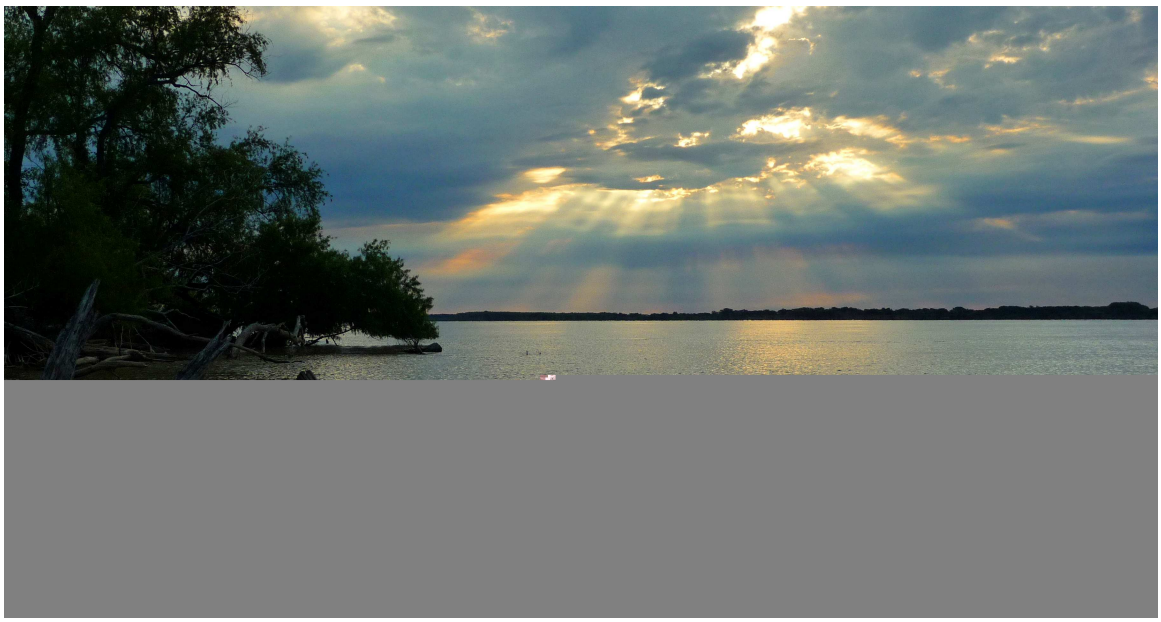
LE PARANÀ ARGENTIN, UN FLEUVE DU NOUVEAU MONDE

Marie Emilie Forget

2011



Université Lumière Lyon 2
École Doctorale 483 Sciences Sociales
Environnement, Ville, Société (UMR 5600)

THESE

pour l'obtention du grade de docteur en géographie et aménagement de l'Université Lumière Lyon 2

Sous la direction de JEAN PAUL BRAVARD, Université Lyon 2

et

la co-direction de Sébastien VELUT**,** Université Paris 3 Sorbonne Nouvelle

LE PARANÀ ARGENTIN, UN FLEUVE DU NOUVEAU MONDE

Présentée et soutenue publiquement par

MARIE EMILIE FORGET

Le 23 novembre 2011

Devant un jury composé de :

J-P. BRAVARD	Professeur, Université Lyon 2	Directeur
S. VELUT	Professeur, Université Paris 3	Co-Directeur
J. BETHEMONT	Professeur émérite Université Lyon 2	
S. CARRIZO	Chargé de recherches au CONICET(Argentine)	
M-F PREVOST-SCHAPIRA	Professeur, Université Paris 8	Rapporteur
J-N SALOMON	Professeur, Université Bordeaux 3	Rapporteur
J. STEVAUX	Professeur à l'Université de Guarulhos (Brésil)	

Remerciements

Ce travail doit beaucoup à de nombreuses personnes. Je voudrais en premier lieu remercier mon directeur de thèse, Jean-Paul Bravard, ainsi que mon co-directeur Sébastien Velut, qui ont accepté de me diriger dans ces eaux troubles et m'ont permis de mener à bien cette recherche tant intellectuellement que matériellement.

Ma gratitude va ensuite à l'équipe de recherche de la FICH de Santa Fe, particulièrement à Carlos Ramonell qui a été le premier à croire dans cette collaboration et à m'intégrer dans son groupe de recherche. Au sein de cette équipe je tiens à remercier chaleureusement le Decano Mario Schreider, ainsi que Mario Amsler, Edmudo Drago, Edgardo Cafaro, Soledad Pereira, Ricardo Szupiany, Maria Daniela Montagnini, Hugo Prendes, Norberto Garcia, Miguel Gallego, Andrea Bosisio, Aldo Paira et Bianca Fritschy pour leur collaboration et leur aide. Merci également à Oscar Orfeo et Juan Jose Neiff du CECOAL, UNNE pour leur aide et leurs remarques sur les questions relatives à l'environnement et au fonctionnement des zones humides du Paraná.

Parmi mes collaborateurs argentins, je remercie également Silvina Carrizo, qui est devenue une amie et une collègue patiente et attentionnée. J'ai également bénéficié de l'aide et du concours de Norberto Levington qui a été d'une aide sans faille sur les questions relatives à la centrale de Yacyretá ; de Victor Pochat et de Pablo Maestrojuan du CIC qui m'ont fourni de précieuses informations sur les données énergétiques et cartographiques du bassin de la Plata. Merci également à Carlos Paoli de l'INA (Santa Fe), à l'Ing. Sanchez de la COMIP, à Isabel Raposo de l'Université de Rosario ; à Helena Carriquiborde, à Patricia Arnera (IITREE) et Cecilia Lucino de l'Université de La Plata ; à Claudio Daniele, Lucio Roca et Claudia Natenzon de l'UBA ; à Ana Dolinkue (Senado de la Nacion) ; à Ana Mugetti (IARH) ; à Alexandro Dourojeanni (CEPAL) ; à Carlos Magnani et Jorge Rucks de l'OEA ; à Gustavo Green (Comision Permanente del Transporte) ; à Raul Escalante (Hidrovia SA) ; à Maria Fiori (SSHR) pour leur temps et leur aide dans la récolte des données.

En France, j'ai bénéficié de l'accueil chaleureux de Loïc Ménanteau (Université de Nantes), Laurent Schmitt, Marie-France Prévôt-Schapira qui ont contribué à orienté mon travail et m'ont fourni d'innombrables références. Parmi mes collègues et amis thésards je tiens à remercier Florence et Stéphane Richard-Schott, Marie-Noelle Carré, Bruna Schausteck, Julie Picard, Pascale Nedelec, Adèle Kuentz, et Sylvain Beck avec qui nous avons tenté de résoudre les nombreux problèmes soulevés par nos travaux de thèse respectifs.

J’ai également bénéficié de la compétence de mes relecteurs sans qui cette thèse ne serait pas ce qu’elle est ; merci à Odile et Alain Forget, Danièle Gourgin, Marion Rossi et Corinne Schoen.

Les membres de ma famille et mon compagnon Jordi de Mena Gourgin, ont été un soutien sans faille au cours de ces quatre années. Ce travail leur doit beaucoup.

Enfin, je voudrais faire mention de ma reconnaissance à l’égard des organismes qui ont financé ce travail : l’Ecole Doctorale en Sciences Sociale de l’Université Lyon 2, le laboratoire IRG de l’Université Lyon 2, l’UMR 5600 du CNRS, le Ministère de la Recherche (2007-2010) ainsi que J-P Bravard et S. Velut qui ont financé mes déplacements sur leurs budgets de recherche.

J’oublie bien des gens, qui d’une manière ou d’une autre, m’ont aidé à concevoir et à achever ce travail, parmi lesquels Pascal Handschumacher (IRD) dont les travaux m’ont inspiré depuis l’enfance et Florence Luchetta qui a su me soutenir au quotidien. Qu’ils en soient remerciés de tout cœur.

Résumé

Le Paraná argentin, le cinquième plus grand fleuve du monde par la taille de son bassin versant et le dixième par son débit, est également un fleuve de paradoxes : axe essentiel pourtant délaissé ; immense mais inconnu en dehors des pays qu'il traverse ; richesse environnementale qui n'est cependant pas protégée ; au potentiel naturel gigantesque mais très peu utilisé. Avec les 3.2 millions de km² de son bassin versant et un débit moyen de 18 000 m^3/s à son embouchure il peut être considéré comme un mégafleuve.

Le thème des grands fleuves est à la mode dans la littérature scientifique d'aujourd'hui, mais la séparation des thématiques de recherche entre géographie physique et humaine implique qu'ils ne soient pas abordés de manière concertée. Il nous est apparu nécessaire de réconcilier les deux approches autour de concepts communs. Edgardo Latrubesse (2008) a par exemple proposé la notion de « mégafleuve » qui fait franchir un saut épistémologique à certains très grands fleuves. Ce concept apparu en Amérique Latine caractérise la dynamique fluviale de ces cours d'eau de taille exceptionnelle. Le choix du continent n'est pas neutre : en permanence, le gigantisme des territoires et de l'environnement naturel rappelle que l'Amérique latine est un cadre de travail privilégié pour le développement de ce concept et que le choix du Paraná est particulièrement pertinent. Le concept trouve cependant son équivalent dans les réflexions propres à la géographie humaine : les grands fleuves du Nouveau Monde ne sont pas des axes forts de structuration territoriale, bien que l'analyse historique montre leur rôle dans la conquête et la colonisation du continent. L'objectif de cette thèse est donc de proposer un élargissement du concept de mégafleuve à la géographie humaine.

Peu d'approches transversales sont menées sur le Paraná et les passerelles entre les secteurs, les services et les acteurs sont peu nombreuses et fragiles. Les faits scientifiques sont par conséquent constamment réinterprétés, reconstruits, remobilisés par le jeu des acteurs sectoriels. Toutefois, les grands projets tels que l'Hidrovia Paraná-Paraguay ou encore les grands barrages hydroélectriques permettent de mettre en place des ponts entre les domaines de compétence et de croiser la vision des acteurs de différents secteurs. En effet, depuis une dizaine d'années, les principes de compatibilité des usages semblent trouver leur place dans les discours concernant le fleuve. Le Paraná est donc un fleuve en mutation, porteur d'enjeux socio-économiques de plus en plus importants : c'est pourquoi il est un objet idéal pour promouvoir un aménagement intégré porteur de valeurs environnementales.

L’enjeu se situe principalement dans la mise en place des relations entre les échelles locales et supranationales induisant des recompositions territoriales. Ces dernières se fondent sur la mise en réseau de tout ou partie des territoires nationaux permettant de construire de nouvelles architectures régionales grâce à la convergence d’intérêts entre les différents acteurs. L’objectif visé est celui d’aboutir à des coopérations ouvertes permettant de diminuer l’approche verticale-sectorielle qui prédomine de nos jours.

Mots clés : Paraná, Argentine, Amérique latine, mégafleuve, géohistoire, dynamique fluviale, sectorisation, gestion intégrée

Sommaire

REMERCIEMENTS 5
RESUME 7
SOMMAIRE 9

PREFACE 11

GRANDS FLEUVES ET MEGAFLEUVES 13

PARTIE 1 LE PARANA DU BICENTENAIRE, UN FLEUVE SOUS-EXPLOITE ET MECONNU 31

CHAPITRE 1 LE PARANA, UN FLEUVE SOUS-EXPLOITE ? 33
CHAPITRE 2 LA NAVIGATION, UN ENJEU D'ACTUALITE 55
CHAPITRE 3. LE POTENTIEL ENERGETIQUE DU PARANA 99
CHAPITRE 4. DECOUPER POUR MIEUX EXPLOITER 127
CONCLUSION DE LA PREMIERE PARTIE 163

PARTIE 2. COMPRENDRE LE MEGAFLEUVE 167

CHAPITRE 5. LA PROGRESSIVE PRISE EN COMPTE DE LA TAILLE DU PARANA 169
CHAPITRE 6. NATURE D'UN MONDE AMPHIBIE 223
CHAPITRE 7 LE PARANA, ARCHETYPE DU MEGAFLEUVE 257
CONCLUSION DE LA DEUXIEME PARTIE 295

PARTIE 3. DU FLEUVE AU TERRITOIRE 297

CHAPITRE 8. QUAND LA GEOPOLITIQUE INTERVIENT 301
CHAPITRE 9. LES MODELES D'ACTION ET DE GESTION : UNE DIVERSITE D'ACTEURS 335
CHAPITRE 10. ENTRE DOMMAGES NECESSAIRES ET PRESERVATION 371
CONCLUSION DE LA TROISIEME PARTIE 407

CONCLUSION, UN PARADOXE A LEVER PAR UNE GESTION INNOVANTE 409

REFERENCES 431
APPENDICE 1 499
APPENDICE 2 503
APPENDICE 3 511
ANNEXES 513
TABLE DES CARTES 553
TABLE DES FIGURES 555
TABLE DES TABLEAUX 558
TABLE DES PHOTOGRAPHIES 559
TABLE DES MATIERES 560

Préface

Nous ne pouvions pas débuter cette thèse sans la replacer dans le paysage scientifique de la recherche française en Argentine. Sans rechercher l'exhaustivité, nous souhaitions faire une place dans la bibliographie aux auteurs venant compléter et inspirer notre propre recherche, sur des thématiques et des terrains complémentaires du nôtre. Depuis les naturalistes du XIXe siècle, la recherche géographique en Argentine s'est développée et diversifiée. De nombreuses thématiques sont aujourd'hui abordées, dans la continuité des pionniers tels que Pierre Denis (Denis, 1920), Claude et Anne Collin-Delavaud (Collin-Delavaud et Neffa, 1994), Raymond Pebayle (Nakagawara, Pébayle *et al.*, 1978) ou encore Romain Gaignard (Gaignard, 1979) pour ne citer que quelques noms.

Un grand nombre de publications relèvent des problématiques liées à l'urbanisation accélérée et son corollaire, l'effacement ou la réorganisation du monde rural (Schreider-Madanes, 1987; Guibert, 1998; Sili, 1998, 1999; Prévôt-Schapira et Rivière d'Arc, 2001; Prévot-Schapira, 2002, 2003; Starck, 2010). Le rôle de l'État et des États-nations dans les rapports internationaux ainsi que l'apparition des nouveaux acteurs et la mise en place d'une bonne « gouvernance » sont également des thèmes de plus en plus développés (Velut, 2002, 2004) ; (Prévôt-Schapira, 2001; Prévôt-Schapira et Rivière d'Arc, 2001; Velut, 2002; Coccaro, Desse *et al.*, 2003; Prévôt-Schapira, 2003; Prévot-Schapira, 2003-2004; Tibiletti, Prévôt-Schapira *et al.*, 2006) ; (Rivière d'Arc, 2007; Salomon, 2007).

Les questions relatives à l'environnement sont également largement abordées à travers les thématiques relatives à l'eau, notamment l'eau potable (Gouvello, 2001; Gouvello et Fournier, 2002), l'irrigation, sa pollution (Lavie, 2009) et sa gestion de l'eau (David, 2009). Dans le domaine environnemental, il faut également souligner les travaux relatifs aux risques et au développement durable (Prat et Sayago, 2003; Salomon et Prat, 2004; Laymond, 2006). Récemment, a également été mise en place une réflexion sur l'énergie du pays, abordée de manière originale par la géographie en tant que science sociale (Carrizo, 2003; Carrizo et Velut, 2005, 2006).

Il faut cependant remarquer que malgré la richesse des champs géographiques abordés en Argentine, les travaux sur le Paraná sont absents, si l'on excepte les rares travaux abordant son delta (Prat, Gentile *et al.*, 1998; Guibert, Carrizo *et al.*, 2009). J'espère donc que cette thèse sera un point de départ d'une recherche plus vaste sur ce terrain que j'ai pris l'habitude d'appeler affectueusement « mon fleuve », le Paraná.

GRANDS FLEUVES ET MEGAFLEUVES

Un grand fleuve, le Paraná

Le thème des grands fleuves est à la mode dans la littérature scientifique d'aujourd'hui en particulier dans les ouvrages de géographie physique. Ces objets géographiques ne sont cependant pas abordés avec autant de vigueur par les sciences sociales. La séparation des thématiques de recherche entre géographie physique et humaine implique que la réflexion sur les grands fleuves ne soit pas abordée de manière concertée et qu'il est nécessaire de réconcilier les deux approches autour de concepts communs. La maîtrise des échelles est considérée comme un acquis de la science géographique, elle devrait constituer une base de réflexion solide sur les grands fleuves. E. Latrubesse (2008) a par exemple proposé la notion de « mégafleuve » qui fait franchir un saut épistémologique à certains très grands fleuves. Ce concept apparu en Amérique Latine rend obsolète la notion de « très grand fleuve » qui n'est plus suffisante pour caractériser la dynamique fluviale de ces cours d'eau de taille exceptionnelle. Ainsi, un saut dans les échelles spatio-temporelles a été identifié dans le fonctionnement des méga-systèmes fluviaux. Le concept ne trouve cependant pas son équivalent dans les réflexions propres à la géographie humaine : les grands fleuves du Nouveau Monde ne sont pas des axes forts de structuration territoriale, bien que l'analyse historique montre leur rôle dans la conquête et la colonisation du continent.

L'objectif de cette thèse est de proposer un élargissement du concept de mégafleuve à la géographie humaine. Le choix du continent n'est pas neutre : en permanence, le gigantisme des territoires et de l'environnement naturel rappelle que l'Amérique latine est un cadre de travail privilégié pour le développement de ce concept et que le choix du Paraná est particulièrement pertinent. Déjà, lors de la découverte, ce fleuve est considéré comme une « mer intérieure » dont l'exploration se fait grâce à des bateaux de haute mer. Les images des brigantins arrivant au niveau de la future ville de Colon sont d'ailleurs plus saisissantes que les textes qui nous sont parvenus (FIGURE 1 P.14).

Nous avons donc choisi de prendre en compte les effets de la taille d'un système fluvial sur une société en construction. Quels ont été, et sont, les choix et les adaptations qui permettent l'exploitation juste de la ressource ? Peu d'approches transversales sont menées sur le Paraná et les passerelles entre les secteurs, les services et les acteurs sont peu nombreuses et fragiles. Les faits scientifiques sont par conséquent constamment réinterprétés, reconstruits, remobilisés par le jeu des acteurs sectoriels. Toutefois, les grands projets tels que l'Hidrovia Paraná-Paraguay ou encore les grands barrages

hydroélectriques permettent de mettre en place des ponts entre les domaines de compétence et de croiser la vision des acteurs de différents secteurs. En effet, depuis une dizaine d'années, les principes de compatibilité des usages semblent trouver leur place dans les discours concernant le fleuve. Le Paraná est donc un fleuve en mutation, porteur d'enjeux socio-économiques de plus en plus importants : c'est pourquoi il est un objet idéal pour promouvoir un aménagement intégré porteur de valeurs environnementales.

FIGURE 1 COLONS ARRIVANT SUR LE SITE DE FONDATION DE LA VILLE DE COLON, D'APRES LE GRAVEUR THEODORE DE BRY (1594)

Le Paraná argentin, le cinquième plus grand fleuve du monde par la taille de son bassin versant et le dixième par son débit, est également un fleuve de paradoxes : axe essentiel pourtant délaissé ; immense mais inconnu en dehors des pays qu'il traverse ; richesse environnementale qui n'est cependant pas protégée ; au potentiel naturel gigantesque mais très peu utilisé. Avec les 3.2 millions de km² de son bassin versant et un débit moyen de 18 000 m^3/s à son embouchure il peut être considéré comme un **mégafleuve**. Il rejoint en cela sur le continent sud-américain l'Amazone, l'Orénoque, la Madeira dont la taille est hors du commun.

La dynamique fluviale du Paraná est à la fois d'une grande simplicité et d'une grande complexité en fonction de l'échelle étudiée. Si l'on considère le Paraná comme un objet géographique s'inscrivant dans la théorie des systèmes fluviaux de S. Schumm, sa dynamique est celle d'un grand fleuve de plaine (Schumm, 1977, 1985, 2005). Chaque tronçon possède une dynamique propre ; de ce fait, les variables de contrôle peuvent être différentes à l'échelle de la dizaine de kilomètres. Il devient alors difficile

d'articuler les différentes échelles du système (local, régional et global). Les relations amont-aval sont également très complexes et peu connues. En effet, le concept de megafleuve est très récent et les méthodes d'analyse se développent encore.

La notion de mégafleuve

Depuis une dizaine d'années un intérêt croissant se manifeste autour de l'analyse des mégafleuves grâce à l'apparition d'un consensus dans la communauté scientifique : les échelles temporelles et spatiales généralement employées ne sont pas adaptées (Latrubesse, Stevaux et al., 2005; Gupta, 2007; Latrubesse, 2008). L'étude des processus actuels sert peu dans l'analyse des évolutions hydrologiques et morphologiques des mégafleuves sur le long terme (Church, 1980; Baker, 1983). De plus, les micro-échelles d'analyse généralement employées ne donnent que de faibles indices sur les entrants et les sortants du système. Il semble qu'une approche équilibrée de la dynamique fluviale demande une analyse à des échelles de temps et d'espace plus petites (macro-échelle), bien qu'il existe des possibilités d'extrapolation des travaux à grande échelle (Iriondo, 1975; Drago, 1977, 1984; Neill, 1987; Drago et Amsler, 1988; Latrubesse et Ramonell, 1990; Orfeo, 1995, 1996; Amsler et Drago, 1999; Prendes et Huespe, 1999; Ramonell, Amsler *et al.*, 2000; Amsler et Ramonell, 2003; Paoli et Cacik, 2003; Iriondo, 2005; Amsler, 2006). La détermination de ces échelles non conventionnelles dans les études géomorphologiques est implicitement intégrée dans la notion de mégafleuve.

La notion de « mégafleuve » est la réappropriation des idées des grands géomorphologues du siècle passé qui considéraient déjà les caractéristiques et les phénomènes de leur terrain d'étude à petite échelle (Baker, 1983; Latrubesse, 2008). Ce n'est toutefois que dans les années 1980 que M. Church et D. Mark s'intéressent à l'importance de la taille et de l'échelle en géomorphologie (Church et Mark, 1980). Ces deux auteurs affirment alors que les changements significatifs dans les paysages fluviaux ne peuvent pas être observés sur le court terme ou dans les travaux de terrain à grande échelle. Ils prônent l'extension des études à l'ensemble d'un système fluvial en conservant des analyses aux échelles intermédiaires. A leur suite, S. Baker a tenté de qualifier les échelles spatio-temporelles nécessaires à l'étude d'un phénomène en proposant l'équation générale

$$S = aT^b$$

où S est la taille du phénomène, T le temps et a et b des constantes (Baker, 1983). Ces travaux ont abouti à une conclusion consensuelle selon laquelle plus l'objet d'étude est de taille importante, plus l'échelle temporelle prise en compte doit être grande. Pour

l'analyse des mégafleuves il n'est donc pas possible de se limiter aux temporalités de l'ordre du siècle généralement utilisées en géomorphologie fluviale.

La notion de mégafleuve est introduite dans les années 1970 par D. Inman et C. Nordstrom (1971) qui rassemblent la liste complète des très grands fleuves dont le bassin versant a une taille supérieure à 10^5 km² (Inman et Nordstrom, 1971). Quelques années plus tard, P. Potter propose la liste des 58 plus grands fleuves du monde en se fondant sur leur longueur (avec un minimum de 10^3 km) et la taille de leur bassin versant (avec un minimum de 10^5 km²) (Potter, 1978; Gupta, 2007).

Sur la base de ces travaux, R. Holtz et S. Baker identifient les mégafleuves du continent américain en introduisant de nouvelles méthodes. Par l'observation satellitaire, ils proposent de comparer ces grands organismes fluviaux avec des mega-formes observées sur la planète Mars, réinventant ainsi l'approche de ces objets géographiques (Holz, Baker *et al.*, 1979; Elachi, Brown *et al.*, 1982). La zone d'étude préférentielle reste localisée sur les très grands fleuves d'Amérique Latine sur lesquels les observations géomorphologiques s'affinent et apportent les premières preuves de leur originalité. P. Potter trouve par exemple que les fleuves tels que l'Amazone, le Zaïre, le Mississippi, le Nil et le Brahmapoutre sont des éléments remarquablement persistants dans les paysages terrestres (Potter, 1978). Leurs relations avec l'histoire tectonique et sédimentaire indiquent que leur permanence ou leur métamorphose sont le résultat des ajustements morphologiques à l'échelle continentale (Schumm, 1968; Schumm, 1977).

La télédétection sert à déterminer la mobilité des berges à petite échelle, comme l'illustre l'étude proposée par de Pettris *et al*. (1998) sur le système du Paraná Moyen. A. Gupta utilise la même méthode pour réaliser une évaluation environnementale du fleuve Mékong (Gupta, 2001). Nombreux sont ceux qui embrassent ces nouvelles méthodes permettant d'élargir les échelles spatio-temporelles dans l'étude des paléochenaux et des paléodynamiques des mégafleuves (Canoba et Popolizio, 1968; Iriondo, 1979; Popolizio, 1980, 1980; Baker, 1983; Iriondo, 1983-1985, 1988; Orfeo, 1998; Popolizio, 2003). Malgré ces travaux, le concept de mégafleuve est encore en élaboration. Le débit moyen annuel du Paraná à son embouchure représente plus de dix fois celui du Rhône, neuf fois celui du Rhin et trois fois celui du Danube, d'où la difficulté de comprendre la dynamique d'un mégafleuve.

Les éléments de définition des « mégafleuves » sont donnés par les physiciens de l'environnement, les écologues et les géomorphologues. Les travaux consacrés aux très grands fleuves dans ces disciplines traitent en priorité des formes, de la dynamique fluviale et de l'environnement des mégafleuves. Certains auteurs ont toutefois tenté d'introduire des caractéristiques socio-culturelles dans ce concept environnemental, en

prenant en compte les potentialités offertes à divers usages (production hydroélectrique, navigation, irrigation, ravitaillement urbain etc.) cf Molinier, 1974; Larras, 1977; Bardy, 1978; Milliman, 1997; Béthemont, 2003. La dimension des mégafleuves peut également être évaluée en termes culturels, identitaires, patrimoniaux ou encore géopolitiques. Les enjeux sur le contrôle de l'eau peuvent en effet conférer à un cours d'eau une importance démesurée par rapport à ses caractéristiques hydrauliques (Béthemont, 2003). Si les critères définis dans ces trois registres (dimensions physiques, potentialités et enjeux économiques et géopolitiques) s'avèrent relativement aisés à identifier, leur maniement demande une certaine prudence, sauf à tomber dans divers excès ou paradoxes tel que celui qui mettrait en balance l'Amazone, sans conteste le fleuve le plus puissant du monde, et le Jourdain qui est le plus chargé de valeurs affectives et de risques conflictuels (Béthemont, 2003).

Cette thèse se veut une synthèse des différentes méthodes d'analyse. Elle tente de construire de nouveaux modèles concernant la particularité des mégafleuves. Le Paraná occupe une place particulière dans cette catégorie, car il offre de fantastiques potentiels de développement qu'il s'agit d'exploiter en préservant la naturalité qu'il a su conserver.

Le Paraná et ses semblables

Les comparaisons fondées sur les critères quantitatifs (superficie du bassin versant, débit et module) sont sans doute les plus objectives car elles répertorient les plus grands fleuves du monde en fonction de leurs caractéristiques physiques (Béthemont, 2003). Comme il existe une relation évidente entre la superficie des bassins versants et le caractère massif des continents dans lesquels les grands fleuves s'insèrent, la corrélation a pour effet d'exclure l'Europe occidentale et l'Amérique centrale (TABLEAU 1 P. 18). Les facteurs climatiques jouent également un rôle important : dans une classification limitée aux vingt fleuves les plus puissants du monde, cinq se trouvent dans la zone équatoriale humide (Amazone, Congo, Orénoque, Tocantins et Magdalena) et six peuvent être rattachés à la zone des moussons asiatiques (Changjiang, Brahmapoutre, Gange, Mékong, Irrawaddy et Xinjiang). La zone tempérée et sa frange subtropicale en comptent également six (Mississippi, Paraná, Amour, Saint-Laurent, Volga et Columbia). Enfin, les zones boréales et hyperboréales en possèdent trois (Ienisseï, Léna et Ob-Irtych).

Les grands bassins versants sont pour l'essentiel situés dans le bloc eurasiatique (de la Volga aux grands fleuves chinois), dans la partie massive des continents américains et dans la majeure partie de l'Afrique. Tous ces bassins correspondent à des unités morphologiques de grande taille : cuvettes et voussures de massifs anciens comme le

bassin du Saint-Laurent ou gouttières séparant des massifs de nature différente, comme le bassin du Mississippi entre les Rocheuses et les Appalaches, ou celui du Gange entre l'Himalaya et la table du Deccan (Pardé, 1940). Si certains de ces grands bassins drainent des zones climatiquement homogènes comme le Congo ou l'Amazone, d'autres comme le Nil ou l'Indus assument d'importants transferts en latitude, depuis la zone équatoriale humide jusqu'à des régions désertiques (Milliman et Haq, 1996). Enfin, il convient de distinguer entre les fleuves de moyenne et haute latitude. Les fleuves qui s'écoulent de la zone boréale à la zone arctique et dont le dégel se fait de façon catastrophique d'amont en aval (fleuves sibériens), sont différents de ceux, comme la Volga, dont le dégel se fait d'aval en amont, ce qui atténue les risques de blocage.

Rang	Bassin	Superficie (M km²)
1	Amazone	6,95
2	Congo	3,8
3	Mississippi	3,22
4	Nil	3
5	Ienisseï	2,69
6	Ob	2,48
7	Léna	2,42
8	Paraná	2,34
9	Changjiang	1,96
10	Amour	1,84
11	Mackenzie	1,8
12	Volga	1,38
13	Zambèze	1,35
14	Niger	1,1
15	Orénoque	1,08
16	Gange	1,07
17	Murray	1,07
18	Nelson	1,07
19	Saint Laurent	1,03
20	Indus	0,95

TABLEAU 1 LES VINGT PLUS GRANDS BASSINS VERSANTS (D'APRES BETHEMONT, 2003)

S'agissant des plus forts débits (TABLEAU 2 P. 18), deux données s'imposent : le module et le débit spécifique. L'analyse du débit spécifique permet de comprendre pourquoi certains grands bassins n'offrent que des modules médiocres. Relèvent de cette catégorie les fleuves des hautes latitudes continentales affectés par de faibles précipitations, comme le Mackenzie qui reçoit tout juste l'équivalent de 126 mm/an de sorte que, malgré son module imposant de 7 200 m^3/s, il n'offre qu'un module spécifique « misérable » de 4 l/s/km² (Pardé, 1933). Le Nelson est encore moins bien pourvu avec 2,2 l /s/km^2. Les fleuves dont le bassin est centré sur la zone tropicale sèche ne sont pas mieux pourvus avec des débits spécifiques de l'ordre de 2,6 l/s/km² pour le Zambèze, 0,8 pour le Nil (Olivery, 1994) et même 0,4 pour la Murray qui affiche un débit moyen de 450 m^3/s pour un bassin dépassant le million de kilomètres carrés (Meybeck et Ragu, 1997). Le débit moyen du Paraná se situe aux alentours de 6.8

l/s/km² (Paoli et Cacik, 2003). Le croisement des données consignées dans les tableaux 1 et 2, permet d'obtenir un classement empirique sur la base des rangs occupés par les fleuves dans chaque tableau.

Rang	Fleuve	Module (10^3 m3/s)	Débit spécifique (l/s/km²)
1	Amazone	185	30
2	Congo	42	11,1
3	Changjiang	34	17,6
4	Orénoque	31	28,5
5	Brahmapoutre	20	30
6	Mississippi	18	5,6
7	Ienisseï	17,4	6,7
8	Tocantins	16,2	19
9	Gange	16,1	15
10	Paraná	16	6,8
11	Mékong	15,5	19,5
12	Léna	15,4	6,4
13	Irrawaddy	13	30,2
14	Ob	12,5	5
15	Xinjiang	12	27,6
16	Amour	11	6
17	Saint Laurent	10,3	10
18	Magdalena	8,1	33,2
19	Volga	8	5,8
20	Columbia	7,5	11,2

TABLEAU 2 LES VINGT PLUS FORTS DEBITS (D'APRES LAMBERT, 1996)

Rang	Fleuve
1	Amazone
2	Congo
3	Mississippi
4	Ienisseï
5	Changjiang
6	Paraná
7	Léna
8	Orénoque
9	Ob
10	Gange
11	Nil
12	Amour
13	Brahmapoutre
14	Tocantins
15	Volga
16	Mackenzie
17	Mékong
18	Irrawaddy
19	Zambèze
20	Niger
21	Xinjiang
21	Saint Laurent
23	Murray
24	Nelson
24	Magdalena
26	Columbia
26	Indus

TABLEAU 3 LES PLUS GRANDS FLEUVES DU MONDE PAR LA SUPERFICIE DE LEUR BASSIN VERSANT ET/OU LEUR DEBIT (D'APRES BETHEMONT 2003)

Cette démarche produit une liste de 27 grands fleuves : le qualificatif de « grand » se référant aux seules données d'ordre physique (TABLEAU 3 P.19) (Pardé, 1933; Béthemont, 2003). Il faut cependant établir la distinction entre d'une part les fleuves remarquables à la fois par leur aire de drainage et leur débit comme l'Amazone et le Congo, les fleuves plus importants par la superficie de leur bassin que par leur débit comme le Nil et l'Indus (Pardé, 1940) et d'autre part ceux qui présentent la caractéristique inverse, comme la Magdalena ou la Columbia. Mais il suffit d'évoquer le cas du Nil et de la perception que nous avons de son importance pour mesurer l'insuffisance d'un tel classement.

Dès 1998, P. Potter choisit de combiner quatre propriétés de ces organismes fluviaux pour réaliser des comparaisons plus précises. Il choisit de considérer la taille du bassin versant, la longueur de la rivière, le tonnage de sédiments transportés et l'écoulement (Potter, 1978). Certaines de ces données ne sont pas toujours disponibles pour les mégafleuves, notamment le volume des sédiments transportés (Meybeck et Ragu, 1997). C'est pourquoi R. Meade (1996) propose de croiser écoulement superficiel et charge sédimentaire en suspension en excluant la charge de fond qui est particulièrement difficile à mesurer. Afin de permettre une classification plus précise, N. Hovius a listé les caractéristiques morphométriques, climatiques, hydrologiques et de transport sédimentaire moyennes (Hovius, 1998). Les classifications successives des grands organismes fluviaux ont dans un premier temps consisté à collecter les données disponibles pour permettre des comparaisons. Les travaux de A. Miall constituent un tournant dans les recherches sur les mégafleuves (Miall, 2006). Dans la perspective de réflexions qui seront celles de S. Baker, J. Vandenberghe et J-P. Bravard sur les relations entre échelle de temps et échelle d'espace, il situe la « grandeur » des rivières dans un cadre spatio-temporel plus vaste (Baker, 1978; Baker, 1983; Vandenberghe, 1995; Bravard, 1998).

La littérature scientifique propose donc des définitions différentes et non exclusives. Dans les publications les plus récentes, certains chiffres semblent faire consensus. E. Latrubesse propose par exemple que le débit moyen des mégafleuves doit être supérieur à 17 000 m^3/s et que leur longueur dépasse deux mille kilomètres (Latrubesse, 2008). Ces seuils sont complétés par des valeurs de débits à pleins bords qui ne font pas consensus. R. Kellerhals et M. Church prennent en effet comme seuil un écoulement à pleins bords supérieur à 20 m^3/s et une largeur minimale du chenal principal de 20 mètres, valeurs qui sont trop faibles pour caractériser les mégafleuves selon P. Potter, E. Latrubesse et E. Wohl (Potter, 1978; Kellerhalls et Church, 1990; Latrubesse, Stevaux *et al.*, 2005; Wohl, 2007).

Dans le cadre de ce travail, nous adopterons les seuils proposés par E. Latrubesse en réduisant les champs de comparaison. En effet, il s'agit de comparer le Paraná avec des

fleuves possédant des caractéristiques physiques et sociales relativement proches. La comparaison devient difficile si cette proximité n'existe pas. Les TABLEAU 1, TABLEAU 2 ET TABLEAU 3 nous renseignent sur les caractéristiques physiques des mégafleuves susceptibles d'être comparés. Il reste cependant à définir les caractéristiques climatiques des différents bassins versants ainsi que les usages faits de ces grands fleuves. A titre d'exemple, le Paraná peut être comparé à l'Amour car ces deux fleuves se situent à un niveau d'intégration régionale poussé, mais sans animer pour autant de constructions régionales évoluées (Radvanyi, 2004). En revanche une comparaison avec la Léna, bien que possible sur les critères sociaux, n'est pas envisageable en termes de dynamique fluviale du fait de la localisation climatique très différente des deux fleuves. En posant ce filtre sur les comparaisons, il est possible d'écarter les mégafleuves de Sibérie, où le gel joue un rôle important en termes de dynamique fluviale. Les fleuves du Nord-Ouest américain et de la partie continentale de l'Afrique peuvent également être écartés du fait de leur localisation dans des zones climatiques semi-arides à arides (Hickin, 1979; Church et Rood, 1983; Hickin, 1986; Brierley, 1989). L'intérêt se porte alors sur les fleuves des régions tempérées et intertropicales possédant un gradient d'écoulement depuis des zones élevées vers des zones de plaine. Les fleuves semblables au Paraná peuvent être réduits au nombre de quatre : l'Amour, le Mississippi, le Saint Laurent et la Volga (Ellet, 1853; Pardé, 1930; Creighton, 1956; Bédard, 1966; Lasserre, 1980; Marchand, 1990; Baigun, Oldani *et al.*, 2005).

De ces quatre fleuves, le Mississippi semble être l'homologue du Paraná dans l'hémisphère Nord. On constate en effet une étrange symétrie de part et d'autre de l'équateur. Le gradient climatique est identique : le Mississippi s'écoule d'un Nord tempéré vers un Sud tropical (Pardé, 1930), tandis que le Paraná s'écoule selon un gradient inverse, du Nord tropical vers le Sud tempéré (Paoli et Schreider, 2000). De plus, la littérature abondante sur le Mississippi est une ressource précieuse dans notre étude comparative (Dorris, 1929; Pardé, 1930; Baulig, 1936; Fisk, 1944, 1947; Pardé, 1950; Guilcher, 1979; Biedenharn et Thorne, 1994; Schumm, Rutherfurd *et al.*, 1994; Orlowski, Schumm *et al.*, 1995; Biedenharn, Thorne *et al.*, 1999; Galat, Barko *et al.*, 2007; Lopez Iglesias, 2008). Il faut souligner que ce fleuve a toutefois subi un aménagement plus poussé que le Paraná, ce qui rend parfois difficiles les comparaisons fondées sur des critères physiques.

La dynamique fluviale comparable de ces deux fleuves de faible profondeur et dont les chenaux sont très mobiles n'a pas engendré les mêmes aménagements (dans des contextes techniques il est vrai différents). Les enjeux liés à la navigation ont pourtant été longtemps similaires. Face à la modification rapide de la hiérarchie entre chenaux principaux et chenaux secondaires (entre 1 et 5 ans), les réponses de la société ont été différentes. Dans un premier temps, les bateaux adaptés à la navigation commerciale sur

le Mississippi ont été adaptés à ce type de fleuve, mais dès le XIXe siècle, la chenalisation et les recoupements de méandres ont été considérés comme plus efficaces. Sur le Paraná en revanche, les embarcations se sont adaptées au fleuve en prenant modèle sur les vapeurs développés sur le Mississippi, mais l'aménagement de la voie fluviale n'est apparu que depuis une trentaine d'années. Les grandes étapes de la colonisation du Mississippi et du Paraná ont donc conduit à faire diverger les grandes problématiques d'aménagement qui sont aujourd'hui opposées.

Le degré d'évolution du Mississippi et du Paraná montre que le curseur « aménagement » se positionne en fonction du développement de chaque pays et que le Paraná correspond aujourd'hui au Mississippi du XIXe siècle. D'un côté, le Mississippi[1] est aujourd'hui très impacté par les aménagements alors que le Paraná[2] manque d'infrastructures. Le Paraná d'aujourd'hui pourrait donc prendre pour modèle le développement de la voie fluviale mississippienne, en évitant les grands échecs nord-américains. Il bénéficie en outre de l'évolution des techniques de dragage, d'endiguement et de recoupement de méandres, tout en ayant accès aux nombreuses études d'impacts réalisées aux Etats-Unis. Les aménageurs du Paraná ont également accès aux publications et aux mises en garde tirées des travaux réalisées sur la Volga, considérée comme l'archétype d'un mégafleuve aménagé. Ces exemples permettent en outre de mesurer les « ratés » des aménagements pour proposer de nouvelles solutions. Une large gamme de comparaison est d'ailleurs possible avec d'autres fleuves de taille identique, comme le Fleuve Bleu, le Mékong ou encore le Brahamapoutre (Pardé, 1940; Halpren, Hafner *et al.*, 1990; Marchand, 1990; Akatsuka et Asaeda, 1996; Gupta, 2001; Radvanyi, 2004; Lu et Siew, 2005, 2006; Goh, 2007). De telles informations sont utiles car le Paraná appartient à la fois à la catégorie des fleuves très aménagés dans sa partie amont brésilienne (Pinto Martins, 2008) et à celle des fleuves peu aménagés dans son parcours argentin.

Dans une autre perspective, si l'on considère le Paraná comme un axe de pénétration humaine et économique, c'est plutôt au Mississippi ou au Saint-Laurent qu'il convient de le comparer (Bartholomew, 1905; Creighton, 1956; Chevrier, 1959; Hills, 1959; Toye, 1959; Glazebrook, 1964; Bédard, 1966). La pénétration du Nouveau Monde s'est faite principalement par les grands fleuves dans le contexte historique de l'expansion européenne : l'une via le Mississippi et la seconde via le Paraná. Alors que la découverte du Mississippi s'est faite de l'amont vers l'aval en descendant le fleuve, celle du Paraná s'est réalisée en sens inverse, du Sud vers le Nord, de l'aval vers l'amont. Dans un deuxième temps, la colonisation du territoire *paranense* s'est

1 Desservant un pays de 400 millions d'habitants

2 Desservant environ 4 millions d'habitants

poursuivie par une période de reconquête depuis les territoires septentrionaux des missions jésuites de la région d'Asunción vers son l'embouchure du Río de la Plata. Les aventuriers, soldats, colons et missionnaires venus de France et d'Espagne ont jalonné les rives du Paraná, du Mississippi et du Saint-Laurent de comptoirs puis de villes. Mais à partir de la phase initiale de pénétration, les trois fleuves ont connu des évolutions divergentes. Ces axes fluviaux exercent deux fonctions séparées : une fonction de transit, les deux grandes portes continentales donnant accès au cœur de l'Amérique et une fonction de peuplement et d'enracinement au long de la « rue principale » des pays en construction (Lasserre, 1980). Tous trois ont longtemps bénéficié du monopole de la voie navigable vers l'intérieur du continent. En dépit de la communauté originelle de leurs destins, la trajectoire historique et le devenir du Paraná diffèrent radicalement de ceux du Mississippi et du Saint-Laurent.

Géosystèmes fluviaux des Nouveaux Mondes

Les mégafleuves sont donc des géosystèmes complexes nés de l'interaction entre un fleuve aux dimensions démesurées et une société qui l'intègre de manière plus ou moins poussée dans son fonctionnement. Les modalités de prise en compte des mégafleuves posent d'importants problèmes de gestion. En effet, de par leur taille, ils s'écoulent généralement dans une succession de zones climatiques et tectoniques et leurs bassins versants sont toujours partagés par plusieurs Etats. L'exemple du Mékong est le plus saisissant puisqu'il naît dans le Tibet oriental pour s'écouler successivement en Chine, servir de frontière entre le Laos, le Myanmar et la Thaïlande avant de couler au Laos et de traverser le Cambodge où naissent les premiers bras de son delta, qui se prolonge dans le sud du Viêt Nam (Halpren, Hafner *et al.*, 1990; Akatsuka et Asaeda, 1996; Goh, 2007). Le Paraná n'est pas en reste avec un bassin versant partagé entre cinq pays : l'Argentine et le Brésil, deux pays émergents puissants sur la scène du commerce international et le Paraguay, l'Uruguay et la Bolivie qui dépendent du système fluvial pour assurer leurs exportations par la voie fluviomaritime. Le Paraná ne fait donc pas exception à la situation géopolitique souvent délicate des mégafleuves. Les Etats riverains n'ont en effet jamais la même puissance, ni le même pouvoir d'action sur le fleuve et les pays amont peuvent prendre le contrôle sur l'aval ou inversement.

Dans le cas du Paraná, l'Argentine a un rôle extrêmement important puisqu'elle se situe à l'aval du système. Ce pays subit les impacts des aménagements amont (notamment des aménagements hydroélectriques brésiliens) et possède d'autre part un énorme pouvoir car le pôle Buenos Aires-Rosario est le point principal d'exportation des produits du Cône Sud vers l'Europe et l'Asie. Ce poids décisionnel de Buenos Aires sur l'intégralité du Paraná argentin s'inscrit sur la base d'héritages profonds mais relativement neufs issus de la construction du « Nouveau Monde ». L'immensité

fluviale oblige les arrivants à investir et à penser l'espace de manière différente, si bien qu'il est impossible de comprendre le statut actuel du Paraná sans se pencher avec attention sur les quatre siècles précédents.

En comparant le Paraná au Saint-Laurent, on retrouve plusieurs caractéristiques permettant éventuellement de définir un fleuve du Nouveau Monde. En effet, en termes de pénétration, de découverte et de mise en exploitation du pays, le Saint-Laurent a joué au Canada un rôle identique à celui du Paraná en Argentine. Différentes raisons ont poussé les explorateurs/colonisateurs européens à naviguer sur les cours d'eau laurentien et *paranense*, à travers les immensités américaines. Le souci d'évangélisation absent lors des premiers voyages apparaît sur le Saint-Laurent dès 1540. C'est cependant au XVIIIe siècle que les préoccupations missionnaires en Amérique du Nord et du Sud prennent une place de premier plan. Le Mississippi profite par ailleurs des missions installées entre le lac Michigan et le lac Huron d'où partent les premières grandes explorations du père Jacques Marquette et de l'explorateur Joliette.

D'autres motivations sont au moins aussi fortes, les unes géographiques et politiques, les autres économiques. La recherche d'un passage vers l'Asie par le Saint-Laurent et le Paraná a été une préoccupation constante de tous les découvreurs. L'appât du gain est certainement l'attrait principal, le Saint-Laurent, tout comme le Paraná, devenant rapidement de grandes voies de transit des peaux et du bois vers l'Europe.

Sur le continent nouvellement découvert se mettent rapidement en place des structures agro-exportatrices qui ont survécu à ce jour. Elles se caractérisent par la présence de fronts pionniers agricoles sur les bords du fleuve. La construction d'un territoire linéaire au fil de l'eau conditionne les installations humaines et forme peu à peu l'axe structurant des territoires nationaux. La ligne évolue progressivement en bande territoriale avec le développement de l'hinterland qui asservit le fleuve aux fonctions d'exportation de la production provenant de l'intérieur. Le Paraná est un excellent exemple de cette mise en valeur qui tourne consciemment le dos au fleuve. L'axe fluvial *paranense* connaît ainsi son apogée entre le milieu du XIXe siècle et le début du XXe siècle avant d'être abandonné au profit des routes qui longent le fleuve. Un mouvement de « retour au fleuve » apparaît toutefois à la fin du XXe siècle. L'augmentation de la production agricole et le basculement des débouchés brésiliens et paraguayens de São Paulo vers Buenos Aires rendent alors nécessaire le (re)développement de cet axe de transport.

L'accélération des échanges liés à la mondialisation ainsi que la forte demande en énergie des pays du bassin de la Plata ont remis les problématiques d'aménagement du territoire fluvial au centre des débats.

Le Paraná du bicentenaire, porteur d'enjeux importants

Deux cents ans après la déclaration d'indépendance de l'Argentine, le territoire fluvial du Paraná est toujours porteur d'enjeux importants sans toutefois être envisagé comme un continuum fluvial. Il est aujourd'hui judicieux de proposer une étude de synthèse permettant de rétablir le lien entre la société et son fleuve dans une perspective d'exploitation juste et durable de la ressource, sans en perturber (ou en perturbant le moins possible) le fonctionnement naturel.

Aujourd'hui le Paraná fait l'objet de deux usages principaux : la navigation et la production d'hydroélectricité. L'exploitation de la ressource, bien que sous développée, n'en demeure pas moins prédatrice. L'histoire de l'Argentine est étroitement liée à l'exploitation des ressources naturelles ; l'organisation spatiale du pays s'inscrivant dans une logique d'hinterland minier. Cela est vrai tant pour l'électricité exportée vers Buenos Aires que pour les produits agricoles et miniers exportés via le Paraná vers l'Europe, les Etats-Unis ou l'Asie. La structure et l'organisation spatiale de l'Argentine se fondent en effet sur le modèle agro-exportateur : le fleuve apporte une manne financière qui ne profite pas au développement local. Lorsque les provinces se développent grâce au commerce de grains, ce sont les intérêts privés qui en bénéficient, avec l'obtention de concessions ou le développement de structures industrielles et de transport privées. Tous les dividendes se concentrent ainsi dans le pôle Buenos Aires-Rosario.

Ce tronçon du Paraná a connu ces dernières années un développement extraordinaire avec la mise en place de plateformes multimodales permettant le transport fluviomaritime, lequel concentre 90% des exportations du pays. Depuis une dizaine d'années, dans la zone de Rosario, sont apparus un grand nombre de ports privés destinés à l'exportation outre-mer des grains de soja ou des huiles qui en sont tirées. Ces installations, bien que légales, peuvent être considérées comme « sauvages ». Nous employons le terme de « sauvage » pour des aménagements ponctuels dont les impacts (économiques, écologiques, et sociaux) n'ont pas été pensés. En effet l'État n'effectue aucun contrôle concret des activités développées le long du Paraná, bien qu'il tente de maintenir son pouvoir sur le fleuve et de se doter de schémas directeurs d'aménagement. Sa vision reste toutefois très marquée par les intérêts sectoriels : les privatisations et les concessions des secteurs d'activités rendent difficile la mise en place d'un modèle de gestion global.

Le Paraná est également utilisé pour produire l'énergie consommée dans la zone Buenos Aires-Rosario qui concentre 80% des industries du pays. Les enjeux autour de la centrale hydroélectrique de Yacyretá (seconde plus grande centrale d'Amérique du Sud) sont fondamentaux car ils posent les importantes questions de la propriété des

ressources naturelles, de la mise en place d'une gouvernance efficace et du contrôle des impacts provoqués par les aménagements. En effet, les dividendes produits par le fonctionnement de la centrale ne bénéficient pas toujours au développement local des provinces où elle a été implantée.

L'objectif de cette thèse est de proposer une articulation des échelles géographiques nécessaire à la mise en place d'une gestion intégrée qui permette de prendre en compte les principaux usages du Paraná, leurs enjeux et leurs impacts, et de proposer une interprétation du géosystème aboutissant à une prise de conscience du continuum fluvial dans toute sa complexité.

Gérer et aménager le fleuve : quelles échelles ?

La société, qui a longtemps été dépassée par les dimensions du fleuve, doit aujourd'hui faire face au nouveau paradigme mondial de la durabilité. Au terme de quatre siècles d'histoire, le Paraná a dicté les lois de l'organisation de l'espace aux bâtisseurs de ce territoire neuf. Aujourd'hui de nouvelles méthodes de travail sont en cours d'élaboration pour permettre d'articuler au mieux les nombreuses échelles qui conditionnent un travail efficace respectant écologie, société et économie. La maîtrise technique des changements d'échelles est un exercice complexe si l'on cherche à déterminer celles - les plus pertinentes - permettant d'apréhender tant les processus physiques que sociaux. Pour cela la réflexion est orientée vers l'individualisation des différents tronçons compatibles avec une vision globale du système.

Il existe des dissymétries profondes dans la morphologie du bassin versant et dans son aménagement qui doivent être prises en compte selon une logique d'emboîtement d'échelles : de l'échelle du bassin versant à l'échelle locale des aménagements et des dynamiques fluviales. Pour un géographe, s'interroger sur les échelles semble être un exercice « acquis ». Il nous semble cependant que dans le cas du Paraná il s'agit d'une étape qui n'est pas encore maîtrisée. La notion d'échelle correspond à l'idée que la taille influence le contenu en lui faisant franchir des seuils qualitatifs (Levy et Lussault, 2003). Dans le cas des mégafleuves, ces seuils ont longtemps été ignorés et les connaissances acquises sur les fleuves de plus petite dimension y ont été plaquées. La logique fractale ne peut cependant pas s'y appliquer : les « petits fleuves » ne sont pas le modèle réduit des grands. Ces remarques sont également vraies pour les sociétés riveraines qui n'interagissent pas de la même façon avec un petit et un grand cours d'eau (Boltanski et Thévenot, 1991; Revel, 1997; Berque, 2000). La maîtrise des échelles demeure une question latente pour l'intégration du Paraná en Argentine et l'a été dès la conquête de ces territoires neufs durant laquelle la taille du fleuve a été simultanément une bénédiction et une malédiction.

L'Argentine fête cette année le bicentenaire de son indépendance et certains modèles hérités sont toujours présents, bien qu'obsolètes. Il convient d'élargir l'échelle temporelle généralement employée pour répondre aux problématiques fluvio-sociétales. C'est pourquoi nous avons choisi d'aborder les impacts de la colonisation sur le système fluvial par le biais d'une analyse géohistorique en rassemblant un corpus important de cartes anciennes. La vision de l'espace projetée sur le papier est la première question soulevée par l'analyse de ce corpus : les colonisateurs reproduisent en effet les configurations spatiales qu'ils connaissent en Europe. La localisation des villes répond généralement aux préceptes dictés par Philippe II d'Espagne[3] et la toponymie révèle l'omniprésence du modèle européen (Jacob, 1992). Les colonies s'égrainent de part et d'autre du principal axe du pays, configuration qui aboutit à l'organisation spatiale actuelle de l'Argentine et de la macrocéphalie *porteña*. Si sur les cartes anciennes les permanences sont clairement visibles, les mutations sont plus difficilement repérables. Le transfert de certaines colonies en bord de fleuve vers d'autres sites, à l'image de Cayasta, première fondation de Santa Fe, permettent néanmoins de mettre en évidence la mobilité fluviale.

L'étude des cartes anciennes et la prise en compte de l'installation humaine en bord de fleuve nous permet de proposer d'autres hypothèses que celles qui tentent d'expliquer les modifications du style fluvial[4]. Les impacts humains combinés aux modifications climatiques ont, selon notre étude, provoqué un basculement de la provenance de la charge sédimentaire, entrainant une adaptation du style fluvial. Etudier le comportement du Paraná sur quatre siècles aide donc à comprendre et à prédire les ajustements à venir dans le bassin versant.

La méthode de travail

Les échelles de temps et d'espace employées dans cette thèse rendent nécessaires le croisement de méthodologies issues de plusieurs branches de la géographie et de ses sciences « annexes » comme l'économie, la logistique ou encore la géopolitique. Notre démarche s'inscrit à l'interface entre géographie physique et géographie humaine, dans ce que nous croyons être la géographie d'aujourd'hui : celle de l'interface entre nature et société. La thèse se fonde sur des méthodes analytiques qui permettent de mettre en relation les données fonctionnelles naturelles du Paraná et les aménagements liés à son exploitation.

[3] *Ordenanzas de descubrimiento, nueva población y pacificación de las indias* (ordonnances pour la découverte, les nouveaux peuplements et la pacification des Indes), édictées par Philippe II dans les bois de Ségovie, le 13 juillet 1573.

[4] Les modifications du style fluvial de certains tronçons du Paraná sont actuellement expliquées uniquement par l'analyse des facteurs liés aux changements climatiques

Nous utilisons une démarche déductive pour les analyses faites dans le domaine de la géomorphologie fluviale. Celles-ci se fondent sur les résultats des études de terrain réalisées des mois de février à juin durant les trois premières années de thèse (2008-2009-2010), grâce à la collaboration étroite réalisée avec les chercheurs de l'Université FICH de Santa Fe et de l'Université du Nordeste de Corrientes ainsi qu'avec des chercheurs du CONICET (homologue du CNRS en Argentine).

Les cartes anciennes recherchées dans les archives des grandes villes européennes (Paris, Nantes, Madrid, Simancas, Séville et Londres) et argentines (Buenos Aires, Rosario, Corrientes, Santa Fe) nous ont permis de développer une approche particulière de la dynamique fluviale en étendant l'échelle temporelle des analyses. Clé de voûte de notre raisonnement géographique, ces méthodes s'appuient notamment sur les travaux exploratoires de la géohistoire. Ce courant, fondé par F. Braudel lorsqu'il choisit la Méditerranée comme objet de sa thèse en 1949, a été repris dans les années 1980 par des géographes qui ont utilisé les outils récents de pensée des territoires, pour réexaminer non seulement les espaces historiquement révolus, mais simultanément considérer les « régions du temps », les périodes, comme des objets formalisables. Les changements géographiques apparaissent alors autant comme des causes que des conséquences des dynamiques historiques (Braudel, 1949). Ce courant animé par des géographes tels que A. Reynaud (Reynaud, 1992) et Ch. Grataloup (Grataloup, 1996) fournissent des pistes intéressantes pour comprendre la formation du territoire fluvial du Paraná en appréhendant le temps long. Les méthodes d'analyse de la géohistoire sont alors appliquées à la comparaison des cartes anciennes et des cartes récentes en notre possession grâce à la mise en place d'un Système d'Informations Géographiques (SIG). Cette thèse ne prétend cependant en aucune manière à l'exhaustivité : il reste de nombreux travaux à intégrer et de nombreuses études de cas à faire pour compléter notre démonstration.

La démonstration

L'analyse des cartes anciennes et des dynamiques que l'on pourrait qualifier de « fluvio-sociales »[5] sur le territoire *paranense* nous a conduit à formuler plusieurs hypothèses. Notre hypothèse de départ est que ces éléments forment un système sous-exploité dans la partie argentine du territoire fluvial. La première partie de ce travail montrera ainsi quel est l'état du système socio-spatial du Paraná d'aujourd'hui et quelles sont les causes de cette « sous-exploitation ». Pour cela nous nous intéresserons à la connaissance encore incomplète de la dynamique fluviale et au compartimentage des

5 l'objet « Paraná » associe à la fois des éléments physiques et des éléments socio-économiques en interaction permanente

usages. L'accent sera mis sur les deux enjeux principaux que sont la navigation et l'énergie.

La seconde hypothèse découle de la relation géohistorique qui existe entre la prise de conscience de la place du fleuve dans la société et la nécessité de maîtriser les changements d'échelles. Le fait que le Paraná soit un fleuve du Nouveau Monde sous-exploité et méconnu peut en effet être expliqué par les facteurs historiques. Il nous faut donc tester la validité du corpus de cartes anciennes que nous avons récoltées avec l'objectif d'élargir les échelles spatio-temporelle d'analyse. L'objectif de la deuxième partie est de comprendre le fonctionnement fluvial d'un très grand fleuve à l'échelle de son bassin versant et sur le temps long. Cette partie présente ainsi les caractéristiques physiques du Paraná et cherche à retracer l'histoire de sa mobilité en évaluant le poids des différents facteurs de contrôle. Le fonctionnement du système a été modifié par l'arrivée des colons dans le bassin versant et les métamorphoses observées font intervenir l'homme et les changements climatiques. En effet, le territoire de Misiones, aujourd'hui peu peuplé en regard de la densité de population argentine, a longtemps été occupé par les missions jésuites qui ont développé un système agro-pastoral impliquant la déforestation.

La troisième hypothèse propose le passage progressif d'un espace fluvial à celui d'un territoire inachevé. En effet, l'espace argentin du XXIe siècle ne semble pas structuré par le fleuve malgré la place centrale qu'il a tenue dans la découverte et la colonisation du territoire. La mise en valeur dissociée du corridor fluvial a créé un espace aujourd'hui partiellement territorialisé, enserré dans un environnement naturel. L'appropriation des rives du fleuve à transformé le territoire archipélagique des communautés indigènes. Cette troisième partie aborde les questions géopolitiques du bassin versant et la naissance de la coopération dans le Cône Sud. Les relations plus ou moins belliqueuses des grandes puissances qui se partagent le Paraná, sont en grande partie responsables des structures de gestion communes mises en place. Ces premiers pas vers l'intégration du fleuve aboutissent à une configuration nouvelle dans laquelle les différents tronçons doivent être abordés en fonction de leur vulnérabilité. Pour finir, nous proposons un découpage du Paraná qui permettrait de mettre en place une gestion innovante accompagnant le fonctionnement naturel du fleuve et l'évolution des usages.

En appliquant la notion de mégafleuve à la société argentine, nous émettons l'hypothèse que la mise en place d'une gestion intégrée de la ressource et de la richesse naturelle du Paraná est possible. Le terme de cette démonstration serait de définir les effets implicites de la taille d'un système fluvial sur une société en construction par l'élargissement du concept de mégafleuve à la géographie humaine.

Nous proposons une vision de synthèse du Paraná du XXIe siècle tenant compte des héritages territoriaux et des grands enjeux actuels. L'élargissement des champs et des échelles spatio-temporelles d'analyse permet ainsi la mutualisation des compétences et des savoirs.

PARTIE 1 LE PARANA DU BICENTENAIRE, UN FLEUVE SOUS-EXPLOITE ET MECONNU

A l'heure des festivités nationales célébrant le bicentenaire de l'Indépendance, le Paraná fête le demi-millénaire de sa découverte en 1515 par Juan Diaz de Solis. Malgré son rôle dans la construction de la Nation argentine, aucune festivité ne lui est consacrée ; il est même possible d'affirmer que ce fleuve demeure largement méconnu et sous-exploité. Ce premier chapitre vise à démontrer cette constatation empirique et à mettre en évidence des grands enjeux portés par la mise en valeur actuelle de ce fleuve.

Intéressons- nous en premier lieu à la totalité du système du Paraná. Cette démarche holistique est souvent absente des travaux réalisés sur ce fleuve du fait de la superficie de son bassin versant supérieure à 3,2 millions de km². Les données physiques et anthropiques, ainsi que les usages, varient en effet beaucoup entre l'amont brésilien et l'aval argentin. Bien que notre objet d'étude soit principalement centré sur le tronçon du Paraná argentin de Puerto Iguazú à l'apex de son delta, au niveau de la ville de Diamante, notre démarche s'inscrit dans la théorie des systèmes fluviaux élaborée par Schumm (Schumm, 1971, 1977, 2005). C'est donc le système entier qui est pris en compte, le Paraná argentin, situé à l'aval du système, ne pouvant en effet se concevoir que dans un système comprenant les branches brésiliennes et paraguayennes. Le caractère « naturel » du Paraná dans sa partie argentine ne doit pas cacher la forte anthropisation amont : une dissymétrie saisissante existe entre le Paraná brésilien aménagé à son plein potentiel et le Paraná argentin sous-exploité.

Au regard des autres fleuves mondiaux évoqués en introduction, le Paraná argentin apparaît comme un gigantesque « espace de nature » sous-aménagé et sous-exploité. Quel découpage du fleuve permettrait la prise en compte simultanée de la morphologie, des usages hérités et des grands projets d'avenir sur un fleuve de la dimension du Paraná ?

Chapitre 1 Le Paraná, un fleuve sous-exploité ?

Exploiter un très grand fleuve, c'est le mettre en valeur, l'utiliser au profit du développement territorial, local, régional et national. Cela requière des méthodes, des systèmes et des modes d'exploitation adéquats, ainsi que la prise en compte des emboîtements d'échelle nécessaires au bon fonctionnement du système global. La société riveraine doit posséder les moyens de la mise en valeur pour intégrer le fleuve aux modèles de développement après une évaluation de ses potentiels. Les mesures chiffrées du Paraná, dont son débit, quasiment constant (supérieur à 16 000 m^3/s sur l'ensemble de son cours médian) laissent apparaître la possibilité d'une exploitation plus intensive. Le potentiel naturel d'une telle masse d'eau en mouvement laisse imaginer la quantité d'hydroélectricité qui pourrait être produite.

Le cours du Paraná argentin n'est cependant barré que par l'unique retenue de Yacyretá. De plus, le tracé du fleuve, de direction principale Nord-Sud dans sa partie médiane et Est-Ouest dans son cours supérieur, semble extrêmement avantageux pour le développement d'une « autoroute fluviale » reliant les différents pays du bassin. La navigation, possible depuis Buenos Aires jusqu'au cœur du continent, pourrait engendrer des flux comparables à ceux du Mississippi ou du Saint-Laurent.

Or, la faible mise en valeur sociale et économique du Paraná montre que certaines conditions nécessaires à l'exploitation de ce mégafleuve ne sont pas encore atteintes. La volonté politique d'intégrer le Paraná aux structures fonctionnelles de la société est récente et n'a pas encore engendré de résultats concluants. Durant les cinq-cents années qui ont suivi sa découverte, le Paraná a connu une succession de systèmes d'exploitation mis en place de manière implicite. En effet, dans le cas des cours d'eau européens mieux connus, l'exploitation fait souvent l'objet d'une programmation et d'une gestion permettant de concilier les usages hérités et les grands projets d'avenir. Le Paraná n'a cependant jamais connu de telles planifications et son exploitation a gardé une forme archipélagique et sectorielle. Les usages « innés » de cette grande masse d'eau ont progressivement formé un « hydrogéosystème » aujourd'hui remis en cause par une approche plus globale qui tend à effacer les relations directes des sociétés locales avec le fleuve.

Il existe également de fortes discontinuités amont/aval entre les différentes branches du Paraná. Dans son bassin versant, le Paraná est partagé entre cinq pays aux climats et aux développements contrastés. Si le Paraná brésilien est fortement aménagé, les branches affluentes du Paraná Moyen, dont le Paraguay, sont restées à l'état « naturel ». Les niveaux de développement et les priorités d'aménagement sont propres à chaque

pays, les différentes politiques d'aménagement induisant un développement plus ou moins rapide de la ressource. Ces discontinuités sont certes anthropiques, mais sont également naturelles car la morphologie des différentes branches du système explique en partie les déséquilibres dans l'aménagement du bassin.

1.1. Les discontinuités amont/aval des sous-bassins

La *Cuenca* de la Plata (ou Bassin de la Plata) est politiquement partagée entre cinq pays (CARTE 1 P. 35) : l'Argentine, le Brésil, le Paraguay, l'Uruguay et la Bolivie. Le bassin fluvial du Paraná se compose du réseau hydrographique de quatre de ces pays, l'Uruguay formant un sous-bassin à part. L'Argentine fait partie des pays signataires des accords de la Cuenca de la Plata, mais son réseau hydrographique n'interagit avec le régime fluvial du Paraná que de manière anodine, à travers des écoulements souterrains en période de très fortes crues. Il joue en revanche un rôle très important dans le delta de la Plata qui est hors de notre zone d'étude. Le bassin du Paraná est donc une ressource partagée qui s'inscrit dans un continuum amont/aval (Schumm, 1971, 1977).

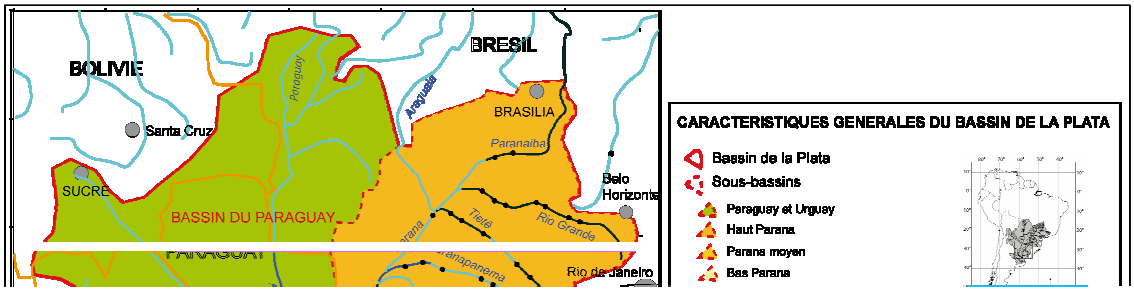
1.1.1 Des formes fluviales hétérogènes

Le Paraná et ses affluents possèdent des morphologies et des caractéristiques hydrologiques bien différentes qui interagissent pour former le système fluvial du Paraná, conditionné par les boucles de rétroaction positives et négatives entre les parties amont et aval du système (Schumm, 1971, 1977, 2005). Cette observation prend une importance fondamentale dans notre étude car le Paraná argentin se situe dans la partie la plus à l'aval du système. Il est donc impacté par toutes les modifications pouvant intervenir dans les zones amont, et notamment dans les bassins de ses sept tributaires principaux, lesquels possèdent des conditions climatiques et d'écoulement hétérogènes (CARTE 1 P. 35).

Si l'on considère une répartition par pays, le Brésil fournit au Paraná la majorité de l'eau de surface avec l'Iguazú (partagé avec le Paraguay), la Tiêté et la Paranapanema. Le Paraguay joue également un rôle important dans l'écoulement *paranense*, puisque le fleuve homonyme est le principal affluent du Paraná. Le rôle joué par cette rivière dans le fonctionnement du système ne peut se comprendre sans tenir compte de ses deux plus grands affluents qui sont le Bermejo et le Pilcomayo. Enfin, en Argentine, le Salado contribue également au système.

L'Iguazú (Brésil/Argentine) prend sa source dans la Serra do Mar près de la ville de Curitiba, pour se jeter dans le Paraná au niveau de la triple frontière de Puerto Igazú. Dans son parcours Est-Ouest, la rivière est coupée par 70 chutes et rapides, sur un cours

de plus de 1205 km en territoire brésilien avant d'atteindre la confluence avec le Paraná où le segment international débute. La rivière s'écoule alors vers le Sud et sur un court tronçon les chutes s'échelonnent dans un amphithéâtre large de 2700 m (2100 m appartenant à l'Argentine et 600 m au Brésil).



regard du poisson capturé en mer, elle est en continuel accroissement depuis ses débuts dans les années 1990 (Espinach Ros et Sánchez, 2007; FAO, 2008). La pêche s'est développée différemment sur les tronçons du Paraná mais d'une manière générale son intensité est restée forte autour des zones urbaines (FAO, 2008). Les aménagements de grande taille ont également eu un effet négatif sur la ressource. A titre d'exemple, la construction du barrage de Yacyretá empêche aujourd'hui les espèces migratrices d'aller frayer dans les eaux du Haut Paraná, ce qui met en péril le renouvellement naturel des populations (PARTIE 3 P 382).

PHOTO 3 LA PECHE ARTISANALE SUR LE PARANA SE FAIT A PARTIR DE PETITES EMBARCATIONS GENERALEMENT NON MOTORISEES, AVEC DES LIGNES A HAMEÇONS.

Le domaine de la pêche échappe au schéma général de l'économie exportatrice argentine car la plus grande partie des poissons est destinée au marché interne, notamment aux centres de l'intérieur de l'Argentine, exception faite de certaines espèces comme le *Sabalo*, destiné à l'exportation sur les marchés internationaux (36 800 tonnes en 2004 (FAO, 2008)). Si l'on additionne les 40 000 tonnes de poissons annuellement exportés à la consommation intérieure (12 000 t) l'exploitation du Paraná présente les premiers signes de surpêche (Comision Mixta Argentino-Paraguaya del rio Paraná, 1994; Cappato, 2010). La surpêche n'est bien entendu pas le fait des populations locales dont le mode d'exploitation est resté artisanal (PHOTO 3). La menace provient de la surpêche industrielle apparue depuis une dizaine d'années (Comision Mixta Argentino-Paraguaya del rio Paraná, 1994).

1.2.3. Vers un développement urbain durable ? La réintégration du fleuve dans les villes

Depuis une dizaine d'années, les villes riveraines du Paraná commencent à réintégrer le fleuve dans la ville. Lors de leur développement, les villes du littoral ont en effet tourné le dos au fleuve. Le consensus mondial autour du développement de « villes durables » a amené avec lui dans le continent sud-américain, une réinvention des fronts

de cannes à pêche artisanales. La promenade en hauteur servant à la fois de zone de loisir et de digue de protection contre les inondations.

1.3 Potentiels et enjeux d'une ressource partagée

Le développement de fronts d'eau dans les villes du Paraná montre que la société argentine se tourne à nouveau vers le fleuve. Cette nouvelle approche qui réintègre le Paraná à la vie urbaine est primordiale car les villes rassemblent 90 % des 100 millions d'habitants de la Cuenca de la Plata. C'est grâce à la sensibilisation à l'extraordinaire richesse écologique du fleuve que les habitants pourront prendre part à la création d'une gestion équilibrée entre exploitation et protection.

Cependant, dans le bassin versant, certains états sont beaucoup plus puissants que d'autres. Les discussions engagées laissent donc peu de place aux deux pays les plus faibles du bassin : la Bolivie et le Paraguay. Le Paraná est cependant vital pour leur économie car il reste la seule voie de communication directe vers le port d'exportation de Buenos Aires. Or, au vu de leur situation géographique, ils sont dépendants des pays de l'aval qui possèdent les prérogatives principales sur l'aménagement du mégafleuve ; le Brésil, situé en amont du bassin a déjà aménagé le Paraná au maximum de son potentiel hydroélectrique[6] ; l'Argentine a pour sa part su protéger les grandes industries du rio de la Plata, en conservant un débit minimum (PARTIE 3 P.336).

Aujourd'hui, le Bassin de la Plata n'est pas un ensemble intégré, mais une mosaïque d'utilisations locales, chapeautées par des Etats qui trouvent difficilement leur place dans les accords de coopération. Des commissions mixtes multinationales tentent de concilier les différends historiques entre l'Argentine et le Brésil. Dans les faits, les fortes tensions survenues antérieurement entre les deux pays ont créé un climat de suspicion (Muniz, 1979). De fait, les projets nationaux sur le réseau hydrographique du Bassin peuvent être exécutés sans consultation des pays voisins, bien que les impacts des aménagements puissent se répercuter à l'aval. Les pouvoirs du CIC (Comite Intergubernemental Coordenador de los Paises de la Cuenca de la Plata) sont relativement importants[7], mais les projets portés par ce comité sont assez peu nombreux. De plus, ils amènent peu d'aménagements concrets, mais plutôt des cadres de pensée. Deux projets sont actuellement en cours : le «Plan cadre» et le « Plan carte

6 70 grands barrages qui s'égrainent sur le haut Paraná et ses affluents fournissent 70 % de l'électricité consommée dans la mégalopole de São Paulo.

7 les représentants des pays membres possèdent les compétences nécessaires pour prendre des décisions engageant leurs pays

digitale »[8], lancés dans les années 2000. Notons qu'à ce jour, l'utilisation des différents outils mis en place reste souvent limitée à l'analyse spatiale et ne dépasse jamais le stade des recherches. Nous reviendrons sur l'aboutissement de ces projets dans la Partie 3.

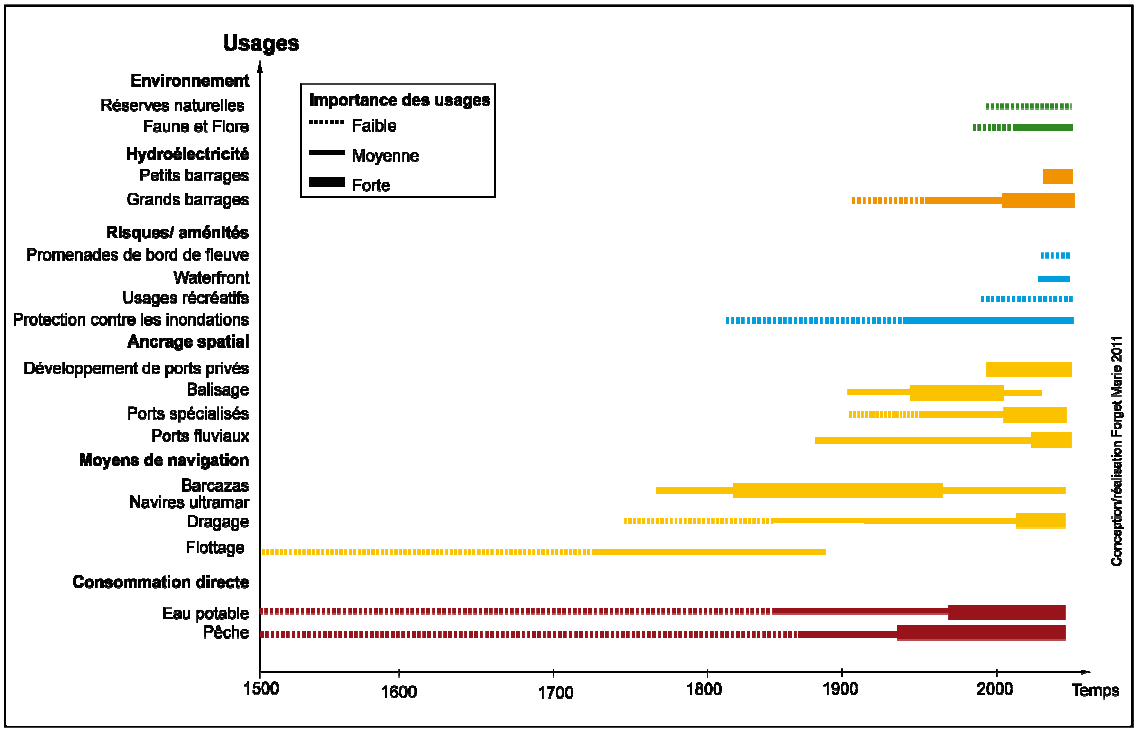


FIGURE 3 APPARITION DES USAGES ET DES AMENAGEMENTS SUR LE PARANA

Signalons dans un premier temps les déséquilibres des modèles de développement entre une « surexploitation » de la ressource du côté brésilien et une « sous-exploitation » du côté argentin. La FIGURE 3 ci-dessus permet d'illustrer l'apparition des usages du Paraná au fil des siècles qui suscitent aujourd'hui le plus d'enjeux et de controverses. Il ressort de ce graphique que les usages porteurs des principaux enjeux sont la navigation et la production d'hydroélectricité. Ce sont les deux grandes thématiques d'avenir, l'Argentine ayant aujourd'hui besoin du fleuve pour répondre aux grandes demandes économiques de sa société.

Ces deux thématiques sont d'autant plus importantes qu'elles sont généralement présentées comme incompatibles et qu'aucun travail de synthèse n'a jusqu'alors été fait. De nombreux travaux publiés entre 1910 et 1970 traitent séparément de chaque axe de

[8] Le « Plan Marco » en coopération avec l'Organisation des Nations Unies (ONU), l'Organisation des Etats Américains (OEA) et le Fond Monétaire International (FMI), cherche à aider les états membres à établir un plan de gestion intégré des ressources hydrologiques du Bassin de la Plata face au Changement Climatique Mondial. Cet accord cadre en cours d'élaboration est accompagné de la réalisation d'un système d'informations géographique « Plan Mapa Digital » répertoriant les différentes branches du système hydrographique ainsi que les aménagements hydrauliques de la Cuenca de la Plata. Ce SIG est en cours d'élaboration depuis 2002, mais la normalisation des données dans une base de données unique semble retarder l'achèvement du système d'informations géoréférencées.

recherche. Très peu de travaux récents s'intéressent aux nouveaux potentiels du fleuve et ceux qui s'y consacrent sont très fragmentaires, portant essentiellement sur les aspects techniques, hydrauliques, économiques et environnementaux, mais rarement sur plusieurs aspects d'une même thématique. Depuis 2002, le pays connaît une reprise économique et des solutions doivent être trouvées pour permettre à l'Argentine de trouver une place concurrentielle sur les marchés mondiaux. De fait, l'usage de la voie fluviale semble être une réponse adéquate, notamment dans un contexte d'augmentation du prix du pétrole (coût de transport et consommation énergétique moindres pour la navigation que pour le transport routier) et la mise en exploitation du potentiel hydroélectrique du Paraná permettrait de répondre à la crise énergétique que connaît le pays (CONADE Consejo Nacional de Desarollo Sector Transporte y Comunicaciones, 1965; Roccatagliata, 1988; Bavoux, Beaucire *et al.*, 2005; Marcadon, 2005).

De plus, la navigation présente des aspects géoéconomiques de plus en plus importants qui se développent parallèlement à l'extension des cultures intensives de soja dont les fronts pionniers ne cessent de progresser. Les enjeux autour de la navigation dépassent donc ceux généralement présentés qui relèvent de la mise en connexion des différentes parties du système *paranense*. Les pays des bassins amont du système, tels que le Paraguay et la Bolivie, ont absolument besoin du développement de la voie navigable, dont dépend la capacité d'exportation à bas coût des matières premières produites. Ces pays les plus demandeurs sont ceux qui n'ont pas les moyens d'investir dans l'aménagement de la voie navigable, ce qui suscite des tensions ; ils laissent aux pays de l'aval (l'Argentine et le Brésil), la tâche d'élaborer un plan commun d'aménagement pour l'ensemble du bassin versant. Cela va dans le sens de la division du monde en grandes régions où le Cône sud ne fait plus exception, et où le renforcement du Mercosur (Mercado Común del Sur) vient confirmer la tendance générale. L'intégration de cette région sud-américaine transite par la voie d'eau fluviale ce qui nécessité le développement de l'Hidrovia Paraná-Paraguay, tant vers le Nord via le Paraguay en amont de Paso de la Patria, que vers l'Est au-delà de Puerto Iguazu.

Conclusion du premier chapitre

Le Paraná constitue, avant même le développement des discours sur l'intégration du Mercosur, un axe essentiel reliant les villes continentales de l'Argentine et du Paraguay à l'Océan Atlantique. Ce rôle prend véritablement toute son ampleur à partir de la seconde moitié du XIXe siècle, lorsque la navigation à vapeur devient un des usages majeurs du fleuve (Ensick, 1978). Cet ensemble géographique fonctionne dès lors en système et n'a jamais pu être compris par une analyse sectorielle ou par la segmentation géographique qui est cependant généralement admise dans les analyses du bassin

(Herrera, 1920; Ravignani, 1938; Ensick, 1965; Prévôt-Schapira et Rivière d'Arc, 2001). Cet axe structurant de l'Argentine et du sous-continent sud-américain a cependant été délaissé dans les années 1920-1970 au profit de la route et du chemin de fer. Depuis une vingtaine d'années on assiste à un retour au fleuve, porteur de nouveaux intérêts et de nouveaux enjeux. Comment un fleuve de la taille du Paraná est-il passé d'un statut de ressource locale à celui d'une ressource d'échelle continentale ? Le jeu politique des provinces et des États nations permet de maintenir un lien artificiel entre ces deux statuts. Ce lien se matérialise aujourd'hui au travers de grands projets hydroélectriques sur le Paraná et l'intégration régionale via l'Hidrovia Paraná-Paraguay.

Chapitre 2 La navigation, un enjeu d'actualité

L'orientation Nord/Sud du Paraná en fait une fantastique voie de communication entre les pays amont et aval du bassin versant. Dès avant la colonisation espagnole, le fleuve est employé comme voie de communication et de transport par les populations locales, voie qui ne concerne cependant que de courtes distances pour le commerce de troc local. Lors de l'arrivée des colons, le Paraná prend une autre dimension en devenant la colonne vertébrale des échanges du Cône Sud. Le débouché principal, le même depuis 400 ans, se situe au niveau de la ville de Buenos Aires. Aujourd'hui son port est complété par ceux situés dans le corridor fluvial de Rosario. De là, les marchandises remontent le fleuve jusqu'au port de Caceres en Bolivie et les productions agro-industrielles et minières du Cône Sud descendent en sens inverse depuis la Bolivie et l'Ouest brésilien, le Paraguay et les régions de la Pampa vers les ports d'exportation argentins.

Ce chapitre est consacré aux enjeux principaux qui se construisent aujourd'hui autour de l'aménagement de la voie d'eau. L'objectif principal est de pouvoir intégrer les unités régionales du Cône Sud par des corridors de transport offrant des plateformes multimodales capables d'interconnecter les centres et les périphéries du marché commun du Mercosur. Dans un contexte de développement durable, la voie d'eau paraît être une solution avantageuse en termes de coût et de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Afin d'évaluer les atouts et les contraintes d'un tel corridor, il est nécessaire de faire appel aux théories des systèmes de transport (Rojas, 1975; Rissoan, 1983; Roccatagliata, 1988; Merlin, 1991; Damien, 1997; Marcadon, E. et al., 1997; Riveiro, 2000; Ministerio de Transportes, 2002; Bavoux, Beaucire et al., 2005; Marcadon, 2005; Damien, 2009). Ces théories sont aujourd'hui en renouvellement, une chance pour cette grande voie fluviale qui bénéficiera du recoupement de certaines erreurs commises sur d'autres fleuves du même type. Le Paraná est traité ici comme un objet approché par plusieurs disciplines convergentes. La branche de la géographie des transports, féconde dans les années 1960-1980, connaît aujourd'hui un renouveau avec l'arrivée de la mondialisation au niveau du développement des infrastructures locales (Bavoux, Beaucire et al., 2005; Damien, 2009; Marcadon, 2005). Les concepts de mobilité, transfert et diffusion sont ainsi introduits dans la réflexion. Le transport fluvial est emblématique de ce renouveau, car après avoir connu des années florissantes, il a subi un fort déclin. Aujourd'hui il est redevenu un mode de transport convoité par les entreprises de transport de marchandises non périssables. Le Paraná tente de retrouver depuis quelques années son rôle d'axe structurant.

L'analyse des recompositions spatiales nées de l'interaction entre le mégafleuve et le développement de ses potentialités est particulièrement intéressant car un nouveau géosystème est en train de se créer sur le territoire argentin autour du fleuve. Les structures héritées des périodes antérieures semblent redynamisées ou effacées au profit de nouvelles structures. Les évolutions territoriales, visibles localement, doivent aujourd'hui être pensées de manière globale. Notre travail se fonde donc principalement sur les deux extrêmes des échelles géographiques : la macro- et la micro-échelle. Définissons les éléments visibles sur le territoire qui ont guidé nos études de terrain ainsi que les mécanismes de décision et d'action qui relèvent d'un complexe jeu d'acteurs.

L'hypothèse est la suivante : le Paraná est un fleuve navigable sous-exploité. Une des explications principale serait la mauvaise maîtrise de la taille du fleuve ainsi que l'intégration inachevée de son bassin versant. Les aménageurs ont jusqu'à aujourd'hui considéré le fleuve par tronçons et non comme une véritable colonne vertébrale reliant les pays du Mercosur. Le concept de mégafleuve proposé par les géomorphologues fluvialistes semble transférable au domaine de l'aménagement et de la géographie économique et sociale. Mais comment est-il possible d'adapter les méthodes d'aménagement fluvial à un fleuve de cette dimension ? Afin de minimiser les interventions sur le fleuve, une des solutions serait de concevoir un aménagement qui accompagnerait le fleuve sans en contraindre son fonctionnement. Une gestion innovante à l'échelle du bassin versant doit être trouvée pour réduire les coûts d'exploitation de la voie fluviale tout en en conservant sa naturalité. Pour ce faire, il est essentiel d'identifier les besoins ainsi que les acteurs du système sur cet axe de développement et d'intégration inachevé.

2.1 État des lieux d'une *Hidrovia* inachevée

L'intégration physique, économique et sociale de l'hinterland continental sud-américain représente le grand défi géopolitique du XXIe s. L'*Hidrovia* Paraná-Paraguay contribue en cela à connecter les vastes plaines intérieures du cœur du continent (Amiune, 2005), tout en améliorant le positionnement géopolitique relatif de l'Argentine, de la Bolivie, du Paraguay et du Brésil (Koutoujdan, 2007). Trois grands fleuves navigables (qui ont le potentiel de devenir les principales voies fluviales mondiales) peuvent servir d'axes de connexion (Amazone, Orénoque et Paraná-Paraguay). Le système Paraná-Paraguay forme à lui seul un réseau navigable de plus de 5800 km de long. Ces deux fleuves ont par ailleurs des conformations naturelles favorables à la navigation. Entre le XVIe et le XIXe siècles cette voie de communication naturelle est d'ailleurs la route principale des colonisateurs.

L'engouement du passé a cependant été freiné par l'arrivée du chemin de fer et par la mise en place d'un système massif et jusqu'à aujourd'hui efficace de transport terrestre. Avant les années 1950, la voie navigable Paraná-Paraguay prospère (CARTE 33 APPENDICE 1 P. 499). Elle est ensuite délaissée, voire oubliée entre les années 1950 et 1990. L'Argentine succombe alors à des pressions politiques en faveur du transport routier. Ce n'est qu'à partir des années 1995 et de la saturation du système de transport terrestre que la voie fluviale redevient un enjeu de développement. Celle-ci représente un atout pour faire face à l'augmentation du mouvement de charges générales, de conteneurs, et de transport en vrac. Il faudra distinguer dans le corridor fluvial, la dimension territoriale des sections longitudinales de la route de navigation, l'épaisseur du corridor fluvial et les pôles permettant l'interface entre le fleuve et son hinterland (Foulquier, 2007 ; Marcadon, 2005 ; Rissoan, 1983).

2.1.1 Connecter les territoires producteurs aux marchés de consommation

Au vu de l'importante extension des cultures de soja dans le Cône Sud, la voie fluviale redevient aujourd'hui une donnée clé du système : les distances à parcourir jusqu'aux ports d'exportation sont tellement importantes que le transport routier rend les productions peu concurrentielles sur le marché mondial. Les Etats-Unis, par exemple, ont un coût de production plus important, mais le transport via le système fluvial Ohio-Mississippi permet d'obtenir des céréales à plus bas coût. Le Cône Sud, plus particulièrement le Brésil et l'Argentine, possèdent des atouts dont ils n'ont pas encore tiré partie : *l'Hidrovia* Paraguay-Paraná est par exemple plus longue de 2 900 km que le système fluvial du Mississippi. La contrainte que représente l'étendue des territoires argentins et brésiliens serait d'autant diminuée si le système Paraná-Paraguay était aménagé. Un aménagement minimal pourrait en effet permettre un fonctionnement durant toute l'année pour des bateaux ou des convois poussés de plus grande calaison, avec des économies d'échelle notables.

Cet aménagement est en cours par le biais du projet *Hidrovia* Paraná-Paraguay qui, à terme, compte transformer le fleuve en une véritable « autoroute fluviale » (Marcadon, 2005). Ce projet s'appuie sur « l'infrastructure naturelle » qu'est le Paraná. En effet, il s'agit d'un fleuve largement navigable et les aménagements sont généralement ponctuels. (Foulquier, 2007; Damien, 2009). S'intéresser uniquement à la voie fluviale n'est pas suffisant, car celle-ci dépend des produits qui y circulent. Les caractéristiques territoriales des terres bordant le fleuve sont donc un pré-requis à toute étude. Les tonnages transportés sur le Paraná fournissent des informations précieuses relatives aux productions des territoires fluviaux. Nous devons de ce fait analyser les flux de transport entre les régions productives et les marchés de consommation (Herrera, 1920;

Glazebrook, 1964; CONADE Consejo Nacional de Desarollo Sector Transporte y Comunicaciones, 1965; Rojas, 1975; Verlaque, 1975; Perez, 1986; Roccatagliata, 1988; Pourtier, 1990; Merlin, 1991; Damien, 1997; Berzon, 1998; Calo et Carrodeguas, 2001; Marcadon, 2005; Damien, 2009).

2.1.1.1 *L'Hidrovia* en chiffres

Le transport fluvial est, à l'image du reste du monde, utilisé dans le Cône sud pour le transport de marchandises pondéreuses et/ou non périssables. La FIGURE 4 représente les tonnages et les pourcentages des produits transportés sur *l'Hidrovia* Paraná-Paraguay en 2007 (Comision de Uso et Fomento de las Hidrovias, 2010) ; elle montre la prédominance des produits dérivés du soja, suivis du transport de fer et de manganèse puis des produits combustibles.

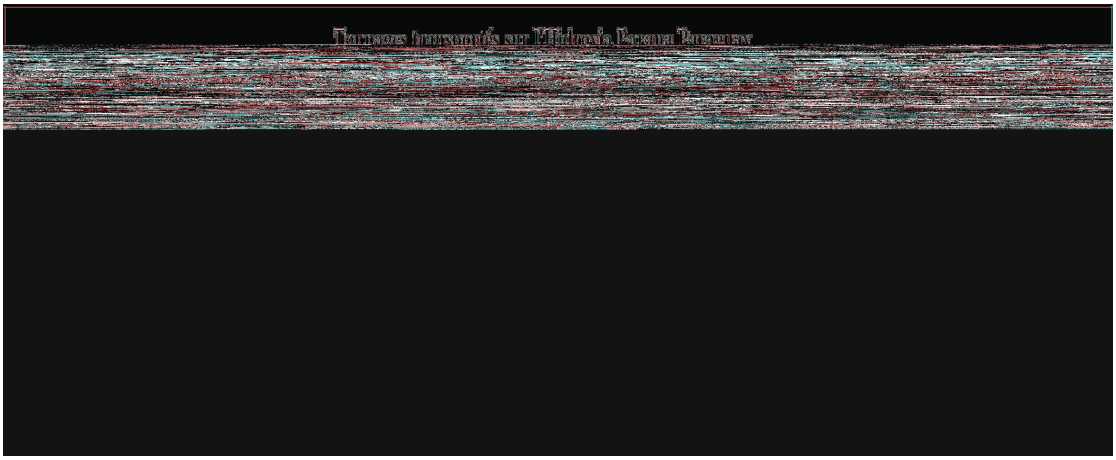


FIGURE 4 TONNAGES TRANSPORTES SUR L'HIDROVIA PARAGUAY-PARANA EN 2005 ET 2007 D'APRES LES DONNEES DE LA DIRECCION DE VIAS NAVEGABLES (2005) ET DU CUFHID (2009). LE TONNAGE TOTAL REPRESENTE 11,2 MILLIONS DE TONNES ANNUELLES DESCENDANT ET REMONTANT LE PARANA.

En fonction des zones de production et de destination, ces différents produits descendent ou remontent la voie d'eau Paraná-Paraguay. Ces dernières années sont en effet apparus des courants de transport spécifiques avec une spécialisation des territoires fluviaux qui se lisent dans les flux transitant par l'*Hidrovia*. Le transport de minerais en vrac pour l'exportation, qui représente 54 % des produits transportés sur l'*Hidrovia* Paraná-Paraguay, est en effet produite à 87 % dans le pôle de développement d'Asunción au Paraguay qui concentre les productions de la mine de Cerro el Mutum (Département de Santa Cruz de la Sierra en Bolivie), de l'entreprise Río Tinto à Corumbá au Brésil et de Vale do Río Doce (principal producteur mondial de fer et de manganèse : 30 % du marché mondial, localisé à Corumbá). Les flux induits se dirigent vers certains ports de l'Hidrovia (Siderar, La Plata) ou vers l'Europe (Allemagne et Italie principalement). Des flux en sens inverse sont créés par la consommation des

combustibles dans la zone d'Asunción[9]. Ces flux montants et descendants génèrent un transport fluvial de l'ordre de 11 Mt /an bien que les capacités de développement soient largement supérieures. Certains spécialistes pensent que depuis Corumbá, les tonnages de minéraux lourds pourraient croître de 20 Mt du fait de l'augmentation de la capacité de production des mines de fer et de manganèse et de l'intensification des processus de transformation.

L'autre moitié du tonnage transporté est composée du soja et de ses produits dérivés en provenance des hinterlands de Caceres, Campo Grande dans le Nord du bassin, et des Pampas argentines. Les zones, déjà fortement productrices des territoires riverains du Paraná sont en pleine mutation territoriale, avec l'avancée massive des fronts pionniers du soja qui ont tendance à augmenter les tonnages exportables. Les vastes étendues cultivables servent au développement de la monoproduction d'oléagineux, créant une nouvelle demande pour le transport fluvial. La connexion par le fleuve permet d'acheminer à bas coût les productions des territoires du Nord vers les complexes de transformation et les ports d'exportation de la région de Rosafe[10] (CARTE 2 P.60)

Des produits secondaires pour l'économie du pays transitent également sur l'Hidrovia Paraná-Paraguay. Il s'agit notamment des produits de l'exploitation forestière des provinces de Misiones et d'Entre Rios en Argentine. Ces produits représentent environ 5% du transport par voie fluviale en 2007. Ils ne sont pas au centre des grands enjeux de l'aménagement de la voie d'eau car, malgré les tonnages non négligeables qu'ils représentent (740 000 t), leur part relative est en diminution. Ce sont les grains et leurs sous-produits qui connaissent une des plus fortes augmentations : +10% en 2 ans contre 1 % d'augmentation pour le fer et le manganèse. Les produits combustibles quant à eux ont connu une diminution de 5 % des tonnages transportés.

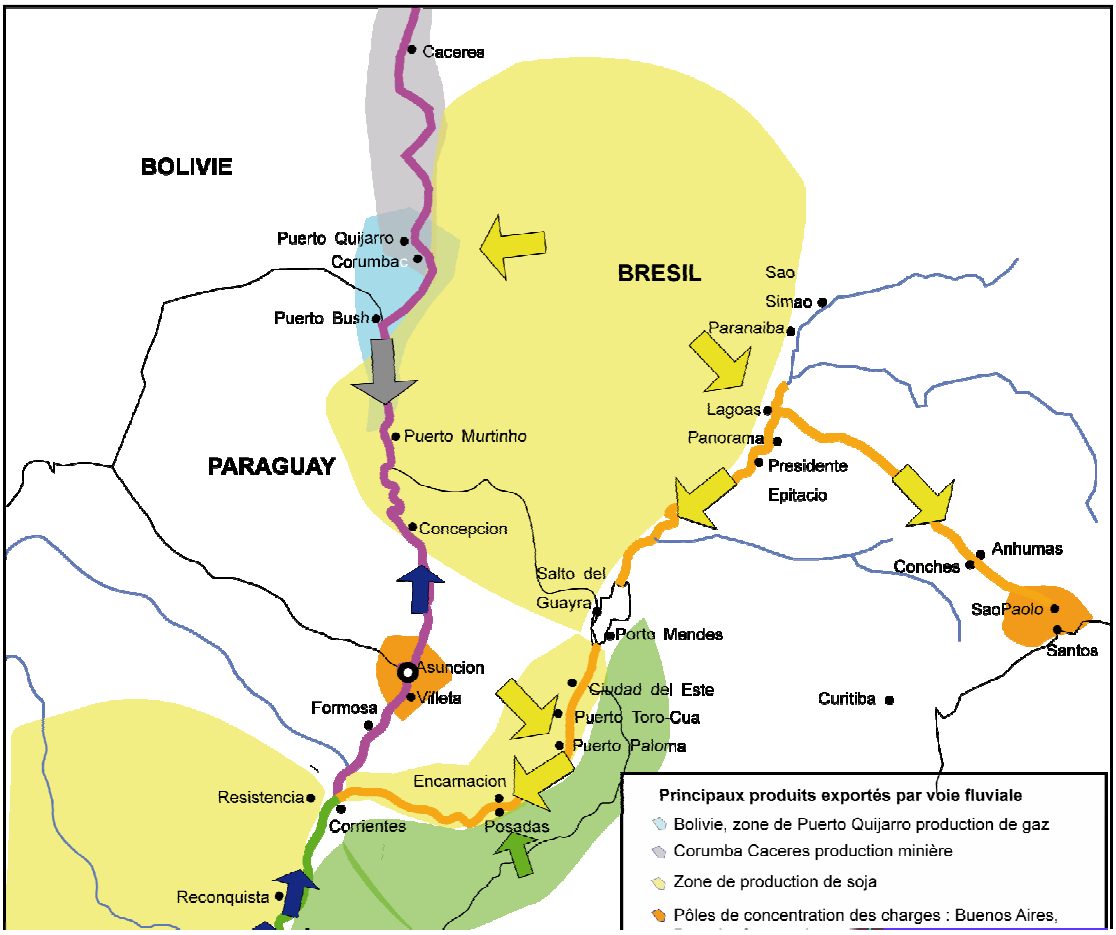
D'une manière générale, le tonnage transporté par voie fluviale ne cesse d'augmenter. Selon les informations de la Bolsa de Comercio de Rosario, le tonnage total déplacé en 1998 est de l'ordre de 11 Mt ce qui représente une augmentation de 18% par rapport à l'année précédente. Par ailleurs, les prévisions économiques projettent le doublement du tonnage transporté actuellement (20 Mt en 2009) d'ici à 2020.

L'aménagement de la voie fluviale est donc un pari sur l'avenir et la rentabilisation des travaux ne sera pas immédiate (Koutoujdan, 2007). Les données chiffrées sont cependant encourageantes car le transport annuel en 2007 atteint 15 Mt pour l'Hidrovia Paraguay-Paraná et plus de 5 Mt pour l'Hidrovia Paraná-Tiêté. A cela s'ajoute environ

[9] Les flux remontant le Paraná sont composés à 97% par le transport d'hydrocarbures à destination d'Asunción

[10] Le corridor fluvial de Rosafe s'étend depuis Santa Fe jusqu'à la ville de Campana

1 Mt de grains cabotés entre les ports de Barranqueras et Reconquista et ceux du Grand Rosario.



Depuis le début de l'utilisation du fleuve, sa profondeur a toujours été un problème. Deux options sont alors possibles : adapter le fleuve aux embarcations fluviomaritimes utilisées sur les grandes routes commerciales mondiales et/ou adapter les embarcations à la morphologie du fleuve. Dans le premier cas, les données naturelles conditionnent fortement le trafic fluvial, avec une bonne profondeur naturelle jusqu' au niveau de la zone de San Lorenzo/San Martin, à environ 30 km au Nord de Rosario (FIGURE 5 P.61) Dans le deuxième cas, le transport maritime, dominé par des bateaux de très grande dimension, rend le dragage nécessaire, car la profondeur naturelle ne permet que le passage des bateaux d'une calaison inférieure à 8 pieds sur le tronçon Paraná-Paraguay. Les profondeurs variant de 32 à 6 pieds sur les deux branches de l'*Hidrovia*, il est évident que les mêmes flottes ne peuvent circuler sur tout la longueur de la voie fluviale, à moins de sous-exploiter les profondeurs des tronçons aval (Zuidwijk, 2002).

L'adaptation réciproque du fleuve et des embarcations est visible dans la flotte commerciale qui circule sur *l'Hidrovia*. De nos jours, la flotte *paranense* s'adapte encore aux configurations naturelles bien que les travaux de dragage et de balisage soient plus importants.

2.1.1.2 Le cœur du transport : embarcations et armateurs

La modernisation de la flotte fluviale argentine permet de rentabiliser le potentiel de la voie navigable et de mettre balance les avantages de la voie fluviale face au transport routier. Dès 1996, l'entreprise privée américaine ACBL Hidrovias[11] amène sur le Paraná 140 barges[12] et 6 remorqueurs de type Mississippi. Ces embarcations sont devenues la norme dans les eaux peu profondes du Haut et du Moyen Paraná. Leur géométrie variable les rend très flexibles face aux différences de profondeur de la voie fluviale. Sur le Paraná Moyen, elles sont généralement assemblées en train de 30 à 40 barges. Sur le Haut Paraná, en revanche, des trains de 24 barges sont assemblés, pouvant transporter jusqu'à 36 000 tonnes (PHOTO 9). Enfin, dans le tronçon brésilien de *l'Hidrovia* Paraná-Tiêté, les convois atteignent au maximum 25 000 tonnes (PHOTO 10 P.63). Depuis 2008, certains projets étudient des alternatives pour transporter le double de charge. Pour ce faire, le chenal de navigation ne doit être contraint ni par la largeur ni par la profondeur. Ainsi, dans la partie aval du système, les trains de barges transportent jusqu'à 45 000 tonnes. L'adaptation de barges de plus grandes dimensions pour la navigation maritime (76 x 23 m) est une alternative possible.

[11] American Commercial Barge Lines

[12] Ces barges mesurent en moyenne 60 m de long et 11 m de large avec une calaison de 2.6 m (8 pieds) et peuvent charger jusqu' à 2200 t.

PHOTO 9 A ET B. ASSEMBLAGE D'UN TRAIN DE 24 BARGES. ©FUNDACION PROTEGER

PHOTO 10 A. CONVOI POUSSE SUR LE HAUT PARANA AU NIVEAU DE LA VILLE DE PUERTO RICO. LE TRAIN DE BARGES SE COMPOSE DE 4 BARGES DE 50 X 12 M. B. CONVOI POUSSE SUR LE PARANA A LA HAUTEUR DE GOYA. LE TRAIN DE BARGES EST FORME DE 6 X 5 BARGES POUR UNE CHARGE DE 45000 TONNES ©FUNDACION PROTEGER

L'homme, dans son mode d'exploitation du fleuve, a su intégrer les quatre dimensions du fleuve (profondeur, largeur, longueur et temps). Ce mode de transport est un succès : entre 1990 et 2010, le nombre de barges est passé de 258 à 1700 [13]. Le dernier rapport général émanant du Ministère des Transport remonte à l'année 2000 durant laquelle ont transité sur l'Hidrovia Paraná-Paraguay et l'Hidrovia Paraná-Tiêté 996 embarcations dont la capacité de charge est de 1,5 millions de tonnes (Ministerio de Transportes, 2000; Amiune, 2005). En 10 ans, le nombre de barge a ainsi quasiment doublé. Cette progression ne suffit cependant pas à couvrir la demande potentielle : les seules mines de Río Tinto et de Jindal ont produit en 2010 15 millions de tonnes de fer qui auraient pu transiter par le fleuve.

Sur le tronçon Santa Fe-Oceano en revanche, le transport se fait par le biais de vraquiers (*bulk carriers*) ou de porte-conteneurs (PHOTO 11 P.64). Ces bateaux d'une calaison plus importante ne peuvent pas remonter le fleuve en transportant leur tonnage

[13] Ces chiffres sont approximatifs car les statistiques sont difficiles à obtenir dans les institutions nationales chargées de la gestion de la voie d'eau, la comptabilité se faisant au niveau de chaque port. Les ports importants publient chaque année un annuaire permettant de suivre les mouvements de charge Global Ports (2010). *Annuario Portuario y Maritimo.* Buenos Aires: Prefectura Naval Argentina, 331 p. . Cependant, les ports moins importants n'y apparaissent pas.

maximal. Généralement, les trains de barges réalisent un transfert de charge dans la région de Rosario ou de Buenos Aires, vers des bateaux océaniques qui traverseront l'Atlantique.

PHOTO 11 A. PORTE CONTENEUR TRANS-OCEANIQUE POST PANAMA, B. PORTE CONTENEUR ARRETE AU PORT DE SAN PEDRO (SANTA FE) ET C. UN « BULK CARRIERS » NAVIGANT DANS LE RIO DE LA PLATA AVANT D'ATTEINDRE LE PORT DE BUENOS AIRES (SOURCE WWW. ARCHIVO.ABC.COM.PY ET WWW. MARINE-MARCHANDE.NET)

Dans la zone portuaire du Bas Paraná, les cargaisons arrivent par route, rail ou voie fluviale et embarquent sur les bateaux océaniques via des plateformes multimodales en pleine expansion. La flotte ainsi que les volumes transportés sur *l'Hidrovia* Paraguay-Paraná[14] semblent évoluer parallèlement à la croissance des volumes transportés sur les routes maritimes mondiales. Les embarcations accédant aux zones portuaires du Bas Paraná sont passées de 3900 TEU[15] en 1980 (type Panamax), à 7 000 TEU en 1996 (Post Panamax)[16]. L'augmentation du tonnage des bateaux océaniques est cependant plus rapide que l'approfondissement possible des passes d'accès aux ports du corridor fluvial de Rosafe. Prenons en exemple, un bateau Panamax de 60 000 tonnes quittant San Martin avec une charge de 46 000 tonnes. Il va compléter son chargement au Brésil, d'où un retard de 13 à 20 jours (sachant qu'une journée au port coûte plus de 93 000 dollars !).

14 Notamment sur le tronçon Santa Fe-Oceano

15 Twenty-foot Equivalent Unit : la capacité des bateaux et des terminaux de conteneur est exprimée en TEU qui est l'équivalent d'un conteneur d'une longueur de 20 pieds (6m). Un conteneur de 40 pieds vaut par exemple 2 TEU.

16 Aujourd'hui les constructeurs sont persuadés pouvoir atteindre 15 000 TEU.

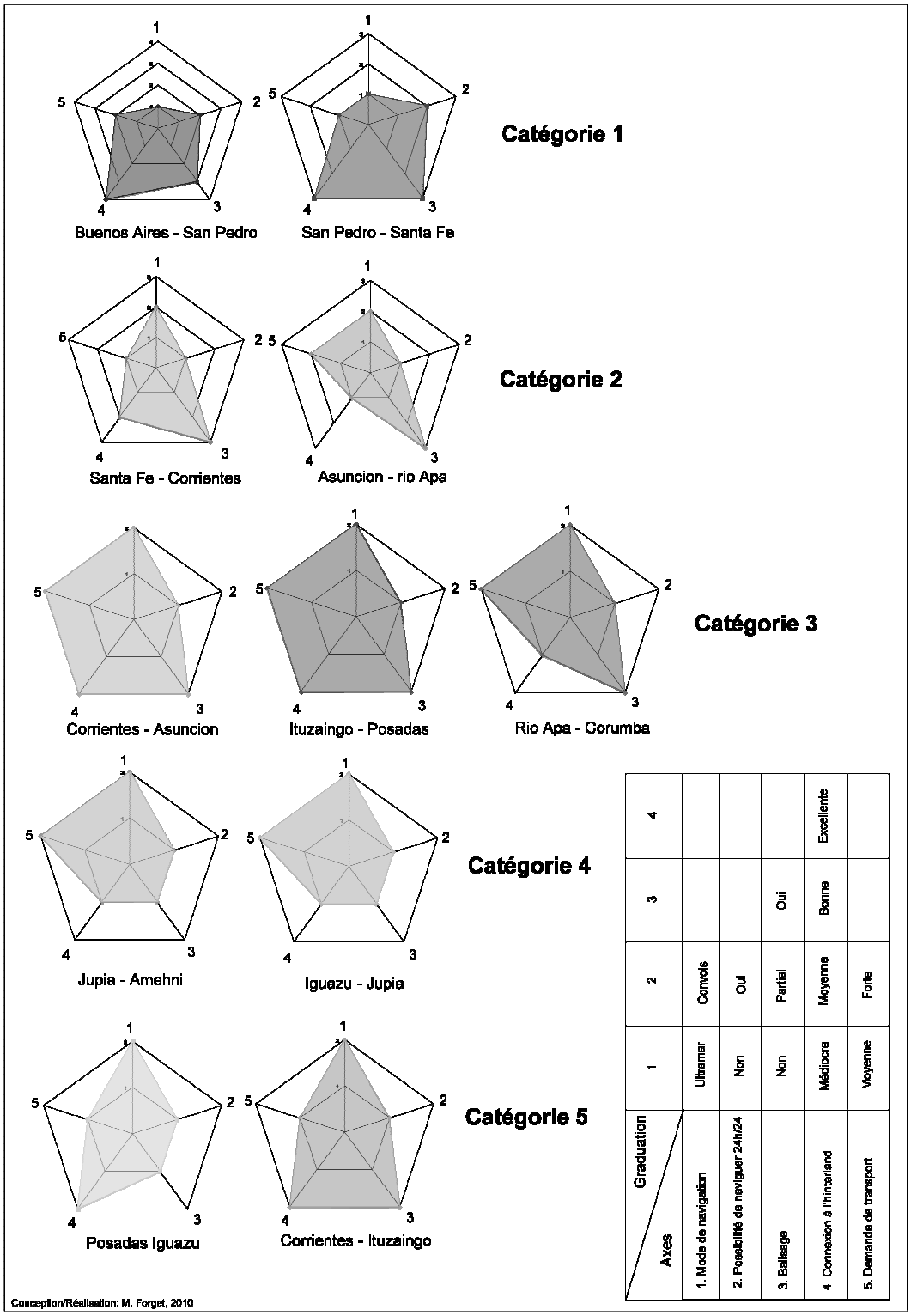
Pour répondre à la croissance générale de la taille des trains de barge et des vraquiers, comme de leur calaison, des aménagements doivent être entrepris car l'adaptation des embarcations fluviales ne suffit plus à répondre à la demande. Des sections plus ou moins dynamiques peuvent toutefois être distinguées sur la voie fluviale.

2.1.1.3 Sectorisation de la voie navigable

De manière longitudinale, le réseau de transport du système fluvial *paranense* compte plus de 4000 km de voies navigables, distribuées en deux branches principales: 1. la branche Paraná-Paraguay de Corumbá à Buenos Aires (1630 km de Buenos Aires à Asunción et 1000 km d'Asunción à Corumbá) et 2. La branche Paraná-Tiêté depuis la ville de Conchas au Brésil jusqu' à la ville de Corrientes en Argentine (Buenos Aires-Corrientes 1000 km ; Corrientes-Iguazú 700 km ; Iguazú- Conchas 1050 km) (CARTE 2 P. 60). *L'Hidrovia* se compose, le long de ces deux sections principales, d'une mosaïque de tronçons aux caractéristiques distinctes (Huespe, Prendes et al., 1997; Riveiro, 2000; Amiune, 2005; de Monserrat Llairó, 2009). Afin de différencier ces territoires, nous avons choisi de considérer le dynamisme de la voie navigable en prenant en compte les critères suivants :

1. les caractéristiques physiques de chaque tronçon (profondeur et largeur),
2. le mode de navigation (type de bateaux),
3. la possibilité de naviguer 24 h/24h et toute l'année,
4. la connexion à l'hinterland et aux différentes routes maritimes,
5. la demande de transport.

Ces critères permettent de mettre en avant les besoins réels d'aménagements sur *l'Hidrovia* (TABLEAU 6 P.75 ET FIGURE 6 P. 66). Les silhouettes présentées sur la FIGURE 6 sont le résultat d'une analyse en composantes principales permettant de discriminer différents tronçons. Cette analyse qualitative est fondée sur un ensemble de onze unités et des cinq variables évoquées plus haut.



Graduation / Axes	1	2	3	4
1. Mode de navigation	Ultramar	Convois		
2. Possibilité de naviguer 24h/24	Non	Oui		
3. Balisage	Non	Partiel	Oui	
4. Connexion à l'hinterland	Médiocre	Moyenne	Bonne	Excellente
5. Demande de transport	Moyenne	Forte		

FIGURE 6 SILHOUETTE DE CARACTERISTIQUES DES DIFFERENTS TRONÇONS PERMETTANT DE PROPOSER UNE PREMIERE CLASSIFICATION SUR DES CRITERES QUALITATIFS.

La catégorie 1 montre l'état d'avancement de l'aménagement des tronçons de Buenos Aires à San Pedro et de San Pedro à Santa Fe où la navigation est possible de jour comme de nuit grâce à un balisage performant. Ce sont par ailleurs les seuls tronçons où peuvent accéder les bateaux ultramarins grâce à l'entretien de la profondeur par dragage depuis une dizaine d'année. Le tronçon San Pedro-Buenos Aires se

distingue de la section amont par une meilleure connexion à l'hinterland et une plus grande profondeur, mais surtout par une demande de transport beaucoup plus importante.

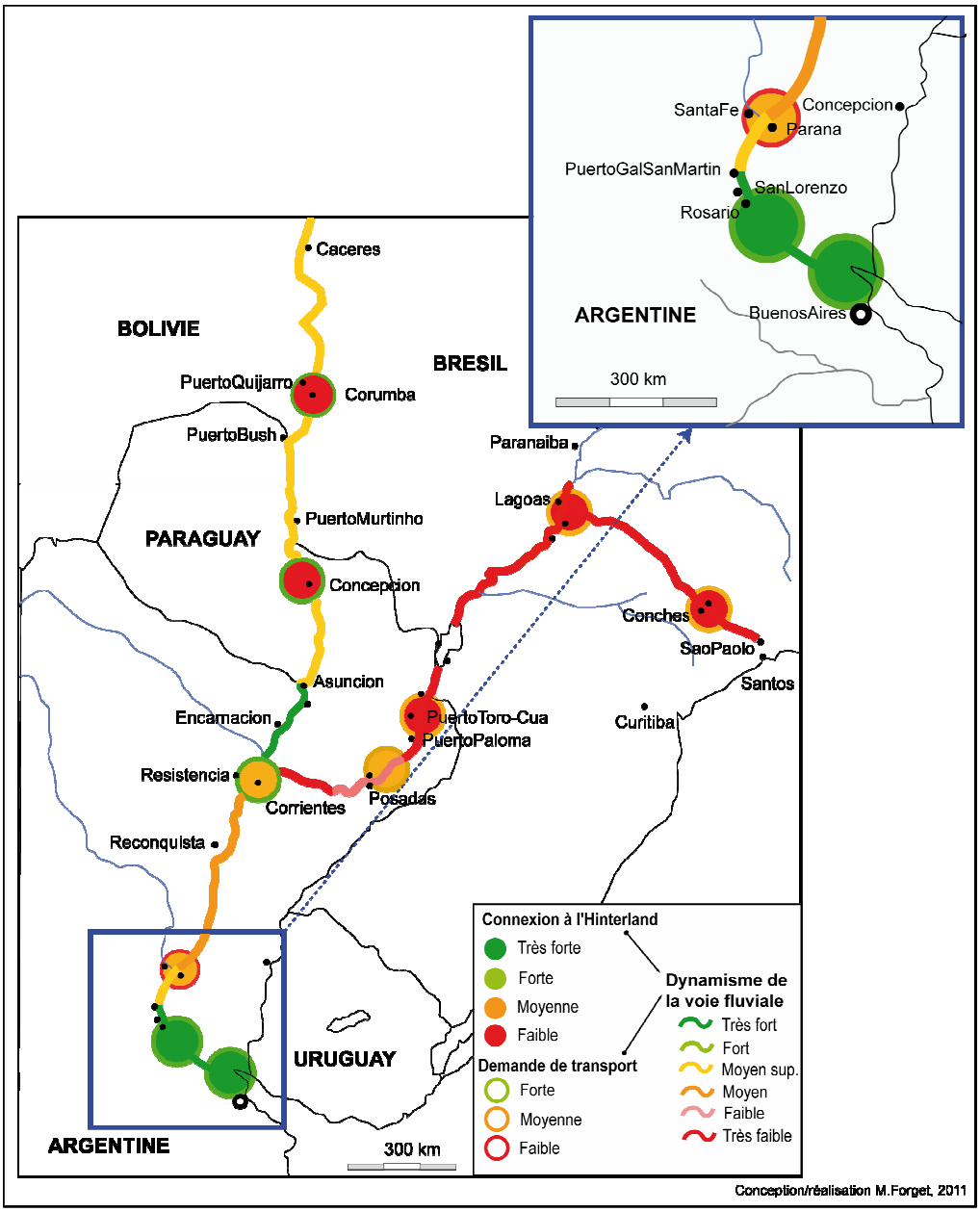
La seconde catégorie regroupe le tronçon allant de Santa Fe à Corrientes et celui plus méridional allant d'Asunción jusqu'au río Apa. Ces deux tronçons se distinguent des précédents par leur accès possible uniquement pour les convois poussés. Ces derniers sont tous les deux partiellement balisés ce qui explique une navigation exclusivement diurne. La section Asunción – Río Apa est moins bien connectée à son hinterland que la section Santa Fe-Corrientes mais est en revanche plus dynamique, la demande de transport y étant plus importante.

La catégorie 3 comprend les tronçons du Bas et du Haut Paraguay (Asunción - Corrientes et Río Apa – Corumbá) ainsi qu'une partie du Haut Paraná argentin (Ituzaingó-Posadas). Ces trois sections ont un profil identique à l'exception du tronçon le plus en amont dont les infrastructures ne permettent pas une bonne connexion avec l'hinterland minier bolivien et brésilien.

La catégorie suivante (**catégorie 4**) distingue deux tronçons du Haut bassin brésilien. Les tronçons Iguazú-Jupiá et Jupiá-Anehmi ont également un très fort besoin en transport par voie d'eau ; elles sont cependant bien moins aménagées. Bien que leur hinterland soit très productif, la connexion avec le fleuve est mauvaise.

La dernière catégorie (**catégorie 5**) regroupe les tronçons de part et d'autre du barrage de Yacyretá : Corrientes- Ituzaingó et Posadas - Iguazú. Elles sont très peu dynamiques en comparaison des catégories précedentes. La connexion avec leur hinterland est moyenne et le trajet fluvial partiellement balisé. De plus, le barrage de Yacyretá au niveau de la ville d'Ituzaingó et celui d'Itaipú en amont des chutes d'Iguazú rendent le développement de ces tronçons particulièrement difficile.

La classification en cinq tronçons peut-être confirmée parl'analyse de la structure du PIB de chaque pays situé dans l'aire d'influence. L'Argentine bénéficie des retombées économiques de la voie navigable à hauteur de 73%. L'exercice inverse peut également être entrepris, en calculant l'apport de chaque région au PIB de son propre pays : on observe que les régions bolivienne situées dans l'aire d'influence de *l'Hidrovia* Paraná-Paraguay apportent 24% du PIB du pays (Koutoujdan, 2007). La validité des catégories est donc confirmée par les données économiques des pays riverains.



CARTE 3 DYNAMISME DE L'HIDROVIA PARANA-PARAGUAY DANS SES DIFFERENTES SECTIONS (VOIR LA CONSTRUCTION DES INDICATEURS EN ANNEXES 1.1 P. 513)

Afin de mieux percevoir l'offre et la demande de chaque point nodal du système, nous avons choisi d'utiliser le critère synthétique du dynamisme de la voie fluviale. Ce critère est calculé en croisant la connexion de l'hinterland au fleuve et la demande de transport. La CARTE 3 présente un résumé du dynamisme des différents tronçons de l'Hidrovia (voir la construction de la carte dans les ANNEXES 1.1 P. 513). La prédominance de la route par rapport au transport fluvial est en grande partie liée au manque d'infrastructures de navigation dans les parties amont de *l'Hidrovia*. Les seuls tronçons à avoir été entièrement dragués et balisés sont situés entre Rosario et Buenos Aires. Navigables toute l'année, ils jouent le rôle d'interface principale entre le transport maritime et le transport fluvial, clé de voûte de l'économie exportatrice de l'Argentine.

Cependant, ces tronçons commencent à être saturés et les enjeux stratégiques et économiques de l'aménagement de *l'Hidrovia* Paraná-Paraguay se focalisent sur les tronçons amont, peu ou partiellement aménagés. La CARTE 3 (P. 68) montre le faible dynamisme de ces tronçons amont, résultat d'une demande de transport modérée et d'une très mauvaise connexion avec l'hinterland. Il existe cependant de forts potentiels de développement bien que la voie d'eau actuelle ne puisse pas concurrencer le réseau routier. En conséquent, c'est sur ces tronçons du Haut Paraná et du Paraguay que se focalise notre attention.

Certains tronçons sont plus sensibles aux phénomènes d'engraissement du lit principal, la formation d'îles subaquatiques étant une contrainte forte pour la navigation (Peireira, Montagnini et al., 2009). Le tronçon comprenant la confluence Paraná-Paraguay est caractérisée par un changement fondamental dans la concentration de la charge en suspension, l'augmentation de la charge solide provenant du río Bermejo (confluent du Paraguay au nord de la ville de Las Palmas). D'autres tronçons en revanche sont plus favorables à la navigation, comme celui du Paraguay supérieur caractérisé par un écoulement dans un chenal unique encaissé dans le substrat rocheux. Le Haut Paraná en amont de Posadas présente des caractéristiques similaires. Ces sections ne demandent pas d'entretien du chenal de navigation qui peut cependant être coupé ponctuellement par la présence de chutes qui diminuent la profondeur du chenal. Sur le tronçon du Haut Paraguay la profondeur est également réduite par l'immense zone marécageuse du Pantanal, dont l'importance écologique rend l'aménagement difficile. Sur le tronçon du Haut Paraná en revanche, les principaux obstacles à la navigation sont la série de barrages construits, notamment du côté brésilien.

Au vu de l'augmentation de la calaison des navires il apparaît que la profondeur du Paraná n'est plus suffisante dans certains tronçons pour permettre une navigation fluide et continue (FIGURE 5 P. 61). La voie navigable est ainsi divisée selon les seuils de profondeur qui limitent la taille des bateaux :

1. de Buenos Aires à San Martin- Rosario, la profondeur est calibrée à 32 pieds dans le chenal de navigation. Sur la première partie de ce tronçon connu sous le nom « Hidrovia Santa Fe Oceano » les cargos océaniques accèdent aux ports de la zone de Rosario. **2. La seconde partie de l' « Hidrovia Santa Fe-Oceano »** a une profondeur plus faible, décroissant de San Pedro à Santa Fe-Paraná de 28 à 10 pieds de profondeur durant la période des basses eaux (de 22 pieds de profondeur maximale en période de hautes eaux).

Le tronçon suivant, nommé « Hidrovia Santa Fe al Norte » va de Santa Fe à Caceres et peut se diviser en plusieurs sous-tronçons**. 3. De Santa Fe à Corrientes**, les bateaux de plus petite calaison peuvent naviguer dans un chenal possédant une profondeur

maximale de 6 pieds en période de basses eaux (11 pieds en période de hautes eaux). Cela signifie que les bateaux de calaison supérieure à 6 pieds ne peuvent naviguer que pendant 9 mois sur 12 (Ensick, 1978; Prendes et Huespe, 1999; Direccion de Informaciones y Estudios Economicos de la Bolsa de Comercio de Rosario, 2000; Zuidwijk, 2002; Secretaria de Transporte, 2007). **4. Au nord d'Asunción,** la profondeur augmente à nouveau pour atteindre 8 pieds au niveau de la confluence avec le río Apa. Les trains de barges poussés, utilisés sur le Mississippi, ont été adaptés au Paraná et semblent être une solution sur ces tronçons de faible profondeur. Peu d'aménagements sont alors nécessaires.

Sur la branche du Haut Paraná connue comme l'« Hidrovia Paraná-Tiêté », le même type de convois poussés remontent et descendent le fleuve**. 6. Le premier tronçon s'étend de Corrientes à Ituzaingó** en amont du barrage de Yacyretá. Les profondeurs augmentent pour atteindre 22 pieds. Cependant, la navigation est restreinte par la largeur du chenal de navigation. En effet, l'encaissement du fleuve dans le substrat gréseux augmente sa profondeur et réduit sa largeur. Les convois de barges ont été adaptés aux rayons de courbure de la voie navigable. Ces trains de barges passent dans le tronçon suivant par le biais de l'écluse du barrage de Yacyretá. **7. D'Ituzaingó à Posadas,** la navigation est facilitée par la présence de la retenue. Les profondeurs sont comprises entre 21 et 12 pieds. **8. A partir de Posadas,** le fleuve s'encaisse à nouveau dans le substrat basaltique avec un chenal unique d'une profondeur variant entre 12 et 9 pieds. La navigation est cependant ralentie par les nombreux barrages présents du côté brésilien. Le principal obstacle est le barrage d'Itaipú, conçu sans écluse, qui ne permet pas le passage des bateaux. En effet, afin de ne pas perdre le dénivelé de 115 m du barrage, aucun système de passage pour la navigation n'a été intégré dans les plans de construction du barrage. Les navires passent du côté argentin pour gagner Puerto Iguazú avec une calaison de 8 pieds. De là, les marchandises sont transbordées sur des camions et rechargées ensuite sur des barges de l'*Hidrovia* Piracaciba-Itaipú du côté brésilien. Le tronçon Paraná -Tiêté est donc discontinu.

Aujourd'hui, les aménagements présents sur l'*Hidrovia* concernent principalement les tronçons Santa Fe-Oceano (en voie d'achèvement) et Santa Fe-Norte. C'est le tronçon tourné vers le Nord qui porte les plus grands enjeux. En effet, les aménagements projetés vers la Bolivie et le Brésil devraient permettre la création d'un chenal navigable pour les embarcations d'une calaison de 10 pieds (profondeur minimale de 3.65m) et d'une largeur de 104 m avec la possibilité de navigation nocturne et diurne de barges de 6 000 tonnes (CARTE 33 APPENDICE 1 P. 499).

Les systèmes de transport présentent deux aspects : certains tangibles, intégrés par les infrastructures, et les autres, immatériels, constitués par des systèmes complexes de relations entre acteurs. Pour soutenir les changements du transport sur la voie navigable,

le système logistique de transport doit également évoluer. De nombreuses entreprises ont dû investir dans le système portuaire argentin, dont les caractéristiques ne répondent plus aux exigences actuelles. L'intervention du secteur privé dans un domaine qui a longtemps été un monopole étatique amène à s'interroger sur l'articulation des acteurs publics et privés dans une perspective de gestion intégrée.

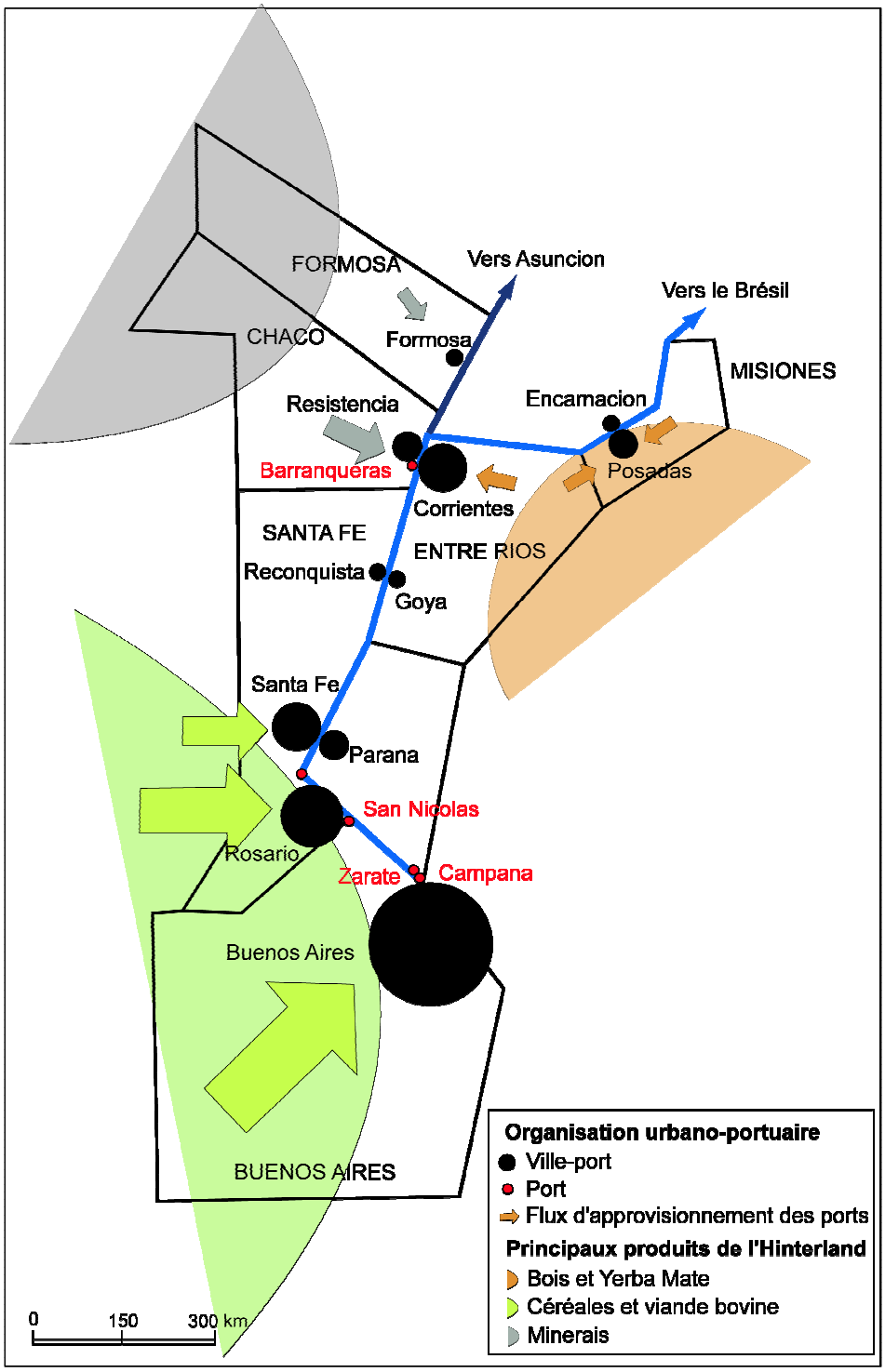
2.1.2 La réalité d'un complexe logistique : réseaux et infrastructures

Le territoire fluvial est le support matériel des flux de transport (CARTE 3 P. 68) et les éléments structuraux qui le composent donnent une bonne représentation de ses dynamiques **(**CARTE 4 P. 72). Dans le cas du transport fluvial, les ports sont les points nodaux du système. L'organisation de l'espace argentin est ainsi fortement conditionnée par la présence du « mégafleuve », à la fois un lien fort mais sous-développé entre l'amont et l'aval, et une barrière entre les deux rives.

2.1.2.1 Réseaux urbains et portuaires

L'analyse de l'organisation des espaces urbains littoraux montre une forte dissymétrie entre la rive droite et la rive gauche. Outre les villes jumelles, l'espace *paranense* s'organise tantôt sur la rive droite, tantôt sur la rive gauche du corridor fluvial (CARTE 4 P. 72). Les fondateurs des premières colonies ont souvent privilégié une situation en hauteur par rapport à un accès facile au fleuve. Les villes jumelles sont au nombre de quatre : Santa Fe-Paraná (Santa Fe et Entre Rios) ; Reconquista-Goya (Santa Fe et Corrientes) ; Resistencia-Corrientes (Chaco et Entre Rios) et Posadas-Encarnacion (Misiones et Paraguay). Elles sont en général de taille différente : celles se situant à l'abri des inondations et bien connectées à leur hinterland ont connu un développement plus important (par exemple Santa Fe ou Corrientes).

La CARTE 4 (P. 72) schématise l'organisation et la spécialisation spatiale du bassin versant de la Plata, en synthétisant les grands ensembles du territoire fluvial du Paraná. Les ports forment le long de la voie d'eau une série de plateformes logistiques connectant l'immense hinterland à un mode de transport possible pour l'exportation des marchandises vers les marchés de consommation. Cette organisation spatiale héritée ne suffit cependant plus à répondre aux besoins actuels (Amiune, 2005). Le projet cadre de macro-logistique à l'échelle du Mercosur cherche ainsi à connecter les vastes plaines intérieures à une série de ports d'exportation.



CARTE 4 ORGANISATION DE L'ESPACE ARGENTIN PAR LE FLEUVE ET LES VILLES-PORTS.

L'Initiative d'Infrastructure pour l'Intégration de l'Amérique du Sud (IIRSA) à laquelle ont adhéré les présidents latino-américains lors du Sommet de Brasilia en août 2000 rend prioritaire l'axe de l'Hidrovia (Amiune, 2005; Roccatagliata, 2008; de Monserrat Llairó, 2009). Ce projet est crucial pour les pays sans façade maritime, comme la Bolivie, le Paraguay ainsi que pour les vastes zones du Mato Grosso brésilien et du Nord argentin.

2.1.2.2 Avancées et retards de la modernisation du complexe logistique

Pour les pays situés loin de ces marchés, l'organisation du complexe portuaire et la localisation des interfaces d'échange sont essentielles. Dans le cas où les produits exportés sont de faible valeur, la minimisation des coûts de transport est essentielle. Les ports doivent donc fournir :

- des installations et une organisation adéquate pour le transfert de charge, de la manière la plus sûre possible et avec les plus bas coûts possibles dans le circuit complet entre l'origine et la destination des produits ;
- un accès correct depuis l'océan, qui réponde aux nécessités des bateaux, et de bons accès terrestres. Ils doivent ainsi garantir un flux efficace entre le port et la destination finale du produit ;
- des connexions multimodales afon d'éviter une desserte unique des ports par la route, ce qui engendre des problèmes de congestion.

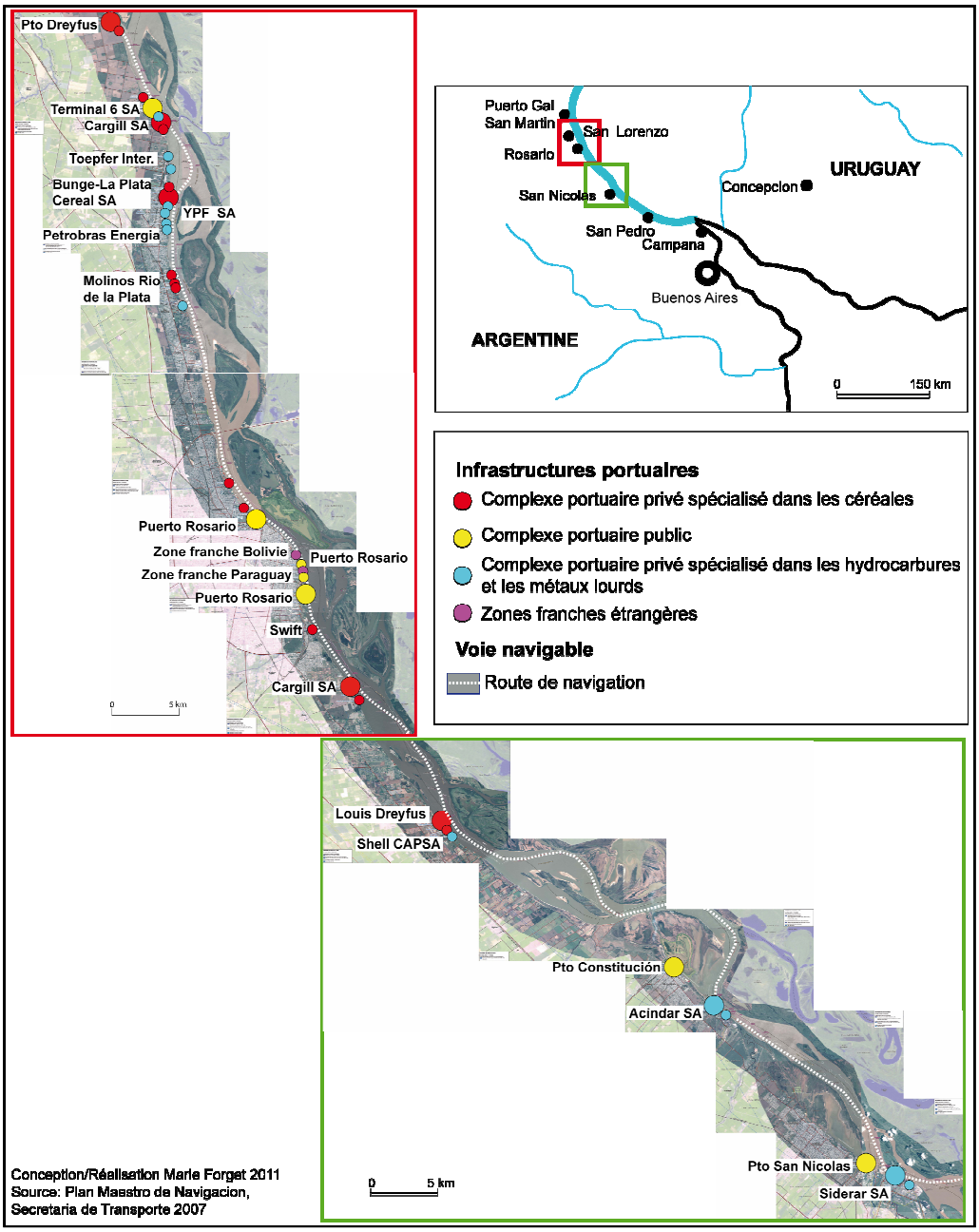
Les seuls ports proposant ces services sont actuellement les ports privés au service d'entreprises multinationales (CARTE 5 P. 74). Cela correspond à une rupture brutale avec le fonctionnement des infrastructures héritées. En effet, entre 1940 et 1950, tout le système portuaire a été étatisé avec une politique de centralisation contraire à ce qui se passe à la même époque dans d'autres parties du monde. Buenos Aires prend alors une place hégémonique par rapport au reste du pays. En 1956 est crée l'administration Générale des Ports (AGP) qui reçoit en patrimoine tous les ports commerciaux du pays. Durant quasiment 40 ans, l'AGP dicte la politique portuaire de l'Argentine. En 1963 cette organisation est complétée par la « Junta Nacional de Granos » qui possède le monopole des embarcations de céréales. En parallèle, s'élaborent les grandes modifications qui aboutissent aux modalités de transport de marchandises d'aujourd'hui.

Aujourd'hui seuls les ports privés au service d'entreprises multinationales proposent ces services (CARTE 5 P. 74). Dans les années 1970, l'application des théories sur les économies d'échelle[17] fait apparaître les grands céréaliers (vraquiers) sur le Paraná. Cette évolution est un coup dur pour les bateaux de charge générale pour lesquels la manutention se fait par sacs individuels. Aux États-Unis et en Europe commence l'« unitarisation » des charges[18]. En Argentine, la rationalisation des différentes étapes

[17] L'économie d'échelle désigne le fait que le coût de transport diminue avec l'augmentation de la charge transportée.

[18] les petits sacs sont placés sur des palettes pour former des unités plus grandes

suffit à augmenter l'efficacité et à diminuer les coûts sans aucun investissement. De ce fait, le système portuaire public ne prête aucune attention aux évolutions mondiales[19].



CARTE 5 INFRASTRUCTURES PORTUAIRES PRIVEES ET PUBLIQUES DE LA ZONE DE ROSAFE D'APRES PLAN MAESTRO DE NAVEGACION (SECRETARIA DE TRANSPORTE, 2007)

La conteneurisation est une nouvelle étape dans le transport maritime. Initié aux Etats-Unis et en Europe dès 1965, elle atteint l'Argentine dans les années 1980 lorsqu'arrive le premier bateau *full container* Columbus California. Débute alors la

[19] Par exemple, en 1978, l'AGP achète une grande quantité de grues, qui arrivent en Argentine entre 1980 et 1982 avec des capacités utiles utilisées durant la période 1956-1976. Ces grues ne servirent finalement à rien lorsqu'elles arrivèrent dans le pays. De nombreuses grues ne seront jamais utilisées et sont encore aujourd'hui stockées sur les quais du port de Buenos Aires plus de 20 ans après leur achat.

construction de ports privés pour le chargement de céréales, des sous-produits de l'agriculture et des huiles végétales. La majorité de ces ports se situent dans la zone de San Martin/San Lorenzo et Punto Alvear (tous autour de Rosario voir CARTE 5 P. 74). Aujourd'hui, environ 35 ports privés fonctionnent le long de la rive droite du Paraná, sur un tronçon de 60 km. En 1999, ces ports exportaient environ 70% de la production de grains, de sous-produits et d'huiles du pays. L'existence et le développement de ces entités privées ont amené l'Argentine à occuper la seconde place mondiale, derrière le Brésil, dans les exportations d'huile, de farines et de sous-produits du soja, et la troisième place derrière les États-Unis et le Brésil pour l'exportation de grains.

Le premier port privé de vrac se construit à Campana (APPENDICE 1 P. 499) en adaptant les vieux quais et frigorifiques. Les ports privés ne cessent de se multiplier alors que les ports de l'État rencontrent des difficultés, les ports de l'AGP ayant été gérés de manière défectueuse durant quasiment tout le XXe s. Bien qu'aucun investissement ne soit consenti , la quantité de conteneurs passant par le port de Buenos Aires[20] est en constante augmentation.

Les ports privés sont devenus le point fort de l'exportation fluviale en Argentine. Le complexe portuaire se réorganise dans les années 1990 par le biais des investissements des multinationales qui mettent un grand nombre de ports au niveau des autres ports mondiaux (TABLEAU 6, CARTE 5 P. 74 ET APPENDICE 1 P. 499). Ces investissements se font sur la base de la dérégulation, décentralisation, et privatisation des services. Grâce à la décentralisation, les ports passent sous la juridiction des provinces qui le demandent. Toutes les provinces argentines (sauf Formosa) reprennent leur port et établissent des Administrations Portuaires Provinciales.

	Localisation	Inauguration	Grains	Sous-produits céréaliers	Huiles
Terminal 6	Km 456	1987	998	3262	
Cargill	Km 454	1981	695	1623	376
Nidera	Km 451	1982	489	545	177
El Tansito	Km 449	1996	660	19	34

TABLEAU 6 TONNES EXPORTEES DEPUIS LES PORTS PRIVES DE LA ZONE DE SAN LORENZO SAN MARTIN (1997)

Les ports les plus développés se concentrent dans le delta et la zone de Rosario. Ce sont les premiers ports à connaître une forte croissance et leur fonctionnement a très tôt permis de dégager d'importants bénéfices. Après le port de Buenos Aires, débouché de la voie navigable, commencent à se développer les ports du delta. En effet, le port de Buenos Aires se spécialise dans le transport maritime de gros tonnage via des porte-conteneurs et des vraquiers Postpanamax, les ports du delta accueillant les bateaux de plus faible tonnage.

[20] environ 95% du total de l'Argentine

L'exemple du port de Campana permet d'illustrer les processus qui ont engendré la nouvelle configuration spatiale du corridor fluvial. Situé au Nord de la province capitale, ce port connaît une croissance exponentielle de ses flux dès le début des années 1990. Sa complémentarité avec le port de Buenos Aires est doublée de surfaces potentielles de développement bien plus importantes. La présence de frigorifiques permet de capter le commerce de fruits et de viande, et l'aménagement de l'espace disponible en fait un important pôle du transport de vrac (tuyaux, voitures, pâte à papier etc.). Dans la même localité l'entreprise Tagsa (groupe norvégien Odjfell) construit un terminal moderne qui commence à fonctionner en 1998, avec une spécialisation dans les liquides en vrac. Les ports de Zarate et de Campana, situés dans la même zone du delta, concurrencent indirectement le port de Buenos Aires. Celui-ci est en effet restreint dans son activité par sa faible possibilité d'extension ainsi que par les graves problèmes de congestion des routes d'accès (Direccion de Informaciones y Estudios Economicos de la Bolsa de Comercio de Rosario, 2000).

La modernisation du complexe portuaire passe alors par la mise en place d'un « Plan stratégique d'aménagement de l'Argentine pour l'année 2020 »[21], qui cherche à augmenter les voyages en droiture, pour les substituer à une chaîne de transport incluant un parcours maritime, un transbordement et un parcours continental (Rissoan, 1983). Ces projets répondent aux changements apparus dans le transport maritime à la fin des années 1960 (Verlaque, 1975), dont les évolutions suivent aujourd'hui les mêmes tendances. Les chargements s'homogénéisent et les unités de transport augmentent par le biais de la conteneurisation[22].

La rupture de charge dans un port maritime est en effet un phénomène complexe et coûteux. L'opération comprend une phase de manutention et une phase de prestation de services. La manutention représente le moment essentiel de 1'opération car, le plus souvent, l'expéditeur de la marchandise ou le commissionnaire de transport utilise les services d'un transitaire auprès duquel il sous-traite les opérations et les formalités au port. A la fin du transbordement, le transitaire transmet la note de frais comportant outre le port payé, ses honoraires de commissionnaire en douane, les frais de débarquement versés à l'entreprise de manutention, et sa commission de transit. Toutes ces opérations sont exécutées en évitant au navire une attente à quai inutile qui entraînerait des surestaries[23] dont le transitaire serait responsable. Le coût du passage d'une marchandise dans un port doit donc tenir compte de ces divers éléments et ne pas être réduit au seul

[21] Plan Estragtegico de la Argentina para el año 2020, Secrtearia National del Transporte y de Vias Navegables

[22] La charge des marchandises en grandes unités standardisées qui se chargent et se déchargent dans des bateaux spéciaux grâce à des grues de taille adéquate.

[23] Somme à payer par l'affréteur d'un navire à l'armateur pour chaque jour, dépassant le nombre de jours convenus dans la charte-partie, pour le chargement ou le déchargement du navire.

coût de la manutention. Les ports fluviaux, soucieux d'attirer les flux maritimes qui sont la destination finale de 80% des marchandises exportées par voie d'eau, doivent alors offrir des capacités de chargement adaptées aux types de navires ainsi qu'une profondeur suffisante leur permettant l'accès.

Tous les ports ne peuvent cependant pas accéder à ce niveau de service. Cela n'est pas spécifique à la voie fluviale *paranense* car tous les systèmes fluviaux ont dû s'adapter aux contraintes liés aux conditions de navigation et aux aménagements possibles (Merlin, 1991; Damien, 1997; Marcadon, E. et al., 1997; Damien, 2001). Les flux maritimes mondiaux sont entrés, avec l'arrivée de la mondialisation des transports, dans un système de redistribution. Celui-ci s'organise autour de ports où sont concentrées les marchandises (*hubs*), qui sont ensuite redistribuées vers les ports connectés aux marchés de consommation (*feeder ports*) (Dezert et Wackermann, 1991; Carroué, 2004).

Bien que les ports fluviaux du système *platense* aient un « wagon de retard », l'apparition de bateaux de plus de 7000 TEU entre l'Europe et le Moyen Orient a déjà des effets dans la région de la Plata (Dezert et Wackermann, 1991; Carroué, 2004). Le plan stratégique d'aménagement, attentif à ces évolutions, marque l'influence de la flotte marchande mondiale. De plus les volontés d'aménagement sont souvent sabordées par le développement des autres modes de transport.

Pour satisfaire la demande de transport, il est cependant indispensable de penser l'infrastructure logistique en termes multimodaux à l'échelle du bassin de la Plata. Le transport ferroviaire est relativement restreint dans le cadre du Mercosur : il dépend de trois éléments pour fonctionner ; les rails, les trains et les terminaux. A l'intérieur d'un pays comme l'Argentine, les écartements des rails sont différents d'une province à l'autre !

L'Argentine, le Paraguay, l'Uruguay et le Brésil ont ainsi choisi le transport routier pour 90% des échanges de marchandises. Ce mode de transport, relativement efficace dans le sous-continent, est toutefois périodiquement perturbé par le blocage des routes. Les *piqueteros* privent les villes principales des produits de premières nécessité comme ce fût le cas en 2009 où durant trois mois Buenos Aires a manqué de viande et de lait. Lorsque les routes ne sont pas barrées, elles sont généralement saturées. Les difficultés d'accès aux plateformes multimodales pénalisent les autres types de transport.

Pour répondre à ces problèmes, le projet de l'*Hidrovia* Paraná-Paraguay et Paraná-Tiêté propose le développement de ports spécialisés pour répartir la confluence des camions de l'hinterland et éviter ainsi les problèmes de blocage à l'embouchure du fleuve. La voie fluviale Mississippi-Ohio pourrait être un exemple et proposer certaines clés pour la réalisation de projets réalistes sur le Paraná.

2.1.2.3 S'inspirer des voies d'eau plus développées

Certes, les conditions de navigation sur l'*Hidrovia* Paraná-Paraguay peuvent être améliorées mais un aménagement prométhéen est impossible sur un fleuve comme le Paraná. C'est pourquoi les modèles d'aménagement européens ont été rapidement abandonnés. Leurs échelles d'action et d'analyses ne sont pas compatibles avec le système à aménager.

Les Argentins ont pris comme modèle les modes de transport utilisés sur le Mississippi, dont les caractéristiques physiques sont plus proches de celles du Paraná. Contrairement au système européen, les bateaux sont adaptés aux conditions de navigation et non l'inverse. Jusque dans les années 1990, ce modèle permet de répondre à la demande de transport. En revanche, le modèle d'une voie d'eau compétitive actuelle couple les deux modèles, permettant une navigation avec de forts tonnages, de jour comme de nuit.

Après un développement semblable au XVIIIe siècle, l'aménagement du Mississippi a connu une accélération qui n'a pas eu lieu sur le Paraná. L'économie argentine n'a en effet pas été en mesure d'adapter les modes de navigation aux besoins du transport, ni d'aménager le fleuve pour permettre le passage de navires adaptés à d'autres morphologies fluviales.

Les innovations proposées par les ingénieurs américains sont nées d'un intérêt précoce pour la compilation des données fondamentales permettant de mieux comprendre le fonctionnement fluvial et d'adapter au mieux le système de transport aux conditions naturelles (FIGURE 7 P.79) (Ellet, 1853; Jackson et Elliott, 1932; Kondolf et Piegay, 2005). Grâce à l'avancée rapide des connaissances et aux travaux des ingénieurs de l'U.S Corps of Engineers, les aménagements ont permis de favoriser la voie navigable au détriment de la route. L'axe mississipien est alors devenu une voie de communication essentielle des Etats-Unis[24]. Aujourd'hui, suite à ces aménagements, environ la moitié du système Missouri-Mississippi est navigable avec des bateaux de calaison importante : des bateaux de 2,70 mètres de tirant d'eau remontent le système fluvial jusqu'à Minneapolis.

La navigation est par ailleurs une question centrale de l'aménagement du territoire, avec la construction de vingt-neuf écluses entre Minneapolis et Saint Louis, dès 1878, afin de faire remonter les navires (Fremling, L. *et al.*, 1989). Entre 1929 et 1942, seize rectifications de méandre ont déjà été réalisées sur le cours inférieur pour raccourcir le parcours des bateaux d'environ 240 km (Schumm, Rutherfurd *et al.*, 1994; Lubinski et Barko, 2003). La voie navigable est donc bien plus aménagée que celle du Paraná, et

[24] Le système Mississippi-Ohio concentre aujourd'hui 10% du transport de marchandises des Etats-Unis.

parvient à résister à la forte concurrence de la route et du chemin de fer. Les systèmes Paraná-Paraguay et Paraná-Tiêté sont dès lors à l'image du Mississippi du début du XIXe siècle.

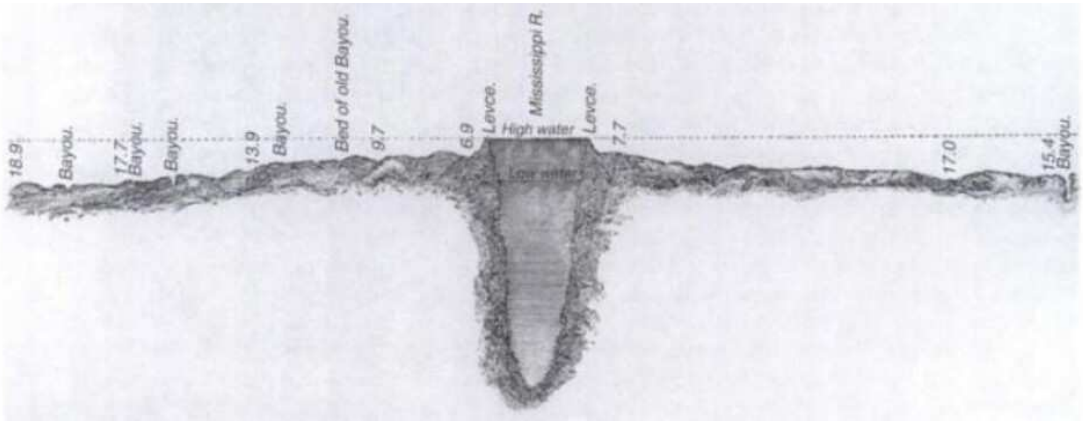


FIGURE 7 COUPE TRANSVERSALE DU BAS MISSISSIPPI AU NIVEAU DE LA VILLE DE PLAQUEMINE. CETTE FIGURE ILLUSTRE LES PREMIERS RELEVES DE TERRAIN ET LES PREMIERES MESURES QUI ONT PERMIS A LA VOIE FLUVIALE DU MISSISSIPPI DE PRENDRE DE L'AVANCE DANS SON AMENAGEMENT PAR RAPPORT AU PARANA (D'APRES ELLET, 1853)

Aménagés de manière différente, les grands bassins du Mississippi-Ohio et du Paraná-Paraguay sont cependant confrontés aux mêmes problématiques. Le développement des cultures de céréales décuple le tonnage des productions à acheminer vers les lieux de consommation. Le transport intérieur par voie d'eau devient une réelle question économique, avec une mise en concurrence directe des deux aires de production.

En effet, les principaux centres boursiers qui déterminent le prix de vente des céréales (notamment du soja) sur les marchés mondiaux sont situés respectivement à Chicago (Etats-Unis) et Rosario (Argentine). Avec des tonnages produits équivalents et une disponibilité des terres de culture similaire, la concurrence entre ces deux importants producteurs se joue principalement sur des coûts de transport pouvant doubler le prix de la production (Binkley, 1999). Les systèmes fluviaux comme ceux du Paraná et du Mississippi permettent de pallier l'immensité des terres américaines. La taille de ces fleuves est cependant un obstacle réel à la pleine utilisation de la voie fluviale. Malgré les progrès réalisés dans les techniques de chenalisation et de dragage comme sur le système du Mississippi, la difficulté de réduire les coûts de transport demeure (Goldsby, 2000; Vallin, 2001).

Les analyses indiquent que les Etats-Unis jouissent d'un avantage considérable en termes de transport et de stockage de grains, qui explique leur prépondérance sur les marchés mondiaux (Goldsby, 2000). Indirectement, le prix de vente du soja argentin et brésilien est le reflet de la sous-exploitation du système *paranense*. Les coûts de transport et de logistique ont comme conséquence une exportation à un prix supérieur de 20 à 30% à celui du marché étasunien (U.S. Department of Transportation, 1997).

Aujourd'hui avec la réalisation des premiers travaux du Plan directeur de *l'Hivrovia Santa Fe-Oceano*, ces différences tendent à se réduire (Secretaria de Transporte, 2007).

	Argentine	**Etats-Unis**
Superficie (Mkm²)	2, 8	9,3
Routes asphaltées (km)	57 000	255 650
Chemin de fer (km)	34 572	236 035
Voies fluviales (km)	11 000	41 935
Capacité de stockage de grains (Mt)	49	264

TABLEAU 7 COMPARAISON DE LA GEOGRAPHIE ET DES INFRASTRUCTURES ENTRE LES ETATS-UNIS ET L'ARGENTINE.

Le TABLEAU 7 présente les statistiques permettant de comparer les systèmes de transport argentins et étasuniens. Le nombre de kilomètres asphaltés du réseau routier n'est pas un bon repère si l'on ne fait pas référence à la superficie des terres dont la production doit être drainée vers un centre d'exportation. Le taux brut d'asphaltage est bien supérieur aux Etats-Unis par rapport à celui de l'Argentine. Lorsque la superficie des terres est prise en compte, les différences sont moins grandes. Les Etats-Unis ont en moyenne 0.0275 km d'autoroutes par km² de surface. L'Argentine en possède 0.020 km/km².

La différence en matière de réseau ferré est beaucoup plus prononcée. Les Etats-Unis sont leaders dans la couverture totale du pays par le chemin de fer. La couverture partielle en fonction de la superficie donne une moyenne de 0.025 km/km² aux Etats-Unis et 0.012 km/km² en Argentine. A noter que les voies de chemin de fer sont uniformisées aux Etats-Unis, alors qu'en Argentine il existe trois jauges différentes[25] qui sont elles mêmes éloignées de celles utilisées dans les pays voisins (Berzon, 1998).

Les voies d'eau naturelles sont perçues comme une ressource naturelle largement exploitée aux Etats-Unis qui bénéficient d'environ 42 000 km de rivières navigables (0.0045 km/km²) alors qu'en Argentine le réseau fluvial est beaucoup moins important (0.0039 km/km²). Les ports intérieurs pourraient, pour certains, servir de points d'exportation vers la haute mer, ce qui demanderait le transbordement de la marchandise sur des bateaux transocéaniques. Or peu de ports fluviaux possèdent la profondeur nécessaire pour accueillir ce type de bateaux.

La faiblesse des infrastructures et du réseau ferré (aujourd'hui tombé en ruine) est en partie compensée par la proximité des littoraux fluviaux et maritimes. Par exemple, une des régions les plus productives d'Argentine, la Pampa, a rapidement accès au port de Bahia Blanca sur la côte Atlantique. Le port de Buenos Aires est desservi par les convois agricoles à proximité de la capitale alors que les ports du Paraná permettent le chargement des produits de l'agriculture à proximité des zones de production plus septentrionales (CARTE 2 P 60). Les productions étasuniennes doivent, elles, voyager sur

[25] 1000 m, 1435 m, et 1676 m

de plus longues distances avant d'atteindre les ports d'exportation. Une fois que la cargaison atteint le port d'exportation, la distance est cependant plus courte entre les Etats-Unis et les marchés d'Europe et d'Asie qu'entre l'Argentine et ces marchés.

La rentabilité du système navigable serait plus importante si de bonnes connexions existaient avec le système ferré. Cependant, la volonté politique nécessaire à la remise en état du chemin de fer argentin n'existe pas aujourd'hui, malgré la possibilité de réaliser des aménagements peu coûteux mais efficaces (par exemple la connexion du port de Barranqueras au chemin de fer Belgrano Cargas) (CARTE 2 P.60).

Récemment, les discussions de l'État avec l'entreprise Hidrovia SA et la mise en œuvre du Plan Directeur du Paraná ont permis la renégociation des contrats d'exploitation. Cela favorise les nouveaux aménagements sans pour autant diminuer les coûts de fonctionnement (Secretaria de Transporte, 2007). Ainsi en juillet 2007, la proposition a été faite d'augmenter la calaison à 36 pieds jusqu'à Corrientes et d'étendre la concession d'Hidrovia SA jusqu'en 2021. Toutefois, en 2010, l'UNIREN (Unidad de Renegociacion de Contratos) cherche toujours un accord avec le gouvernement (Lopez, 2010).

Cette comparaison des systèmes de transport montre le retard de l'Argentine dans le transport fluvial et son système logistique. Les investissements sont par ailleurs quasi-exclusivement le fait d'investisseurs privés, qui favorisent l'installation des multinationales céréalières dans la zone de Rosario. Durant les cinq dernières années, ces investissements ponctuels ont permis la production de marchandises dont la valeur journalière exède 2 000 millions de dollars (selon Jorge Weskamp, président de la Bolsa de Comercio de Rosario). Le système logistique qui résulte de ces évolutions est donc fortement fragmenté et ne répond à aucun plan d'ensemble, malgré la persistance des études d'aménagement à l'échelle du bassin : la contenu du Plan Directeur de l'Hidrovia Paraná-Paraguay ne coïncide pas avec l'aménagement ponctuel réalisé par les investisseurs privés.

Voici trente ans que le projet d'une Hidrovia intégratrice progresse à des rythmes différents en en fonction de l'importance qui lui est allouée par les gouvernements successifs. Les chiffres du transport de grains en Argentine montrent l'emprise du transport routier sur le système de transport national : « des 95 millions de tonnes produits en 2008 (dont 75 millions ont été exportées), 73 millions de tonnes ont été transférées depuis le champ jusqu' à un port ou aux usines, avec un parcours moyen de 300 kilomètres (pour un coût de 0.08 dollars/km) ; 800 000 tonnes seulement descendant par l'Hidrovia (0.01 dollar/km) (Dirección de Informaciones y Estudios Económicos de la Bolsa de Comercio de Rosario, 2010). Si l'on prend en compte tous les modes de transport, le producteur paie environ 1900 millions de dollars pour le

transport de ses grains. Sur une valeur d'exportation de 30 000 millions de dollars, l'État prélève 11 000 millions, ce qui permettrait d'améliorer les infrastructures, si telle en était la volonté politique » (Direccion de Informaciones y Estudios Economicos de la Bolsa de Comercio de Rosario, 2000). Depuis 2008, l'Argentine et le Paraguay semblent toutefois investir plus largement dans la voie d'eau.

2.2 Aménagements nécessaires et lettres mortes

Aujourd'hui l'*Hidrovia* Paraná-Paraguay n'est pas une réalité. De nombreux travaux ne sont pas encore réalisés. L'avancée juridique vers une intégration harmonieuse de l'*Hidrovia* Paraná-Paraguay n'a pas encore abouti et les règlements projetés pour un Système de Transport Unifié des Voies Navigables ne sont pas appliqués. La clé d'une *Hidrovia* efficace passe aujourd'hui par des aménagements à l'échelle du bassin versant. Il est devenu indispensable de proposer un plan d'aménagement d'ensemble de cette voie fluviale. Des études ont été lancées en 2007 afin de répertorier les passages critiques pour la navigation, de recenser les infrastructures portuaires et leurs capacités d'accueil (Secretaria de Transporte, 2007). Les zones nécessitant une attention immédiate ont été identifiées, bien qu'aucune étude n'ait été proposée concernant les éventuels impacts amont-aval de leur aménagement. La totalité des zones de dragage représentent moins de 1% de la longueur du fleuve et moins de 5% de sa largeur moyenne ; ces travaux seraient faciles à réaliser.

2.2.1 Réseaux hérités et boom du soja : un plaidoyer pour *l'Hidrovia*.

En analysant le déclin relatif de la voie fluviale, il est possible de comprendre que la route a été porteuse, dans certaines régions de l'Argentine, d'une impitoyable concurrence. Cette évolution générale vers le « tout routier » a abouti à un système relativement homogène, mis en place selon un rythme différent dans les provinces (pour les provinces de Formosa, du Chaco et de la Mésopotamie, riveraines du Paraná, les bateaux sont longtemps restés le seul moyen de communication avec le reste du pays). Ce n'est qu'au XIXe siècle que le chemin de fer et le transport routier sont venus concurrencer le transport fluvial bon marché aussi bien pour les passagers, que pour les marchandises. En 1930 il existe encore une ligne reliant Buenos Aires à Concordia (Entre Rios). A la même époque, dans la Mésopotamie argentine, le transport ferré se combine efficacement avec le transport fluvial de transbordement (*ferry boats*) amenant les wagons de bétail du port d'Ibicuy (Entre Rios) au port de Zarate et aux frigorifiques du Dock Sud de Buenos Aires. Avec la construction des routes asphaltées, le transport fluvial survit uniquement dans les régions mal connectées. Seul le transport des huiles

végétales et des combustibles liquides, réalisé par des bateaux tankers (principalement Esso, Shell et la Compañia General de Combustibles qui possèdent leurs propres flottes) n'est pas concurrencé par la route.

Le système de transport actuel ne correspond pas à une compétition saine entre les différents modes de transport où gagnerait le plus efficace ; il est plutôt le résultat d'une absence de politique nationale. Le déclin du transport par voie d'eau au milieu du XXe siècle s'explique par :

1. la présence d'équipages plus nombreux et plus coûteux que ceux du transport routier ;

2. le coût des ports fluviaux et,

3. les régulations excessives de la Douane et de la Préfecture Navale Argentine.

Aujourd'hui, les équipages ont été réduits, les structures portuaires améliorées et un traité de dérégulation a été signé pour les pays de la Cuenca de la Plata. Pour ces raisons, le transport fluvial est redevenu concurrentiel pour l'échange des produits à faible valeur ajoutée. dans une période caractérisée par une très forte hausse du prix du brut et par la ratification du protocole de Kyoto, les pays du Cône Sud revoient leur stratégie dans le domaine du transport. Comme le montre la CARTE 2 (P. 60) l'aire d'influence de l'*Hidrovia* Paraná-Paraguay et de l'*Hidrovia* Paraná-Tiêté est vaste. Grâce au nouveau contexte de la libéralisation des échanges, le trafic de marchandises par la voie fluviale a augmenté de 15 à 20 % par an depuis 1991(soit un triplement du tonnage transporté en 20 ans) (Koutoujdan, 2007). Ces dernières années, la croissance de la production agricole et l'avancée des fronts pionniers en Bolivie, au Mato Grosso, au Paraguay et en Argentine rend l'Hidrovia indispensable au développement et à l'intégration du sous-continent.

Les études réalisées confirment l'avantage comparatif de la voie fluviale pour rapport aux autres moyens de transport. En effet le rapport du combustible consommé aux kilomètres parcourus et aux tonnes transportées est largement favorable au transport fluvial. Malgré les problèmes de consommation pétrolière, d'émission de gaz à effet de serre et de congestion croissante dans les principales métropoles, la concurrence de la route reste forte. Environ 80% des tonnages de marchandises sont transportées par route en Argentine bien que le coût du transport terrestre soit de 20% supérieur à celui assuré par la voie navigable (Berzon, 1998).

Par exemple, un convoi poussé, comme ceux navigant actuellement depuis Corumbá (25 barges de 1 500 tonnes chacune soit un total de 37 000 tonnes), équivaut au chargement de 1250 wagons de 30 tonnes ou à 1666 camions semi-remorques avec une capacité de 22.5 tonnes. Pour transporter 1 million de tonnes de grains il faut affréter 27

convois de 25 barges, ou 833 trains de 40 wagons ou encore 44 444 camions de 22.5 tonnes chacun. Sachant que dans le commerce du Mercosur 45 Mt sont mobilisées annuellement, il est paradoxal qu'aujourd'hui entre 70 et 80% de la production de la zone d'influence du Haut Paraguay soit exportée par voie terrestre. Les convois de camions ont par ailleurs un coût oscillant entre 50 et 120 dollars la tonne alors que par voie fluviale, ce coût varie entre 12 et 15 dollars la tonne. La durée du voyage est cependant nettement plus importante par la voie d'eau car il faut 17 jours pour relier les points de départ et d'arrivée alors que par la route trois jours suffisent.

Après la réalisation des travaux proposés, cette durée serait réduite à une semaine avec un coût inférieur. Le meilleur exemple est le Mississippi, fleuve sans obstacle et dont les courbes les plus prononcées ont été rectifiées. Un convoi poussé composé de 48 barges transporte en moyenne 72 000 tonnes. Ainsi durant le Séminaire sur les impacts environnementaux de l'*Hidrovia* Paraná-Paraguay[26] James Mc Carville (Directeur exécutif du Port de Pittsburgh) signale que « (…) si les 250 Mt de marchandises transportées sur le système du Mississippi devaient être transportées par des camions de 25 tonnes pour un voyage ordinaire de 200 miles, il faudrait ajouter 10 millions de trajets supplémentaires par camion, ce qui augmenterait de manière spectaculaire la demande de construction routière et la dégradation de l'environnement à cause des autoroutes (…). Cela augmenterait également la consommation de carburant de 200 à 850 millions de galons et les émissions de gaz à effet de serre, de 9 millions de livres actuelles, passeraient à 32,5 millions». Ces chiffres doivent sans conteste être pris en considération au moment d'étudier les impacts d'une voie fluviale sur le milieu.

La voie navigable semble donc être une solution avantageuse à tous les points de vue, cependant la faiblesse des voies d'accès aux principaux terminaux portuaires fragilise le système. Bien que la privatisation des cinq lignes de chemin de fer en Argentine rende le système multimodal plus attractif et plus efficace, le transport routier reste toutefois incontournable pour desservir les marchés locaux de consommation et les usines de transformation. Afin d'améliorer le système fluvial, il est indispensable de développer les routes de desserte et les axes principaux qui sont souvent engorgés.

Par exemple, dans la région de Rosario, la congestion des routes d'accès aux zones portuaires a obligé la municipalité à envisager un nouveau plan d'urbanisme (Plan Circunvalar Rosario PCR). Ce dernier est destiné à développer et à améliorer l'ensemble des travaux routiers, ferroviaires et des installations complémentaires afin de résoudre de manière progressive les déficiences du système de transport de charge terrestre de la région, qui converge vers les terminaux industriels et portuaires situés sur les rives du Paraná (FIGURE 8 P.85).

[26] Seminarion sobre los impactos ambientales en la Hidrovia Paraná-Paraguay, Buenos Aires, 2000

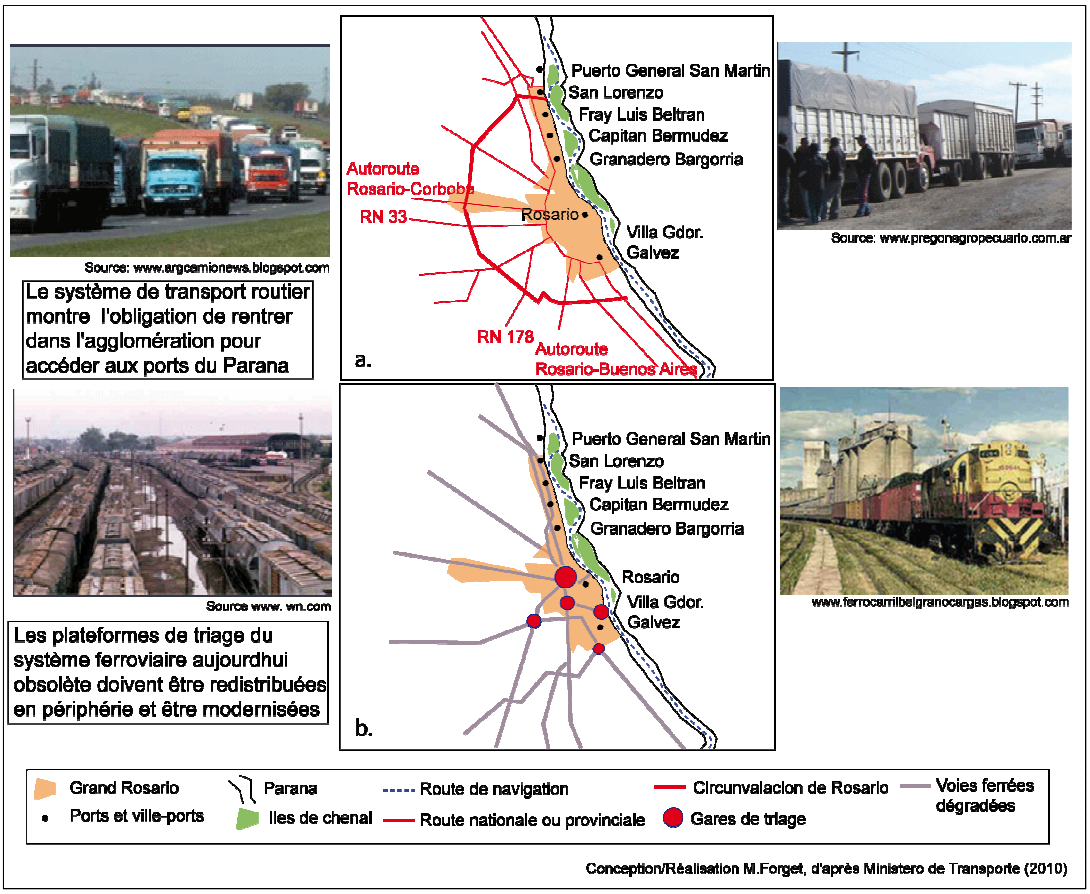


FIGURE 8 LA SITUATION DU SYSTEME DE TRANSPORT DANS LE GRAND ROSARIO. D'APRES MINSTERIO DE TRANSPORTE, 2010

La finalité est de rendre possible une nouvelle organisation fonctionnelle, opératoire et juridique du système de transport ferré et routier afin d'améliorer son efficacité en réduisant les coûts d'opération et d'exploitation. Le fonctionnement actuel du réseau viaire n'est en effet pas adapté aux tonnages transportés vers les ports de la zone de Rosafe. Ces insuffisances sont (1) l'inefficacité opérationnelle du fait des structures de transport dégradées ou obsolètes, (2) la saturation des voies terrestres dans la région métropolitaine, (3) la distribution déséquilibrée entre les modes de transfert de charge. Cela aboutit à la congestion des voies routières, matérialisée par la présence de longues files de camions qui paralysent les voies de communication (FIGURE 8 A) et empêchent la libre circulation et l'accès à la zone métropolitaine. Ces problèmes en engendrent d'autres comme le retard dans le transport de marchandises, une forte pollution environnementale et sonore, de nombreux accidents de la circulation et une dégradation de la qualité de vie des riverains.

Les insuffisances du système opérationnel peuvent être imputées au manque d'intégration des infrastructures mais également à la topologie inadéquate et au manque de capacité de transfert des nœuds de transport face à la croissance de la demande. Le plan comprend donc la construction d'une ceinture de trois voies de 90 km de long qui

dériveraient les flux vers les nouvelles plateformes de distribution du transit en évitant ainsi l'entrée des charges dans la ville de Rosario.

Malgré les travaux complémentaires nécessaires pour rendre le système multimodal compétitif, le projet *Hidrovia Paraná-Paraguay* reste relativement peu coûteux en regard des projets de grande envergure lancés au Brésil et en Argentine, comme les grands barrages hydroélectriques d'Itaipu ou de Yacyreta. Son coût est en effet estimé à moins de 100 millions de dollars pour la voie navigable elle-même. Si l'on prend en compte les coûts de maintenance annuelle, de l'ordre de 30 millions de dollars, et des ouvrages complémentaires, ce projet représente une somme totale d'environ 1000 millions de dollars étalés sur une période de 25 ans. Dans cet ensemble où sont présents les deux plus grandes puissances du sous-continent, l'Argentine et le Brésil, cet investissement de 400 millions de dollars par an reste abordable. La prospective économique, qui table sur l'augmentation des flux de soja et de combustibles, reste cependant essentielle car bien qu'il existe une forte demande actuelle de l'amont vers l'aval (CARTE 3 P. 68), certaines données économiques ne peuvent être oubliées. Selon le Ministère des transports, seul un mouvement de charge supérieur ou égal à 25 Mt rendrait économiquement rentable le dragage des passages critiques du Paraguay et du haut Paraná (Ministerio de Transportes, 2002).

Les projections en matière de transport semblent toutes indiquer la même évolution du transport fluvial sur le Paraná, y compris sur le Haut Paraná, considéré comme le tronçon le moins compétitif (CARTE 3 P. 68). En effet, sans que cette partie ait été aménagée, le transit est en forte croissance depuis une dizaine d'années. Confirmant cette croissance, les acteurs privés investissent dans le fonctionnement de la voie fluviale, à l'image de l'entreprise pionnière Lineas Feeder qui a mis en place des services de lignes régulières dont les bateaux respectent des jours de départ fixes à l'image des services ultramarins réguliers, ce qui n'est pas commun dans le transport fluvial. Le développement exponentiel du soja offre en effet des perspectives intéressantes pour le transport fluvial.

Cette céréale représente en 2005 une production de 50 millions de tonnes, soit 50% de l'offre mondiale et 45% de la charge transportée par l'*Hidrovia* Paraná-Paraguay. Une augmentation annuelle de l'ordre de 19% peut être observée depuis le début des années 1990. Elle correspondrait à une production de 500 millions de tonnes annuelles à l'horizon 2025, qui serait parfaitement assimilable par la demande mondiale, notamment celle de la Chine à raison de 10 millions de tonnes par an. Les projections concernant les autres céréales sont également encourageantes, puisqu'elles estiment la production de maïs à 100 millions de tonnes en 2025 (Koutoudjan, 2007).

Le pari des villes-ports du Paraná est fondé sur la prospérité du marché de céréales et de ses sous-produits, qui dépend des boucles de rétroaction entre le coût du transport et la production agricole. L'efficacité de la modernisation des infrastructures et de la logistique est une des clés de l'économie argentine, fondée sur les exportations. Le projet d'*Hidrovia,* destiné à connecter les nœuds logistiques en train de se créer, est donc réaliste, réalisable et nécessaire.

Si l'on considère que l'*Hidrovia* Paraná-Paraguay, sans ouvrages de Santa Fe vers le Nord, arrive à transporter une charge de 10 Mt en 2000 et 20 Mt projetées en 2010, l'augmentation du transport serait exponentielle avec la réalisation des travaux de dragage et de balisage. Il y a une trentaine d'années, 750 000 tonnes de marchandises ont été transportées sur la voie fluviale avec un coût de 38 dollars la tonne et un temps de rotation de 70 jours. Aujourd'hui le tonnage transporté dépasse 10 millions de tonnes par an avec une moyenne de 12 dollars la tonne et un temps de rotation de 17 jours (Huespe, Prendes et al., 1997; de Monserrat Llairó, 2009). Dans ce contexte, l'augmentation de la demande est arrivée à un point d'inflexion avec peu de possibilité de développement si aucun investissement n'est consenti. Il est devient urgent de réaliser des ouvrages de balisage et de dragage (Amiune, 2005; Roccatagliata, 2008).

2.2.2 Planification et réalisations des aménagements

Au fil du temps, les passages difficiles des chenaux de navigation sont dragués pour permettre l'utilisation du potentiel naturel. Les premiers dragages ont eu lieu dans les passes d'accès au port de Buenos Aires. Puis, les zones de dragage sont progressivement déplacées vers l'amont, pour atteindre aujourd'hui le port de Santa Fe. Dans les années 1990, l'efficacité des interventions s'améliore avec la concession des travaux de dragage à l'entreprise privée Hidrovia SA.

Grâce à la mise en place de péages, cette concession est rapidement devenue rentable et l'approfondissement de la voie d'eau s'est généralisé au moins jusqu'au port de Rosario. Les embarcations montant et descendant le fleuve payent une taxe d'utilisation en fonction de leur calaison et des interventions réalisées sur les tronçons parcourus. Malgré ces taxes qui permettent à l'entreprise Hidrovia SA de s'enrichir, les coûts de transport baissent considérablement. En effet, les bateaux transocéaniques atteignent aujourd'hui le port de San Lorenzo avec une calaison comprise entre 24 et 32 pieds, et une durée de transport largement réduite. Le progrès de la navigation sur le Paraná est sensible jusqu'au port de Santa Fe qui est accessible avec une calaison de 22 pieds.

L'évolution des performances de la voie fluviale Santa Fe-Oceano, dans les années 1990, est telle que beaucoup d'armateurs croient qu'il s'agit d'une route fluviale nouvelle permettant d'atteindre le port de Corumbá au Brésil, à 2270 km de Buenos

Aires. Rapellons cependant que Corumbá, ville historique fondée en 1778, accueille depuis plus de soixante ans des navires du Paraná et du Paraguay ramenant du blé et du ciment argentin en plus des textiles fins venus d'Europe. De plus le minerai des mines d'Urucum (Brésil) et de Mutún (Bolivie) approvisionne les usines sidérurgiques argentines.

Dès 1930, l'entreprise de transport fluvial argentine Milanhovich/Doredo étend ses services jusqu'à Corumbá. Un service régulier est mis en place entre ce port et celui de Buenos Aires. Cette liaison a longtemps été la seule à rallier le Haut Paraguay. La Bolivie, au début du siècle, commence à recevoir des bateaux ultramarins dans le port de Suarez avec un quai pour les bateaux en provenance de Rotterdam, Hambourg et d'autres ports européens. Ce passé a en partie été oublié, car entre les années 1970 et 1990 le transport fluvial a quasiment disparu sur l'*Hidrovia*. Il est cependant important de se rappeler qu'entre 1890 et 1938 le transport fluvial a été d'une grande importance. L'*Hidrovia* n'est donc pas une route fluviale nouvelle, mais une artère de transport en réaménagement. Grâce au décret de dérégulation signé en 1992 et à la modernisation de la flotte, le transport par voie d'eau est parvenu à être aujourd'hui plus économique que les autres modes de transport. Il est démontré qu'avec un marché dérégularisé, des ports efficaces et des équipages adéquats, le transport par voie d'eau est de loin le plus économique (Huespe, Prendes *et al*., 1997; Gottgens, Perry *et al.*, 2001; Lopez, 2010). Sur le cours du Paraná, l'Argentine n'a pour l'instant investi et aménagé que la partie de l'Hidrovia en aval de Santa Fe (Amiune, 2005).

Les profondeurs ont été augmentées jusqu' à 32 pieds entre l'Océan et le port San Martin (26 km au Nord de Rosario CARTE 3 P. 68) et jusqu' à 28 pieds de Martin à Santa Fe. Il est prévu de draguer le premier tronçon à 40 pieds et le second à 32 pieds. De cette manière, les embarcations de 35 000 t venant de Buenos Aires pourraient arriver à San Martin en 24 heures. Quarante terminaux portuaires modernes conçus pour ces embarcations de grande taille (CARTE 5 P. 74) font aujourd'hui sortir environ 76% des exportations agro-industrielles du pays. Il existe cependant d'importants retards dans l'avancement des travaux d'aménagement. En effet, en 2010, les armateurs attendaient la finalisation du dragage à 40 pieds du premier tronçon, alors que l'approfondissement à 36 pieds n'était toujours pas été commencé (Lopez, 2010).

L'aménagement des tronçons allant de Santa Fe à Asunción connaît la même lenteur bien qu'en 2010, les opérations se soient accélérées grâce à la concession des travaux à l'entreprise Hidrovia SA et à la signature des accords de mise en travaux de la partie septentrionale de l'*Hidrovia* Paraná-Paraguay. Les ouvrages à réaliser représentent un investissement faible au regard de la demande qui ne cesse de croître. Si l'on en croit l'annonce présidentielle de Cristina Fernadez de Kirchner, la somme octroyée serait de

l'ordre de 112,5 M$ pour rendre le tronçon Santa Fe-Asunción navigable de jour comme de nuit, avec une profondeur garantie de 10 pieds toute l'année.

Comme le montre la CARTE 6, il reste beaucoup à faire, notamment sur le tronçon Corumbá–Santa Fe, pour arriver à une navigation efficace. Quatre-vingt douze passages difficiles ont été identifiés[27] (Amiune, 2005). Pour des modalités pratiques, la voie navigable Santa Fe-Asunción a été divisée en deux sous-sections A et B qui couvrent respectivement la section de Santa Fe au port de Barraqueras, et de Confluencia à Asunción (CARTE 6 P.90).

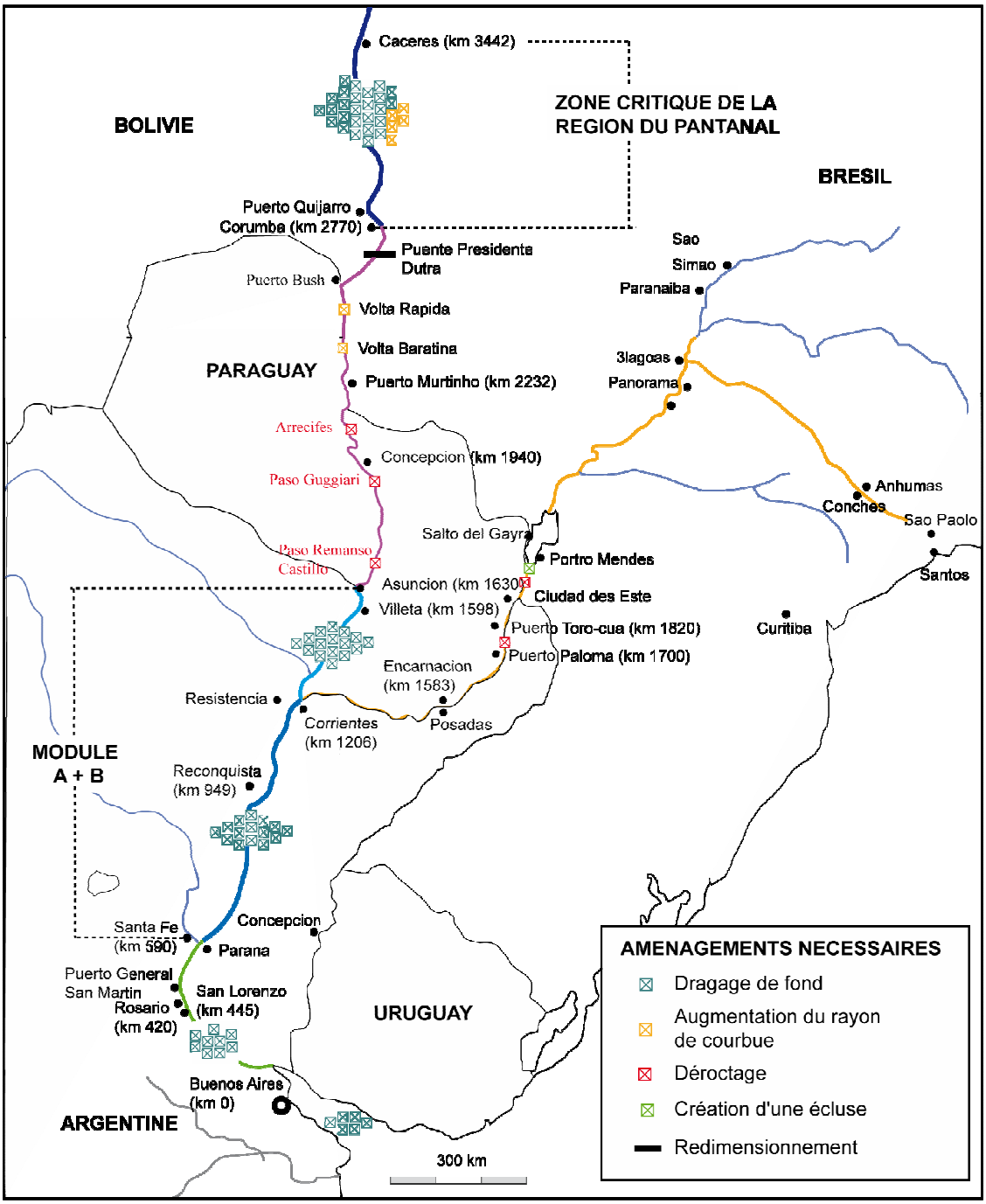
Pour la section A, les passes critiques relèvent principalement du manque de profondeur et de l'extrême mobilité des formes sous-fluviales de nature principalement sableuse. L'objectif du dragage est d'unir les zones naturellement profondes du fleuve séparées actuellement par des bancs de sable en draguant l'équivalent de 360 000 millions de mètres cubes par an.

La section B est plus difficilement adaptable aux nécessités de la navigation sous sa forme actuelle : aux problèmes de profondeur et de largeur s'additionnent des rayons de courbure insuffisants dans le chenal naturel et un fond sableux parfois fortement induré, voire rocheux.

Selon les études réalisées par la BID (Banque interaméricaine de développement) et le Consortium Taylor et Berger, le tronçon aux dragages les plus coûteux est sans doute celui compris entre le río Apa et Asunción[28] (Amiune, 2005) : seize passages rocheux constituent un frein importante pour la navigation. Le Paraguay devrait supporter à lui seul le plus gros investissement, or il s'agit d'un des pays les moins solvables. Il n'est pas non plus fortement intéressé par le développement du transport de charge en amont d'Asunción. Le Brésil, qui partage ce tronçon, préfère investir dans les aménagements du tronçon Caceres-Corumbá. Le pays le plus défavorisé par cette situation est la Bolivie qui dépend économiquement et politiquement des décisions des pays situés à l'aval, les trois chutes les plus importantes étant celles d'Arrecifes, de Paso Guggiari et de Paso Remanso Castillo localisés aux kilomètres 430, 313 et 15 en amont d'Asunción. Sur ce tronçon le moins aménagé du fleuve, le volume à draguer est de l'ordre de 21,5 millions de mètres cubes, à un rythme programmé de 1,2 millions de mètres cubes par an.

27 Seuls les aménagements les plus importants sont représentés sur la carte

28 Cela représente environ 70% du coût total du tronçon Santa Fe-Corumbá



CARTE 6 PASSES CRITIQUES ET AMENAGEMENTS NECESSAIRES SUR L'HIDROVIA PARANA-PARAGUAY (DONNEES DE 2008)

Au dragage de la voie navigable s'ajoute la nécessité de développer le balisage et les systèmes de navigation afin de sécuriser la voie fluviale (PHOTO 12 A. P.91). De plus, il n'existe aucune carte actualisée de la route de navigation (les plus récentes datent de 2005). Pour pallier ces déficits, il est obligatoire d'embarquer un pilote local connaissant les passages les plus profonds pour guider les embarcations. Cette technique de guidage reste toutefois soumise aux connaissances du pilote et est donc sujette aux erreurs humaines. De nombreuses épaves de navires ornent les bras secondaires du Paraná, témoignant de la dangereuse mobilité du fleuve (PHOTO 12).

PHOTO 12 AVANCEES ET INSUFFISANCE DU DRAGAGE ET DE LA SIGNALISATION

Les nouvelles technologies de navigation par satellite, associées à l'utilisation d'outils pouvant sonder la profondeur du chenal de navigation permettent de réduire les accidents et les échouages. Les faiblesses de la cartographie nautique rendant la navigation difficile durant la nuit, la réalisation de cartes de navigation digitales est en cours. Les informations primordiales, outre le tracé de la voie navigable, sont sans doute les possibilités de croisement des embarcations et les zones permettant aux bateaux de réaliser des manœuvres.

Les plans d'aménagement de l'*Hidrovia* commencent déjà à être critiqués : les normes adoptées pour le dragage du chenal ne seraient pas satisfaisantes.

2.2.3 Une « autoroute fluviale » aux normes inadaptées ?

Depuis le début de l'histoire de *l'Hidrovia* Paraná-Paraguay, différentes formes de réalisation ont été envisagées avant d'aboutir à la concession actuelle d'Hidrovia SA. Aucune des solutions[29] proposées n'a donné de résultat probant. Tout démontre que sur le tronçon argentin les ouvrages nécessaires ne modifient pas de manière substantielle l'équation économique du transport fluvial. La planification faite sur le tronçon septentrional n'est pas adaptée aux besoins des transporteurs.

29 De l'augmentation dans le temps et dans l'espace de la concession à la réalisation des ouvrages par le biais des services d'équipement de l'État national

En effet, les travaux proposés par Hidrovia SA (un canal entre Santa Fe et Asunción) devraient fournir un chenal de navigation d'une largeur d'environ 104 m et une calaison de 10 pieds[30]. Cependant, il existe d'autres problèmes de navigation auxquels ne répond pas le programme d'amélioration de la voie navigable : les espaces de croisement sont aujourd'hui insuffisants, les zones de manœuvre trop petites et les rades d'attente n'ont pas la capacité optimale. De plus le second volet du Plan directeur pour *l'Hidrovia* (lancé en 2009 après l'achèvement du premier volet couvrant la zone Santa Fe-Oceano) ne prend pas en compte la navigation passant par le système Paraguay, alors que celle-ci correspond à plus de 80% du système *Hidrovia* Paraná-Paraguay.

La volonté affichée de considérer le Paraná comme un continuum fluvial n'est donc pas mise en pratique dans les faits. Ce plan directeur, initiative nationale argentine, ne s'intéresse au fleuve que dans les limites du territoire national. Ces remarques peuvent être généralisées au tronçon de l'*Hidrovia* Paraná-Tiêté qui connaît aujourd'hui certaines difficultés du fait du manque de volonté politique. Ce tronçon aujourd'hui laissé en l'état n'a pas été intégré au Plan Directeur de l'*Hidrovia*. Comme sur les autres tronçons, les ouvrages complémentaires nécessaires sont le dragage et le balisage des passages critiques spécialement dans la section du Haut Paraná entre Itaipú et la Tiêté (CARTE 6 P. 90). Il est également question de la suppression de certaines piles de ponts qui réduisent la navigabilité des convois formés de quatre barges. Ces ponts obligent à démonter les convois à chaque passage, ce qui implique une difficulté opérationnelle supplémentaire.

La planification de l'amélioration de l'*Hidrovia* Paraná-Paraguay est donc lacunaire et discontinue d'autant plus que les projets de dragage ne semblent pas prendre en compte les tendances de la logique maritime mondiale et le développement de la *feederisation*[31], qui à terme risquent de limiter à 1500 TEU la taille des bateaux entrant dans le rio de la Plata (Lopez 2010). Il existe à ce jour des incertitudes manifestes quant au développement de l'*Hidrovia* Paraná-Paraguay et les questions techniques ne sont pas résolues.

Les *barcazas* naviguant sur le Paraná Moyen et le Haut Paraná ont une longueur moyenne de soixante mètres et une largeur moyenne de onze mètres avec généralement une calaison inférieure à 2,6 mètres. Elles sont déplacées en convois de trente à quarante barges, dont les formations se positionnent elles-mêmes en files de convois. Les remorqueurs possèdent aujourd'hui une puissance leur permettant de convoyer

30 C'est-à-dire une profondeur minimale de 3.65 m (12 pieds) pour les lits sableux et de 3.95 m pour les lits indurés et les sauts rocheux, avec un surdragage de sécurité de 0.30 m.

31 Organisation des lignes de navires de petit tonnage peremttant l'éclatement, sur différents ports, d'une cargaison apportée dans un port princpal par un gros navire faisant peu d'escales et inversement, la collecte de marchandises vers le port principal.

jusqu'à quarante-trois barges. Les manœuvres de ces convois nécessitent un chenal de deux cents mètres de large en ligne droite[32] pour dévier d'un angle de quinze degrés. Pour permettre le croisement de deux convois, il est nécessaire que le chenal principal ait la largeur requise et qu'il reste libre de toute signalisation pouvant obstruer le chenal navigable (FIGURE 9). Or les travaux envisagent un chenal navigable de cent quatre mètres de large et les rayons de courbure naturelle de certains méandres sont trop petits pour permettre le passage de ces trains de barges. De plus, aucun projet de recoupement de méandre n'apparaît dans le Plan Directeur. Non seulement les convois sont plus profonds du fait de l'augmentation des tonnages, mais ils sont également plus larges. Les rayons de courbure naturels du fleuve ne permettent plus de laisser passer les convois dans des conditions optimales.

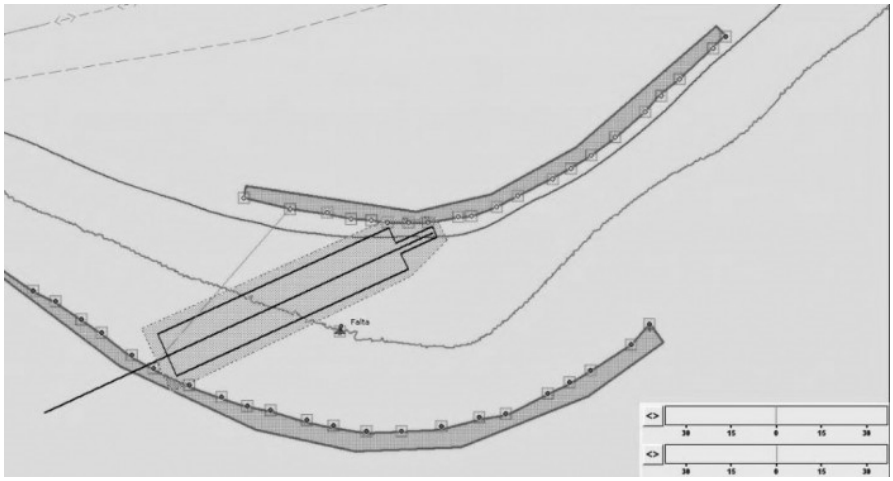


FIGURE 9 CAPTURE D'ECRAN D'UN SYSTEME DE NAVIGATION GPS D'UN REMORQUEUR NAVIGANT DANS UNE COURBE DU PARANA.

Les utilisateurs du Paraná ont évité durant quatre siècles les grands travaux d'aménagement de la partie amont de la voie fluviale, mais aujourd'hui de nombreuses modifications du tracé naturel du fleuve paraissent nécessaires. Le fonctionnement naturel du continuum fluvial Paraná-Paraguay est remis en cause. Si les travaux de recoupement de méandres étaient effectués, ils auraient des impacts environnementaux importants. Sur le Mississippi les nombreuses rectifications de méandres ont créé un écoulement qui n'est plus naturel et qui oblige à un endiguement important. La morphologie originelle de ce grand fleuve nord-américain a ainsi été détruite.

Aux recoupements de méandres demandés par les usagers quotidiens de la voie fluviale *paranense* s'ajoutent les nouvelles modalités de dragage qui favorisent des techniques permettant d'auto-entretenir les travaux effectués grâce à la dynamique naturelle du fleuve. Pour contrebalancer la sédimentation rapide et l'évolution naturelle des formes fluviales, l'Hidrovia SA prévoit de changer le tracé des routes de navigation.

[32] De même, une formation de 36 barges nécessite une largeur de chenal supérieure à 198 m pour une dérive de 15 degrés, alors qu'un convoi de 20 barges pour la même dérive nécessite une largeur de 165m.

En déplaçant la voie de navigation selon un tracé différent de celui du thalweg[33], les profondeurs seraient plus facilement entretenues car elles ne seraient pas affectées par la mobilité naturelle du fleuve. Cela implique la modification totale du fonctionnement naturel, le thalweg étant chenalisé en dehors de son tracé naturel. On connaît peu de réalisations de cette ampleur sur des fleuves de la taille du Paraná. Les aménageurs n'ont pas le recul suffisant pour analyser l'impact qu'auraient ces grands travaux sur le fonctionnement fluvial dans son continuum amont-aval[34].

Dans l'ensemble, l'aménagement de la voie fluviale a connu de grandes avancées durant ces dix dernières années mais certaines incertitudes demeurent quant aux impacts à long terme. De plus, un certain nombre de problèmes immatériels restent irrésolus, notamment celui de la loi de réserve de charge qui est encore en vigueur dans certains pays du Mercosur (ANNEXES 1.2 P. 514). Cette loi oblige le transport d'un pourcentage des tonnages (entre 0 et 50%) par des bateaux battant pavillon d'un des 5 pays signataires. L'Accord de transport de 1995 établit un système multinational de « réserve de charge » entre les pays signataires reliant les ports d'origine et de destination de l'*Hidrovia* Paraná-Paraguay. Seul le transport par cabotage possède toujours une réserve de charge de 100%, ce qui est une contrainte pour le développement du transport fluvial dans le bassin. En effet, les armateurs de la région choisissent souvent le pavillon paraguayen pour profiter d'une loi de réserve de charge plus avantageuse. Mais du fait de la loi de cabotage argentine, ces armateurs battant pavillon paraguayen ne peuvent pas charger librement la marchandise dans les ports de Barranqueras et Santa Fe et la transborder à Buenos Aires. Ils doivent, dans tous les cas, demander une autorisation qui complique l'opération, et au final porte préjudice au commerce extérieur des deux pays.

Le développement de la voie fluviale est donc paradoxal : reconnue comme une des priorités pour l'intégration des pays de la Cuenca de la Plata, les réalisations se concentrent pour le moment dans la partie aval du Paraná argentin. Dans la partie amont, les travaux envisagés semblent ne pas être bien calibrés et ne sont pilotés et financés que par les autorités argentines. De fait, le manque d'accords internationaux sur la navigation du fleuve rend difficiles une planification et un financement communs aux cinq pays du bassin, dont les intérêts et les budgets divergent. Au vide politique s'ajoutent les intérêts énergétiques des pays riverains, notamment le Brésil et l'Argentine, qui souhaitent continuer à exploiter l'hydroélectricité sans se soucier des coupures provoquées par les barrages dans le continuum fluvial.

33 La nouvelle route de navigation serait alors localisée dans le bras principal ou dans un bras secondaire du Paraná, en évitant le tracé naturel du thalweg.

34 Notamment sur les questions de sapement de berge et de transport sédimentaire.

2.3 L'Hidrovia remise en cause par la demande énergétique du sous-continent

Sur la branche du Haut Paraná sont localisés les deux plus grands barrages hydroélectriques d'Amérique latine : Yacyretá et Itaipú. Le chapitre suivant étant consacré aux enjeux générés par ces deux retenues, nous n'aborderons ici que leurs rapports avec la voie fluviale.

Yacyretá et Itaipú créent une rupture dans la continuité de l'Hidrovia Paraná-Tiêté, à laquelle s'ajoutent celles dues aux nombreux barrages hydroélectriques de la partie amont brésilienne. Cette rupture est cependant relative : c'est grâce à la mise en place de ces deux grands ouvrages hydroélectriques que les hauteurs d'eau du Paraná ont été stabilisées. Ils ont de manière involontaire contribué au fonctionnement de la branche navigable du Haut Paraná. Celle-ci n'a jamais été coupée en basses eaux depuis une vingtaine d'années et ses principales chutes ont été ennoyées par la présence d'un lac de retenue.

Il est intéressant de s'interroger sur la place que tient la navigation sur cette branche du fleuve. Lors de la mise en place de ces retenues, la question de la construction d'écluses de navigation dans les ouvrages a souvent été posée. Les réponses ont toutefois divergé en fonction des stratégiques gouvernementales dans un contexte bien différent de l'actuel. A l'époque du développement de la ressource hydroélectrique du Paraná, les cultures céréalières, et notamment celles du soja, n'avaient pas l'importance qu'elles ont aujourd'hui. Les plans stratégiques n'ont pas su anticiper les demandes de transport liés au « boom du soja ». Les provinces de Misiones au Paraguay et du Mato Grosso au Brésil cherchent aujourd'hui un débouché maritime vers Buenos Aires via la voie fluviale. Dans les années 1980, les productions de ces provinces étaient exportées par voie terrestre vers les ports de Río de Janeiro ou de Santos. Les barrages d'Iatipu et de Yacireta sont inégalement équipés pour répondre aux exigences de la continuité fluviale recherchée actuellement.

Des deux ouvrages, le barrage de Yacyreta est le mieux adapté : il est muni d'une écluse permettant le passage des convois poussés (PHOTO 13 P.96). Cependant la taille des convois ayant tendance à augmenter, les dimensions de l'écluse pourraient à terme ne plus permettre leur passage. De plus, la montée des eaux de la retenue à un niveau de quatre-vingt-trois mètres à l'achèvement des travaux, induira des difficultés de fonctionnement qui retarde(ro)nt les embarcations en transit. Outre les difficultés rencontrées dans la manœuvre des portes de l'écluse, celles-ci ont dû être fermées durant plusieurs mois, interrompant la navigation, car il n'existe pas de solutions de transbordement permettant de contourner l'ouvrage.

Du côté brésilien, la priorité a également été donnée à la production hydroélectrique, mais de façon plus poussée. En effet, la stratégie d'utilisation du potentiel maximal de la chute d'eau d'Itaipu a abouti à la construction d'un barrage sans écluse. La voie navigable est interrompue : les marchandises doivent transiter par les plateformes de transfert de La Paz-Hernandarias et Puerto Franco-Três Fronteiras en amont et aval de la retenue. Ce « *by pass* » en territoire paraguayen permet le (dé)chargement des marchandises et leur transit par camion sur une distance de trente-huit km par le pont Trancredo Neves. Ce mode de transfert est efficace, mais il présente un coût en temps et au plan financier (selon les estimations brésiliennes, ce dernier serait proche de 15 dollars la tonne).

PHOTO 13 L'ECLUSE DE NAVIGATON DU BARRAGE DE YACYRETA

Lors de la mise en place du projet en 1979, l'Accord Tripartite Corpus/Itaipu signé entre le Brésil, le Paraguay et l'Argentine, a fixé le niveau maximum du lac de retenue à 105 m au-dessus du niveau de la mer. L'idée de réaliser une série de trois écluses de trente-cinq mètres chacune, séparées par un canal est proposée. Mais les solutions techniques n'existent pas pour que les portes résistent au volume d'eau et à la pression

d'une chute supérieure à 20 mètres. Les autorités en charge du projet décident donc de reporter la validation et la réalisation de l'écluse en 2024, lorsque les prêts ayant permis la construction du barrage seront remboursés et que le mouvement de charge (minimum 7 millions de tonnes) justifiera cet investissement (de l'ordre de 900 millions de dollars en 1980, aujourd'hui réévalués à 1200 millions de dollars).

La construction d'un tel aménagement demanderait au minimum quatre années de travaux. Le système d'écluses serait livré en 2030 si la décision de construire un tel ouvrage était prise dès 2024. Des études brésiliennes montrent que même avec le coût de transbordement au niveau d'Itaipu, les coûts de transport par voie fluviale de Piracicaba-Campinas à Buenos Aires sont moins chers de 40% que le même trajet par la route (de Monserrat Llairó, 2009).

La présence du barrage d'Itaipu et son mode de gestion vis-à-vis de la voie navigable Paraná-Tiêté semblent confirmer le positionnement stratégique du Brésil qui préfère une solution nationale aux questions de transport de grain : aménager les ports de l'Amazone (Monié, 2011). Cela éviterait ainsi le détournement des flux d'exportation vers la capitale rivale Buenos Aires (Monié et Vidal, 2006; Guibert et Monié, 2009).

Conclusion du deuxième chapitre

La navigation est donc un enjeu important pour le développement de l'axe fluvial du Paraná. Des progrès considérables ont été réalisés dans l'intégration des pays de la Cuenca de la Plata au moyen des traités internationaux et de la mise en place d'un plan d'intégration par l'initiative IRSA. Cependant, malgré les avancées de la voie fluviale, de nombreux travaux sont encore nécessaires à son bon fonctionnement.

La question des interventions ponctuelles dans les complexes portuaires et dans l'aménagement local des passages difficiles complique la gestion intégrée de la ressource. L'enchevêtrement des échelles d'intervention sur le bras principal du Paraná cache également les positions politiques différentes de l'Argentine et du Brésil. En effet, l'Argentine a choisi tardivement de développer de manière équilibrée le Paraná comme une ressource énergétique et comme voie de communication, alors que le Brésil privilégie le développement de l'hydroélectricité. La concurrence entre la production d'électricité et le transport de matières premières est au cœur des grandes questions concernant le développement du bassin du Paraná. Rapellons que le Paraguay et la Bolivie dépendent de la voie fluviale pour l'exportation des matières premières qui soutiennent leurs économies.

La ressource énergétique est principalement pensée à l'échelle nationale voire binationale, mais la construction de grandes retenues hydroélectrique provoque la

rupture dans le continuum fluvial du Paraná et empêche d'une certaine manière l'*Hidrovia* Paraná-Paraguay d'atteindre son potentiel maximum. Le troisième chapitre est consacré à l'étude de l'exploitation hydroélectrique du mégafleuve, dont les enjeux sont en mutation. Cette application, apparue plus tardivement que la navigation, connaît un renouveau grâce à l'achèvement des grands projets de la décennie 1970 et des projets futurs du fait de la demande croissante en énergie.

Chapitre 3. Le potentiel énergétique du Paraná

L'Argentine constitue le second marché d'éléctricité d'Amérique du Sud avec 100.000 GWh consommés, une puissance électrique totale installée de 24 000 MW (MegaWatts), et une productibilité électrique moyenne totale de 91 000 GWh (Agence internationale de l'Energie, 2010), destinée pour 40% à approvisionner la région métropolitaine de Buenos Aires (12 millions d'habitants) et ses activités économiques. Bien que la région métropolitaine dispose d'infrastructures efficaces, elle importe toutefois de l'énergie produite dans d'autres régions du pays, régions ne pouvant assurer l'approvisionnement de ses territoires et de ses populations. La demande croissante en électricité dans la région métropolitaine de Buenos Aires motive la construction de nouvelles infrastructures, notamment hydroélectriques, afin d'augmenter le potentiel de production. De plus, des investissements importants sont consentis dans le système qui interconnecte les différentes provinces argentines et les pays voisins: Uruguay, Paraguay et Brésil[35]. Un réseau de lignes à haute tension d'une longueur de 10.000 km a progressivement été mis en place. L'énergie provenant de l'exploitation de la centrale de Yacyretá est majoritairement exportée hors de la région de production.

La construction de retenues hydroélectriques est à la fois un atout et une contrainte pour le développement des voies navigables. Toutefois, dans le cas des mégafleuves, les deux usages sont rarement compatibles. Les caractéristiques physiques d'un mégafleuve demandent en effet la mise en place de structures dont les dimensions doivent être pensées à la taille de l'objet. Le couplage de deux usages, qui sur des fleuves de taille plus réduite sont facilement conciliables, signifie sur un fleuve tel que le Paraná, la mise en œuvre de solutions techniques qui parfois n'existent pas encore aujourd'hui, comme le montre l'absence d'écluse dans le barrage d'Itaipú. Pour développer la ressource énergétique renouvelable que représente l'énergie cinétique d'un fleuve, il est nécessaire que les données naturelles soient capables de dégager une force potentielle suffisante, permettant de produire une énergie bon marché, afin de pouvoir rembourser les emprunts contractés auprès des banques nationales et internationales pour la construction du barrage.

Dans le cas du Paraná, la configuration de l'écoulement des eaux de surface est importante mais la pente permettant de dégager l'énergie potentielle est relativement faible. En effet le débit d'un mégafleuve est rarement un problème car il est généralement supérieur à 17 000m^3/s si l'on se réfère à la définition donnée par E.

[35] L'Argentine et le Chili sont également connectés par une ligne à haute tension qui traverse les Andes, connectant une centrale thermique à gaz localisée à Salta avec le marché chilien.

Latrubesse (2008). En revanche le même article traite de la configuration morphologique des très grands organismes fluviaux qui sont caractérisés par un écoulement dans des chenaux multiples et par la présence d'une vaste plaine alluviale pouvant capter une grande partie des écoulements par le biais d'anabranches. Cette configuration physique relative à la faible pente des organismes fluviaux est une contrainte pour le développement d'usines hydroélectriques. Sur le Paraná, dont la section moyenne relève de ce type de morphologie, les projets d'aménagement existent mais la société argentine ne souhaite plus supporter ni les travaux nécessaires ni les impacts écologiques et sociaux.

Le tronçon du Haut Paraná est avantagé par ses caractéristiques pour la production énergétique puisqu'il possède en effet une pente plus forte et des rapides. Les impacts sociaux et environnementaux sont importants mais la rentabilisation de l'espace fluvial peut être justifiée par la demande énergétique nationale et plus particulièrement celle de l'aire métropolitaine de Buenos Aires. Dans les années 1970-1980, l'Argentine et son voisin, le Brésil doivent répondre à la demande croissante en électricité générant une « crise énergétique » dans les deux pays. A cette époque, le Brésil choisit de fonder sa matrice énergétique sur la production hydroélectrique, alors que l'Argentine choisit de développer l'énergie pétrolière. Il en résulte un fort déséquilibre dans l'exploitation du Paraná. Du côté brésilien, le fleuve est alors doté d'une multitude de centrales alors que l'Argentine ne lance qu'un seul projet. Le Paraná argentin fait donc figure de fleuve sous-exploité en comparaison de sa partie amont brésilienne.

Notre raisonnement se fonde sur l'hypothèse que la notion de mégafleuve permet d'expliquer la sous-exploitation de la partie argentine. En effet, du fait de sa taille et de ses caractéristiques morphologiques et hydrologiques, le Paraná constitue un environnement où les aménagements demandent une volonté politique extrêmement forte qui se heurte souvent aux jeux des différents acteurs, dont la perception des grands ouvrages diffère en fonction de leur échelle d'action. Le chapitre suivant propose une vision du Paraná du bicentenaire, du point de vue de la production hydroélectrique. Nous y analysons les caractéristiques physiques du mégafleuve ainsi que le jeu des acteurs qui favorisent ou luttent contre la construction de barrages adaptés à la taille d'un tel fleuve, en apportant un regard critique sur les impacts susceptibles d'être générés.

3.1. Le Paraná, une ressource énergétique renouvelable

L'hydroélectricité est un mode de production énergétique largement répandu en Amérique latine. Il connaît un certain renouveau aujourd'hui, après avoir été sujet à de nombreuses critiques. Dans le contexte actuel, la production hydroélectrique, considérée

comme ressource renouvelable, entre dans la catégorie des énergies alternatives. Des discussions sont cependant ouvertes pour déterminer la taille des barrages pouvant générer une énergie « propre », car les grands barrages (>100 MW) sont à l'origine d'impacts environnementaux et sociaux très importants. Ce nouvel engouement pour l'hydroélectricité pose clairement la question de la taille et d'un possible aménagement des mégafleuves qui serait respectueux de l'environnement. Les progrès techniques de ces dernières années offrent aux aménageurs de nouvelles possibilités d'aménagement grâce à la construction de barrages au fil de l'eau sur des fleuves de grande taille tel que l'Amazone (Gasnier, 2009).

Cependant, cette évolution dans la perception des grands ouvrages hydroélectriques, ainsi que les nouvelles possibilités techniques s'inscrivent dans une histoire plus longue (Pinto Martins, 2008). En effet, le sous-continent se distingue par le dynamisme du développement des centrales hydroélectriques depuis une quarantaine d'années. L'hydroélectricité fournit aujourd'hui 57 % de l'énergie électrique consommée dans la région Amérique latine-Caraïbes (représentant 22% de l'énergie potentielle utilisable), bien qu'il existe de forte disparités entre les différents pays (92% au Brésil contre seulement 12% au Mexique) (Organizacion Latinoamericana de Energia, 2010). De plus, ce continent possède quelques-unes des plus grandes installations hydroélectriques mondiales, comme les usines binationales d'Itaipú ou de Tucurui au Brésil et de Yacyretá en Argentine. Selon le rapport de la Commission Mondiale sur les Barrages, 1621 barrages de moyenne et grande taille ont été construits en Amérique latine (World Commission on Dams, 2000). Le Brésil occupe la tête du classement avec 569 retenues, devant l'Argentine qui en compte 101. Ravenga et Muray (1998) ont cartographié les grands barrages (>1 000 MW) dans les 106 plus grands bassins versants du monde. Ils montrent que le bassin du Paraná est le plus équipé avec 14 grands barrages construits (alors que le bassin du Yangtsé en Chine en compte 11 et le Gange 4). Aujourd'hui, selon les organismes de défense de l'environnement, plus de 300 centrales hydroélectriques sont en cours de construction, en projet ou en phase d'étude sur le continent (Arrea, 2005; COAGRET-Coordinador de Afectados por Grandes Embalses e trasvases, 2005). Cependant, les barrages hydroélectriques ne représentent que 24% du total alors que 26% de cet ensemble est destiné à des usages multiples et 18% à la protection des crues (ICOLD International Commission on Large Dams, 1998). L'histoire de la région explique en partie la forte présence de l'hydroélectricité : lors de la période d'industrialisation, les pays dits émergents comme l'Argentine et le Brésil ont eu recours à la construction de centrales afin de répondre à la crise énergétique provoquée par l'augmentation exponentielle de la demande, du fait de la forte urbanisation et du développement des industries locales (Rudnick et Montero, 2002; Bermann, 2005). Le bassin versant du Paraná, qui représente une capacité de production

d'environ 92 000 MW, n'a pas échappé à la construction d'ouvrages et compte aujourd'hui plus de 130 barrages d'une chute supérieure à 10 m, ce qui correspond environ à 60% du potentiel énergétique total du bassin. La majeure partie de la production est concentrée dans les deux plus grandes installations : l'usine d'Itaipú (Brésil/Paraguay :14 000MW de puissance installée) et celle de Yacyretá (Argentine/Paraguay : 3000 MW).

Suite à ce tableau général à l'échelle du sous-continent, il est intéressant de constater que le Paraná argentin ne possède qu'une seule centrale de production hydroélectrique, alors que la partie brésilienne du mégafleuve en compte un nombre considérable. Comment comprendre alors la sous-exploitation du fleuve en territoire argentin ? Le concept de mégafleuve, appliqué au fonctionnement socio-spatial de l'Argentine est-il à même de proposer une explication ?

3.1.1. Potentiel hydroélectrique et crise énergétique : une grille de lecture de l'aménagement du XXIe s.

Les zones de montagne de l'Argentine sont relativement bien équipées sur le plan de l'hydroélectricité : les installations hydroélectriques (>1 000 MW) se localisent principalement dans le Sud et l'Ouest du pays : Río Grande (Córdoba), Alicura, Piedra de Aguila, et El Chocón (Río Negro), à l'exception de Salto Grande (Entre Rios) établi sur le río Uruguay. La CARTE 34 (APPENDICE 1 P. 500) montre ces trois principales concentrations situées dans les provinces de Salta, Mendoza et Neuquén. La production hydroélectrique est généralement avantageuse lorsque les conditions physiques sont réunies, car cette ressource renouvelable permet de produire un kWh très bon marché et les retenues aident au contrôle des crues par la régulation des débits (Conac, 1996). C'est pourquoi les constructions sur le Paraná et l'Uruguay font figure d'exception. En effet, leur faible pente n'est que partiellement compensée par leur débit. Toutes les centrales représentées sur la CARTE 34 (APPENDICE 1 P. 500) ne correspondent pas à des installations de montagne, comme par exemple la centrale del Chocón en Patagonie, qui est une centrale de plaine, mais les aménagements ont été plus faciles car l'échelle de l'infrastructure reste la dimension des réalisations sur les cours d'eau de taille moyenne. L'exploitation des chutes sur les cours d'eau plus modestes est déjà en grande partie réalisée en Argentine. L'avenir de l'hydroélectricité est tourné vers le Paraná, dont l'énergie potentielle est extrêmement importante. Le changement d'échelle des aménagements pose cependant problème, car les infrastructures induites et l'importance des impacts demandent une maîtrise du fleuve à l'échelle du bassin versant.

Le concept de mégafleuve, comme présenté par Latrubesse (2008), met en évidence la morphologie particulière des grands fleuves. Ils s'écoulent de manière anastomosée,

dans des bras multiples séparés par des îles et des bancs de sable, selon une pente généralement assez faible. L'écoulement se fait sur une large surface avec des chenaux de faible profondeur. Dans le cas du Paraná, cette morphologie apparaît en aval de la ville de Posadas : la partie amont du Haut Paraná, et notamment le Haut Paraná brésilien ne répond pas à cette définition. En effet, le système *paranense* s'étend sur une grande superficie et les caractéristiques morphologiques du fleuve évoluent d'amont en aval (CARTE 1 P. 35). Les données physiques du Paraná constituant la base de l'aménagement potentiel du fleuve, le Paraná peut être divisé en trois macro-tronçons, parmi lesquels un seul possède une morphologie « classique » permettant la production hydroélectrique avec un minimum d'investissements (TABLEAU 8) (Halcrow, 1994; Paoli et Schreider, 2000; Thorne, 2002).

Tronçon considéré	Type d'écoulement	Profil du lit	Largeur (m)	Grands ouvrages hydroélectriques (>100MW) (construits et en projet)	Débit moyen (m3/s) Moyenne 1970-2002
Haut Paraná (Source – confluence avec le rio Paraguay)	cours d'eau de plateau avec cascades et rapides	Profil de lit en « marches d'escalier »	150/ 2500 (Posadas, Misiones)	Itaipu (Brésil/ Paraguay) Yacyretá (Argentine/Paraguay)	11.800 (Yacyretá) 16.800 (Paso de la Patria)
Paraná Medio (confluence avec Paraguay/ Diamente)	Large fleuve de plaine ; bras collatéraux, étangs et marécages ; nombreuses îles	Pente moins plus importante de (0.36m/km)	4200 (Corrientes) /2000 (Rosario)	Paraná Medio Chapetón Pati	15.300 (Paraná)
Bas – Paraná (Diamente/ Confluence Rio Uruguay)	Nombreux bras Nombreuses îles longue plaine inondable	Delta	60 000		18 000 (Buenos Aires)

TABLEAU 8 CLASSIFICATION DES DIFFERENTS TRONÇONS DU RIO PARANA ET AMENAGEMENTS HYDROELECTRIQUES REALISES OU EN PROJET.

Dans sa partie argentine, le Paraná est un large fleuve de plaine formé de bras multiples encadrés par une large plaine d'inondation. Sa pente est plus faible (0,36 m/km) que dans sa partie amont d'où une entrave à la production d'énergie (FIGURE 10 P. 104). La pente du fleuve est une donnée importante pour la production hydroélectrique, la force produite par la chute étant transformée en électricité par turbinage. Cette donnée n'est cependant pas suffisante pour établir la rentabilité d'une installation. Il est nécessaire de prendre en compte le débit du fleuve, qui dans le cas du Paraná est suffisant. En effet, le régime hydrologique du Paraná varie peu, avec des crues qui débutent dans les cours inférieur et moyen du fleuve dès octobre-novembre. La crue principale a lieu en décembre et ce n'est qu'en avril que le niveau commence à baisser. Dès le mois de juillet l'arrivée progressive des eaux du Paraguay soutient l'étiage du

grand fleuve. Le débit du Paraná atteint son minimum en août/septembre, et il est rarement inférieur à 10 000 m^3 /s à Corrientes. Sur le temps long, le régime du fleuve montre une succession de cycles, alternativement secs et humides, d'une durée de plusieurs décennies (Giacosa, Paoli et al., 2001; Jaime et Menéndez, 2002). Pendant la période humide 1971-2002, le débit moyen du Río Paraná a été de 18 500 m³/sec. Le débit moyen, toutes périodes confondues, est de l'ordre de 16 800 m³/seconde (Latrubesse *et al.*, 2005).

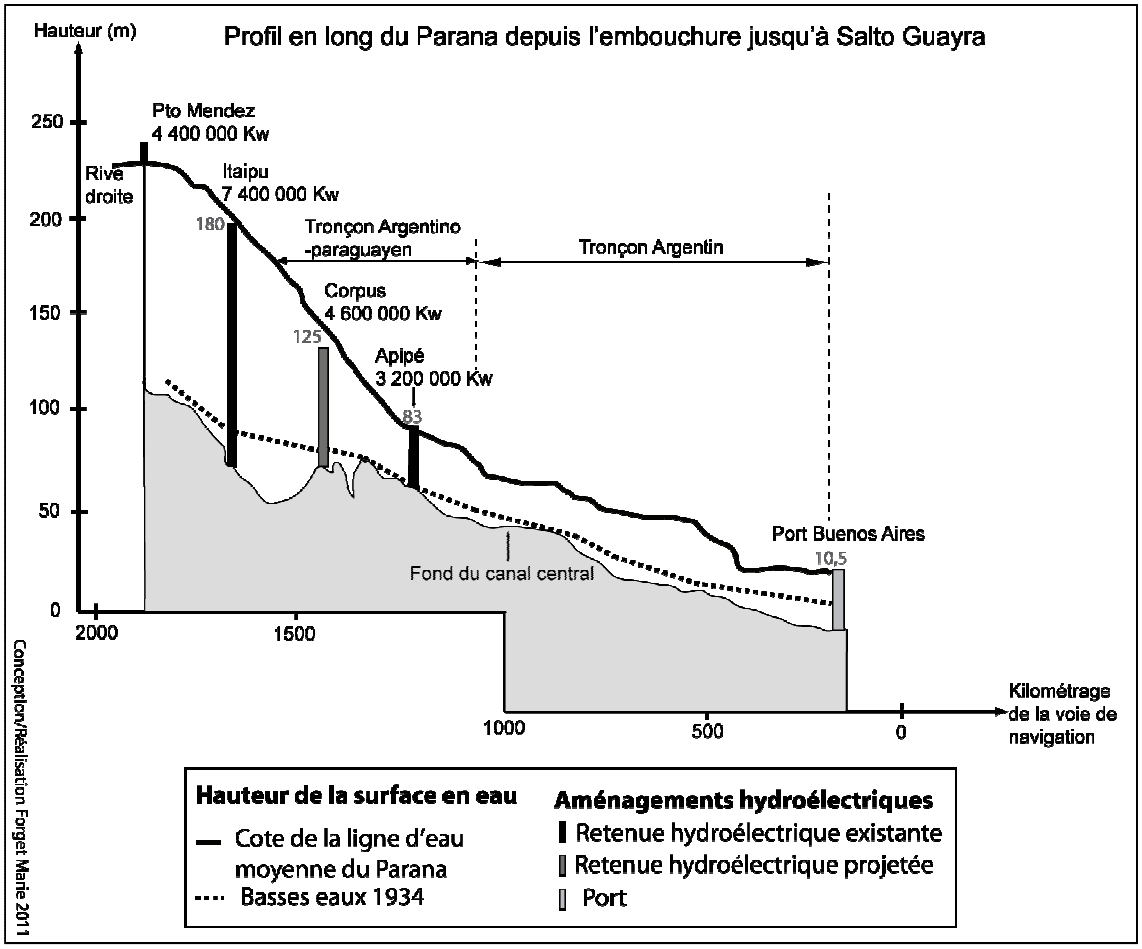


FIGURE 10 PROFIL EN LONG DU PARANA ENTRE L'EMBOUCHURE ET SALTO GUAYRA

La largeur du fleuve conditionne l'accélération du flux. Pour déterminer le potentiel réel du Paraná argentin et les tronçons les plus facilement exploitables, nous avons fait le choix de considérer les paramètres synthétiques de puissance et de puissance spécifique du fleuve, qui sont le résultat de la combinaison des valeurs de pente et de débit. Très peu de mesures sont à notre disposition dans le bassin versant car les différentes stations hydrométriques sont souvent distantes de plusieurs centaines de kilomètres. Les enregistrements sont intégrés dans un paramètre extrapolable aux tronçons du fleuve ne possédant pas de station. La puissance spécifique permet ainsi de quantifier le potentiel énergétique exploitable. Elle a été calculée avec la formule suivante (Bravard et Petit, 2000) :

$W=(\rho g * Q_{pb} * p)/l$ (W/m²)

avec Q_{pb} (m^3/s) = Débit plein bord avec un temps de retour de 1.5 an (courbe de Gumbel)

p (m/m) : pente

ρg : constante

l (m) : largeur moyenne de la section (en période de hautes eaux).

La largeur du fleuve a été mesurée sur les images satellitales Landsat TM (2009) en période de hautes eaux, en ne considérant que les surfaces en eau (la largeur des îles et des bancs de sable a été retranchée à la largeur totale du mégafleuve), selon un pas de 10 km entre les différentes stations. La pente du fleuve a été mesurée selon les zéros des échelles hydrométriques locales, sur les six tronçons. (ANNEXES 1.3 P. 514). La FIGURE 11 résume les résultats obtenus : les puissances spécifiques calculées sur la période 1906-2009 sont assez faibles et quasiment constantes sur la totalité du cours du Paraná argentin (TABLEAU 16 APPENDICE 1 P. 500). En revanche, les puissances brutes montrent une dissymétrie importante entre les branches du Haut Paraná au niveau du saut d'Apipé (et de la ville d'Itatí) et le reste du fleuve.

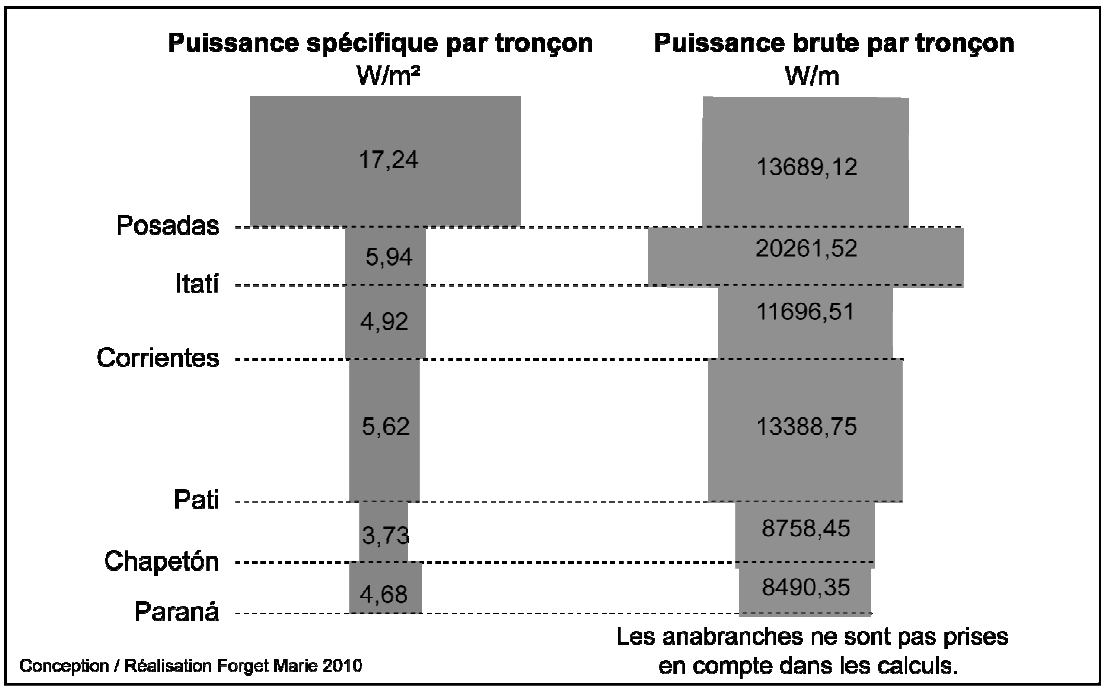


FIGURE 11 SYNTHESE DES PUISSANCES SPECIFIQUES ET DES PUISSANCES BRUTES DU PARANA SUR SON COURS ARGENTIN

La configuration physique du Paraná est donc une limite importante à la production hydroélectrique. Il resterait à déterminer la puissance requise pour que la production hydroélectrique soit rentable. En effet, le seuil de puissance discriminant les tronçons rentables n'a pas été calculé sur le Paraná. Ces calculs sont à envisager dans des travaux ultérieurs, car nous n'avons pas eu le temps de collecter un grand nombre de données. Il s'agirait en outre de calculer le seuil de rentabilité (euros/kWh) pour lequel le prix de

revient (R= ratio des dépenses totales sur la quantité d'énergie produite) est inférieur aux bénéfices produits. Ce seuil dépend des caractéristiques physiques du fleuve, mais également du choix des turbines et des caractéristiques de l'ouvrage réalisé.

De plus, environ 700 km séparent Buenos Aires du Haut Paraná[36], l'unique tronçon offrant une exploitation économiquement viable où a été construite la centrale hydroélectrique de Yacyretá et où se projette la construction de Corpus Christi (Halcrow, 1994; Paoli y Schreider, 2000; Thorne, 2002) (Tab 1). Des projets colossaux ont par ailleurs été pensés pour le tronçon moyen du Paraná mais ils ont été abandonnés du fait de l'importance des investissements nécessaires et des impacts sociaux et environnementaux que la société n'était pas prête à supporter (Bosovitch 1997, Coronel M. Basail, 1995).

Ces grands projets hydroélectriques s'inscrivent dans l'histoire de l'Argentine. Ce n'est qu'à partir des années 1930 que se profilent les premiers plans d'aménagement et que l'on voit le Paraná comme une solution possible à la crise énergétique que connaît le pays. Bien que les plans d'aménagement n'apparaissent pas immédiatement dans le discours des Etats, émergent une série de traités indispensables à l'élaboration des planifications futures. Les rapports, conférences, résolutions, échanges diplomatiques qui s'échelonnent entre 1932 et 1955 aboutissent au Traité de la Cuenca de la Plata en 1979 (Comision Mixta Argentino-Paraguaya del rio Paraná, 1992).

Avant même la signature de ce Traité international décrivant les conditions d'exploitation des cours d'eau partagés dans le bassin, on trouve dans la littérature argentine des textes ventant le mérite de l'exploitation des ressources naturelles comme l'hydroélectricité, et déplorant le retard pris par l'Argentine dans ce domaine Par exemple, le rapport de la Commission chargée de la planification hydroélectrique, daté de 1958, considère le projet d'exploitation du Paraná comme une manière de stimuler l'économie du pays. Cette commission introduit le contexte de l'époque, permettant de comprendre la situation nationale qui connaît une « véritable révolution industrielle (…) C'est le temps de la conquête spatiale, de l'électricité et de la mécanique où l'énergie physique remplace l'énergie humaine (…) Il est douloureux de constater qu'en ce qui concerne l'énergie électrique, nous sommes un pays peu évolué. Le littoral occupe une place discrète, mais des zones intérieures immenses sont très en retard. (…) Pour que l'Argentine puisse progresser, nous devons développer au maximum les possibilités au moyen de techniques modernes utilisant de l'énergie électrique bon marché, permanente et abondante. C'est seulement avec cette aide qu'il sera possible d'intégrer les grandes ressources naturelles dont Dieu a doté notre vaste territoire. (…) L'eau est notre première et meilleure possibilité, aujourd'hui inexploitée : profiter de ses eaux, c'est

[36] Tronçon de Confluencia à Puerto Iguazú en territoire argentin

créer une richesse. Il suffit qu'une roue intercepte un courant liquide pour que son énergie se transforme en richesse, devenant utile pour toujours (…). Les fleuves argentins peuvent produire 20 fois plus d'énergie électrique que la consommation actuelle du pays. » (Comision Asesora de Planificacion Hidroelectrica, 1958). C'est d'ailleurs la même année qu'est approuvé le décret législatif chargeant l'entité nationale d'Agua y Energia d'étudier la faisabilité de la création d'une série de barrages sur le cours du Paraná Moyen (Basail, 1995).

3.1.2. La maîtrise incomplète des changements d'échelle

Si le débit et la pente permettent de produire une grande quantité d'énergie, la largeur d'un fleuve peut poser de sérieux problèmes d'aménagement. En effet, celle-ci est importante et varie en fonction des tronçons, selon l'ajustement du fleuve aux débits solides et liquides qu'il véhicule. La FIGURE 12 (P.108) montre la variabilité du Paraná Moyen, qui possède une largeur moyenne homogène sur toute la longueur du fleuve, avec un progressif élargissement vers le delta. En revanche, si l'on considère l'ensemble des mesures réalisées sur les images Landsat TM de 2009 en période de hautes eaux, la largeur du fleuve varie de manière importante. En effet, la largeur minimale entre les différents tronçons est comprise entre 600 et 2000 mètres soit du simple au triple alors que la valeur maximale varie entre 3200 mètres et 5600 mètres. Ces mesures permettent de comprendre la complexité de l'exploitation du côté argentin. En effet, sur les cours d'eau de taille plus modeste les barrages se font généralement sur un bras unique ou deux bras interrompus par une île de faible taille. Lors de la préparation des plans d'exploitation du mégafleuve, il a fallu considérer les potentiels offerts et adapter la réponse par des projets offrant une possibilité technique de réalisation.

Devant la demande croissante en énergie, avec une matrice énergétique peu diversifiée, une forte dépendance vis-à-vis des hydrocarbures, les gouvernements décident de s'intéresser au fleuve en prenant modèle sur le grand voisin brésilien. Dans les années 1970, on assiste en Argentine à une « course au barrage » avec le lancement de trois projets de construction de barrages sur le Paraná, mais un seul a été réalisé. Le second est encore en projet et le dernier a été abandonné. La volonté de mettre en exploitation le Paraná relève de considérations géopolitiques plus qu'énergétiques, avec un État fort et désireux d'investir dans les grands ouvrages. Ces infrastructures ont certes pour objectif d'atteindre l'autosuffisance énergétique en diversifiant la matrice énergétique, mais elles sont surtout un moyen de faire valoir les droits nationaux sur l'exploitation du Paraná et ainsi positionner le pays par rapport au Brésil sur la scène géopolitique (PARTIE 3 P 328).

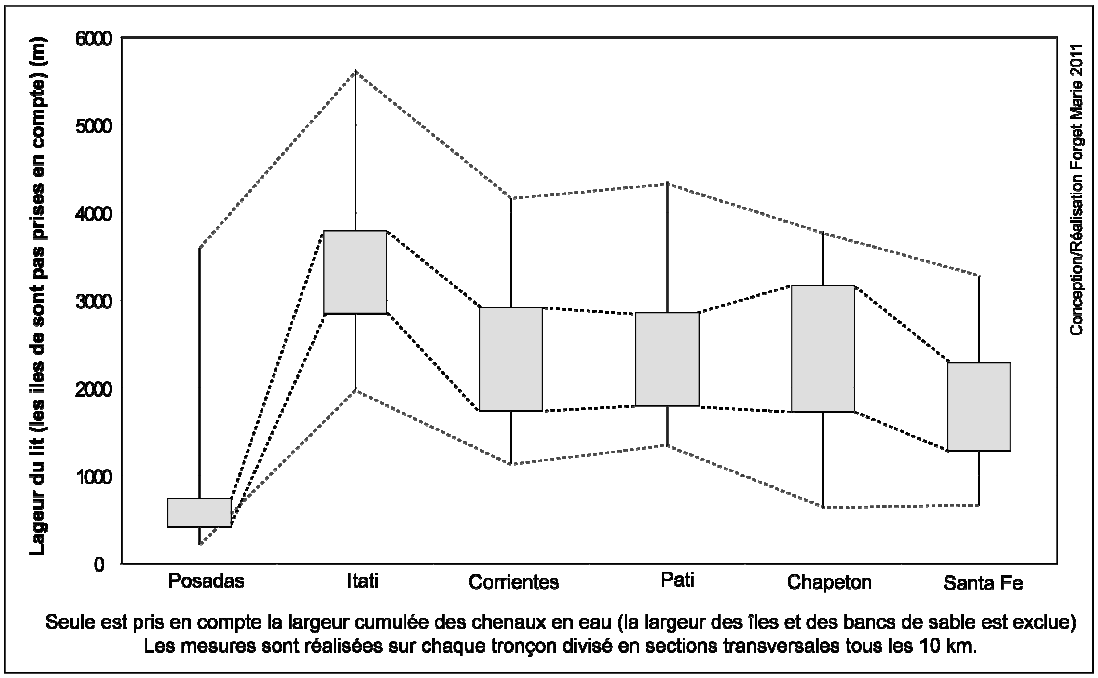
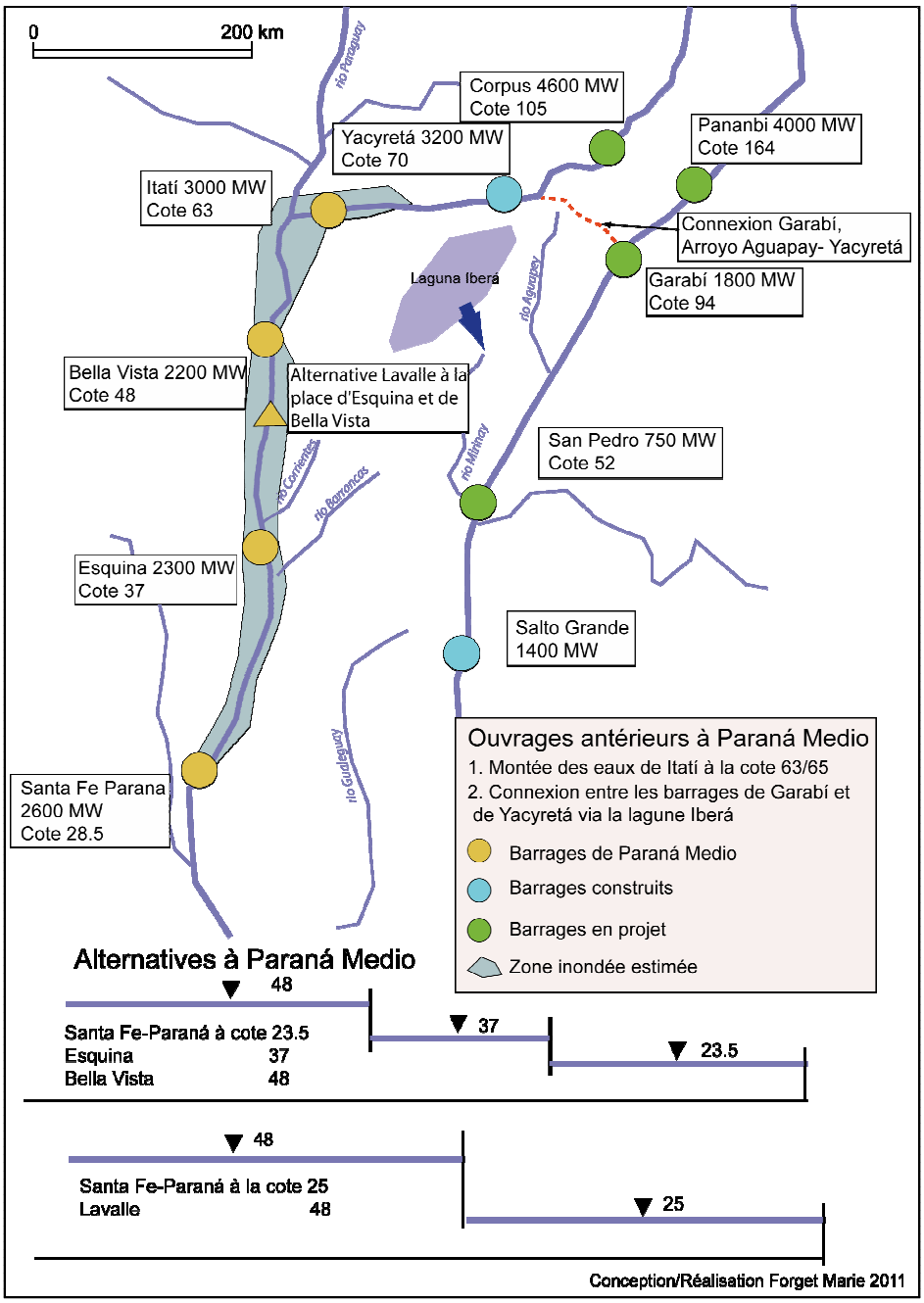


FIGURE 12 « BOITES A MOUSTACHES » REPRESENTANT LA VARIABILITE DE LA LARGEUR DU PARANA ENTRE POSADAS ET CORRIENTES.

Dans cette optique, des projets pharaoniques sont imaginés, mais la configuration du fleuve rend difficile la mise en exécution des plans, qui pourtant semblent pourtant prometteurs. Le meilleur exemple est celui de Paraná Medio. Ce projet est un ouvrage envisagé dans les années 1970 pour exploiter les eaux du Paraná entre les villes de Paraná-Santa Fe et de Confluencia, où le débit du fleuve est le plus important (16 500 m^3/s) avant d'atteindre le delta. Il est la preuve de la capacité étatique à proposer des études d'ouvrages de très grande dimension durant les vingt années d'existence de l'entité « Agua y Energia Electrica de la Nacion », avec la dépense de millions de dollars pour la réalisation de projets de faisabilité (Bosovitch, 1997). A l'époque de la préparation du projet (avril 1972), la priorité est donnée à l'exploitation hydroélectrique, le prix du pétrole ayant été multiplié par sept lors de la crise de 1972/73. Dans les commissions et les groupes de travail, les intérêts relatifs à la navigation fluviale, aux réseaux portuaires, à l'irrigation ou encore à l'évaluation de risques ne sont pas pris en compte : les personnes travaillent essentiellement sur les questions d'hydroélectricité, comme cela s'était passé avec le projet de Yacyreta-Apipé. Ce barrage est cependant parfois présenté, selon les opportunités, comme une amélioration potentielle de la navigation fluviale. Après de nombreux retards, le projet réapparaît dans la planification nationale en 1992, mais contrairement à ses débuts, engendre un certain nombre de questions sur les impacts environnementaux de l'ouvrage.

En effet, le projet comporte la réalisation de trois barrages en escaliers permettant de remonter le niveau de l'eau à la cote maximale de 28/29 mètres au-dessus du niveau de la mer, créant un lac de barrage de très grande dimension. La superficie inondée serait

de l'ordre de 15 000 km², affectant les écosystèmes naturels du fleuve entre les villes de Santa Fe et de Corrientes sur plus de 600 km (CARTE 7).



CARTE 7 OUVRAGES PREVUS PAR LE PROJET DU BARRAGE DE PARANA MEDIO, D'APRES BOSOVITCH, 1997

Le barrage principal serait situé sur l'île de Chapetón, à 30 km au Nord de Santa Fe (km 637 de la voie navigable) ; il barrerait le Paraná dans toute sa largeur (8 km) et serait accompagné d'une digue de plus de 250 km de long allant jusqu' à la ville de Reconquista en rive droite du fleuve (Ministerio de Obras Publicas, 1983). La centrale prévue sur l'île de Chapetón et une ou deux centrales installées en amont (CARTE 7) pourraient en effet fonctionner pendant les périodes d'étiage grâce à l'utilisation des eaux accumulées dans la lagune d'Ibera et des affluents au régime hydrologique

complémentaire (du Rio Garabi au Rio Uruguay). Ces centrales auraient des capacités installées inférieures à celles des centrales classiques mais produiraient plus d'énergie annuellement (34070 GW/h/an) avec moins de mégawatts (6000 MW), ce qui permettrait à l'Argentine d'économiser environ 8.3 millions de m^3 de pétrole (Ministerio de Obras Publicas, 1983; Basail, 1995).

Les barrages projetés sur le Paraná Medio se situent à l'aval de la confluence du Bermejo et du Paraná, alors que le Bermejo fournit au Paraná environ 80% des sédiments apportés au delta. C'est pourquoi la régulation du régime et des flux sédimentaires de ce cours d'eau doivent être bien étudiées pour éviter que les barrages affectent indirectement la dynamique de sédimentation du fleuve. Un sacrifice écologique d'une telle ampleur serait-il justifié pour une exploitation hydroélectrique globalement assez peu rentable au regard des impacts générés ? Comme le montre la CARTE 7 (P. 109), un autre projet voit le jour en même temps que Paraná Medio : le projet de Corpus (Misiones), qui concerne le lieu où le fleuve possède une configuration physique optimale pour l'exploitation hydroélectrique, avec un coût de production très certainement inférieur et un impact environnemental bien inférieur. Le barrage de Corpus pourrait se construire à Pindoí à l'entrée du canyon gayarense ; le lac de barrage s'étendrait alors jusqu'aux Sete Quedas ou Salto Guaíra au Brésil. Sur le site retenu de Pindoí, il est en effet possible de faire monter le niveau jusqu' à la côte 105, hauteur garantie pas le Traité Trinational de Corpus-Itaipu conclu en 1979 entre l'Argentine et le Brésil (PARTIE 3 P. 328). Ce traité international est le premier à réguler les projets hydro-énergétiques des deux grandes puissances du cône Sud dans leur « course » à l'équipement du Paraná.

3.2 Des grands travaux pour une autosuffisance énergétique

La crise pétrolière de 1973 a permis de prendre conscience de la dépendance énergétique de l'Argentine. Les solutions d'exploitation du Paraná apparues dans la littérature une vingtaine d'années plus tôt se heurtent aux problèmes liés au continuum amont-aval du Paraná et non plus uniquement aux questions de souveraineté territoriale. Les intérêts énergétiques impliquent la prise en compte de la dépendance amont-aval entre les différents territoires, indépendamment de leur nationalité. En effet, dès le début des années 1950, le Brésil commence à prospecter de manière plus active le long des eaux du Paraná, à la recherche de nouvelles sources d'énergie (Lima, 1995; Kelman, 1999). Juan Perón indique clairement la volonté de l'Argentine de défendre ses droits pour l'usage du Paraná afin de ne pas laisser s'installer une tutelle brésilienne sur l'utilisation du potentiel hydroélectrique (Da Rosa, 1983). La signature du traité de Yacyretá (calqué sur le traité binational d'Itaipú entre le Brésil et le Paraguay, pour la

construction du complexe hydroélectrique homonyme sur le río Iguazú) illustre la nécessité de gérer l'usage de l'eau en tenant compte des « externalités négatives » engendrées sur les usines en aval. L'eau est reconnue comme une rente économique lors de la rédaction des différents traités internationaux (Rojas, 1975). Un pays possédant une partie de la puissance hydraulique possède également une partie du revenu potentiel, qu'il exploite ou non la ressource.

C'est en 1957, dans le discours du Vice-président Rojas qu'il est, pour la première fois, fait mention des problèmes énergétiques comme une des questions les plus importantes traitées par le Plan de Rétablissement Economique de la Révolution Libératoire (Levinton, 2007). Il mentionne la matrice énergétique du Brésil fondée à 80% sur l'hydroélectricité alors que la place de celle-ci en Argentine est réduite à 6%.

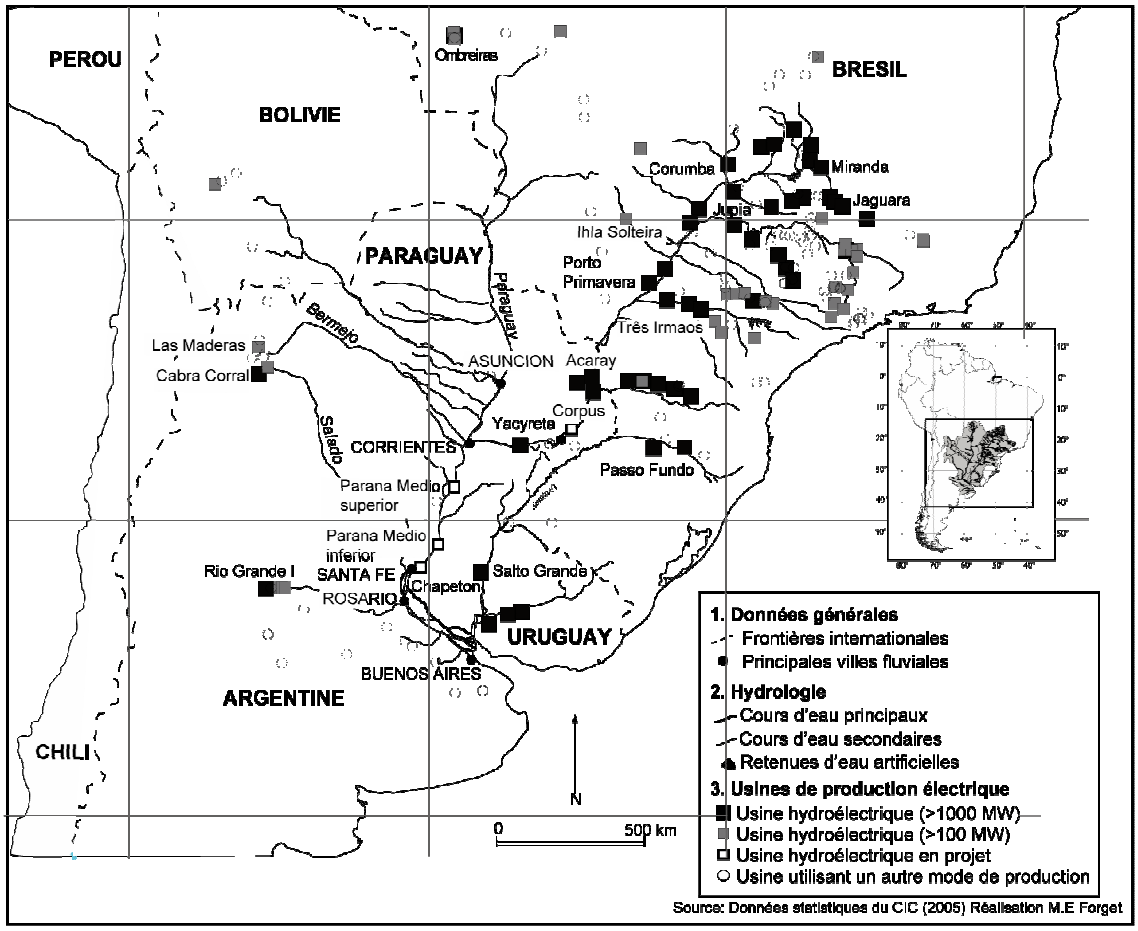
3.2.1. Des vides et des pleins : les retenues hydroélectriques du Paraná

Le Brésil commence à construire des barrages de manière beaucoup plus précoce que l'Argentine. Les premiers barrages sur le Paraná sont construits dès la fin du XIXe siècle, avec un pic de construction dans les années 1950-1960 quand le pays passe à une structure économique fondée sur les activités agro-industrielles et une urbanisation croissante. L'Argentine connait elle aussi une modification de sa structure économique, mais les gouvernements successifs préfèrent privilégier l'approvisionnement énergétique par l'exploitation des réserves d'hydrocarbures des provinces du Sud. La matrice énergétique des deux pays commence à diverger dès le début du XXe siècle, période durant laquelle le Brésil couvre 72% de l'énergie consommée grâce à l'hydroélectricité (ANA, 2005).

Après 1950, le bassin versant brésilien du Paraná compte environ 150 usines hydroélectriques qui transforment ces tronçons en une succession de réservoirs avec une capacité installée totale de 38 916 MW susceptible de produire environ 60% de la l'électricité du pays (ANEEL, 2002). L'exploitation du Paraná entre dans un plan d'aménagement énergétique plus vaste. En effet, en 2000, sur les 979 barrages répertoriés en Amérique du Sud, 594 se trouvent au Brésil, et la majorité est utilisée pour la production d'énergie (World Commision on Dams, 2000). Plus précisément, selon l'ANEEL (2008), le parc de production brésilien compte actuellement 677 installations hydroélectriques dont 159 grandes usines hydroélectriques (UHEs), 299 petites centrales (PCHs) et 219 centrales de production hydroélectriques (CGEs). En juin 2008, l'Operador Nacional do Sistema Electrico dénombre 101 nouvelles installations en construction dont 21 UHEs et 79 PCHs.

Sur le chenal principal du Paraná brésilien, se succèdent quatre retenues de grande importance : **1. Ilha Solteira,** le 3ème plus grand barrage du Brésil avec 20 turbines

d'une puissance totale de 3 444 MW ; **2. Jupiá** ; **3. Porto Primavera** qui est la deuxième plus grande retenue du Brésil. Depuis le remplissage final de la retenue en 2001, le barrage utilise le turbinage au fil de l'eau ; la régulation du débit du Paraná étant assurée par les réservoirs situés en amont (CARTE 8) **4. Itaipú,** le plus puissant du Brésil. Deuxième plus grand barrage du monde après celui des Trois Gorges en Chine (Sanjuan et Béreau, 2001), il possède une puissance installée de 14 000 MW et fournit 95% de l'énergie consommée au Paraguay et 24% de celle consommée au Brésil (Itaipu Binational, 2006).



CARTE 8 DESEQUILIBRE DES AMENAGEMENTS HYDROELECTRIQUES DU RIO PARANA

L'inexploitation du Paraná argentin (CARTE 8) est la conséquence de la morphologie du fleuve, moins favorable à l'exploitation hydroélectrique, et d'une volonté politique moins forte qu'au Brésil. Bien qu'à la fin des années 1970, lors du lancement du projet d'Itaipú, le gouvernement argentin ait développé une politique de construction de grands ouvrages, seul Yacyretá a vu le jour. Lancé en 1984, le barrage de Yacyretá a été achevé en février 2011, 27 ans après le début de sa construction.

3.2.2. Le barrage de Yacyretá : un intérêt croissant

Aujourd'hui hautement stratégique, Yacyretá produit un tiers de l'énergie hydroélectrique du marché argentin. Le site de construction se situe sur le Haut Paraná en aval de la ville de Posadas. Les grands ouvrages du barrage s'étendent entre la ville d'Ayolas sur la rive paraguayenne et la ville argentine d'Ituzaingó (PHOTO 14).

Le premier projet de Yacyretá devait se réaliser exclusivement en territoire argentin, de façon à ce que les eaux turbinées restent en territoire national, pour éviter la nécessité d'un traité international avec un quelconque pays étranger.

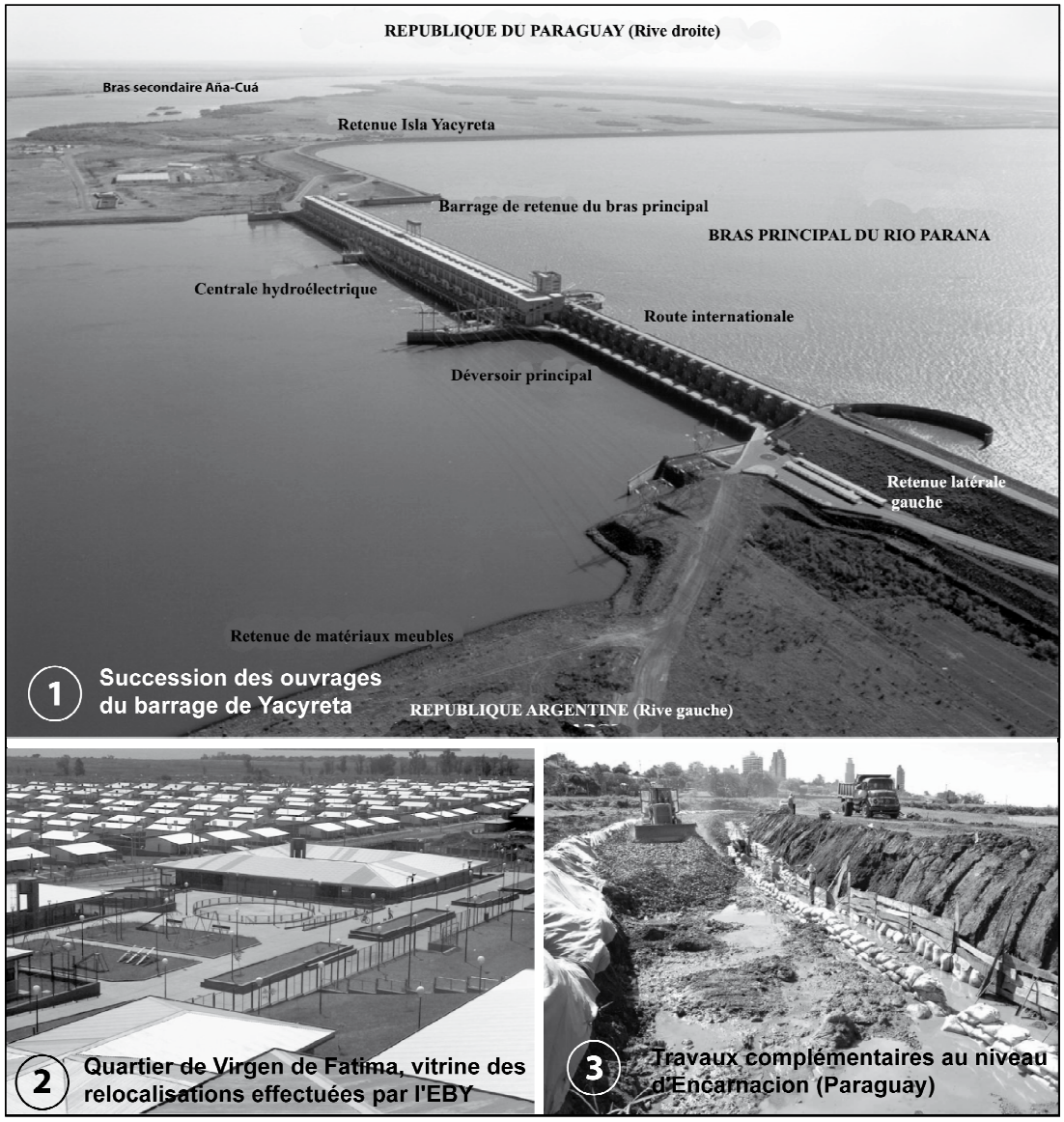


PHOTO 14 LE BARRAGE DE YACYRETA (SOURCE EBY).

Au fil du temps, l'État adapte les plans d'exploitation du Paraná à la taille du mégafleuve. La maîtrise des échelles se fait de manière progressive. Les plans d'amortissement des investissements devaient, dans le premier projet, se faire par le

biais de la vente de l'électricité aux provinces de Corrientes et de Misiones, et des péages pour l'usage du chenal de navigation. Les préparateurs du traité ne connaissent cependant pas bien le niveau d'industrialisation des provinces de Misiones (exploitation de Yerba Maté) et de Corrientes (élevage). Leurs industries ne permettent pas d'absorber la production électrique avec leurs usines faiblement consommatrices et extrêmement dispersées dans les deux provinces.

Le projet présenté au Congrès est rejeté du fait du faible potentiel des chutes du côté argentin, ce qui rend inutile un tel investissement. La Chambre des Députés de la Nation, approuve la construction d'une centrale hydroélectrique en 1960, à condition que celle-ci change d'échelle[37] (Levinton, 2007; Levington, 2010).

Le barrage de Yacyretá naît de la conjonction des besoins en énergie et de l'intégration régionale fondée sur des projets concrets (Levinton, 2007). Malgré une situation géopolitique qui semble se détendre, l'Argentine s'empresse de lancer la construction de la centrale pour faciliter la recherche des fonds avant que les institutions internationales n'accordent des prêts importants au Brésil pour la construction d'Itaipú (Carretoni, 1998) ; Schilling, Guglialmelli et al., 1974; Levinton, 2007).

La planification finale se fait entre 1973 et 1979, mais Yacyretá n'a jamais fait l'unanimité : tour à tour considérée comme un « modèle de corruption » (expression célèbre de la décennie 1990 de Carlos Menem, ex-président argentin) ou encore comme une « grande frustration nationale » (Carretoni, 1998), elle est également considérée comme « la plus grande entreprise de la Nation » (discours de C.F. de Kirchner, *La Nacion*, 11 novembre 2010). Les recherches que nous avons menées sur le barrage ont été relativement difficiles car les informations émanaient d'un extrême ou de l'autre. Notre travail a donc été guidé par la confrontation des sources officielles et officieuses, ce qui permet de produire l'information la plus objective possible.

Les conséquences sociales, économiques et environnementales ne sont en effet pas perçues de la même façon par les populations subissant les impacts et voyant leur condition de vie se dégrader, que par les promoteurs de cette énergie renouvelable permettant de soutenir la croissance industrielle. En analysant la disjonction des perceptions, il nous est apparu qu'elle est souvent le fait d'impacts négatifs et de bénéfices qui, géographiquement ne se superposent pas. En effet, la production hydroélectrique générée par la construction du barrage ne profite que très peu au développement local comparé au potentiel électrique offert à la région capitale.

L'opposition centre/périphérie et acteurs publics/ privés pose les questions des modalités d'aménagement du fleuve. Au début de la planification de la centrale, les lois

[37] « L'option la plus rationnelle est de mener à bien un projet binational en obtenant des fonds internationaux »

argentines définissent sa zone d'implantation comme étant sous juridiction nationale[38], statut modifié par la réforme de la constitution de 1994. A cette date, les provinces sont considérées comme des unités autonomes ayant le pouvoir de décision sur toutes les questions relatives à leur propre territoire. D'âpres négociations naissent au sujet de la compensation au bénéfice des provinces supportant les impacts négatifs générés par le lac de retenue.

L'État réaffirme sa souveraineté sur le fleuve en fixant le montant des compensations pour les provinces de Corrientes et de Misiones. Celles-ci souhaitaient en contrepartie recevoir un pourcentage des bénéfices de la vente de l'énergie. Ces tensions entre les différents échelons administratifs de la Nation sont amplifiées par les choix faits par Buenos Aires qui décide de privilégier la réalisation des ouvrages principaux de la centrale. Entre 1983 et 2003, le manque de capitaux ne permet pas de réaliser en même temps les ouvrages principaux et complémentaires. Les principales économies sont alors faites sur ces derniers. Or ils doivent permettre de compenser les impacts sociaux dans les provinces touchées par la montée des eaux dans le lac de retenue.

Le gouvernement n'investit pas davantage dans les services publics (hôpitaux, écoles…). Les populations locales « se retrouvent alors confrontées à l'impact provoqué par les nécessités de l'économie politique nationale de l'Argentine » (Lins Ribeiro, 1995, 2003). C'est en effet à la même époque qu'émerge l'idée de produire de l'électricité à une cote réduite, c'est-à-dire avancer les travaux principaux jusqu'à ce que les ouvrages complémentaires soient absolument indispensables (Carretoni, 1998). Jusque dans les années 2000, le projet avance par sauts de puce avec des expulsions faites au rythme de la montée du niveau des eaux dans le barrage. Les personnes habitant le territoire n'ont pas la possibilité de s'exprimer même si l'on commence à voir apparaître des mouvements de contestation. La vision politique du projet qui donne à Buenos Aires le contrôle de l'énergie produite et de l'avancement des travaux, ne permet pas d'envisager un développement local.

L'énergie produite à Yacyretá est, dès la conception du barrage, destinée à l'exportation. Très peu de considération est apportée au développement local des régions souffrant des principaux impacts. Par ailleurs, cette stratégie de développement national est également présente pour les autres projets hydroélectriques comme celui du barrage de Paraná Medio. Sur les 3000 MW installés, il est prévu la construction de 4 lignes à haute tension de 500 kV, reliées au Système Interconnecté National, mais avec des zones d'affectation prioritaires vers le Grand Buenos Aires, la région Litoral et celle de Córdoba (Ministerio de Obras Publicas, 1983). A partir de 2003, les discours changent grâce à l'évolution de la situation de l'Argentine dont l'économie est favorisée

[38] Ley de Energia Electrica n°15.336, Buenos Aires, 1960

par une série de mesures privilégiant les exportations, expression de la croissance économique qui compte parmi les plus importantes du monde entre 2003 et 2005 (Todesca, 2006).

Un accord du Ministère des Travaux Publics et de la Planification en 2004 permet l'approbation du Plan de Terminacion Yacyretá (PTY) et le développement d'une planification régionale sans distinction entre rive droite et rive gauche. Le plan d'organisation spatiale comprend deux grands axes : l'AMeP (Aire Métropolitaine de Posadas) et le Plan Stratégique de développement urbain d'Encarnacion. Le PTY monte une structure qui intègre les villes situées de part et d'autre du fleuve, dont l'axe fluvial est l'axe principal. La décomposition régionale semble peu à peu se réduire après le grand désordre constitutif à la mise en place du projet de Yacyretá (Levington, 2010).

Ce désordre est en partie occasionné par la mise en place précipitée du barrage : il doit en effet répondre à une crise énergétique qui prend de l'ampleur au long du XXeme siècle. L'émergence des économies argentine et brésilienne augmente les besoins en énergie tant pour la consommation particulière que pour la consommation industrielle. L'hydroélectricité semble alors être la meilleure réponse.

3.2.3 L'hydroélectricité pour répondre à la crise énergétique ?

La politique de construction de grands barrages est relancée dans les années 1990 avec les projets de Corpus et de Paraná Medio. Ces projets étaient laissés à l'abandon depuis de nombreuses années. Entre 1989 et 1994 la demande énergétique a cru de 30,2%, les projections à l'horizon 2015 montrent une consommation de 28 000 GWh supplémentaires que ne parviendrait pas à satisfaire le turbinage des eaux de Yacyretá (20 000 GWh/an à son plein potentiel, dont seulement la moitié sera argentine) (FIGURE 13 P.117). Le déficit en 2015 serait de l'ordre de 20 000 GWh, dont 10 000 GWh pourraient être rachetés au Paraguay. Un déficit de l'ordre de 18 000GWh au minimum[39] resterait à couvrir. Face à cette situation, Paraná Medio serait en mesure d'apporter 33 000 GWh/an au système électrique argentin (Margalef, 1983; Ministerio de Obras Publicas, 1983; Basail, 1995).

39 Réévaluation de 2009

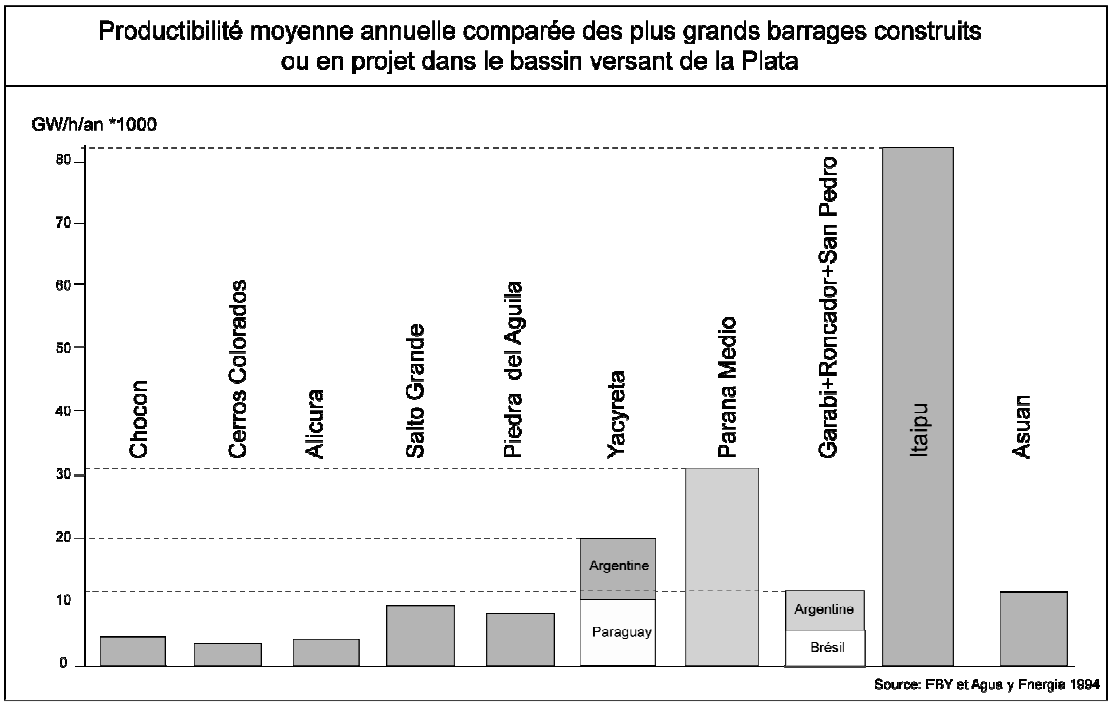


FIGURE 13 PRODUCTIBILITE MOYENNE ANNUELLE COMPAREE DES RETENUES HYDROELECTRIQUES DU BASSIN DE LA PLATA, D'APRES (BASAIL, 1995)

La crise énergétique argentine est alors liée à l'industrialisation du pays et au fort taux de croissance de l'urbanisation qui caractérisent à cette époque l'Amérique latine. Loin d'être résolue rapidement, cette disjonction entre l'offre et la demande en énergie est devenue une donnée persistante dans les pays émergents tels que le Brésil, l'Argentine et le Chili dans le Cône sud. En Argentine, cette crise culmine en 1973 puis en 2004, bien que les coupures électriques soient toujours d'actualité en 2010. Les fondements de la crise sont simple : la matrice énergétique argentine, basée sur l'utilisation des hydrocarbures, ne permet pas de répondre à une demande sans cesse croissante (FIGURE 14 P. 118). Les types de production choisis s'expliquent par leurs atouts et contraintes respectifs. Les coûts de construction sont nettement inférieurs dans le cas d'une centrale thermique; le temps d'entrée en service de 1 à 2 ans doit être comparé avec la durée de construction des retenues en Amérique Latine qui est de l'ordre de 10 à 12 ans. De plus, les centrales thermiques peuvent être construites à proximité des centres de consommation et enfin les zones affectées par ces installations sont plus réduites. Cependant le coût de fonctionnement des centrales thermiques est corrélé au prix du baril de pétrole à l'importation et, de ce fait, à la conjoncture économique mondiale.

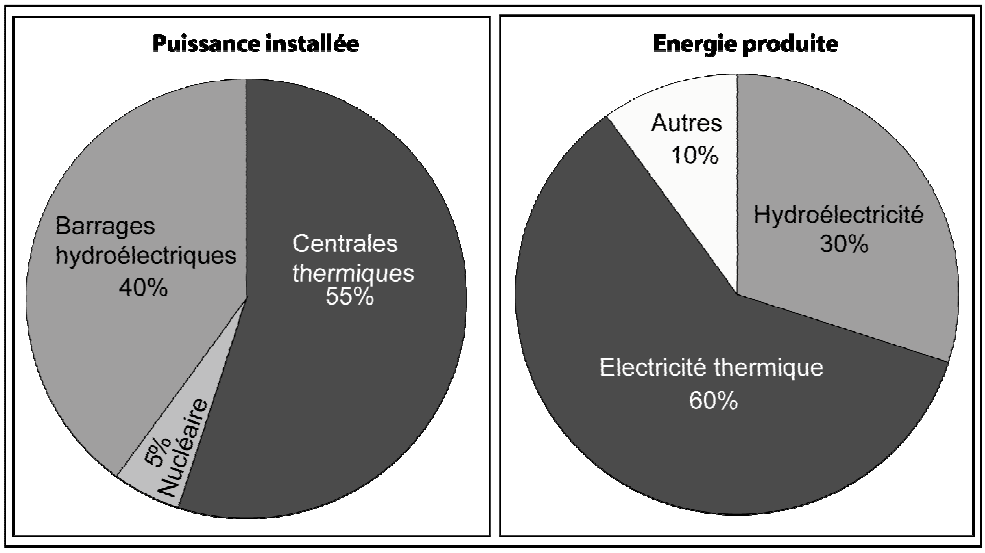


FIGURE 14 TYPES ET MODES DE PRODUCTION DE L'ELECTRICITE EN ARGENTINE (FORGET, 2009)

Le pays est principalement approvisionné en électricité par des centrales thermiques fonctionnant au pétrole et au gaz[40] (FIGURE 14, FIGURE 15). L'importation de gaz bolivien (environ trois fois moins cher que celui produit dans le pays) a une incidence sur l'équilibre des coûts de production. Les prix de l'électricité à la vente sont fixés par le gouvernement et ne suivent pas l'évolution des prix de production. Il n'existe donc pas de fonds générés par la vente d'électricité permettant d'investir dans les infrastructures de distribution et de consommation, ce qui provoque des dysfonctionnements dans le système (Cont et Navajas, 2004).

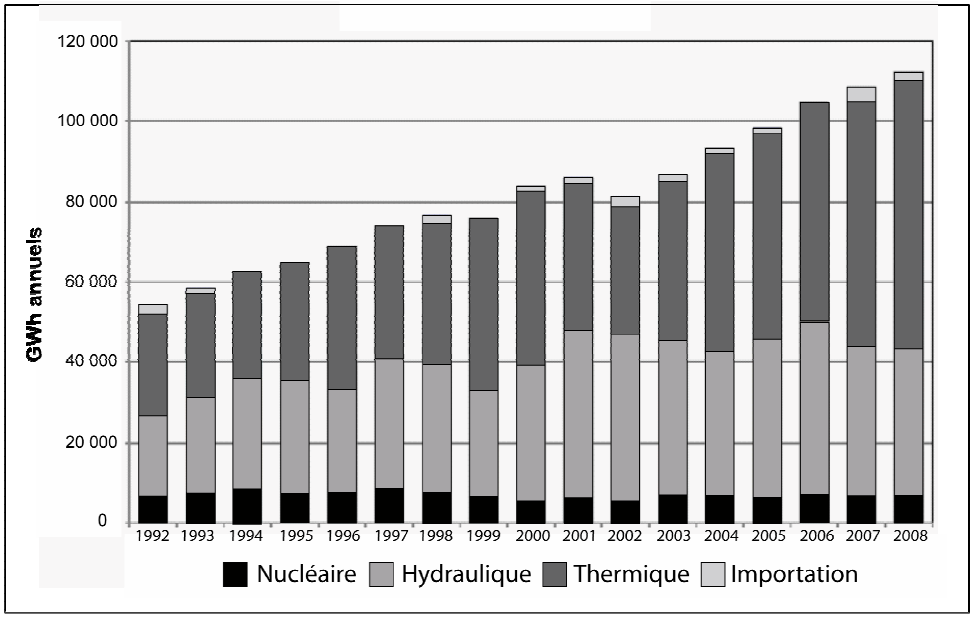


FIGURE 15 PRODUCTION ANNUELLE D'ELECTRICITE EN FONCTION DES TYPES D'INFRASTRUCTURES SOLLICITES (SECRETARIA ENERGIA, 2010). SOURCE CAMMESA, 2010

40 L'Argentine importe aujourd'hui du gaz de Bolivie pour faire fonctionner ses centrales thermiques (97% du gaz importé est utilisé dans ces centrales)

Depuis février 2004, par manque de gaz, les grands utilisateurs de ce combustible (industries et centrales thermiques) ont souffert d'importantes coupures d'électricité ou de restrictions de consommation. Entre février et mai 2004 les coupures ont représenté une moyenne de 9.5 millions de m^3 de gaz par jour, ce qui correspond à 13% de la consommation industrielle. Entre les marchés du gaz et de l'électricité il existe une corrélation et il n'est pas étonnant que les déséquilibres dans l'industrie du gaz se répercutent dans celle de l'électricité. C'est une des raisons pour lesquelles la centrale de Yacyretá a été achevée dès fin 2010.

Depuis 2006, un nouvel engagement de l'État est perceptible dans la diversification de la matrice énergétique de l'Argentine : croissance de l'énergie primaire générée par la production hydroélectrique et volonté de diminuer le poids du pétrole et du gaz. On observe sur la FIGURE 15 (P.118) que la production hydroélectrique a doublé entre 1992 et 2008 grâce au Plan d'achèvement de Yacyretá. L'énergie d'origine thermique est celle qui connaît la plus forte croissance entre ces deux dates. La tendance générale montre une courbe croissante de la demande et une dépendance de l'Argentine vis-à-vis des pays voisins par l'importation d'hydrocarbures.

Les investissements étatiques sont, de ce fait, importants dans le développement des sources d'énergie secondaires comme le nucléaire avec les plans d'achèvement de la 3ème centrale nucléaire du pays, Atucha II (Forget et Carrizo, 2010). Ces deux grandes infrastructures (Atucha I et Yacyretá) manifestent un repositionnement de l'État dans le secteur de l'énergie. Au déficit des dernières années, une solution doit être trouvée : augmenter la production énergétique et tenter d'amener des solutions aux problèmes de transport et d'interconnexion nationale (Forget et Carrizo, 2010). Aujourd'hui l'État fédéral investit[41] afin d'achever les travaux complémentaires[42] qui mèneront à la surélévation de l'eau dans la retenue à une hauteur de 83 m. La centrale pourra ainsi fonctionner à son plein potentiel (annoncé pour le début de l'année 2011). La côte actuelle de 81 m a été atteinte récemment (2010), bien qu'elle ait été successivement annoncée en 2006, 2008 et 2009. L'hydroélectricité est à nouveau considérée comme un moyen de répondre à la crise, d'autant que le scénario énergétique pour 2005/2020 (United Nations Environment Programme (UNEP) et Global Environment Facility (GEF), 2003) estime que la croissance de la demande devrait se poursuivre à une moyenne de 5,2%, légèrement inférieure à celle des quatorze années précédentes malgré la crise de 2000. Ces prévisions incluent une demande forte lors des pics de

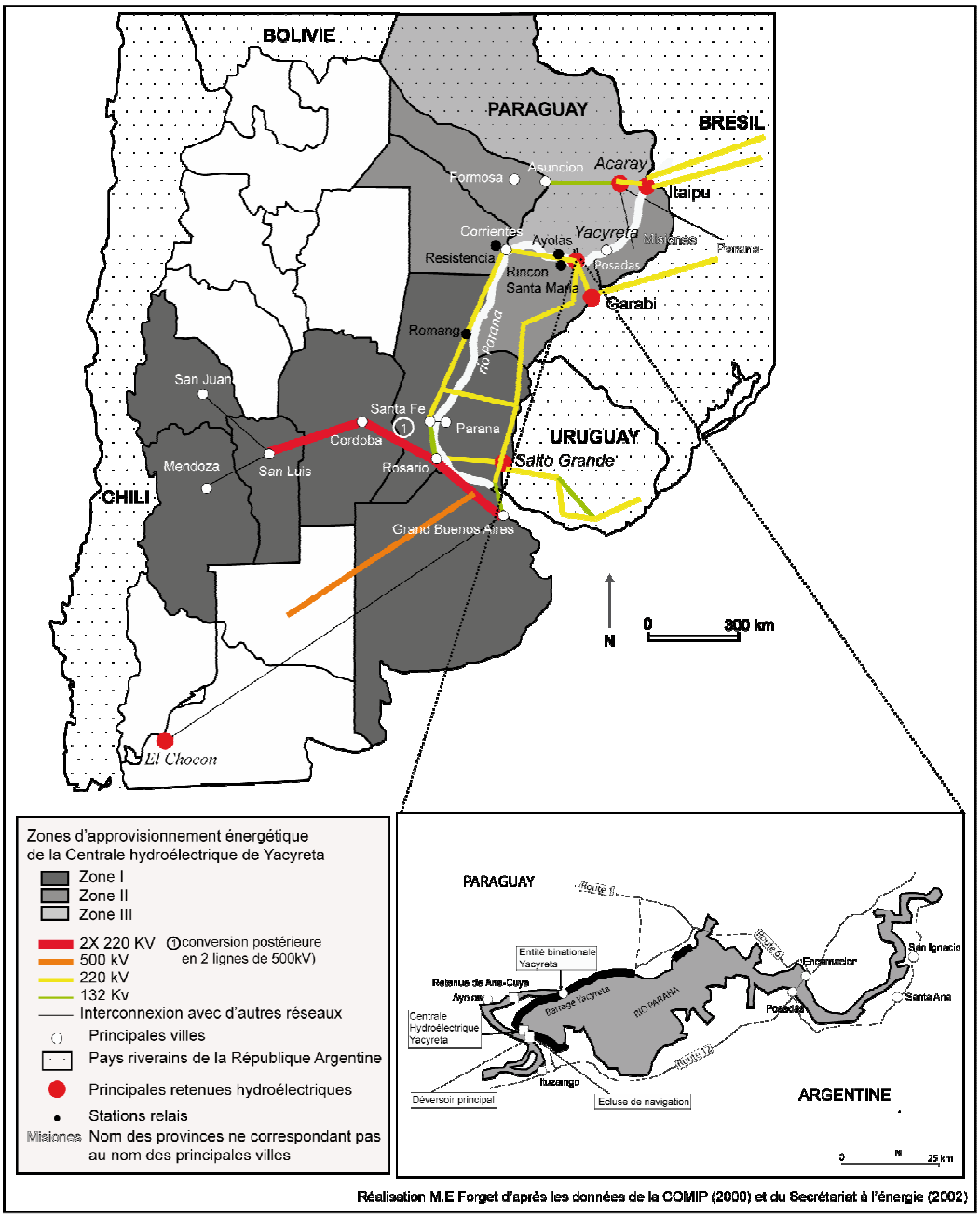
[41] Le Paraguay n'investit pas dans le projet car les contributions initiales ont été réalisées dans leur totalité par l'Argentine. Le Paraguay paye sa part des travaux à l'Argentine grâce à la vente de l'électricité que le pays ne consomme pas et qu'il exporte à un prix fixé par des accords bilatéraux avec l'Argentine.

[42] *Plan de Terminación de Yacyretá (P.T.Y.):* Le plan d'achèvement prévoit en outre l'élévation du niveau de la retenue (cote 80m, + 8 000GWh) et la construction d'ouvrages complémentaires

consommation. Par exemple, le 18 mars 2008, jour le plus froid de l'année, Yacyretá a satisfait 13% de la demande électrique du système argentin. Le pic de consommation vers 19h30 a été supérieur de 286 MW au record précédent de 18 345 MW (La Nación, 19 mars 2008). De plus, on constate aujourd'hui une augmentation des activités économiques énergivores notamment dans la zone inférieure du Paraná. Toutes les ressources sont donc acheminées de préférence vers Buenos Aires et les industries du Rio de la Plata (Pochat, Natenzon *et al.*, 2006).

Les forts déséquilibres observés dans la nation argentine entre les zones de très forte consommation, notamment Buenos Aires et les plus grandes villes du pays, a conduit le gouvernement à favoriser la création d'un système interconnecté à l'échelle du pays pour mettre en commun l'énergie produite dans toutes les provinces. Les interconnexions du système de transmission permettraient ainsi une plus grande fluidité des flux d'importation et d'exportation de l'énergie électrique pour optimiser les ressources. Le Secrétaire à l'Energie décrit en ces termes le système interconnecté : « (…) assurer que l'énergie des grandes sources hydrologiques doive raisonnablement alimenter tout le pays en développant un système de transmission idoine (…) le système interconnecté national permettra ainsi de connecter les sources de production et les centres de consommation, (…) et utiliser au maximum les ressources renouvelables pour économiser le combustible » (Brunella, 1980; Levinton, 2007). Cela a fortement amélioré le fonctionnement du système énergétique sans toutefois permettre d'arriver à l'autonomie énergétique ou à supprimer les coupures de courant intempestives. Bien que des travaux d'interconnexion couvrent aujourd'hui l'ensemble du pays, les lignes à haute tension (500kV) ne desservent généralement pas les provinces qu'elles traversent (CARTE 35 APPENDICE 1 P. 501). En effet, élaboré par et pour la province capitale, le système national interconnecté (SNI) présente une configuration en réseau étoilé autour de la province de Buenos Aires. Les provinces rurales connaissent de grandes difficultés à accéder à une électricité qui ne serait pas produite localement. De fait, le système interconnecté récupère l'énergie produite dans un système national unique, mais des priorités sont données à la distribution du courant (CARTE 9 P. 121).

Un exemple de disjonction entre les centres de consommation et de production est la configuration des réseaux électriques en provenance du barrage hydroélectrique de Yacyretá et à destination de la métropole *porteña* située à plus de 700 km. Le système d'exploitation de Yacyretá s'organise de la manière suivante : l'électricité est distribuée par 3 lignes à haute tension (500 kV) qui relient la station de Rincón Santa María, proche d'Ituzaingó, au système paraguayen. Depuis la station de Rincón Santa María, deux lignes de 500 kV se connectent au réseau national. La troisième ligne alimente la province de Misiones et de Corrientes. La CARTE 9 (P.121) représente les zones desservies par la centrale en fonction de la priorité donnée à la distribution.



CARTE 9 ZONES DE DESSERTE DE L'ENERGIE PRODUITE PAR LA CENTRALE DE YACYRETA ET SYSTEME DE DISTRIBUTION

La zone I est prioritaire sur les zones II et III. Les provinces de Misiones et de Corrientes passent donc au second plan si la demande est forte dans la zone métropolitaine. La priorité donnée à la région métropolitaine renforce les difficultés techniques et économiques des territoires du Nord-Est à bénéficier de leur propre production énergétique. De manière constitutionnelle, l'énergie produite par Yacyretá devrait appartenir en partie aux provinces productrices. Cependant, la demande en électricité des provinces de Misiones et de Corrientes ne justifie pas économiquement l'installation d'un transformateur permettant de diminuer la tension du courant, cette technologie étant extrêmement coûteuse (Comisión Mixta Argentino-Paraguaya del Río

Paraná, 1992). Les provinces de Misiones et de Corrientes sont traversées par des lignes à haute tension mais possèdent des taux d'électrification inférieurs à la moyenne nationale (88% et 89% respectivement, contre une moyenne nationale de 95 % (INDEC, 2001)). La principale motivation du gouvernement pour réaliser de nouveaux investissements dans le plan d'achèvement de Yacyretá est la forte demande de l'aire métropolitaine de Buenos Aires.

Le SNI induit un déséquilibre entre les régions à fort potentiel productif et à faible consommation. La mise en place du système interconnecté n'a pas réussi à répondre à la demande énergétique actuelle du pays et de nouveaux projets d'interconnexion se mettent en place avec les pays voisins pour répondre aux pics de forte demande. Les centrales d'Itaipu et de Yacyretá, qui fournissent actuellement une grande partie de l'énergie consommées à Buenos Aires et à São Paulo, devraient être interconnectées à l'horizon 2014, pour pallier les coupures électriques dans les deux grandes capitales économiques. Des lignes à haute tension de 500 kV sont en projet entre les deux centrales, et les villes d'Asunción[43], Buenos Aires et São Paulo. Dans la planification actuelle, il apparaît que les dirigeants prêtent moins d'attention aux demandes des provinces des différents pays ou tentent d'y répondre en adaptant l'offre en dehors du système interconnecté, par l'installation notamment de centrales thermiques destinées à l'approvisionnement local, moins coûteuses que les transformateurs spéciaux réduisant le voltage du courant.

L'évolution de l'efficience électrique en Amérique latine a connu une légère amélioration dans son indice d'intensité énergétique[44]. La réduction de la consommation électrique de 5% sur une période de quinze ans, comme le propose le plan stratégique pour l'Amérique latine, permettrait de diminuer la consommation de pétrole de trois milliards de barils. Cela réduirait l'émission des gaz à effet de serre et ferait passer les émissions atmosphériques à 260 millions de tonnes de CO2, en économisant environ 234 milliards de dollars à l'échelle du continent. L'efficience énergétique doit être une politique d'État qui établit un cadre institutionnel dans tous les sous-secteurs relatifs à l'énergie et qui implique, en plus du changement des habitudes, l'incorporation d'équipements technologiques efficaces dans tous les secteurs énergétiques (Organizacion Latinoamericana de Energia, 2010).

La perte progressive d'efficacité du système est le fait du bas prix de l'énergie à l'achat qui a pour effet un essoufflement des investissements et ne permet pas la mise en place d'un usage rationnel et économe de la part des consommateurs. Les industries

[43] Aujourd'hui, ce pays manque d'infrastructure de distribution pour satisfaire la demande des consommateurs de manière efficace.

[44] Mesure qui met en relation la consommation énergétique avec la croissance économique

sont généralement touchées de manière plus directe et plus récurrente par les coupures d'énergie que les particuliers, car elles n'ont pas la priorité de l'approvisionnement. De plus, en Argentine l'électricité est peu chère, car subventionnée, d'où un gaspillage malgré les campagnes publicitaires (FIGURE 16).

FIGURE 16 AFFICHES SUR LA VOIE PUBLIQUE D'AGEERA, ATEERA, EDENOR, EDESUR, EDELAP (09/2010).

Destinées à expliquer l'augmentation des prix de l'électricité, ces campagnes servent également à sensibiliser la population à la nécessité d'économiser l'énergie. Cependant, la demande croît beaucoup plus rapidement que la production. C'est pourquoi l'État réinvestit aujourd'hui dans l'énergie nucléaire et hydroélectrique (Forget et Carrizo, 2010). Une analyse de l'exploitation hydroélectrique sur le Paraná montre en effet que le potentiel du fleuve reste à exploiter du côté argentin.

L'aménagement d'un fleuve tel que le Paraná soulève donc de nombreuses questions qui ne se limitent pas aux nécessités techniques, mais demandent aussi de s'interroger sur les enjeux environnementaux, sociaux, stratégiques et (géo)politiques de leur construction. L'échelle du bassin versant doit être maîtrisée aussi bien en termes de fonctionnement fluvial que social. La maîtrise des échelles est cependant complexe et il semble qu'en Argentine ces questions soient abordées au fur et à mesure qu'apparaissent les problèmes et non en amont des aménagements. C'est grâce à cette disjonction entre les volontés politiques et les réalités locales, que l'État a pu conserver la gestion et l'exploitation hydroélectrique. La configuration actuelle des structures de gestion et d'exploitation est complexe et il est possible de faire un parallèle entre les échelles de fonctionnement du mégafleuve et la complexité des jeux d'acteurs qui doivent être appréhendés à toutes les échelles géographiques.

Conclusion du troisième chapitre

Les évolutions technologiques offrent de nouvelles possibilités pour l'exploitation hydroélectrique des mégafleuves, de manière plus respectueuse de l'environnement et des populations riveraines. Ces évolutions s'intègrent dans un repositionnement de la

société face à la construction des grands barrages. De plus en plus de voix s'élèvent contre les impacts provoqués par la construction d'ouvrages gigantesques.

Dans les années 1990 apparaît l'ébauche d'un plan de gestion environnementale avec la création d'une réserve de 8000 ha et le lancement du programme de « récupération » du patrimoine archéologique. Dès 1992 les premières contestations des habitants se font entendre et une décennie plus tard, Ortiz se demande s'il existe une chance de convergence entre la population et le projet Yacyretá. La prise de conscience écologique engendre en effet des tensions plus fortes (Ortiz, 2000). La problématique de fond se transforme alors en un mouvement anti-barrages avec une protestation publique et la participation locale d'une Coordination de Quartiers et des Secteurs Affectés qui se compose principalement d'habitants guaranis, mouvement qui s'intègre dans le mouvement général de reconnaissance des groupes indigènes.

D'un autre part, on assiste en Argentine à une réaffirmation de l'État dans le secteur de l'énergie, la volonté d'achever la centrale de Yacyretá, de développer de nouvelles centrales et d'améliorer les systèmes de connexion. Le rôle de l'État se renforce dans les structures de production et de distribution de l'électricité, mais d'autres acteurs sont apparus dans le domaine de l'énergie. En effet, les acteurs privés jouent un rôle de plus en plus prégnant par le biais des concessions qui leur sont accordées. La société civile a également trouvé sa place dans la planification des nouveaux projets en bloquant par exemple le projet de Paraná Medio. Les échelons administratifs inférieurs tels que les municipalités et les provinces refusent également la planification étatique qui ne leur accorde pas une place suffisante dans les négociations avec leurs homologues paraguayens.

La complexification des jeux d'acteurs et la modification de la perception de la place des grands barrages dans le développement énergétique de la Nation posent aujourd'hui la question des connaissances scientifiques permettant de répondre de manière objective aux impacts générés par des barrages situés sur les mégafleuves. Une maîtrise insuffisante des différentes échelles du Paraná et la jeunesse des aménagements ne permettent pas d'avoir le recul nécessaire quant aux modifications engendrées par l'installation d'aménagements aussi importants. La proto-maîtrise du Paraná qu'a acquise l'Argentine n'est pas suffisante à ce jour pour intégrer le mégafleuve de manière complète au fonctionnement de la société. En d'autres termes, la structure de la recherche fondamentale et appliquée devrait permettre de déterminer les tronçons du Paraná porteurs d'enjeux, et les thématiques de recherche qui y sont associées.

En effet, le positionnement scientifique de l'Argentine ainsi que la structure des centres de recherches permettent de comprendre partiellement pourquoi le Paraná est ainsi aménagé, par petites touches, au gré de l'évolution des contextes politico-

économiques. La navigation ainsi que la production hydroélectrique engendrent des jeux d'acteurs complexes, qui ne sont généralement pas pris en compte lors de la gestion du fleuve. Chaque usage propose un découpage implicite du mégafleuve de sorte que les découpages se superposent, se chevauchent, s'entrechoquent, en donnant naissance à un embryon de gestion intégrée à l'échelle du bassin versant. Pour mieux comprendre et gérer le fleuve, il serait bénéfique de proposer un découpage du fleuve qui tiendrait compte de ses caractéristiques physiques ainsi que de ses principaux usages. Les gestionnaires auraient ainsi une vision globale du fleuve lors de leurs prises de décision, même si celles-ci se font à l'échelle locale.

Chapitre 4. Découper pour mieux exploiter

Le Paraná argentin est le fruit d'une histoire fondée par la découverte du Nouveau Monde. Dans la continuité, l'Argentine bâtit les connaissances relatives au Paraná sur le modèle européen grâce à la présence de nombreux savants et explorateurs venus du Vieux continent qui réalisent des classifications naturalistes. Les documents transmis par ces savants sont restés la base de la connaissance actuelle. Les textes d'Orbigny, d'Azara ou encore de Martin de Moussy font encore référence (d'Orbigny, 1845; d'Orbigny, 1853; Martin de Moussy, 1869; Azara, 1998). L'Argentine se construit dans un premier temps par comparaison à l'Ancien Monde, en adoptant les modèles de développement européens. La perception du Paraná étant fondée sur la connaissance de fleuves de plus petite dimension, la société argentine ne prend pas la mesure des caractéristiques propres du mégafleuve. La perception du milieu fluvial est en partie responsable du compartimentage des usages et des études actuelles réalisées sur le Paraná. La société argentine s'est en effet construite et développée en bord de fleuve mais en a toujours gardé une vision détachée. L'immensité du Paraná n'a pas été maîtrisée en cinq siècles, bien qu'à l'indépendance, en 1810, la société ait eu conscience de l'immensité du fleuve et ait commencé à changer de modèle de développement. Elle délaisse alors l'Europe au profit de l'autre Nouveau Monde américain. Cette période du XIXe siècle voit le nouvel Etat-Nation argentin se construire autour d'une économie exportatrice et d'un État fédéral fort. Le pays semble alors adopter un modèle de développement fluvial analogue à celui du Mississippi, en concentrant ses efforts sur la partie aval du fleuve (de Santa Fe à Buenos Aires).

L'Argentine se réfère aux réussites et aux échecs des plans de gestion mis en place sur les fleuves européens et nord-américains pour construire un modèle qui serait plus adapté aux réalités du Paraná. Pour permettre l'évolution de la planification de la gestion du mégafleuve il est nécessaire de répondre à de grandes interrogations : quel est le positionnement scientifique de l'Argentine ? Quels sont les objectifs principaux de la recherche scientifique et sont-ils au service d'une vision intégrée et durable de l'espace fluvial ?

4.1. Discontinuité de la connaissance

Depuis une cinquantaine d'années, la recherche scientifique argentine connaît une évolution importante. Dans l'accélération constatée depuis les années 1990, deux branches se disjoignent : la recherche fondamentale et la recherche appliquée. Cette

dissociation, conceptualisée en France dès les années 1950 par Pierre George, Michel Philopponneau ou encore Yves Lacoste (George, Guglielmo et al., 1964 ; Rochette, 1965; Philipponneau, 1999), devient problématique en Argentine. Les acteurs actuels appartiennent en effet à des sphères économiques divergentes (publiques ou privées). Les acteurs privés sont apparus tôt sur la scène économique mais à partir des années 1990 ils ont pris une place primordiale dans les secteurs du transport et de l'énergie.

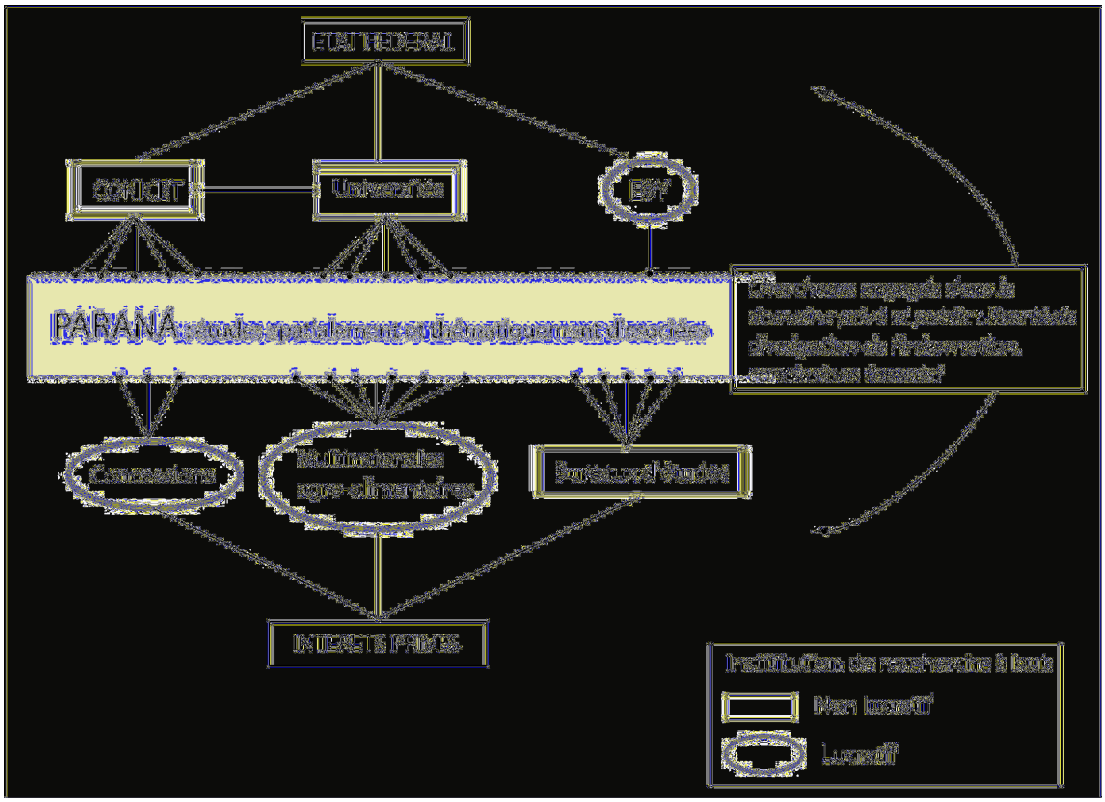


FIGURE 17 UNE RECHERCHE ARGENTINE ECLATEE ET ECARTELEE ENTRE PUBLIC ET PRIVE

Les acteurs privés se sont en partie emparés de la recherche appliquée dont les thèmes servent souvent leurs intérêts. Cette évolution a également permis de préserver une recherche fondamentale forte, influencée par les pays des autres « Nouveaux Mondes » (Etats-Unis, Australie et Canada). Cette recherche fondamentale, principalement centrée sur la dynamique fluviale du Paraná, est essentielle au développement d'un aménagement intégré. Il est en effet nécessaire de connaître le fonctionnement du Paraná pour appréhender le fleuve comme un continuum. Cependant la disjonction des espaces étudiés et la spécialisation des différents centres de recherche dispersés dans le pays privilégient les approches mono-sectorielles du territoire. Très peu de travaux de synthèse existent et les travaux pluridisciplinaires sont encore plus rares **(**FIGURE 17**)**.

La multiplicité des travaux mono-sectoriels rend difficile l'appréhension du Paraná comme un continuum fluvial. La FIGURE 17 illustre ce fait : les points noirs qui s'égrainent sur le Paraná (représenté comme une bande continue) indiquent les

connaissances acquises. Elles sont nombreuses mais disjointes. De plus, l'autonomisation des recherches, des aménagements et des intérêts ne permet pas de construire ce continuum à l'échelle du bassin versant. Le Paraná semble se composer d'une mosaïque de pays, de territoires, d'approches et d'usages. A défaut d'être un continuum spatial, le Paraná semble avoir évolué dans un continuum temporel avec des ruptures qui correspondent à celles de l'histoire économique et géopolitique de l'Argentine.

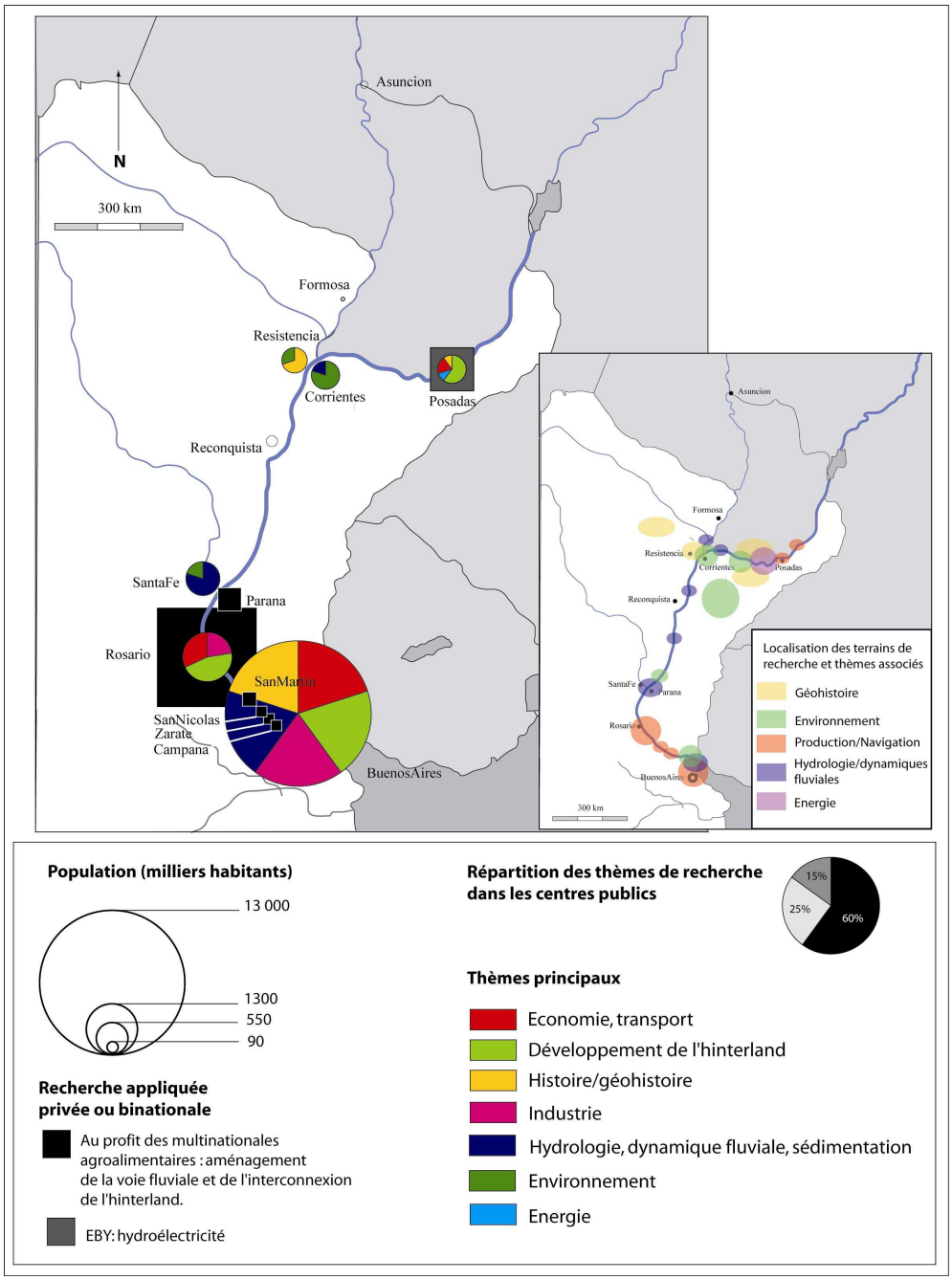
L'implantation des centres de recherche est sensiblement superposable à la carte des grands centres urbains argentins **(**CARTE 10 P.130**)**. Les chercheurs évoluent souvent dans la sphère de recherche privée et publique. Les universitaires sont appelés à travailler comme experts dans des bureaux d'études privés. Ce mode de fonctionnement a deux conséquences : les résultats sont la propriété de l'entreprise contractante et sont difficilement accessibles aux chercheurs indépendants. En produisant des statistiques fiables et régulières les bourses de commerce, comme celle de Rosario, permettent aux entrepreneurs privés de s'adapter aux conditions de production et aux marchés et les chercheurs indépendants peuvent comprendre et analyser le fonctionnement et les enjeux principaux autour du Paraná *rosarino*. Mais les données restent compartimentées en fonction des disciplines et des zones d'étude (FIGURE 37 p.225).

Les thématiques de recherche et leurs cadres géographiques se sont élargis au fil du temps. Les premières études ont été menées dans les noyaux de peuplement les plus importants et le cadre géographique s'est progressivement élargi avec l'augmentation de la population dans les noyaux de peuplement secondaires. Les premiers savants tels que Felix de Azara, Alcide d'Orbigny ou encore Victor Martin de Moussy ont montré la richesse des zones peu peuplées des régions riveraines du Paraná, en réalisant des classifications naturalistes abondantes. Leurs successeurs ont cependant été confrontés aux enjeux du développement économique et urbain du pays. La géographie de la recherche a progressivement évolué, parallèlement aux évolutions des enjeux de la société et de la place faite au mégafleuve dans la construction du pays.

4.1.1. Le rôle des acteurs privés dans la structuration de la connaissance

Le territoire fluvial du Paraná est faiblement anthropisé si l'on rapporte la densité de peuplement à la longueur du fleuve. La densité de population est en moyenne de quarante habitant par kilomètre carré dans le corridor fluvial allant de Puerto Iguazú à Buenos Aires (d'une largeur moyenne de 200 kilomètres). Les villes riveraines, bien que de petite taille en comparaison des villes européennes ou nord-américaines, regroupent environ 41% de la population du pays (ANNEXES 1.4 P. 517). La ville la plus importante des quatorze agglomérations *paranenses* est l'agglomération de Buenos

Aires qui regroupe treize millions d'habitants. La seconde ville du pays, Rosario, est dix fois moins peuplée avec un total de 1,3 millions d'habitants en 2009 (CARTE 10). L'histoire de la colonisation et de la construction économique de l'Argentine explique en partie l'organisation spatiale du pays le long du fleuve. Le Paraná est en effet une formidable voie de circulation pour un pays du Nouveau Monde de la taille de l'Argentine. De ce fait, la population s'est concentrée le long du delta et de l'estuaire du Paraná, débouché historique des produits destinés à l'exportation. La zone urbaine s'étendant de Rosario à Buenos Aires concentre en effet 35% de la population.



CARTE 10 LOCALISATION ET IMPORTANCE DES THEMATIQUES DE RECHERCHE EN RELATION AVEC LE PARANA DANS LE DOMAINE PRIVE ET PUBLIC (VOIR LA CONSTRUCTION DE LA CARTE DANS LES ANNEXES 1.5 P. 518)

L'Argentine s'est par ailleurs construite autour de l'économie d'exportation. Lors de la colonisation, les produits exportés vers les colonies sont obligatoirement envoyés depuis Buenos Aires où sont installés les services douaniers de la couronne d'Espagne. Aujourd'hui le port de Buenos Aires reste le plus important port d'exportation d'Argentine bien qu'il soit progressivement remplacé par la zone portuaire de Rosario. C'est ce qui apparaît à l'analyse de la CARTE 10 (P.130) où sont représentés les efforts de recherche privée et publique. La zone de Rosario est caractérisée par une recherche privée très supérieure à la recherche publiques. Le carré noir représente en effet les investissements faits par la recherche privée appliquée directement à l'amélioration des capacités de production et de transport du soja en vrac et de ses dérivés.

Concernant la recherche publique, les investissements sont proportionnels à la population urbaine dans le grand Rosario ainsi que dans les autres villes du pays. Les services de recherche publique de Buenos Aires s'équilibrent autour de tous les grands thèmes de recherches liés au fleuve. Dans la zone de Rosario, la recherche publique est orientée vers les mêmes thèmes que la recherche privée. Dans les autres grands centres de recherche *paranense* (Santa Fe, Corrientes, Resistencia et Posadas), la recherche publique est souvent bi-thématique. Seule la ville de Posadas se distingue par la multidisciplinarité des thèmes abordés par les universitaires et les chercheurs des unités de recherche étatiques. Les thèmes abordés regroupent l'exploitation de l'hinterland forestier, les questions relatives aux industries de la filière du bois, les questions historiques liées à la forte concentration de population autochtone et les questions liées à l'exploitation de la ressource hydroélectrique. C'est d'ailleurs dans cette ville qu'a été développée une recherche binationale autour de la centrale de Yacyretá

Les intérêts économiques se sont greffés sur les noyaux de peuplement et ont investi les grands centres de recherche. Dans les villes secondaires telles que Santa Fe et Corrientes, en marge des grands enjeux économiques du moment, les thématiques semblent être restées plus fondamentales qu'appliquées. La structure de la recherche en Argentine possède donc une organisation spatiale compartimentée. En effet, que ce soit les recherches appliquées ou fondamentales, les terrains d'étude sont pour la plupart locaux (encart CARTE 10 P. 130). Aucune vision d'ensemble n'est aujourd'hui proposée à l'échelle du bassin versant.

4.1.2 Le compartimentage des savoirs : une sectorisation implicite

La CARTE 10 (P.130) permet de faire apparaître l'organisation spatiale de la recherche le long du Paraná. Si l'on considère les principaux domaines de recherche, une première sectorisation du mégafleuve émerge. En effet, les thématiques les plus abordées révèlent les grands enjeux actuels sur les différents tronçons du fleuve. La ville de Buenos Aires,

où s'exprime le mieux la richesse des travaux de recherche, regroupant toutes les thématiques relatives au fleuve, fait exception. Si l'on écarte la région capitale des analyses qui suivent, il est possible de proposer une sectorisation à travers le prisme des études entreprises sur le fleuve, qui reflètent les usages et la perception de celui-ci dans les différentes communautés scientifiques. Il est nécessaire de souligner que rares sont les études interdisciplinaires et que le plus souvent, les groupes d'études se spécialisent sur des terrains de très petite dimension allant du km² à la centaine de km². Cette dissociation des espaces et des thématiques de recherche a par ailleurs été la principale difficulté à la réalisation de cette thèse. En effet, certaines zones sont couvertes par une multiplicité d'études mono-sectorielles nous ayant fourni des données très, voire trop, pointues, alors que pour la même discipline, d'autres zones ne possèdent pas d'étude de base. La différence dans le degré de connaissance de chaque zone est un frein pour un aménagement global du continuum fluvial du Paraná.

Trois secteurs peuvent être délimités dans la partie amont du fleuve, regroupant les centres de recherche des villes de Resistencia, Corrientes et Posadas. Chacune de ces villes possède en effet des antennes de recherche du CONICET (équivalent du CNRS) associées aux grandes universités : UNNE (Universidad Nacional del Nordeste) pour Corrientes, UNT (Universidad Nacional de Tecnologia) pour Resistencia et UNaM (Univesidad Nacional de Misiones) pour Posadas (ANNEXES 1.5 P. 518). Un constat général permet de montrer la répartition des thématiques de recherche.

Dans la zone de Corrientes et de Resistencia, le fleuve est connu pour sa richesse environnementale et pour sa valeur historique. Le centre du CECOAL de Corrientes et les recherches des laboratoires de l'UNNE développent les thématiques de la biodiversité et de sa classification, de la conservation des environnements actuels ainsi que l'étude des paléo-environnements des provinces du Chaco et de Misiones. Les centres de recherche de Resistencia sont, quant à eux, orientés principalement vers les études géohistoriques du peuplement guarani des bords du Paraná et de l'influence des Jésuites sur l'organisation de l'espace frontière de part et d'autre du fleuve. Ces thématiques sont marginales dans la recherche argentine. L'environnement, qui est un thème clé des recherches en Europe ou aux Etats-Unis, n'est pas encore arrivé à maturité le long du Paraná. Dans ces pays, l'intérêt porté aux cours d'eau se focalise sur la restauration de milieux dégradés alors qu'en Argentine, l'heure est encore au recensement des espèces animales et végétales des régions tropicales de Corrientes et Misiones (voir les sujets de recherche en ANNEXES 1.5 P. 518). Les thématiques de préservation et de restauration des écosystèmes commencent à émerger depuis quelques années, mais sont encore très peu présentes. Les problématiques sont également différentes car le Paraná est un milieu encore assez peu impacté.

Le pôle de recherche de Posadas est également situé dans un cadre géographique peu anthropisé. L'implantation de la centrale de Yacyretá a d'abord créé des possibilités de développement. Les problématiques relatives à l'environnement et à la production hydroélectrique ont ensuite été soulevées. C'est d'ailleurs dans la ville de Posadas que sont recensées le plus de thématiques de recherche concentrées dans la même ville sur le tronçon du Haut Paraná. Les recherches menées sont relatives à la production forestière de l'hinterland et à l'exportation de celle-ci par transport terrestre ou fluvial. Du fait de sa localisation au cœur du territoire historique des missions, des recherches en histoire et en géohistoire relatives à la place des peuples autochtones et de leur relation au fleuve ont été menées. En effet, l'inondation des terres proches du fleuve par le lac de retenue a engendré la délocalisation de riverains (environ 100 000 personnes). La majorité d'entre eux sont des Indiens guaranís qui ont été privés de leur moyen de subsistance principal venant du fleuve. Par le biais des thématiques des différents centres de recherche il est possible de déterminer les grands enjeux liés au fleuve : dans le cas de la province de Misiones, l'élément déclencheur est la construction du barrage. Les chercheurs travaillant sur ces grands enjeux peuvent être divisés en deux groupes principaux (FIGURE 17 P. 128) : les chercheurs indépendants travaillant dans une antenne du CONICET et les chercheurs ayant signé un contrat avec l'EBY, qui contrôle étroitement les informations diffusées.

Sur le tronçon du Paraná moyen, deux pôles peuvent être identifiés : celui de Rosario et celui de Santa Fe. Les centres de recherche de Santa Fe ont des thématiques proches de celles de Corrientes mais avec des travaux qui s'orientent préférentiellement vers l'étude de la dynamique fluviale et de la morphologie du fleuve. Les thématiques environnementales sont également présentes dans une proportion plus faible. Cela s'explique par la forte implantation de la FICH (Facultad de Ingeneria y de Ciencias Hidricas) au sein de l'UNL (Université Nacional del Litoral). Les recherches géographiques menées au sein de cette faculté sont orientées vers les problématiques de la géographie urbaine plutôt que vers le fleuve. Les études conduites dans cette université sont principalement orientées vers le domaine de la sédimentologie, de la dynamique des fluides et de la géomorphologie fluviale. Les terrains de ces études très pointues sont proches de la ville de Santa Fe et couvrent des superficies très restreintes en comparaison de la longueur totale du fleuve. C'est d'ailleurs le tronçon du fleuve dont la dynamique est la mieux connue et la mieux documentée. Peu d'intérêts privés apparaissent sur ce tronçon dont la recherche est restée fondamentale dans sa grande majorité, à l'inverse du tronçon aval au niveau de Rosario.

Depuis une vingtaine d'années, les intérêts privés ont totalement investi les recherches réalisées sur le tronçon de la zone de Rosario. L'arrivée massive des multinationales du soja dans cette région a orienté les travaux de recherche vers

l'amélioration des capacités productives et l'évacuation des produits de l'hinterland vers les ports ultramarins. Les recherches concernant le fleuve ont un but lucratif et les analyses se centrent sur l'économie. Les grandes multinationales comme Monsanto, Louis Dreyfus ou Cargill se sont dotées de centres de recherche leur permettant de développer leurs propres infrastructures d'exportation : terminal portuaire, usines de transformation, interconnexions routières et ferrées. La plupart des rapports de faisabilité et d'impacts sont réalisés par les services de recherche et développement des entreprises elles-mêmes. En parallèle, l'évolution des recherches universitaires s'est ralliée aux problématiques économiques. Cela a pour conséquence la déconnexion de cette zone des thématiques de recherche réalisées sur les autres tronçons du Paraná.

Les chapitres 1 et 2 ont abordé les sectorisations faites par les acteurs chargés de la navigation et de l'hydroélectricité. Reste à appréhender les classifications fondées sur les critères physiques, pour avoir une vision complète des sectorisations implicites et explicites. Il resterait, dans des études futures, à analyser les sectorisations engendrées par les autres usages du Paraná. L'objectif de ce quatrième chapitre est de faire le point sur principaux découpages de l'espace afin de proposer une classification fondée sur des critères mixtes (physiques et sociaux). Est-il possible de combiner les différents types de découpage pour proposer une vision plus synthétique ? Les grandes problématiques, bien qu'exprimées généralement de manière localisée, doivent être prises en compte à petite échelle pour éviter les impacts qui pourraient se répercuter d'amont en aval ou inversement.

4.2 La recherche fondamentale découpe le mégafleuve

Le chapitre précédent a montré les différences entre la recherche fondamentale et la recherche appliquée. La première fournit des informations nécessaires à la compréhension du fonctionnement du système *paranense*, tandis que la seconde est prioritairement orientée vers la rentabilité économique. Dans la littérature scientifique actuelle, on constate que les travaux centrés sur des thématiques de recherche fondamentale maîtrisent plus habilement les changements d'échelle.

4.2.1 Les tronçons proposés par les hydro-géomorphologues

Pour appréhender un mégafleuve, il est nécessaire de classifier, sectoriser ou de produire des typologies afin de parvenir à un certain niveau de précision. Le découpage du territoire fluvial sur les critères sociaux proposés dans les chapitres précédents n'est pas possible si l'on se fonde sur les critères physiques. En effet, les classifications dites « sociales » s'appliquent généralement sur des tronçons de petites dimensions. Dans le

cadre de la géographie physique du Paraná, il est nécessaire de définir les termes employés par les auteurs s'intéressant aux questions de sectorisation, aucun consensus n'ayant été trouvé autour de la terminologie.

La notion de **classification** est couramment employée mais revêt différentes significations. Pour R. Kellerhals et M. Church, « la classification d'un cours d'eau doit être faite par 'tronçons homogènes' c'est-à-dire par segments de chenal (de longueur variable) dans lesquels les conditions hydrologiques, géologiques et la surface du bassin versant adjacent restent suffisamment uniformes de façon qu'en résulte un tronçon de cours d'eau avec une morphologie substantiellement uniforme ». Pour ces auteurs, la classification consiste à trouver des tronçons homogènes, et ils ne font pas référence à la possibilité de récurrence de ces différents tronçons ou à un possible ordre des tronçons (Kellerhals, Church et al., 1976). Cette définition est synonyme de typologie pour Schmitt (Schmitt, 2001). Mosley (1987), quant à lui, présente un concept très ample et très synthétique. « La classification (est) le processus de mise en ordre ou d'organisation des objets en groupes ou ensembles, basé sur leurs caractéristiques ou rapports ». Cette définition laisse la possibilité de classifier en fonction des rapports qu'entretiennent les objets entre eux, par exemple en fonction de la dynamique des systèmes fluviaux (Mosley, 1987). Pour Naiman et Lonzarich, « la classification implique que des ensembles d'observations ou caractéristiques peuvent être organisés en groupes expressifs, basés sur des mesures de similitudes et de différences ». Pour ce groupe d'auteurs, la classification se fait sur la systématisation des éléments analysés et la représentativité des groupes de la classification (Naiman, Lonzarich *et al.*, 1992). Ces résultats sont repris par Nanson et Clark qui fournissent une importante synthèse fondée également sur la similarité des éléments composant un groupe : « la classification est utilisée comme un terme ample et générique (…). Elle est la proposition générale de regrouper les entités par similarité » (Newson, Clark *et al*., 1998). Cependant, dans les travaux plus récents, il faut mentionner l'article publié par L. Schmitt qui présente une révision conceptuelle des terminologies utilisées dans la littérature géomorphologique. « La classification est l'étape qui succède à la typologie, puisqu'elle consiste à appliquer sur un certain nombre de cours d'eau la typologie préalablement définie. Une classification ne peut donc en aucun cas chercher à définir une méthode de segmentation de cours d'eau ». La classification correspond alors à une étape d'un travail bien défini, résultant de l'application d'une typologie (Schmitt, 2001). Si l'on considère les travaux de L. Schmitt comme la conceptualisation la plus avancée sur la classification des cours d'eau, notre travail correspondrait plutôt à une typologie car le découpage produit ne sera pas appliqué sur d'autres cours d'eau. Nous pensons cependant que des travaux futurs permettraient de l'appliquer à d'autres mégafleuves.

Il convient de fixer la définition que nous adoptons pour notre **typologie**. Pour L. Schmitt, une typologie permet de séparer tous les tronçons homogènes (Schmitt, 2001). L'ordre et la récurrence des types identifiés différencient les typologies. Dans une discussion sur la différence entre typologie et régionalisation, Wasson et Chandesris affirment qu'avec la typologie on peut disposer de toutes les données pertinentes sur les sites d'analyse (sites nombreux et bien répartis) (Wasson, Chandesris *et al.*, 2004). Il s'agit d'une étape de différenciation des cours d'eau après collecte et traitement des données.

Enfin, la définition de la **sectorisation** est la plus commode. Elle est définie par L. Schmitt comme l'« action qui vise à subdiviser en secteurs homogènes, en se basant sur quelques critères selon les objectifs. Chaque tronçon est unique, a une position précise sur un cours d'eau donné et ne peut se retrouver sur aucun autre cours d'eau. Les tronçons n'ont donc aucune récurrence ». (Schmitt, 2001)

Les différents concepts ne possèdent pas de définition arrêtée et se superposent parfois. Tout en employanr les différents termes nous retiendrons la définition de la classification faite par Nanson et Clark (1996), celle de la typologie et de la sectorisation proposée par Schmitt (2001). La terminologie n'est pas l'unique différence dans les classifications proposées. Les méthodes de classification évoluent également en fonction de l'avancée des connaissances et de l'évolution des besoins et des objectifs de la recherche (Naiman, Lonzarich *et al.*, 1992). Aujourd'hui, il n'existe pas de méthodes bien définies mais quelques recommandations sont possibles (Mosley, 1987; Goodwin, 1999).

4.2.1.1 Méthodologie de la classification

Les méthodes de classification se sont construites peu à peu en fonction des besoins et des objectifs de la recherche. Nous avons dû inscrire notre travail dans la continuité des travaux prenant en considération les données qualitatives (Schumm, 1977) ou quantitatives (Bothale *et al.*, 1998). Les deux approches ne s'excluent pas mais sont limitées par la quantité et la qualité des données disponibles. Généralement l'application des méthodes qualitatives précède la mise en place des méthodes quantitatives. Dans leurs travaux, R. Kellerhals et M. Church (1989) confirment cela en préconisant le découpage en tronçons de chaque système fluvial étudié sur la base des critères morphologiques.

Ce premier découpage du système fluvial est généralement réalisé par l'analyse des images satellitales et des photographies aériennes disponibles. La télédétection est en effet la méthode la plus adaptée à la sectorisation d'un mégafleuve. La collecte et l'analyse des données quantitatives, des données hydrologiques, est nettement plus

complexe. Celles-ci sont toujours lacunaires spatialement et temporellement. La structure de la recherche en Argentine explique que sur le Paraná certaines zones soient très bien connues alors que d'autres secteurs sont méconnus et très peu documentés. L'analyse qualitative est difficile sur le système *paranense*, mais nous avons choisi d'adopter la méthode préconisée par L. Leopold et M.Wolman (1957) : la combinaison des deux approches, qui est plus complète. Elle permet, notamment dans le cas des grands fleuves de plaine, d'utiliser au maximum toutes les données disponibles en sélectionnant celles qui sont utilisables. D'autre part, dans les méthodes de classification, il est possible de distinguer trois grands types de démarche (Goodwin, 1999) : classique, probabiliste et empirique.

Nous avons choisi d'utiliser la démarche classique dans la sectorisation du Paraná. En effet, elle permet d'analyser les caractéristiques communes des différents éléments du système, sans qu'aucun terme soit plus représentatif que les autres.

La quantité des variables utilisées diffère également, que ce soit par choix ou du fait des données disponibles sur le système analysé. Une classification peut donc s'établir sur critère unique ou sur critères multiples. Les travaux bien connus de hiérarchisation du réseau de drainage (Horton, 1945; Strahler, 1957) sont des exemples de classifications réalisées sur critère unique. En comparaison, dans sa classification du système rhénan, L. Schmitt se base sur des critères multiples (Schmitt, 2001). Nous avons retenu une sectorisation sur critères multiples qui nous semble plus représentative de la complexité du système. Il faut cependant souligner que différents critères n'ont pas tous le même poids, ni la même fiabilité.

Les classifications peuvent également différer dans l'approche de l'échelle spatiale. Il s'agit de définir si la classification se réalise à une échelle spatiale unique, comme c'est le cas pour les « classifications-inventaires », ou s'il est nécessaire d'intégrer des changements d'échelle dans l'analyse du système fluvial. Il s'agit alors de réaliser une classification possédant des niveaux hiérarchisés sous la forme d'échelles spatiales emboitées induisant plusieurs niveaux d'analyse. En effet, les facteurs de contrôle d'un système fluvial varient en fonction de l'échelle spatiale considérée. Définir les échelles spatiales prises en compte dans la classification se révèle alors essentiel, l'ensemble des variables devant comporter des critères significatifs à toutes les échelles retenues. Les analyses à petite échelle résultent de la définition d'une classe supérieure à laquelle appartient l'élément. A l'inverse, l'analyse en niveaux plus détaillés donne naissance à des sous-classes (Naiman, Lonzarich *et al*., 1992). Dans les systèmes fluviaux, les classifications sont généralement réalisées à l'échelle des bassins versants, des chenaux, des segments de chenaux, des tronçons, des seuils et des mouilles et des micro-habitats. La sectorisation du Paraná a pour objectif de déterminer les différents tronçons à l'échelle du bassin versant. Cependant, sa réalisation rend nécessaire le travail par

emboitement d'échelles, les informations disponibles à petite échelle ne permettant pas une typologie fine des processus et des dynamiques. Nous analyserons donc le mégafleuve en ayant recours au niveau d''échelle allant du bassin versant au segment de chenal. En effet, prendre en compte des échelles plus grandes, rendrait le travail trop complexe car la plupart du temps les données n'existent que de manière localisée sur certains tronçons. Nous privilégierons l'analyse des formes et des processus du système (démarche morpho-processuelle) aux échelles macro et méso-échelle.

Notre démarche s'appuie sur les différentes théories et les travaux fondateurs des classifications sur les fleuves de taille moyenne et sur les très grands fleuves. Ces démarches ne sont pas toujours compatibles et la nécessité de réaliser une classification adaptée à un très grand fleuve de plaine de la taille du Paraná nous est apparue fondamentale.

4.2.1.2 Les travaux fondateurs

Nous passerons ici sur les premières classifications dont le but est la hiérarchisation du réseau hydrographique (Gravelius, 1914), pour nous intéresser aux classifications morphologiques et processuelles qui sont les travaux fondateurs de notre propre démarche. Les différences morphologiques rencontrées dans le système hydrographique sont considérées comme la conséquence des processus à l'oeuvre dans l'ensemble du bassin versant.

Leopold et Wolman (1957) ont mis en forme les notions de base sur les styles fluviaux ainsi que sur les lois physiques qui gouvernent la formation des chenaux. Ils classent les chenaux en 3 types : les cours d'eau rectilignes, à méandres, et en tresses. Dans leur présentation de la morphologie et de la dynamique processuelle des styles fluviaux rectiligne et en tresses, ils déterminent 8 variables qui définissent le style fluvial : 1. le débit ; 2. la charge totale transportée ; 3. la granulométrie de la charge transportée, 4. la largeur ; 5. la profondeur ; 6. la vitesse ; 7. la pente ; et 8. la rugosité du fond. La combinaison de ces huit variables donne le comportement fluvial des chenaux alluviaux. Plusieurs classifications ont été réalisées après mais « aucune des classifications précédentes, ne donne néanmoins d'indication sur le caractère fluvial par rapport à deux variables indépendantes, le débit et la charge sédimentaire, desquelles la morphologie des chenaux fluviaux alluviaux dépendent » (Schumm et Lichty, 1963)

Schumm (1963) propose une classification des cours d'eau mettant en relation le transport sédimentaire, la stabilité des chenaux et les formes résultantes. Le critère de départ est la proportion de charge en suspension par rapport à la charge de fond dans le cours d'eau considéré, ce qui aboutit à une classification en catégories de cours d'eau regroupant ceux à charge en suspension, mixte ou à transport de fond. Les cours d'eau

sont ensuite classés en fonction de leur stabilité qui dépend « de la balance ou de l'absence de balance entre la charge sédimentaire et la capacité de transport. Le type de matériel transporté ou le mode de transport soit en charge de fond, soit en suspension paraît être un des principaux facteurs qui déterminent le caractère des chenaux et la subdivision finale est basée sur cette relation. Il propose donc trois types de cours d'eau selon leur degré destabilité : stables (qui ne connaissent pas de changement progressif de leur pente, de leurs dimensions ou de leurs formes), érosifs (dans lesquels le chenal est progressivement transformé ou élargi par l'érosion des berges), et à dépôts (dans lesquels les sédiments sont déposés dans le lit et sur les berges. Après avoir réalisé une classification à l'échelle régionale, S. Schumm fonde sa classification sur la dynamique sédimentaire et sur le bilan de matière, ce qui permet de subdiviser le bassin versant en trois zones : de collecte, d etransit et d'accumulation.

Au même moment, Kellerhals et Church proposent une méthode de classification descriptive de la vallée, des cours d'eau et des formes du chenal, qui permet une analyse du système fluvial à partir des cartes topographiques, des photographies aériennes et les images satellites (Kellerhals, Church *et al.*, 1976). Originale, cette méthode élargit l'échelle spatiale d'analyse qui prend en compte la plaine alluviale, partie intégrante du fonctionnement du système. Les informations de terrain telles que la géomorphologie, la géologie et la couverture végétale font également partie du processus de classification.

Les classifications fondamentales ont en général été élaborées sur des cours d'eau de dimension moyenne. Les très grands cours d'eau sont longtemps restés à l'écart des efforts de classification. Sur le Paraná, aucune classification n'a été réalisée à l'échelle du bassin versant. Seuls trois auteurs se sont penchés sur le système fluvial à petite échelle et ont fourni des classifications : G. Cano, C. Thorne et E. Latrubesse (Cano, 1988; Thorne, 2002; Latrubesse, 2008). Leurs approches sont différentes : Cano (1988) propose une classification du fleuve dans le but de réaliser une carte géomorphologique de la zone et cherche à comprendre les processus qui ont engendré les formes. Thorne (2002), quant à lui, cherche à développer un protocole de classification permettant la gestion d'un grand organisme fluvial. Il s'inscrit dans les démarches modernes de restauration de l'environnement fluvial. Le río Paraná, peu modifié sur la majorité de son cours fournit un bon exemple pour la mise en place de l'évaluation des conditions « initiales » sur le fleuve. En effet, les approches modernes de la gestion des fleuves demandent aux ingénieurs de travailler avec, plutôt que contre, le fonctionnement naturel de ces derniers (Thorne, 2002). Pour que ce type d'approche soit fructueux, il est essentiel d'identifier correctement le statut morphologique actuel du fleuve et de prévoir son développement avec ou sans intervention humaine.

Les données fondamentales pour établir une classification à petite échelle sont les variables de contrôle indépendantes dont certaines ont été développées en début de

paragraphe. Il s'agit de considérer le système de drainage, la topographie, la climatologie, la géologie, ainsi que l'hydrogéologie. Un indicateur synthétique de ces informations peut être trouvé dans les formes en plan du système *paranense*.

4.2.1.3 Les formes en plan : un indicateur synthétique

Nous n'avons pas la prétention de décrire et d'analyser toutes les données fondamentales du Parana. Le travail serait gigantesque et irréalisable dans le temps qui nous est imparti. En revanche nous avons cherché à extraire de ces données des caractéristiques synthétiques permettant de saisir visuellement les dynamiques fluviales dominantes dans chaque tronçon du fleuve. Nous nous sommes donc penchés sur la forme en plan des différents tronçons du mégafleuve. Que nous apprend sa géomorphologie sur sa dynamique et sur son fonctionnement en système ?

Le manque de vocabulaire adapté aux écoulements de grande dimension est un obstacle. En effet, les éléments observés se rapprochent des classifications faites sur des cours d'eau de plus petite dimension, mais les processus ne sont souvent pas identiques. La compréhension et la définition des processus fluviaux ont évolué avec les avancées de la recherche et le vocabulaire ne semble plus être adapté. Ainsi certains termes tels que style en tresses, anastomosé ou anabranché doivent être définis en début de chaque étude. Les définitions d'anastomose, d'anabranche et d'écoulement en tresses ne sont pas arrêtées et les classifications faites sur le Paraná les utilisent à tour de rôle pour décrire des tronçons identiques.

Le style « anabranché » vient d'être employé pour établir la classification la plus récente du Paraná (Latrubesse, 2008). Nanson et Croke ont défini les rivières anabranchées comme des « systèmes de chenaux multiples caractérisés par des îles alluviale végétalisées ou stables qui divisent le flux pour un écoulement à plein bord » (Nanson et Knighton, 1996). Ils distinguent six types de rivières anabranchées sur la base de la puissance du courant, de la texture sédimentaire et de la morphologie de la rivière. Il s'agit donc d'une catégorie générale regroupant les rivières dites divagantes et les rivières anastomosées. Nous emploierons ce terme uniquement pour différencier les tronçons du Paraná qui possèdent deux types d'écoulement concomitants : un écoulement multiple dans le lit majeur du fleuve doublé d'un écoulement pérenne dans la plaine alluviale, formant un sous-ensemble autonome par rapport à l'écoulement principal (FIGURE 47 P. 265).

La définition de la **forme fluviale anastomosée** est centrale car elle est la plus généralement employée dans la littérature scientifique sur les mégafleuves. Nous avons adopté dans nos travaux la définition donnée par Makaske pour qui une rivière anastomosée comme un « cours d'eau composé de 2 chenaux interconnectés ou plus, qui

englobe les bassins d'inondation » (Makaske, 2001). Les rivières anastomosées sont dans ces travaux considérées comme des cours d'eau possédant plusieurs bandes (de l'anglais « belt ») de chenaux, alors que les rivières en tresses n'en n'ont qu'une formée par des thalwegs multiples. L'expression « ceinture de chenal » se réfère originairement à la zone dans laquelle le chenal à méandres a été actif (ceinture de méandre). Ici cette signification est élargie pour inclure la zone d'activité des chenaux rectilignes, à méandres et en tresses ce qui permet d'inclure les bancs sableux, les segments de chenaux abandonnés, les levées et ce qui fait le lien latéral vers la plaine alluviale.

Les styles fluviaux se différencient alors par les caractéristiques internes de leurs lits, où généralement les îles des rivières anastomosées sont plus grandes que les îles ou les bancs des rivières en tresses. Ces dernières possèdent génétiquement des caractéristiques d'intérieur de chenal. Il est également possible de s'appuyer sur le rapport de tressage défini par Friend et Sinha pour différencier les chenaux anastomosés des chenaux en tresses à thalwegs multiples (Friend et Sinha, 1993). Ce rapport B est défini par la somme des longueurs à la moitié du chenal, de tous les segments des chenaux principaux, divisée par la longueur du plus large chenal de la section. Dans nos travaux, un chenal considéré comme en tresses possède un rapport supérieur à 1,5 (bien que cette valeur soit arbitraire et que certains formes de tressage apparaissent pour des ratios compris entre 1 et 1,5) (FIGURE 18).

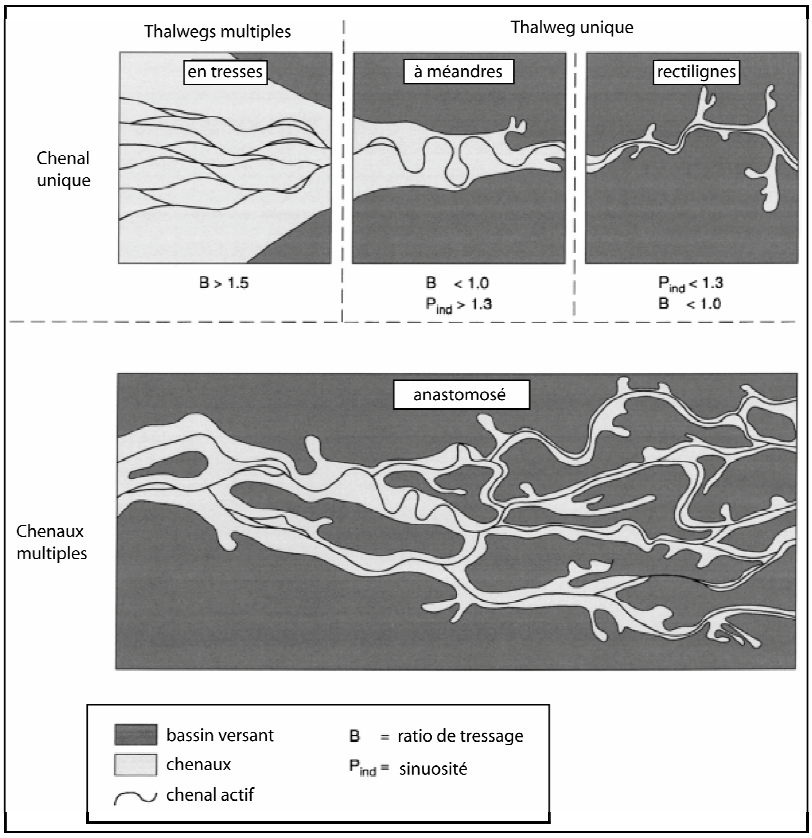


FIGURE 18 CLASSIFICATION DES COURS D'EAU ALLUVIAUX FONDEE SUR LEURS FORMES EN PLAN ET LA GEOMORPHOLOGIE DE LA PLAINE ALLUVIALE (D'APRES FRIEND ET SINHA, 1993)

L'avantage de cette classification est qu'elle peut être appliquée à l'échelle du bassin versant et à l'échelle de chaque tronçon du chenal, indépendamment du reste du système. La différence génétique entre les rivières à chenaux uniques et celle à chenaux multiples est fondamentale. Les rivières rectilignes, à méandre et en tresses résultent toutes de processus comme l'érosion latérale, l'accrétion ou la formation de bancs dans le chenal. Les rivières anastomosées résultent quant à elles de processus qui prennent place en dehors du chenal, notamment la formation conjointe de la plaine alluviale avec les dépôts d'inondation et les avulsions (la division partielle du flux d'un chenal existant sur la plaine d'inondation).

Cette classification est aujourd'hui complétée par un type de rivière « intermédiaire ». Il s'agit des rivières dites « divagantes » (*wandering rivers*) qui permettent de prendre en compte l'existence d'un continuum fluvial depuis un chenal unique rectiligne jusqu'à un écoulement en tresses (Mollard, 1973; Church, 1983). Elles ressemblent effectivement à des rivières anastomosées du fait de la présence d'îles relativement stables (végétalisées) mais peuvent ne posséder qu'un chenal actif lors des périodes de basses eaux. Dans nos travaux nous avons choisi d'adopter la classification faite par les chercheurs de la FICH de Santa Fe, qui détfinissent les tronçons anastomosés du Paraná par un style qualifié de « tresses à chenal divagant » (Ramonell, Amsler *et al*., 2000), avec des tronçons plus larges caractérisés par une ou plusieurs anabranches (Drago, Ezcurra de Drago *et al.*, 2003). Il est possible de décrire le Paraná comme possédant un cours en tresses, avec un lit mobile composé d'une succession de larges segments caractérisés par deux bras ou plus. La migration latérale des bras érode les berges tout en formant des îles et des bancs de sable. La largeur cumulée de tous les chenaux du Paraná Moyen (sans considérer les îles) est comprise entre 2 et 5 km, la profondeur du thalweg oscillant entre 5 et 10 m. Ces segments sont délimités par des étranglements courts et bien définis, dans lesquels le fleuve s'écoule dans un chenal unique. Dans ces sections, la largeur du cours d'eau est plus faible et est comprise entre 0,5 et 1,5 kilomètres, mais les profondeurs augmentent pour atteindre entre 15 et 30 mètres.

En se fondant sur ces définitions, il est possible de déterminer certaines caractéristiques processuelles du Paraná basée sur les formes en plan. La segmentation proposée dans la FIGURE 19 (P.143) doit être approfondie en analysant les différentes variables responsables de la morphologie en plan du Paraná dans ses différentes sections. Les tronçons en tresses (FIGURE 19 P.143 et FIGURE 20 P.143) possèdent une charge de fond généralement supérieure à 11% de la charge totale en sédiments. La morphologie en tresses est donc déterminée par le dépôt de la charge de fond et de la charge en suspension sous forme d'îles et de bancs de sable dans le lit du Paraná. La morphologie d'*albardón* est également une des caractéristiques de l'écoulement

multiple du Paraná. Il s'agit de levées présentes sur les marges des îles et des berges. On y retrouve généralement une végétation spécifique qui permet de les repérer sur le terrain. En effet, ces levées excèdent rarement une hauteur relative de 1 mètre.

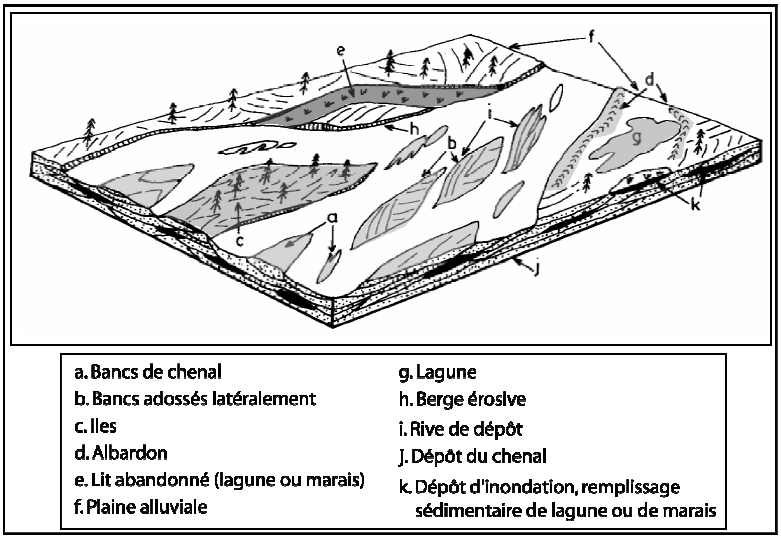


FIGURE 19. BLOC DIAGRAMME REPRESENTANT LA MORPHOLOGIE DES CHENAUX EN TRESSES DANS LA PLAINE ALLUVIALE DU HAUT PARANA (D'APRES RAMONNELL, AMSLER *ET AL.*, 2000).

Le type particulier de chenaux en tresses à thalweg méandriforme (FIGURE 19) est un forme de transition entre les chenaux méandriformes à charge mixte et les chenaux tressés à charge de fond (FIGURE 20). Pour ces raisons, des formes issues de processus caractéristiques des systèmes fluviaux à méandres et des systèmes fluviaux en tresses se reconnaissent dans ces types de chenaux. C'est entre les localités de Curtiembre et de Paraná que nous choisissons de traiter des processus d'avulsion (style en tresses) et des processus de recoupement. Ce tronçon du Paraná est caractérisé par un transfert de sédiment comptant environ 15% de charge de fond.

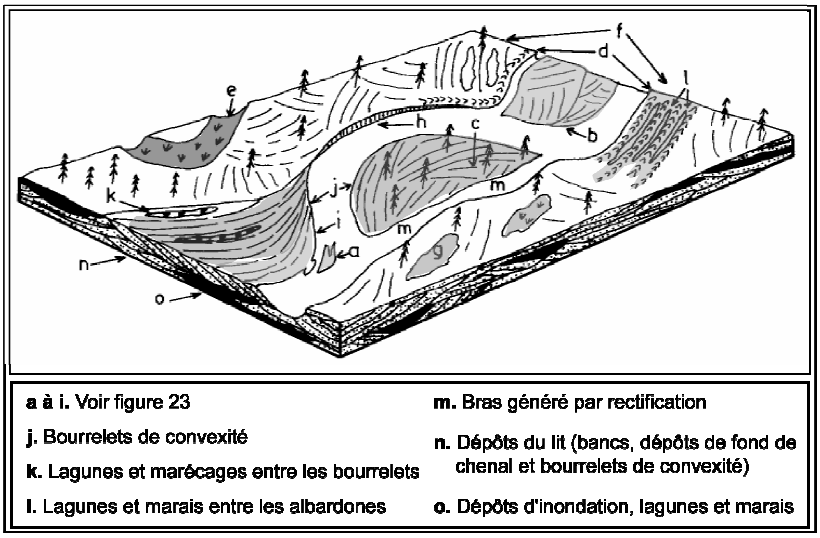


FIGURE 20 BLOC DIAGRAMME REPRESENTANT LA MORPHOLOGIE DES CHENAUX EN TRESSES A THALWEG MEANDRIFORME DANS LA PLAINE ALLUVIALE DU PARANA MOYEN (D'APRES RAMONNELL, AMSLER *ET AL.*, 2000).

Dans ces tronçons en tresses (sections 3 et 5 FIGURE 22), il est possible de distinguer un sous-type de chenaux dits en « tresses à thalweg méandriforme » (FIGURE 21). Il y a généralement confusion entre les termes anastomosés et en tresses. De fait, jusque dans les années 1970, les deux termes sont synonymes. Dans un chenal en tresses, la séparation du flux à un endroit provoque la sédimentation d'une partie de la charge de fond, donnant naissance à un banc embryonnaire. Par étapes successives, le banc peut augmenter de volume, jusqu' à atteindre une altitude qui le laisse émerger durant la plus grande partie du cycle hydrologique. Le développement de végétation permanente à sa surface peut transformer un banc de sable en une île fluviale. De son côté, un fleuve anastomosé consiste en un système de chenaux multiples, séparés par des îles disjointes de la plaine alluviale originellement continue. Normalement, ces géoformes sont plus grandes que les chenaux qui les délimitent.

La somme des largeurs des chenaux dans un système anastomosé est bien inférieure à la somme des surfaces insulaires émergées. La FIGURE 21 distingue les différentes géoformes visibles dans les tronçons anastomosés du Paraná Moyen. Un système de ce type peut s'observer au niveau de l'île Clucellas, au sud du canal d'accès au port de Santa Fe, comme dans d'autres secteurs de la plaine alluviale, loin de l'influence du chenal principal du Paraná et de ses bras secondaires les plus importants. Le complexe du Paraná Guazú au sud de Rosario, constitue un autre exemple de ce type de système (FIGURE 22 P.146).

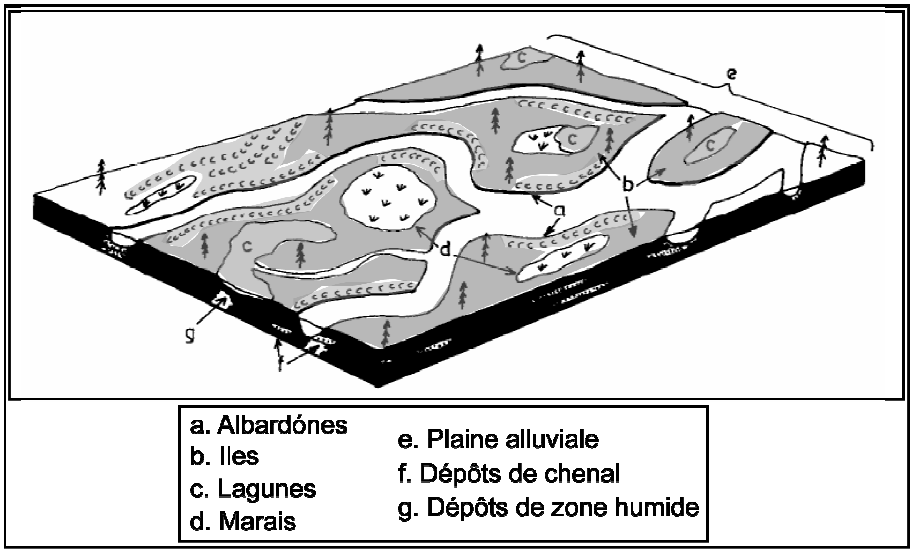


FIGURE 21 BLOC DIAGRAMME REPRESENTANT LES SECTIONS ANASTOMOSEES DU PARANA MOYEN (D'APRES RAMONNELL, AMSLER *ET AL.*, 2000).

Les styles fluviaux du Paraná présentent des différences importantes entre le Haut, Moyen et Bas Paraná. Cette division en trois tronçons est généralement utilisée lorsque l'on considère le mégafleuve à l'échelle de son bassin versant.

Les classifications scientifiques successives du Paraná (Cano, 1988; Thorne, 1997, 2002; Latrubesse, 2008) se fondent généralement sur les données les plus facilement accessibles. La taille du fleuve ainsi que la structuration de la recherche aboutissent à une méconnaissance de certains tronçons. Les données les plus accessibles aujourd'hui à cette échelle sont celles obtenues par la télédétection. Chaque tracé en plan révèle un comportement géomorphologique particulier, qui se visualise aussi bien par le type de transport des sédiments (charge de fond, suspension) que par la construction des géoformes fluviales.

L'analyse des images satellitales a été très tôt reconnue comme un outil adapté à l'étude des espaces de cette dimension (Holz et Baker, 1981). Dans notre étude nous avons eu accès à une grande quantité d'images satellitales d'une bonne définition optique (Images Spot et Landsat 5 de 2007 à 2009). La première différenciation entre les tronçons du Paraná se fait grâce à l'analyse de ces images. Nous avons dans un premier temps différencié le type d'écoulement soit en chenal unique, soit en chenaux multiples. Sur cette base nous avons distingué cinq tronçons du Paraná où la morphologie fluviale diffère. Cette première sectorisation « classique », présentée sur la FIGURE 22 (P.146), ne diffère pas beaucoup des sectorisations déjà réalisées. Son objectif est de faire le point sur les différences morphologiques rencontrées. Elle sert de fondement à la sectorisation plus fine et plus complète présentée en fin de chapitre (P. 171).

Dans sa partie supérieure, le Paraná se caractérise par un chenal unique, d'une sinuosité moyenne de 1,25. Les ondes de méandres ne sont pas régulières et dans certains tronçons il est possible d'observer un tracé résultant du recoupement de méandres, laissant dans le lit, sous la forme d'une île, un morceau de la plaine alluviale (FIGURE 22 P.146).

En aval du barrage de Yacyretá, le Haut Paraná est caractérisé par un chenal en tresses, avec dans certaines sections des bancs et des îles et dans d'autres, une prédominance d'îles de formes variées (FIGURE 22). Le tronçon du Paraná Moyen, de la confluence avec le Paraguay à Rosario, est caractérisé par un écoulement en tresses avec un thalweg méandriforme. On y distingue 2 sous tronçons : Corrientes-Goya et Santa Fe-Rosario. Le premier est caractérisé par un écoulement dans des chenaux multiples et le second par un lit composé de formes héritées Le tronçon Goya-Santa Fe est probablement le plus complexe. Il est considéré comme de type anabranché avec des anabranches de type *Yazoo*[45] qui s'écoulent parallèlement au lit principal sur de grande distance, avec un débit dévié significatif (FIGURE 22 P.146).

[45] . Un écoulement de « type Yazoo » est défini sur le modèle de la rivière Yazoo, tributaire du Mississippi. Il se définit par l'écoulement du tributaire d'un cours d'eau parallèlement à ce dernier, sur de longues distances. Le

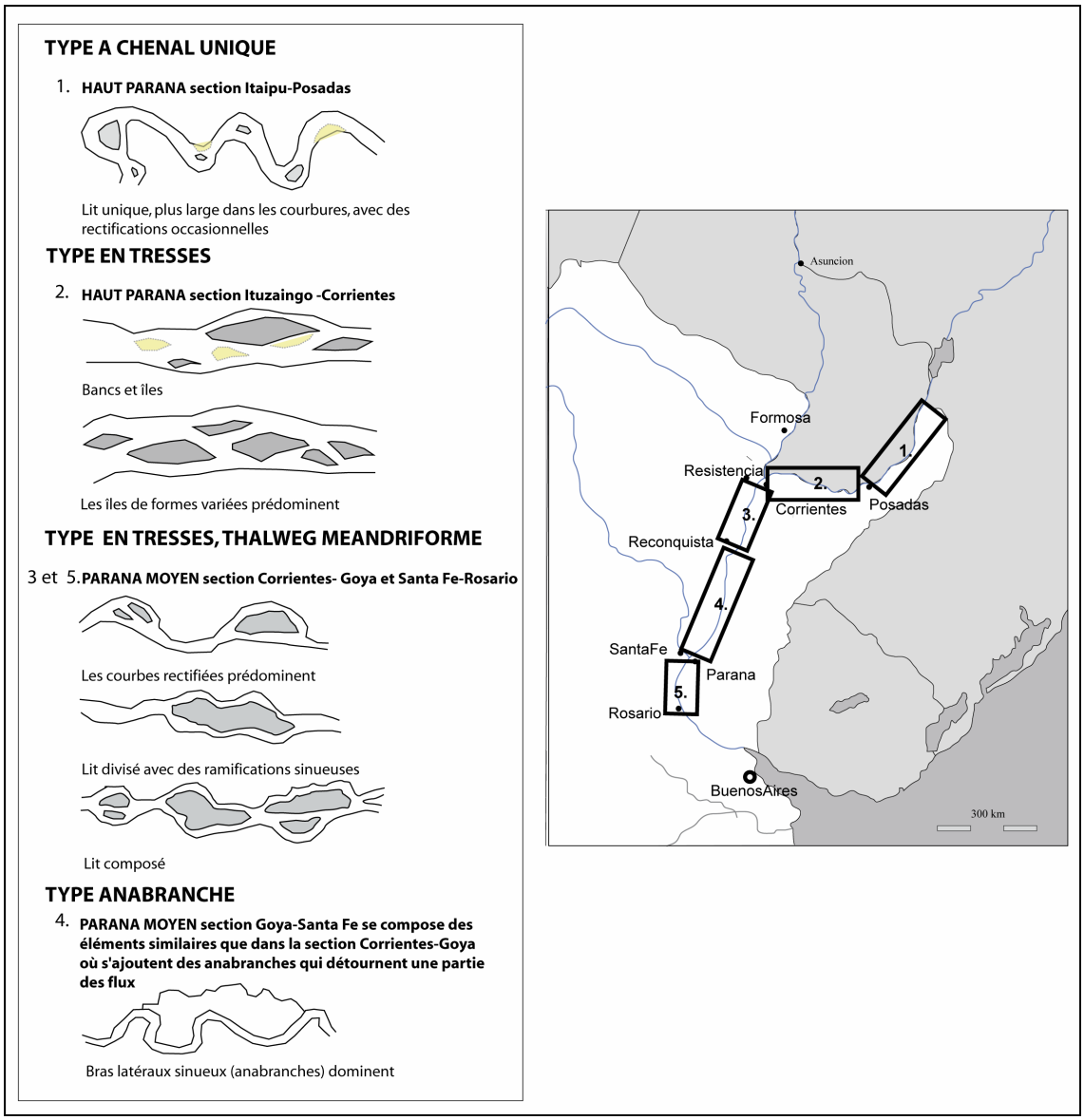


FIGURE 22 FORMES EN PLAN DES COURS D'EAU ALLUVIAUX D'APRES BRICE (BRICE, 1984)

La forme en plan du cours d'eau nous fournit des informations sur la dynamique fluviale du Paraná dans ses différents tronçons. Une sectorisation fondée sur les critères physiques a pour but de diviser le mégafleuve en tronçons possédant une dynamique fluviale homogène. Nous rejoignons ici la définition de la classification donnée par W. Platts (1980) : « ordonner et arranger des objets à l'intérieur de groupes ou jeux de groupes sur la base de leurs similarités ou de leurs relations ». Classifier et sectoriser un territoire linéaire long de plus de 2700 km n'est pas chose aisée.

Le style fluvial du Paraná est varié. Il dépend des écoulements liquides et solides, qui correspondent aux facteurs de contrôle internes du système. Les données géologiques

tributaire ne conflue avec le cours d'eau principal qu'à la faveur d'une brêche dans la levée les séparant ou grâce à l'utilisation d'un paléoméandre lui permettant de rejoindre le fleuve.

sont importantes ainsi que les données hydrogéologiques, néotectoniques, climatiques et édaphiques qui sont présentées plus loin (PARTIE 2 P. 223).

4.2.2. La difficile extrapolation des données

Les classifications proposées par les géomorphologues sont, nous l'avons vu, plutôt adaptées aux cours d'eau de dimensions moyennes. A partir de quelle taille peut-on dire que les très grands fleuves sortent des schémas classiques et nécessitent de construire un modèle propre ? Pour définir la possibilité d'extrapoler les connaissances d'un fleuve à l'autre, il devient nécessaire de passer du qualitatif au quantitatif. La confrontation des méthodes qualitatives et quantitatives permet de faire apparaître les ruptures dans les processus aboutissant au même résultat géomorphologique. Selon (Knighton, 1998) « l'interaction d'un flux de fluide mobile avec une berge solide érodable donne une ample variété de formes de chenal ».

Malgré les tentatives d'élaboration de méthodologies susceptibles d'applications à tous les cours d'eau existants (Rosgen, 1994), les travaux sont encore assez rares sur les très grands fleuves de plaine et les définitions ne cessent d'évoluer avec les avancées dans la connaissance de ces objets géographiques (Latrubesse, 2008). Mosley remarquait déjà en 1987 que « les cours d'eau ont été un fréquent sujet de classification par les pratiquants d'une vaste gamme de disciplines y compris la géomorphologie. Les motivations pour l'identification des différents types ou classes de cours d'eau ont largement varié, dès lors que les scientifiques ont souhaité augmenter leurs connaissances sur le comportement et la morphologie des cours d'eau, du relevé des caractéristiques communes à un type de cours d'eau donné, jusqu'au besoin d'un ingénieur ou d'un gestionnaire des poissons d'eau douce d'extrapoler son expérience et sa connaissance portant sur un cours d'eau donné aux cours d'eau appartenant à la même catégorie » (Mosley, 1987).

La différence fondamentale entre les fleuves de dimensions modestes et les très grands fleuves de plaine est liée à la différence d'écoulement de surface et à la stabilité des îles qui s'y construisent. Les formes de surface sont souvent caractérisées par des écoulements dans des bras multiples parmi lesquels il faut différencier bras secondaires et bras principal. Sur le terrain il est souvent difficile de faire la différence entre les deux types d'écoulement. Ces bras sont séparés par des îles stables d'une année sur l'autre ; dans les classifications « classiques », le Paraná relèverait donc de la catégorie des cours d'eau anastomosés. Il n'empêche que le Paraná est souvent plus caractéristique d'un écoulement en tresses, avec des îles très mobiles à l'échelle de la dizaine d'années. A l'échelle du bassin versant, le Paraná est instable à un pas de temps court (décennie). Cette instabilité se retrouve par ailleurs dans le tracé du thalweg

mouvant qui bascule périodiquement du bras principal vers un de ses bras secondaires. Il faut avoir recours aux cartes de navigation pour déterminer le bras où circule le thalweg.

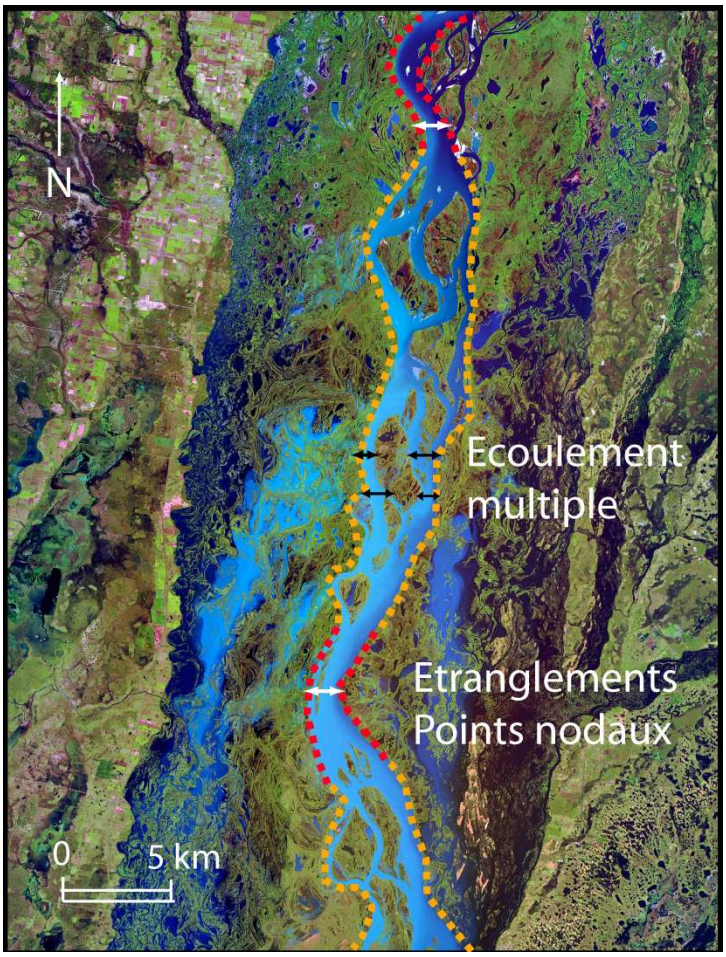


FIGURE 23 IMAGE SATELLITE LANDSAT TM 5 DATEE DE 2009 DE LA ZONE NORD DE LA VILLE D'ESQUINA

Sur une durée plus longue (de l'ordre du siècle), une morphologie moyenne semble s'établir sur les différents tronçons avec une largeur cumulée des différents bras (sans tenir compte des îles) de deux à cinq kilomètres. La profondeur moyenne du thalweg oscille entre cinq et dix mètres. Mobile dans les tronçons à écoulements multiples, le Paraná garde un tracé identique dans les étranglements séparant ces tronçons (FIGURE 23).

Les modèles et les types de classification proposés sont pour la plupart inadaptés, car leur objectif ne correspond pas aux attentes dans les régions où s'écoulent les mégafleuves. En Europe, les classifications sont d'avantage à but prospectif afin de restaurer les fleuves trop anthropisés et protéger l'environnement fluvial. En Argentine, ces objectifs seront sans doute ceux du futur, mais aujourd'hui les grandes questions se focalisent sur l'amélioration de l'exploitation de la ressource.

Les classifications actuelles doivent s'inspirer des travaux antérieurs et actuels, les dépasser et proposer une classification adaptée aux besoins de la société argentine. Une

sectorisation adaptée serait l'aboutissement d'une réflexion pluridisciplinaire et synthétique sur le découpage du territoire fluvial du Paraná selon des critères physiques, sociaux et économiques. C'est pour ces raisons que la classification que nous proposons ne peut se limiter au cours principal du fleuve. Il est nécessaire d'élargir l'échelle d'analyse à l'ensemble du paysage fluvial, qui prend également en compte la plaine alluviale et les activités humaines qui y sont implantées.

Les chercheurs tels que Melton ont d'ailleurs proposé dès les années 1936 la prise en compte de la plaine alluviale dans le fonctionnement systémique du fleuve (Melton, 1936). Leur démarche est de considérer ces zones humides comme des collecteurs secondaires des eaux de débordement. Ces zones sont en effet essentielles pour le fonctionnement du système physique et social. Aujourd'hui, l'augmentation des connaissances sur les interrelations entre le fleuve et son environnement apportent plus de questions que de réponses. Il est alors possible de proposer un parallèle entre paysage fluvial et paysage scientifique, qui sont tous deux des univers de lagunes et de lacunes.

4.2.3 La plaine alluviale du Paraná, un espace méconnu

Le système Paraná est plus large que le lit principal composé de plusieurs chenaux. Le fonctionnement du géosystème *paranense* englobe les zones adjacentes au fleuve qui sont plus ou moins affectées par les modifications de la dynamique fluviale ordinaire et extraordinaire du mégafleuve. Nous n'avons pas la prétention de reprendre ici les mécanismes complets des interactions entre le fleuve et sa plaine alluviale, qui sont trop nombreux et dans la plupart des cas mal documentés, mais nous proposons d'aborder les éléments principaux permettant de comprendre le rôle de la plaine d'inondation dans le fonctionnement du géosystème. Pour cela nous avons choisi de synthétiser les informations très pointues et chiffrées produits par la recherche fondamentale pour aborder le système comme un paysage fluvial complexe et mouvant.

Le paysage fluvial, accessible de manière directe sur le terrain, et de manière détournée par l'analyse des images satellites, permet d'adopter une approche qualitative du rôle et de la place de la plaine alluviale dans le système *paranense*. Pour cela nous nous fondons sur deux caractéristiques paysagères de la plaine d'inondation du Paraná. La première utilise les entités de végétation comme un indicateur synthétique des types de milieux : un parallèle peut être fait entre les cortèges de végétation et les principales interactions entre le fleuve et son environnement (Casco, Basterra de Chiozzi *et al.*, 2005). La seconde caractéristique prise en compte est la présence de lagunes de différentes tailles et formes qui semblent être un indicateur privilégié de la dynamique fluviale lors des crues annuelles ou plus exceptionnelles (Paira et Drago, 2006).

Cette approche n'est pas nouvelle car des travaux précurseurs tels que ceux de J. Savat sur le Zaïre ou ceux de H. Sternberg et S. Baker sur le Solimoës (bassin de l'Amazone) ont permis de définir les relations fondamentales existant entre un très grand cours d'eau et sa plaine alluviale (Sternberg, 1959). Dans ces différents articles, les grandes zones humides et les levées naturelles étroites sont mentionnées comme étant des caractéristiques des plaines alluviales d'une rivière anastomosée et/ou en tresses en climat humide (Smith et Smith, 1980). Cette description semble convenir au Paraná. Il s'agit alors de déterminer quelles sont les conditions de la plaine alluviale qui affectent les formes en plan du chenal (Nanson et Croke, 1992; Bridge, 2003), ou si le chenal peut être vu comme un moteur du style fossile et/ou fonctionnel de la plaine alluviale (Nanson et Croke, 1992; Fielding, 2007).

4.2.3.1 La plaine alluviale, une mosaïque d'indicateurs fonctionnels

La plaine alluviale du Paraná s'étend du Nord au Sud sur plus de 700 km. Sa pente et la direction varient en fonction de la succession de segments tectoniques localement basculés (Paoli et Schreider, 2000). Les facteurs de contrôle externe (géologie, néotectonique) font varier sa largeur entre 13 et 45 km. Elle atteint une superficie totale d'environ 20 000 km², composée d'une mosaïque hétérogène d'ensembles â la forme changeante en fonction des variables dynamiques des processus fluviaux (Iriondo, 1988). En effet, le long du Paraná, la large plaine alluviale qui encadre le fleuve couvre une superficie 2 à 10 fois supérieure durant les inondations extraordinaires par rapport à celle mentionnée plus haut. En revanche, durant les basses eaux extraordinaires, le cours d'eau reste isolé de la plaine inondable. Les variations des caractéristiques hydrologiques du fleuve ont un impact direct sur les formes de la plaine d'inondation et des changements importants peuvent apparaître en quelques années en fonction du débit et de la charge transportée par le fleuve. La plupart du temps, la modification des flux (comme à l'aval des barrages), la diminution de la vitesse et/ou la réduction des niveaux d'inondation provoquent une colonisation par la végétation arborée (*Salix spp*., *Populus spp*.) (Fritschy, 2003). Des processus de rétroaction prennent place entre les sous-systèmes (FIGURE 24 P.151) (Casco, 2003).

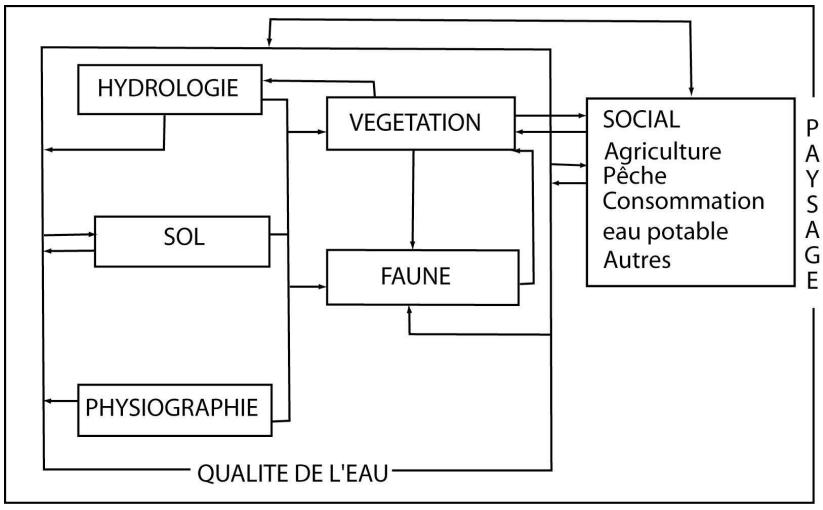


FIGURE 24 INTERACTIONS ENTRE LES SOUS-SYSTEMES FORMANT LE PAYSAGE FLUVIAL (CASCO, BASTERRA DE CHIOZZI *ET AL.*, 2005)

La télédétection permet une vue d'ensemble de ces différents éléments et de proposer une classification génétique de la plaine alluviale (Casco, Basterra de Chiozzi *et al.*, 2005). Il s'agit dans cette partie de présenter les interactions du cours d'eau et de sa plaine alluviale en utilisant les unités de végétation et leur morphologie particulière comme indicateurs fonctionnels du fleuve. Pour cela nous utilisons des images Landsat TM5 et TM7 traitées avec le logiciel SIG IDRISI à des échelles comprises entre le 1/250 000e et 1/1 000 000e. Au 1/250 000e se reconnaissent les principales unités géomorphologiques du paysage fluvial : cours d'eau principal avec bancs généralement allongés de différentes altitudes et plaine inondation latérale asymétrique avec un plus grand développement sur la rive droite du fleuve, incluant les lagunes formées par les chenaux latéraux du Paraná et les masses d'eau en demi-lunes formés par les bras secondaires (Orfeo, 1995, 1996; Taylor-Golder-Consultar-Connal, 1996). La plaine alluviale du Paraná est doucement ondulée, graduellement plus plane au sud. Il existe une différence absolue d'altitude de 7,66 m à Corrientes et seulement de 3,20 m à Empedrado entre les zones les plus basses et le sommet des îles les plus hautes (Neiff, 1986; Casco, 2003). La plaine alluviale peut être différenciée par la réflectance et la texture des images satellitales en 2 grandes sous-unités (FIGURE 25 P.152) :

- La plaine d'inondation proximale qui correspond à la frange adjacente au cours d'eau située jusqu'à la rive droite et influencée par les crues de plus faible intensité (crues annuelles).
- La plaine d'inondation distale située sur la marge droite dans ce tronçon, isolée du cours d'eau par la plaine proximale et affectée seulement par les crues extraordinaires (Orfeo, 1995; Drago, 2007).

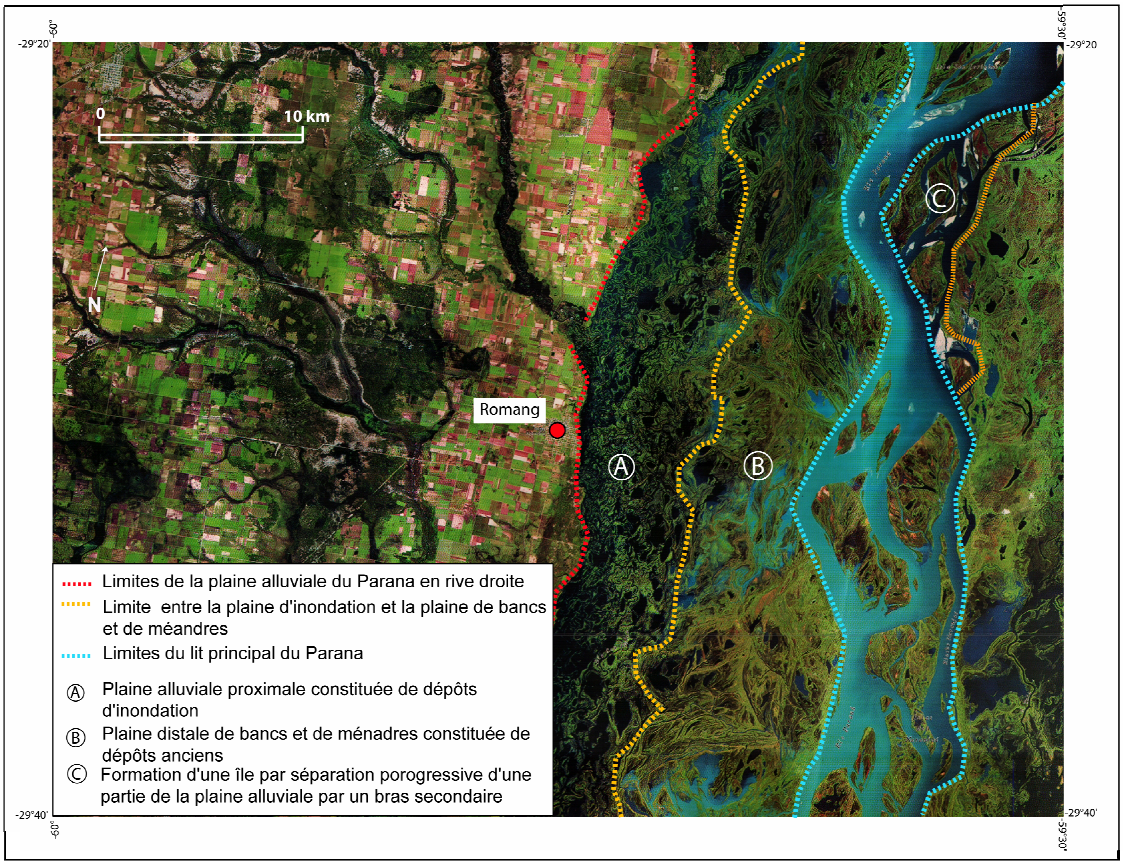


FIGURE 25 GRANDES UNITES DU PAYSAGE FLUVIAL DU PARANA AU NIVEAU DE LA VILLE DE ROMANG, DELIMITEES SUR UN AEROPOSTER, 1/250 000, 2000.

La distance au fleuve est donc un premier indicateur des interactions de la plaine alluviale et du mégafleuve : elle apporte des informations sur la genèse et l'âge de la plaine alluviale.

Directement en contact du lit principal du Paraná, la plaine alluviale du Paraná se compose des dépôts d'inondation qui sont caractérisés par une morphologie de surface plane avec de nombreuses lagunes peu profondes, des marais et de petits drains (FIGURE 25 A et FIGURE 26 C P.153). Ceux-ci sont actifs uniquement au commencement et à la fin des périodes d'inondation. Les dépôts d'inondation sont principalement situés en rive droite du cours principal tout au long de la plaine alluviale. Ils sont composés de deux faciès sédimentaires :

1. les faciès d'*albardón*, caractérisés en surface par une colonisation rapide par une végétation arbustive et en coupe par des sables très fins mélangés avec les limons et des argiles de couleur ocre et vert-gris.

2. les faciès de marais, caractérisé par une végétation basse aquatique. Les sous-unités représentent les différents stades d'évolution de la morphologie du cours principal à la morphologie d'inondation bien définie. Une telle succession sur le tronçon du Paraná Moyen indique les zones sujettes à la subsidence tectonique et les zones dont les blocs tectoniques s'exhaussent. Le premier stade d'évolution est semblable dans les

deux sous-unités : des petits drains qui traversent la plaine apparaissent, s'isolent de la circulation hydraulique du cours principal et commencent à s'élargir à certains endroits, en formant de petites lagunes. Puis, sur les blocs surélevés, les cours d'eau disparaissent lentement et les lagunes évoluent suivant une dynamique lentique, ce qui induit la succession suivante : zones avec des drains élargis, zones marécageuses et lagunes. Ces dépôts d'inondation forment une plaine de bancs et de méandres. L'association des bancs de sable du chenal principal et des îles forme la plaine alluviale actuelle qui est sans cesse modelée par la dynamique fluviale (Iriondo, 1975, 1988; Drago, 1990; Paira et Drago, 2006). Environ 30% du paysage alluvial proche du fleuve est composé de masses d'eau permanentes ou temporaires. Cette bande est large environ de deux à sept kilomètres. En rive droite de la plaine alluviale, s'écoulent des chenaux secondaires qui ont développé une morphologie caractéristique de lagunes en forme de collier de bœuf (*owbows*) et des *scroll bars* (résultat de la migration latérale d'un méandre qui créé une rive asymétrique) (FIGURE 26.C.).

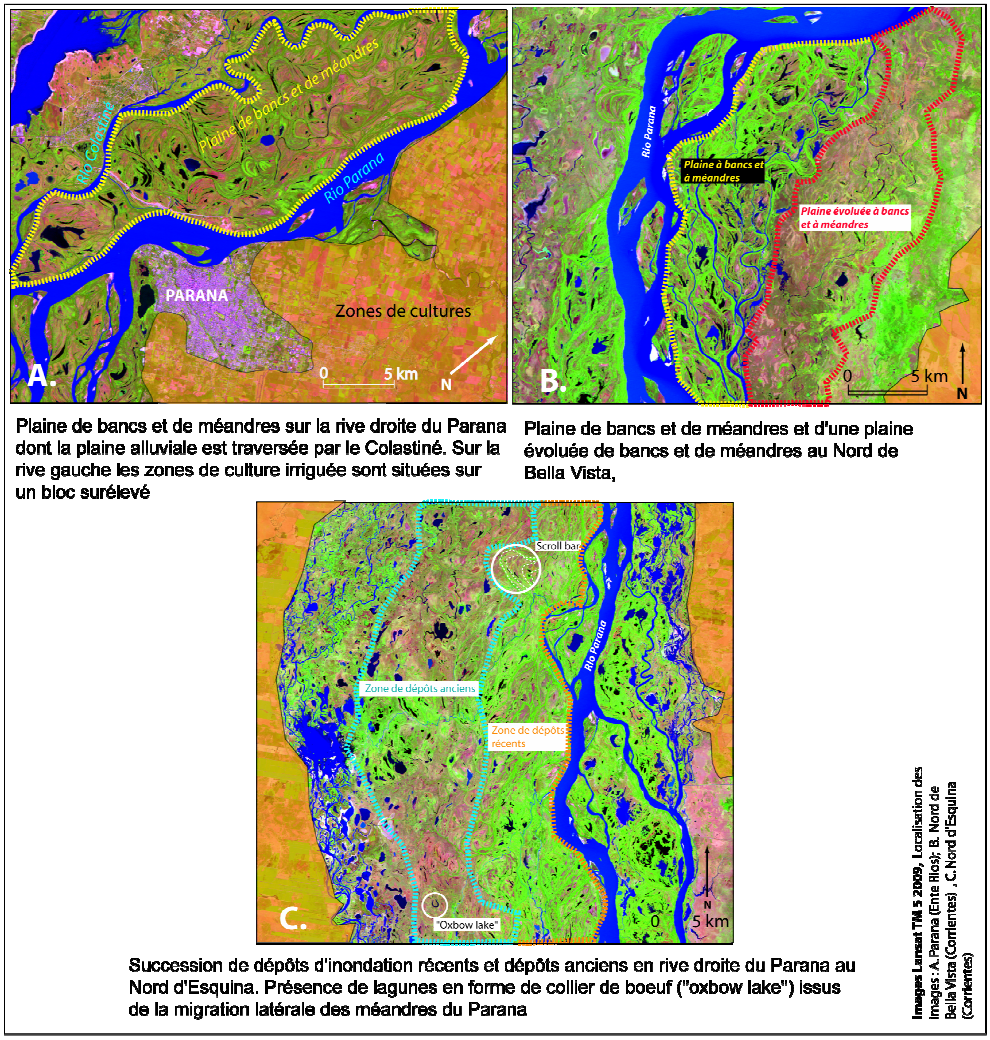


FIGURE 26 IMAGES SATELLITES LANDSAT TM5 2009, DIFFERENCIATION DES ELEMENTS DE LA PLAINE ALLUVIALE

Un peu plus loin du lit principal, se rencontrent les dépôts de méandres et de bancs. Cette unité géomorphologique est récente et a sans doute été formée sous le régime fluvial actuel. La surface de cette unité présente une morphologie fluviale de bras secondaires surimposés aux formes héritées. Les bancs de sable originels deviennent de moins en moins visibles (FIGURE 26. B. P.153). Les dépôts anciens situés sous les formes de remodelage sont principalement caractérisés par des grandes surfaces planes. Les reliefs se distinguent uniquement lorsqu'existent des lagunes de formes très irrégulières (FIGURE 26.C P.153). Les dépôts anciens apparaissent depuis Confluencia jusqu' à la latitude 30°40', formant des franges discontinues des deux côtés de la plaine alluviale (Ramonell, Amsler et al., 2002).

4.2.3.2 Fonctionnement du Paraná et mise en eau de la plaine alluviale

Au moment des très grandes crues, le paysage de la plaine alluviale disparaît sous les eaux (Drago, 1973; Drago, 2007; Paira et Drago, 2006). Mais, la plupart des lagunes sont isolées du Paraná pendant les époques des plus basses eaux. Cependant, certains lacs sont connectés directement au Paraná tout au long de l'année et leur niveau de remplissage dépend directement de ce lien (Drago et Amsler, 1981). Au niveau de la ville de Paraná, le niveau du fleuve oscille annuellement d'environ 1 mètre. De plus, le chenal principal montre une faible stabilité qui s'explique par un ratio élevé de la charge sédimentaire de fond / la charge sédimentaire totale (18%), de fort taux d'érosion latérale et une sédimentation se faisant principalement dans le chenal principal. Le thalweg du chenal connaît des migrations fréquentes et marquées (Drago, 1977, 1990).

La formation des lagunes est expliquée par la mobilité du chenal principal. L'annexion des bancs de sable et des îles puis leur déconnexion progressive du fait de la migration du chenal principal provoquent la formation de lagunes intermédiaires (Iriondo, 1988). Les processus d'annexion forment des lagunes de forme irrégulière comme résultat de la déconnexion des anabranches du système alors que la migration des chenaux secondaires tend à former des *owbows* et des *scroll bars*.

Les lagunes fournissent donc un indicateur de l'âge de la plaine alluviale en fonction de leur morphologie. La FIGURE 26 A. (P.153) montre que dans la plaine alluviale plus ancienne, les lagunes présentes sont circulaires (Iriondo et Drago, 1972; Drago, 1977; Iriondo, 1988). En revanche, les lagunes plus allongées en forme de scroll bars et d'oxbow lakes visibles sur la FIGURE 26 C. (P.153) sont une caractéristique de la plaine moderne à bancs de sable (*modern sand-bar meander plain*). Ces lagunes peuvent être connectées directement au chenal principal actuel via des cours d'eau connecteurs, ou posséder une connexion indirecte qui advient lors de la phase de montée des eaux en période de crue. Dans ce cas, les chenaux secondaires de la plaine alluviale sont mis en

eau avant que le fleuve atteigne son écoulement à pleins bords. Le dernier type de connexion se fait lors des grandes inondations et du débordement du fleuve au dessus des levées. Les lagunes ont donc un rôle important dans les relations entre la plaine et le fleuve, les zones les plus actives se situant en général plus près du cours principal (Paira et Drago, 2006). Dans la plaine d'inondation se rencontrent de nombreuses lagunes en forme de demi-lune (*madrejones*) formées par la coalescence de bancs de sable envahis par la végétation.

Les forêts où prédominent les saules, mais comprenant plusieurs espèces, se situent généralement sur les zones les plus hautes des îles du lit. La position, la forme et la superficie de chaque unité de paysage indiquent une relation avec la position topographique de chaque site. Les relations entre le chenal et l'ensemble des variables environnementales déterminent le style géomorphologique, avec des habitats spécifiques, et les discontinuités sont influencées par le fonctionnement écologique du fleuve et de sa plaine alluviale adjacente (Bravard et Gilvear, 1996).

Les lagunes ont été reconnues pour leur importance dans la compréhension du fonctionnement du système fluvial, elles sont également primordiales pour le fonctionnement du système anthropique en lien avec le fleuve. En effet, elles correspondent à des habitats privilégiés pour la fraie des poissons d'eau douce et de ce fait sont un élément essentiel de la pêche dans le Paraná. Elles jouent de plus un rôle central et peu étudié dans l'absorption des ondes de crue. C'est autour de la connexion entre les lagunes et le fleuve principal que sont aujourd'hui lancés des travaux de recherche sur la prévention des inondations. Ces travaux qui en sont aujourd'hui au stade de la recherche fondamentale pourraient permettre dans le volet appliqué, de développer une meilleure circulation et un stockage efficace des eaux de débordement qui menacent aujourd'hui les villes riveraines du Paraná en période de crues exceptionnelles.

Les connaissances sur la plaine alluviale sont particulièrement poussées dans le domaine des sciences naturelles mais les liens avec le fonctionnement du système anthropique n'ont pas encore été pensés. De plus en plus, les travaux de recherche tendent trouver leurs financements dans les collectivités territoriales en sus des subventions accordées par le gouvernement national. De nouvelles thématiques de recherche appliquée apparaissent, notamment autour des thématiques du risque, mais cela reste encore rare. Dans le cadre de notre travail, nous avons été confrontés aux difficultés de la réalisation d'une synthèse systémique du fait du cloisonnement des connaissances produites dans des domaines scientifiques très spécifiques. A l'image de la plaine alluviale du Paraná, le paysage scientifique se construit autour de puits de science séparés par de vastes champs non encore investis. Le paysage fluvial du Paraná est une allégorie du paysage de la recherche sur le mégafleuve. Nous évoluons dans un

univers amphibie, entre terre et fleuve, dans lequel la connaissance actuelle est insuffisante pour proposer un modèle de géosystème complet.

Malgré tous les travaux réalisés, les classifications ne semblent pas répondre aux besoins de la société argentine dans le cadre d'une gestion intégrée. Nous avons donc choisi de proposer une ébauche de classification en tronçons permettant de croiser les données physiques et les données anthropiques. Cette classification fonctionnelle devrait permettre de mieux comprendre le fonctionnement de chaque tronçon et d'envisager le fleuve dans une perspective de gestion intégrée à l'échelle du bassin versant.

4.3. Compartimenter pour mieux utiliser : essai de sectorisation multifonctionnelle

La soif de connaissances se lit à travers la qualité et la quantité de la production de travaux fondamentaux qui sont publiés chaque année sur le Paraná. Malgré l'importance de cette recherche, le savoir n'est pas toujours adapté aux besoins de la société et son application pratique est assez limitée. Produire une classification croisée des enjeux et le savoir produit par la recherche fondamentale peut permettre de développer un cadre de gestion par tronçon dans une perspective intégratrice. Cette sectorisation fonctionnelle met également en avant les atouts et les contraintes de chaque tronçon et de leur variabilité temporelle.

Il est nécessaire d'être attentif à certaines variables qui influencent directement la morphologie du fleuve et indirectement les potentialités créées pour la société argentine. Les morphologies d'écoulement sont directement influencées par huit variables majeures : largeur du chenal, profondeur, vitesse du courant, volume écoulé, pente du chenal, rugosité, charge sédimentaire, et taille des sédiments (Leopold, Wolman *et al*., 1964). Un changement de n'importe laquelle de ces variables induit une série d'ajustements du chenal. Comme la morphologie de l'écoulement est un produit de ces processus intégrés, les variables qui peuvent être mesurées peuvent être utilisées comme critères de classification. Nous avons choisi de prendre en compte les données essentielles permettant de comprendre la dynamique fluviale et d'analyser le potentiel engendré par les caractéristiques différentes de chaque tronçon. Ces données sont les suivantes : 1. la pente, 2. le débit, 3. le transport sédimentaire, 4. la profondeur, 5. la largeur, 6. le pourcentage de présence/absence d'îles et de bancs dans le lit, et 7. la sinuosité. Elles déterminent la dynamique des chenaux ainsi que le potentiel ouvert à la navigation et à la production hydroélectrique.

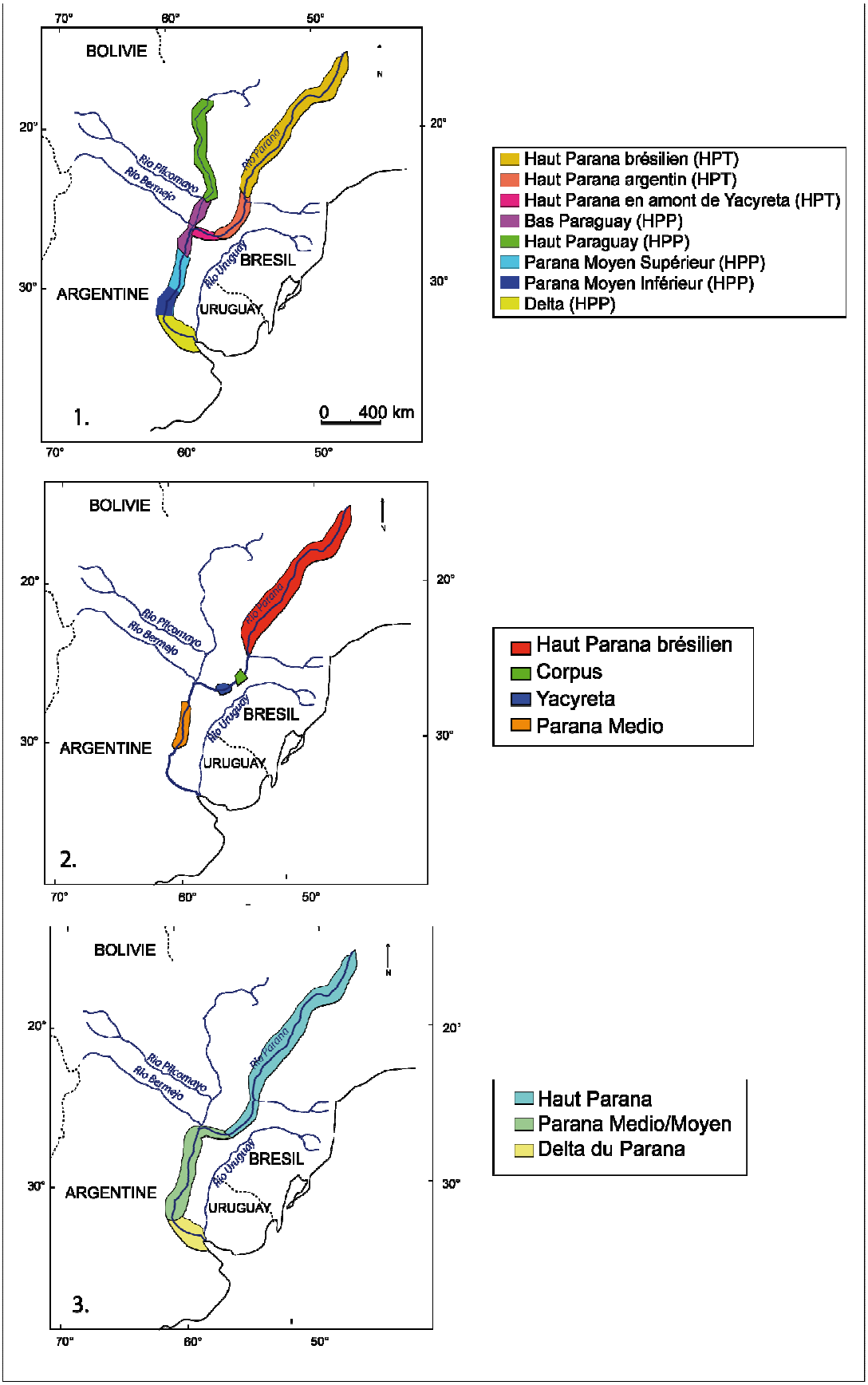


FIGURE 27 CARTOGRAPHIE DES DIFFERENTES CLASSIFICATIONS OBTENUES SUR LE PARANA. 1. TRANSPORT, 2. ENERGIE, 3. CRITERES PHYSIQUES

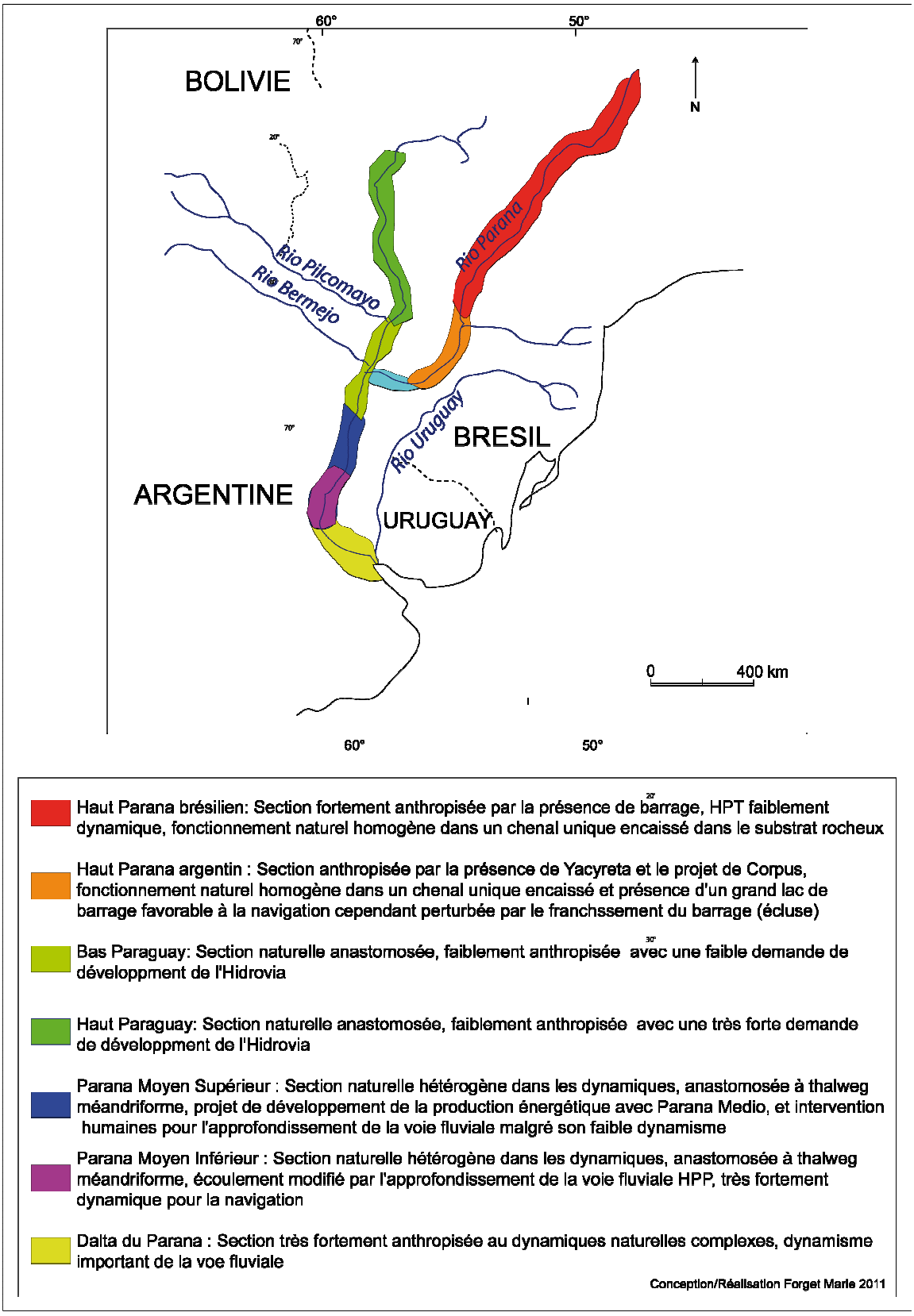
La FIGURE 77 (APPENDICE 1 P. 502) reprend les différents éléments permettant de construire une classification en fonction des usages (détaillés dans les chapitres précédents) et du fonctionnement naturel du cours d'eau. Ces différents critères amènent à une classification implicite ou explicite du mégafleuve, faite par la société de manière réfléchie ou non. En effet, les seules classifications explicites sont celles issues de la recherche fondamentale qui découpe le fleuve en fonction de critères qualitatifs et quantitatifs. Les classifications générées par le système de transport et le secteur énergétique sont mixtes : les travaux réalisés pour les aménagements nécessaires qui demandent une sectorisation claire et une sectorisation plutôt implicite, qui regroupe la perception de la société et les aménagements planifiés à très grande échelle par des acteurs souvent privés. Ces classifications sont cartographiées dans la FIGURE 27 (P.157)**,** qui permet de visualiser le découpage du fleuve en fonction des différents enjeux. La cartographie des tronçons permet de proposer une classification mixte regroupant les différents découpages utilisés sur le mégafleuve.

Cette classification mixte est proposée sur la CARTE 11 (P. 159) qui montre le compartimentage du Paraná en fonction du degré d'anthropisation de chaque tronçon (couleurs chaudes) et de sa naturalité (couleurs froides). A ce premier critère s'ajoute le fonctionnement du mégafleuve, qui sert de base à notre découpage, le Paraná est ainsi sectorisé en trois grands tronçons (Haut Paraná, Paraná Moyen et Bas Paraná), qui se fondent sur la morphologie en plan du fleuve. A cette sectorisation générale qui sera détaillée dans les chapitres à venir, se superpose un troisième critère qui est le dynamisme de la voie fluviale. En effet, ce critère permet d'appréhender de manière synthétique l'évolution et la planification des aménagements proposés. Il permet également d'analyser la perception du Paraná par la société argentine, fortement influencée par les questions économiques et notamment celles relatives aux exportations de grains.

Un quatrième critère de classification est celui relatif aux constructions hydroélectriques, qui recoupe partiellement les zones les plus impactées par l'action anthropique et qui permette de mettre en avant les secteurs susceptibles de connaître de profondes modifications dans les années à venir, si les projets de Corpus et Paraná medio voient le jour.

On voit grâce à cette carte, que les classifications proposées sur critères physiques omettent une grande partie des dynamiques socio-fluviales et ne permettent pas de prendre en compte le rapport de la société avec son fleuve. Cette ébauche de classification nous servira de base pour proposer un mode de gestion fondé sur les caractéristiques propres au mégafleuve, et pour tenir compte de son insertion dans la société. Cela est en effet indispensable pour développer un mode de gestion innovant

permettant de répondre au paradoxe constitué aujourd'hui par le Paraná : une richesse naturelle à préserver ou une ressource importante à exploiter.



CARTE 11 CARTE DE SYNTHESE DU DECOUPAGE DU PARANA EN GRANDES SECTIONS, FONDES SUR UNE CLASSIFICATION MIXTE

Conclusion du quatrième chapitre

La structure de la recherche est donc compartimentée tant spatialement que thématiquement. Les études actuellement menées sont principalement localisées autour des villes de Rosario, Santa Fe et Corrientes. L'élection de ces sites permet de profiter des études historiques déjà menées, des données disponibles mais également en fonction de l'évolution du peuplement. Les thématiques abordées sont très riches car elles embrassent des préoccupations actuelles. La géographie du río Paraná est en train de se construire, avec de nombreux acteurs nouveaux et hérités, ce qui induit une certaine difficulté à considérer le Paraná comme un continuum fluvial. Le mégafleuve semble avoir connu une sectorisation implicite en fonction des usages qui ont engendré la création de centres de recherches spécialisés, soulevant le problème de la multifonctionnalité du bassin versant.

Comment concilier alors les différents usages du fleuve et proposer une sectorisation qui permettrait de prendre en compte les impacts de chaque tronçon sur l'ensemble du fleuve ? Aujourd'hui la société argentine est parvenue à une proto-maîtrise du fleuve en le considérant par secteurs affectés par les mêmes usages et les mêmes enjeux. Il est donc essentiel de s'interroger sur la conceptualisation de la notion de classification et de tenter de formaliser une classification dynamique adaptable à la taille et aux évolutions du fleuve. En effet, la multiplicité des usages et des gestions différenciées est le résultat des dynamiques croisées entre le fleuve et la société. La situation actuelle résulte des relations entre une société jeune et un mégafleuve méconnu. La rencontre des mobilités physique et sociales se situe à une intersection géographique sans cesse en redéfinition. Les fleuves d'Amérique latine ont aujourd'hui du retard sur les principes de gestion intégrée déjà en place dans les pays plus développés. Cela peut cependant être un atout dans l'application des principes de gestion les plus adaptés.

Depuis les années 2000, on assiste à l'apparition en Argentine du concept de développement durable qui semble remettre en question le fonctionnement compartimenté de la recherche. Nous l'avons vu dans les chapitres précédents, l'intégration du Mercosur grâce aux projets de transport par voie fluviale sur le Paraná promus ? par l'IIRSA, a d'ailleurs adopté une perspective différente en travaillant à l'échelle du bassin versant. Les projets du CIC (Comité Internacional de la Cuenca de La Plata) offrent également une perspective à l'échelle de l'ensemble du bassin, en réalisant un SIG à petite échelle permettant de croiser les informations des différentes thématiques après avoir rendu les données des différents pays compatibles. Ces projets indiquent la volonté de penser le fleuve dans son ensemble et d'adopter une vision intégrée du bassin versant. Avant de pouvoir réfléchir sur la possibilité d'adopter une telle perspective, il est nécessaire d'approfondir les sectorisations implicites et explicites

produites sur le Paraná. Les sections fluviales n’ont en effet pas les mêmes limites ni les mêmes caractéristiques en fonction des usages. Elles doivent donc être déterminées au miroir de la demande de la société.

Conclusion de la première partie

Le Paraná est un axe essentiel reliant les villes continentales de l'Argentine et du Paraguay à l'Océan Atlantique, mais paradoxalement il ne constitue pas véritablement la colonne vertébrale du Cône Sud. Le « système Paraná » comme nous aimons l'appeler, connaît un regain d'intérêt depuis une vingtaine d'années, avec un « retour au fleuve » porteur de nouveaux enjeux. L'analyse de la place du mégafleuve dans la société a montré que les changements d'échelle, qui permettent de l'appréhender comme un système, ne sont pas maîtrisés. La société en conserve une vision très locale.

Cette situation commence toutefois à évoluer à la fin des années 1970 avec la signature des premiers accords multipartites. Ce sont les préoccupations relatives au développement de la ressource énergétique et à l'intégration des pays du bassin grâce à une mégavoie de transport fluvial qui ont permis de changer les échelles d'analyse du mégafleuve. L'apparition de la petite échelle dans les problématiques de gestion du Paraná reste toutefois plus effective dans les discours que dans la réalité. Les liens fonctionnels se maintiennent de manière artificielle entre les échelons locaux et le gouvernement central. Bien que le dialogue entre les différents acteurs connaissent quelques progrès, les interventions sur le mégafleuve restent très fragmentées tant géographiquement que sectoriellement.

La navigation est un des enjeux essentiels pour le développement de l'axe fluvial du Paraná. Malgré les avancées de l'approfondissement et du balisage de la voie fluviale, de nombreux travaux sont encore nécessaires au bon fonctionnement des deux branches de l'Hidrovia. L'apparition des acteurs privés complexifie la mise en œuvre d'infrastructures à l'échelle du bassin versant.

L'enchevêtrement des échelles d'intervention sur le bras principal du Paraná cache également les différentes positions politiques prises par les deux grandes puissances du bassin versant : l'Argentine et le Brésil. En effet, l'Argentine a choisi tardivement de développer de manière équilibrée le Paraná en tant que ressource énergétique et voie de communication alors que le Brésil privilégie le développement de l'hydroélectricité. La concurrence entre la production d'électricité et le transport de matières premières dans l'exploitation du fleuve n'est pas nouvelle mais est aujourd'hui au centre des problématiques concernant le développement du bassin du Paraná. Il est également important de mentionner que le Paraguay et la Bolivie sont tous deux dépendants de la voie fluviale pour l'exportation des matières premières qui soutiennent leurs économies.

De fortes concurrences pour l'exploitation du fleuve sont à prévoir si les plans d'aménagement élaborés à l'échelle du Mercosur deviennent une réalité dans le

contexte d'intégration des pays de la Cuenca de la Plata. En effet, la ressource énergétique est principalement pensée à l'échelle nationale, voire binationale, mais la construction de grandes retenues hydroélectrique provoquerait une rupture dans le continuum fluvial du Paraná et empêcherait d'une certaine manière l'*Hidrovia* Paraná-Paraguay d'atteindre son potentiel maximum.

La réalisation de ces projets tiraille une société qui a besoin de répondre à une demande croissante en énergie et qui est en même temps désireuse de préserver l'environnement fluvial. L'État réaffirme son rôle dans les grands secteurs de la navigation et de l'hydroélectricité en renforçant les structures de production et de distribution de l'électricité produite à Yacyretá, mais il est à présent contré par les associations de protection environnementale qui dénoncent les impacts sociaux et environnementaux de ces grands aménagements. Il est difficile de trouver le juste milieu entre les affirmations de ces deux groupes d'acteurs qui semblent toutes deux fondées sur des analyses économiques et/ou écologiques recevables. Ce flou dans les interprétations des travaux produits sur le Paraná est expliqué par le caractère insuffisant des connaissances scientifiques : le Paraná est encore un fleuve méconnu et les impacts des grands aménagements ne sont pas maîtrisés.

La proto-maîtrise des différentes échelles du Paraná ainsi que la jeunesse des aménagements ne permettent en effet pas d'avoir suffisamment de recul pour évaluer les modifications engendrées par l'anthropisation du mégafleuve. Les structures de recherche et les thématiques abordées dans les travaux scientifiques permettent cependant ? de déterminer les tronçons du Paraná porteurs d'enjeux, compartimentés tant spatialement que thématiquement.

Le Paraná argentin est donc un fleuve largement sous-exploité en regard de son potentiel de développement. Le caractère incomplet de la mise en valeur de la ressource trouve ses racines dans la perception scientifique du fleuve. En effet, le positionnement scientifique de l'Argentine ainsi que la structure des centres de recherche permettent de comprendre pourquoi le Paraná a été aménagé par petites touches au gré de l'évolution des contextes politico-économiques. Chaque usage propose un découpage implicite du mégafleuve. Leur combinaison se superpose, se chevauche, s'entrechoque et donnant naissance à un embryon de gestion intégrée à l'échelle du bassin versant.

Cette partie annonce les questions suivantes : quels sont les facteurs qui permettent d'expliquer la « sous-utilisation » du fleuve et comment est-il possible de concilier les différents usages du fleuve ? Notre démonstration se fonde sur la classification mixte des usages et du fonctionnement du fleuve proposée dans le quatrième chapitre. En effet, la rencontre des mobilités physiques et sociales se situe à une intersection géographique sans cesse en redéfinition.

Nous avons dans cette première partie défini notre cadre d'analyse et sélectionné les critères de classification –cohérents- avec les enjeux que nous jugeons les plus importants à l'échelle du bassin versant argentin du Paraná : la navigation, l'énergie, le développement territorial et la préservation de l'environnement. Des éléments manquent pour réaliser une classification définitive permettant de proposer un modèle de gestion innovant, fondé sur une classification mixte du Paraná. C'est le but des parties suivantes : comprendre le mégafleuve et en proposer une vision synthétique et prospective. Pour comprendre les interactions entre la société argentine et son fleuve , nous sommes obligés de faire appel à l'Histoire.

PARTIE 2. COMPRENDRE LE MEGAFLEUVE

La première partie a été consacrée à l'état des lieux des usages du Paraná au moment du bicentennaire de l'indépendance de l'Argentine. Y ont été développés les principaux usages du fleuve ainsi que les découpages implicites ou explicites utilisés par les différents acteurs. La situation géographique du Paraná au cœur du continent Sud-américain, évoquée à plusieurs reprises, ne semble pas pouvoir expliquer la place que tient le fleuve dans la société argentine.

Pourtant nous pensons que la localisation du Paraná dans le « Nouveau Monde », n'est pas neutre. En effet, les différentes étapes de la découverte et de la conquête ont permis l'intégration du fleuve dans une société en construction, en mêlant la perception de l'altérité du Nouveau Monde et celle des héritages de l'Ancien. La géohistoire du Paraná constitue une entrée utile pour apréhender le concept de « mégafleuve » mais également pour comprendre et expliquer la configuration et le fonctionnement de l'espace *paranense* du XXIe siècle. Les problèmes d'aménagement, présentés dans la première partie, liés en grande partie à la géomorphologie du fleuve, révèlent entre autres la difficulté d'intégrer la taille du Paraná dans l'action humaine.

Deux siècles et demi avant la naissance de ce concept, les conquistadors intègrent déjà, tant bien que mal, l'immensité du fleuve dans leurs représentations : implicitement, les premiers cartographes ont conscience de la taille non conventionnelle du Paraná : les représentations du fleuve, à leurs débuts, sont des représentations « ratées », incapables de figurer un objet dont la taille est perçue mais non maîtrisée

Chapitre 5. La progressive prise en compte de la taille du Paraná

Il s'agit tout d'abord de souligner l'anachronisme entre la notion de mégafleuve et l'immensité ressentie par les premiers colons. En effet, la notion de « mégafleuve » ne peut être transposée dans le passé d'une manière simple car les hommes, lors de la découverte et de la conquête, ne peuvent concevoir ce qu'est un « mégafleuve ». Le fait géographique est apréhendé par une société qui n'est pas en mesure de le conceptualiser. En effet, cette conceptualisation requiert une référence de taille comparable. Ce n'est qu'à la fin du XXe siècle qu'apparaissent dans la littérature scientifique des textes traitant de la taille des cours d'eau, donnant naissance en 2008 au concept de mégafleuve (Latrubesse, 2008).

De même, la notion de métamorphose fluviale développée dans les années 1980, est en retard de 250 ans sur la description princeps du phénomène (Bravard, 1989). Comme les ingénieurs français de l'exemple donné par J.P Bravard (1989), les ingénieurs argentins ont toujours trouvé des solutions aux problèmes d'aménagement sans se référer à un nouveau modèle de développement. Les solutions restent généralement limitées à des échelles d'aménagement très locales. Ce n'est que lors de l'apparition des enjeux de gestion intégrée à l'échelle du bassin qu'apparaît la nécessité d'énoncer des concepts permettant la prise en compte du Paraná dans son intégralité. Cette nouvelle vision du fleuve facilite ainsi les travaux d'ingénierie tout en intégrant les impacts directs et indirects sur l'ensemble du système fluvial.

Cependant, la notion moderne de mégafleuve apparaît en filigrane dans les représentations anciennes du Paraná. L'embarras des premiers explorateurs à dessiner le Paraná témoigne de la perplexité des cartographes devant une immensité inconnue dans l'Ancien Monde. La littérature et les cartes qui nous sont parvenues laissent percevoir l'intuition des auteurs pressentant que le Paraná est davantage qu'un grand fleuve. Bien que le qualificatif de « méga » que nous attribuons aujourd'hui au Paraná n'existait pas alors, les colons et les découvreurs comprennent que ce fleuve n'a rien de comparable aux fleuves européens. De nombreux toponymes relatifs à la mer comme celui de la « baie d'Asunción » ou encore de la « Mar dulce » pour l'estuaire de la Plata en témoignent.

Les indigènes, qui ont baptisé le Paraná « Père des fleuves », probablement en raison de sa taille, avaient sans doute une vision plus juste des éléments. Les échanges entre autochtones et colonisateurs ont été très réduits et seules quelques traces du savoir

indigène de tradition orale ont survécu aux siècles. Les qualificatifs pour des objets de cette taille n'existant pas, l'appropriation et l'exploitation du fleuve se font donc sur la base des échelles européennes. Ainsi, les textes anciens font souvent référence à des éléments connus en Europe et ce sont souvent les cartes qui représentent le mieux l'immensité. Si les descriptions littéraires témoignent souvent peu de la réalité du terrain, la représentation par l'image est toutefois fréquemment faussée par des relevés difficiles et des techniques graphiques encore peu adaptées. En effet, les cartographes reproduisent des limites et des tracés qui leur ont été rapportés mais qu'ils n'ont pas réellement vérifiés sur le terrain. De plus la science cartographique connait de très fortes évolutions dans les deux siècles suivant la découverte. Les premières cartes sont donc généralement une image distordue de la réalité.

Notre travail nous a amené à rassembler un corpus cartographique abondant et varié, dont la critique est nécessaire afin d'en déterminer la fiabilité. C'est en effet sur ce corpus que se fonde notre analyse de la stabilité et de la mobilité du fleuve permettant d'appréhender le comportement fluvial. L'amélioration des repères géographiques et les progrès de la cartographie évoluent parallèlement aux fonctions socio-politico-économiques attribuées au Paraná. En conséquence, à partir du XIXe siècle le fleuve est progressivement relié à l'hinterland. L'appropriation de la cartographie fluviale par les Argentins[46] marque le début d'une prise de conscience de l'exploitation possible des ressources.

5.1. Comment représenter un mégafleuve ?

Lors de la découverte de l'estuaire de la Plata en 1516, les membres de l'expédition de Juan de Solis l'appréhendent comme une mer intérieure d'eau douce (*mar dulce*). Les dimensions de l'estuaire sont en effet telles qu'il n'est pas possible de soupçonner qu'il puisse s'agir de l'embouchure d'un fleuve, aucun exemple européen ne pouvant faire référence. Les textes et les cartes qui nous sont parvenus des premières expéditions dans l'intérieur des terres sont légèrement postérieures à la découverte de l'estuaire. La première carte du Paraná de Juan Sebastian del Cano datée de 1523 représente « la côte Est de l'Uruguay et d'Argentine » (CARTE 36 APPENDICE 2 P 503). Cette carte matérialise la connaissance qu'ont les premiers colons du corridor fluvial. Celle-ci est beaucoup moins avancée que le tracé des côtes. En effet, les éléments cartographiés par del Cano proviennent généralement de récits faits au retour des expéditions d'exploration. Les missions successives permettent d'incrémenter la connaissance portant sur les terres

46 Avant cette période, la cartographie est en effet réalsée par des Européens au service de la Métropole ou de la République Argentine naissante.

découvertes, par ailleurs appropriées, en leur attribuant un nom (comme l'indiquent les différents toponymes de la carte). De cette constatation, il est possible de déduire deux éléments importants : **1.** les expéditions visent dans un premier temps à connaître et à s'approprier les côtes maritimes de l'Argentine ; la colonisation intérieure via les grands cours d'eau se faisant de manière plus tardive, et **2.** les représentations cartographiques dépendent fondamentalement du cartographe.

En effet, dans le corpus des premières cartes, les cartographes de terrain sont peu nombreux et les personnes en charge de l'inventaire des nouvelles terres sont généralement des cartographes « amateurs ». Les informations fournies sont donc essentiellement des informations orales collectées auprès de personnes ayant séjourné sur le terrain, ou auprès de la population autochtone, ce qui pose problème pour avoir une vision globale du fleuve qui en est rendue difficile, voire impossible dans l'immédiat.

5.1.1 Le défi des échelles

Devant l'inconnu, les découvreurs utilisent dans un premier temps la toponymie employée par les populations autochtones, en général de langue guarani. Le río Paraná, « père des fleuves », traduit davantage l'immensité du Paraná, que les noms donnés par les découvreurs. Sur la carte de Juan Sebastien del Cano, les toponymes qui ornent les côtes orientales de l'Argentine sont empruntés à l'Espagne catholique (CARTE 36 APPENDICE 2 P 503). Des noms de saints, de villes ou de provinces sont plaqués sur ces nouveaux territoires, dont l'identité n'est alors pas évidente : les analogies entre Vieux et Nouveau Monde sont assez courantes.

La toponymie repose en effet sur un consensus social[47] et se construit sur une culture et des valeurs partagées autant que sur les particularités des éléments à nommer : les noms des hauts lieux et des grands personnages du pays d'origine des découvreurs ont une valeur d'identification immédiate. La nomination, mode d'appropriation symbolique, donne ainsi un cadre qui dépossède l'espace de son altérité et en fait un objet de discours (Jacob, 1992). Comme en témoignent les récits de Christophe Colomb, l'invention de la toponymie pour des terres inédites peut s'appuyer sur des stratégies linguistiques complémentaires. Les formes les plus complexes imposent au territoire découvert un chapelet de noms qui reconstituent l'univers politique et religieux de l'explorateur. Christophe Colomb par exemple obéit à une hiérarchie précise : « ce seront à la suite : Dieu, la vierge Marie, le roi d'Espagne, la reine, l'hériter royal ».

[47] Ce consensus dissimule en fait un rapport de pouvoir, entre le fondateur de l'usage et ceux qui s'y conformeront.

Ainsi sont nommées les terres de San Salvador, de Santa Cruz etc. On prend parfois le nom du Saint ou de la fête religieuse correspondant à la date de la découverte du lieu. Il y a cependant une rhétorique de la toponymie qui trouve sa motivation dans un rapport de ressemblance avec des lieux connus de l'Ancien Monde. Dans ce cas, le toponyme d'origine est détaché du pays géographique donné pour conserver son sens symbolique et politique. La fracture océanique tient alors le rôle d'un axe de symétrie qui favorise le dédoublement, ce reflet de l'Ancien Monde sur le Nouveau (Jacob, 1992).

Le meilleur exemple est sans doute l'usage du terme de « Mésopotamie » [48] qui décrit une région de marais et d'étangs enserrés entre le Paraná et l'Uruguay. Le toponyme de *Mesopotamia* est encore utilisé aujourd'hui pour cette zone à cheval sur les provinces de Santa Fe et d'Entre Rios. Cela témoigne du transfert des caractéristiques d'un espace géographique vers un autre sans prendre en compte la spécificité du Nouveau Monde. Initialement, le territoire mésopotamien compris entre le Tigre et l'Euphrate draine une région montagneuse au climat semi-aride. La notion est alors importée directement d'un espace amphibie de l'Ancien Monde que les colons pensent retrouver le long des rives du Paraná. En effet, la notion de Mésopotamie intègre des caractéristiques physiques que les colons ont remarquées en prenant possession de ces nouvelles terres. Parmi elles, la grande mobilité du fleuve a créé un espace fluvial dont la morphologie ne cesse de se renouveler. L'espace construit par la divagation du Paraná est morphologiquement jeune et possède de ce fait une apparence relativement semblable à celle rencontrée dans l'Ancien Monde (Sanlaville, 2000). Ces deux espaces possèdent donc un côté inachevé, mouvant. Les colons ont également fait une comparaison entre les Monts d'Arménie et les Andes. En effet, les montagnes de la Mésopotamie originelle regorgent d'or et de minerais. Le mythe de l'Eldorado est fécond à cette époque et doit avoir inconsciemment influencé le choix de ce toponyme. Malgré les intuitions des colons sur le plan des ressemblances physiques des deux espaces entre terre et eau, le terme de « Mésopotamie » est également porteur d'un contenu civilisationnel que l'on ne retrouve en aucune manière dans les territoires argentins : le berceau du monde « civilisé » se trouve en Mésopotamie alors que les terres comprises entre la Paraná et l'Uruguay sont très faiblement peuplées par des tribus indigènes dont les réseaux sont peu développés. A un grand espace fluvial est donc associé un toponyme qui représente bien les caractéristiques physiques du lieu, mais qui véhicule une vision erronée du territoire. Face à l'immensité, les explorateurs rattachent leurs découvertes à des éléments connus pour ne pas être débordés par cette immensité qu'ils ne maîtrisent pas.

[48] Littéralement "entre deux rivières"

Nous proposons donc de nous intéresser à la perception de la nature amphibie qui s'offre aux premiers cartographes du mégafleuve. Loin d'être immédiate, l'adaptation à l'immensité demande la création de nouveaux repères et d'un vocabulaire adéquat pour décrire et répertorier le Paraná. Pour cela l'analyse des textes fondateurs des Grandes Découvertes éclaire la manière dont est perçu et analysé l'espace fluvial nouvellement découvert. Il est également important de savoir qui réalise les cartes, avec quelles informations et selon quels objectifs. En effet, un nombre considérable de cosmographes, chorographes ou cartographes, auteurs de mappemondes, de recueils de voyages, de gros traités ou de simples monographies, traduisent la véritable géographie des « découvreurs ». Leurs œuvres permettent pour chaque période de faire le bilan du connu et de l'inconnu sur le Paraná et de comprendre comment les nouvelles notions géographiques, botaniques, ethnographiques sont intégrées au patrimoine culturel de l'Europe et de l'Argentine (Regules, 1930; Furlong Cardiff 1937; Dainville, 1986; Jacob, 1992; Harley et Woodward, 1998; Dainville, 2002; Harley et Woodward, 2005).

5.1.1.1 L'invention du Nouveau Monde

Grâce au souci de la Couronne espagnole de perpétuer la gloire de ses conquêtes, de nombreux récits historiographiques spontanés de soldats et de prêtres nous sont parvenus. Avec la création du poste officiel de *Cronista Mayor* et la conception de questionnaires-type par Philippe II, la recherche des particularités des Indes est facilitée. Toutefois, les cartes mentales des chroniqueurs restent pendant plusieurs siècles calquées sur les schémas de pensée du Vieux Continent (Pelletier, 2009). Par exemple, l'humaniste milanais Pierre-Martyr d'Anghiera lègue des récits influencés par Homère et Virgile. Il voit le Nouveau Monde à travers un prisme classique : Colomb aurait été l'émule d'Enée et d'Alexandre le Grand, et les femmes américaines des héroïnes de la Rome antique. Aux schémas de pensée classique s'additionnent le merveilleux et les mythes, qui viennent brouiller les relations de voyage. En effet, les chroniqueurs nourris de romans de chevalerie manquent parfois d'esprit critique et distinguent mal le merveilleux de la réalité géographique et historique. Comme le dit N. Broc, « *l'homme de la Renaissance, souvent incapable de distinguer le réel du surnaturel, transféra tout simplement ses mythes de l'Ancien vers le Nouveau Monde. Le goût du merveilleux, autant que la quête de l'or, de la connaissance, demeure un des moteurs les plus actifs de l'aventure lointaine et du progrès géographique* » (Broc, 1986). La perception des nouvelles terres révèle la forte imprégnation de trois grands mythes fondateurs : le mythe des Amazones, celui de l'Eldorado et enfin les légendes des créatures extraordinaires peuplant des espaces encore imaginés. L'omniprésence des mythes dans l'esprit des colonisateurs a orienté leur vision et leur sensibilité, et ils ont ainsi forgé de

manière durable l'image d'une Amérique riche de trésors et de butins, où tout homme courageux peut venir chercher fortune.

Les Amazones font partie d'une ethnographie merveilleuse appartenant à une humanité monstrueuse, à la lisière du monde connu (Bernand et Gruzinski, 1991). Ce mythe est intéressant en ce qui concerne le Paraná car il illustre parfaitement les emprunts faits à la mythologie européenne[49] servant à peupler un monde inconnu qui fait peur. En effet, comme dans le monde antique, la localisation des Amazones se déplace au gré des expéditions ; elles apparaissent sur les bords du Paraná sous la plume du capitaine Hernando de Rivera (1545) qui insiste sur l'existence de grands villages habités par des femmes guerrières dans la forêt du Paraguay. Ces femmes « *disposent de grandes quantités d'or et d'argent et ne s'accouplent avec leurs voisins qu'une fois par an* ». Bien entendu, elles résident sur une île située au milieu d'un lac, appelé Eldorado.

Le mythe de l'Eldorado est, quant à lui, un mythe durable qui ne s'éteint qu'avec les voyages de Humboldt au XIXe siècle. La pérennité de ce mythe s'explique par ses racines qui sont ancrées dans la réalité. En effet, une relecture du récit du voyage d'Orellana amène à interpréter l'absence d'un pays où l'or coule à flots, mais plutôt une civilisation agricole prospère, décimée par les maladies apportées par les Européens (Sanchez, 1996). Le développement actuel de l'Amérique latine semble confirmer le riche potentiel agricole pressenti par les premiers colons, avec un nouvel Eldorado fondé sur le développement du soja, nouvel « or vert ». Malgré cette intuition exacte, les explorateurs sont souvent à la source de la diffusion d'images déformées transmises vers l'Ancien Monde. Ainsi, chez les Européens le mythe précède la connaissance de la réalité américaine.

Les récits de voyages relatent souvent une nature et des populations peu ordinaires. Pour habiller le récit, on ajoute des notions fantasmagoriques concernant le pays et ses habitants. Cependant, assez curieusement, les premiers découvreurs sont assez peu sensibles à la taille, la grandeur de la nature américaine. Les colons ont au contraire été beaucoup plus marqués par l'originalité de l'*homme* américain. C'est sans doute pourquoi les descriptions de paysages relèvent davantage de la création poétique et esthétique que de l'objectivité géographique : la nature américaine est réduite à quelques éléments de base qui reviennent fréquemment : l'eau, la brise, les arbres et le

49 En tant que mythe des confins, celui des Amazones fut situé non seulement aux portes du désert libyen mais aussi sur les pentes du Caucase, au bord du Danube et, à la suite des expéditions d'Alexandre le Grand, en Inde. Vaincues par Héraklès, puis par le Macédonien, elles resurgissent un peu plus loin, pour marquer le bornage du monde connu. C'est pourquoi il n'est pas étonnant de retrouver les Amazones dans le Nouveau Monde, que Colomb avait pris pour l'extrémité de l'Orient. On doit à l'Amiral la plus ancienne référence américaine à ces femmes guerrières, qu'il croit apercevoir sur une plage de la Martinique (Bernand, C. and S. Gruzinski (1991). *Histoire du Nouveau Monde.* Paris: Fayard, Tome 1 : De la découverte à la conquête une expérience européenne, 1492-1550)

chant des oiseaux (Broc, 1986). En effet, pour la plupart des voyageurs, la terre est la même d'une partie du monde à l'autre. Le Nouveau Monde physique ne peut être que le prolongement de l'Ancien. On y trouve donc les mêmes reliefs, les mêmes climats, les mêmes plantes. Jusqu'au XVIIIe s. et la naissance du « sentiment de nature », les voyageurs humanistes sont affectés de la même myopie concernant les paysages naturels. Par essence et par vocation, ils sont plus ethnologues que géographes (Cohen, 1960).

Ces particularités graphiques révèlent donc des choix culturellement déterminés et une certaine conception du monde liée à un état de la connaissance et de la pensée. Elles constituent un niveau fondamental susceptible de faire apparaître la finalité de la carte, les effets intellectuels et imaginaires qu'elle peut susciter De ce fait l'analyse des cartes anciennes dépasse de loin la simple lecture géographique (Jacob, 1992). Certes la carte reflète le plus souvent les conventions esthétiques du temps : elle partage les codes de figuration, son répertoire de motifs et sa palette chromatique avec d'autres formes d'art graphiques. Les lacunes du savoir géographique sont ainsi masquées par une iconographe exubérante : les enlumineurs n'hésitent pas à remplir tous les espaces terrestres de personnages et d'animaux, de végétaux, de constructions. La mer y est envahie de navires si rapprochés qu'il ne leur reste guère de place pour manœuvrer (CARTE 20 P.201, CARTE 21 P.203, FIGURE 33 A P. 204, CARTE 23 P.209).

La finalité de la carte réside dans la mise en ordre de l'expérience de l'espace, dans la construction de repères stables qui viennent baliser l'indéfini et l'inorganisé. Une seule règle prévaut : ne pas interférer avec la nomenclature toponymique pour ne pas entraver sa lisibilité. L'abondance de l'iconographie et la richesse chromatique sont d'ailleurs inversement proportionnelles à la densité de la toponymie. Il est alors intéressant de remarquer que sur la mappemonde de Cantino datée de 1502 (CARTE 12), il existe une différence d'orientation entre l'horizontalité et la verticalité des décors de l'Ancien Monde et le renversement de l'iconographie du Nouveau Monde qui bascule vers l'Ouest. Il s'agit sans doute d'un moyen de traduire l'altérité de l'espace récemment découvert. Mais les deux ensembles partagent un point commun : ils soulignent la forme géographique. En Amérique du Sud, un beau paysage de forêts et de prairies est délimité par le tracé du littoral. Le blanc de l'intérieur permet de suggérer un horizon sur lequel se détachent les grands arbres. L'espace représenté par le dessin est réaliste car il respecte les données élémentaires de la perspective : les trois perroquets rouges sont au premier plan, les grands arbres légèrement en retrait et on voit s'étendre sur le lointain, cerné par une ligne d'horizon, un paysage de prairies et de bosquets (Jacob, 1992).

CARTE 12 MAPPEMONDE DE CANTINO DATEE DE 1502, CONSERVEE A LA BIBLIOTHEQUE DU VATICAN

En reprenant les réflexions de C. Jacob (1992), il est possible de se demander quel est le lien entre ces illustrations et le lieu géographique donné. L'espace sur lequel se déploie cette iconographie convoie en lui-même des savoirs et des représentations implicites partagées par les usagers et les producteurs. « *Evoquer la géographie de la Renaissance, c'est faire surgir tout un monde d'images colorées : marins portugais plantant leurs padraos le long des côtes africaines, Christophe Colomb au milieu des Indiens emplumés, Magellan débouchant dans la Mer Pacifique, Jacques Cartier remontant l'estuaire du Saint Laurent…* » (Broc, 1986). Cette époque des grandes découvertes est riche pour la géographie qui se renouvelle. Le monde se recompose et les découvertes sont généralement mises sur parchemin, vélin, papier, manuscrits dans un premier temps, puis peu à peu les cartes deviennent accessibles à un plus grand nombre grâce à l'apparition de l'imprimerie.

La CARTE 37 (APPENDICE 2 P. 504) simplifiée par la FIGURE 28 (P.177) permet de concevoir de manière plus précise la perception du continent sud-américain nouvellement découvert. L'iconographie partage ici l'une des fonctions essentielles de la carte : déplacer les frontières de l'invisible, créer un nouvel espace de visibilité, où le lointain, l'inaccessible, les antipodes parviennent à une certaine réalité sensible, grâce au pouvoir emblématique des images, *« habits de plumes, idoles, fétiches, spécimens de la flore et de la faune* » autant de symboles qui représentent, pour l'œil européen, des pays exotiques, des sociétés différentes, des climats étrangers. (Jacob, 1992). Les figures allégoriques ou mythologiques, animaux bizarres ou monstrueux, Indiens impassibles rôtissant leurs ennemis, Européens aux allures théâtrales, batailles sanglantes…imposent une certaine vision du Nouveau Monde. Cette imagerie naïve et brutale, hésitant entre le réalisme et la grandiloquence, est peut être la plus belle expression de ce que l'on pourrait appeler le « baroque géographique ». Les éléments décoratifs ou documentaires correspondent à une évidente « horreur du vide » et servent

à remplir les blancs de la carte ou… à masquer les carences de la cartographie. Mais on aurait tort de n'y voir que des éléments de pure fantaisie : beaucoup de représentations dénotent au contraire de grandes qualités d'observation et même un certain réalisme.

Les grandes thématiques de la cartographie de la découverte peuvent ainsi être regroupées en catégories regroupant :

1. Les peuples indigènes, dont il est possible de distinguer les différentes tribus et les degrés de « civilisation », les Indiens ayant des caractéristiques vestimentaires distinctes. Au Nord du continent, sur les bords de l'Amazone, des guerriers (ou guerrières) représentent sans doute le mythe des Amazones. Elles vont nues et portent en effet des longues lances ou arcs. Plus au sud, dans le Brésil actuel, on distingue des Indiens vêtus d'un pagne avec des coiffes de plumes et en possession d'arcs de grande taille. On peut supposer que ces Indiens sont des chasseurs habiles. Dans la partie actuelle du Brésil du Nord-est, les indigènes sont représentés comme étant plus « civilisés », peut être du fait de la pénétration des Jésuites et des conquistadors à l'intérieur du continent. En effet, des animaux domestiques, comme le bœuf, introduits par les Européens au fur et à mesure de leur progression dans le continent, y sont figurés. Les autres tribus autochtones sont représentées comme groupes de chasseurs-cueilleurs plus « sauvages ». Une autre carte vient confirmer cette vision de l'Amérique indienne. Dans l'*Atlas Miller* la planche représentant le Brésil (FIGURE 33 P. 204) est accompagnée d'un cartouche comportant le texte suivant : « *les habitants sont foncés de peau. Sauvages, très cruels, ils se nourrissent de chair humaine. Ils sont aussi très habiles au maniement des arcs et des flèches (…)* »

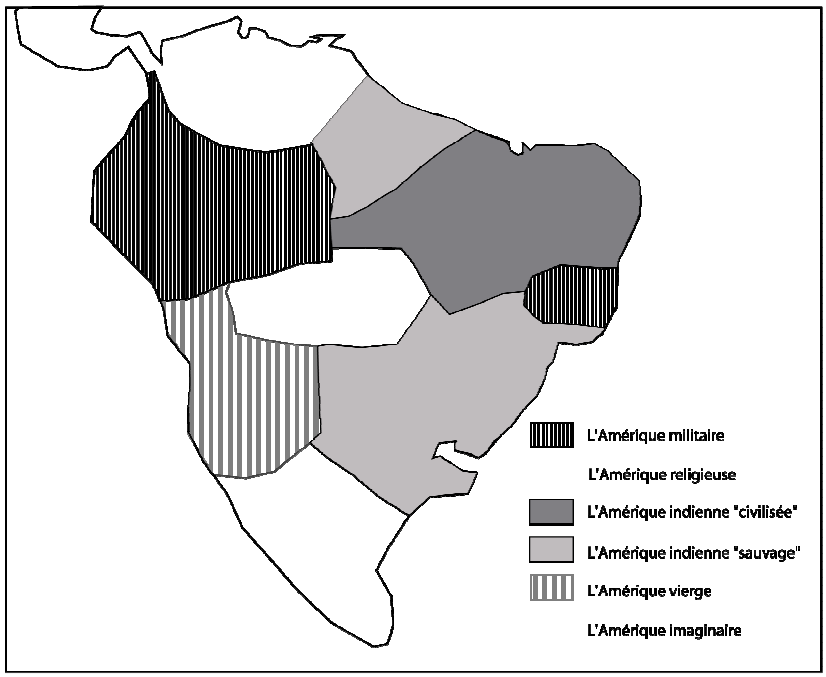


FIGURE 28 SCHEMA ILLUSTRANT LE TYPE D'INFORMATIONS REPRESENTEES SUR LE PLANISPHERE D'AMERIQUE DU SUD DE LA FIN DU XVE S.

2. On distingue ensuite les éléments de ce que nous nommons **l'Amérique militaire**. La conquête militaire est sans doute la représentation qui prend le plus de place dans le Nord-ouest du continent. En effet, on distingue trois scènes militaires qu'il est possible de rapprocher de la conquête du Pérou par Pizarro. On distingue en effet une cavalerie composée de six chevaux portant des étendards assaillant un groupe d'Indiens retranchés dans la forêt, qui se défendent à l'aide de lances. Plus au sud, on aperçoit un fort adossé à une chaîne de montagnes, assiégé par quatre personnes à l'aide d'une artillerie de cinq canons.

3. L'Amérique de la conquête religieuse : au niveau de la Bolivie et du Paraguay actuels, on assiste à une scène de baptême dans laquelle on distingue un conquistador sur la gauche, reconnaissable à son casque et à son épée surdimensionnée. Il est sans doute placé là pour protéger l'homme d'église portant une crosse épiscopale. Un troisième personnage se tient debout devant la mare où est effectué le baptême ; il semble également être un personnage important, si l'on en croit la présence de deux personnes à ses pieds lui faisant des offrandes. Un dernier personnage pousse le nouveau chrétien dans un lac ou une mare, en l'inclinant devant les notables.

Ces trois éléments nous permettent d'assister au début de la mise en valeur du continent. On voit en effet sur la carte un grand nombre d'autochtones nus ou vêtus d'un pagne, occupés à couper les arbres auxquels manque déjà le feuillage.

4. A cette Amérique en cours de développement, on peut opposer **l'Amérique vierge,** dans le quart Sud-est du sous-continent. La végétation est imposante et aucun Indien n'y est représenté. Il est curieux de noter que cette zone du Chili est une région peu végétalisée et que par ailleurs la cartographie ne reproduit pas la densité de la forêt amazonienne. En revanche sur la FIGURE 33 A (P.204), il est possible de constater le soin apporté à différencier les espèces d'arbres.

Cette zone est sans doute assez mal connue et répond en quelque sorte au dernier type que nous avons identifié, qui représente **5. l'Amérique imaginaire** remplie de monstres terrestres : griffons sur la pointe magellane, monstres marins, curieux mélange de tigres et de dragons, avec une mention spéciale de poissons volants au Nord de la pointe du Brésil. La cartographie du XVIe siècle semble privilégier la représentation de l'homme américain au détriment de la nature.

5.1.1.2 Un imaginaire fondé sur des descriptions réalistes

L'iconographie de l'Amérique latine est souvent extrêmement élaborée comme pour mieux restituer l'étrangeté de la terre récemment découverte. D'une manière générale, l'intérieur du continent s'organise en un vaste tableau paysager où les plans, les objets et les personnages se juxtaposent de manière complexe et paradoxale.

1. La représentation du relief est sommaire. On distingue le Nord et le centre de la Cordillère des Andes, entrecoupée de scènes militaires. La Sierra Geral du Brésil, séparant les bassins versants du Paraná et de l'Amazone est figurée, témoignage du début de la connaissance de l'intérieur du sous-continent.

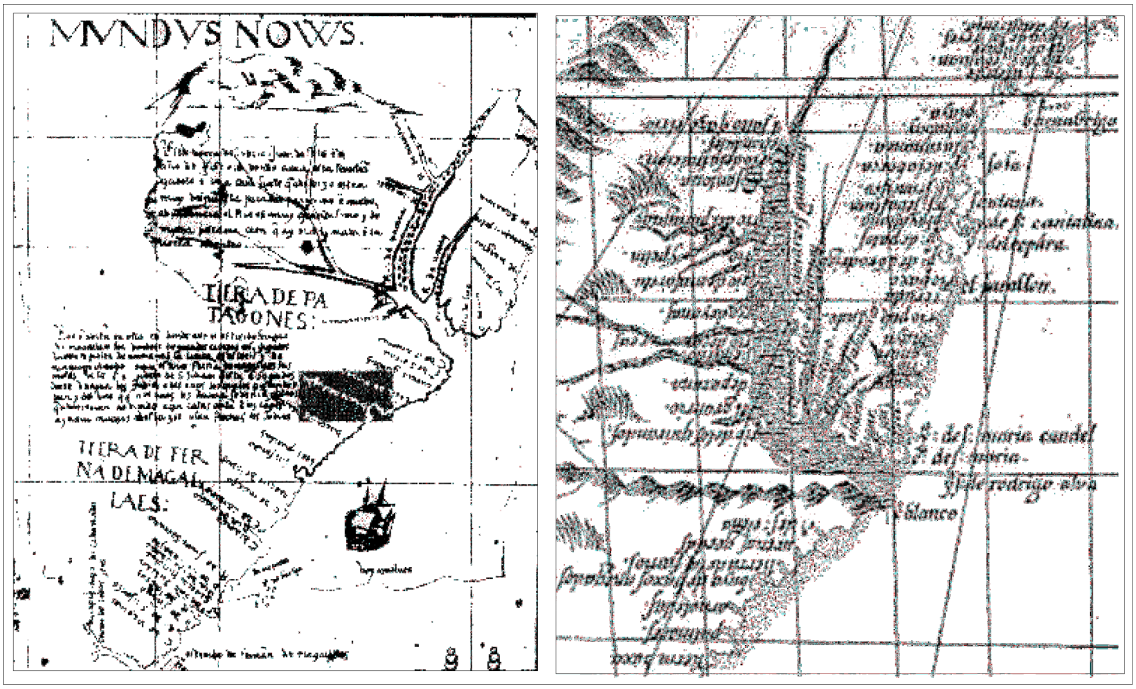
2. L'hydrographie est dessinée. Il faut remarquer que les seuls fleuves représentés de manière évidente sont le Paraná, le Paraguay et l'Uruguay. Leur tracé est encore très approximatif mais l'Uruguay, s'écoulant vers le Nord-est, se différencie bien du Paraná. Son coude au niveau de Corrientes n'a pas encore été identifié à la différence de la confluence du Paranaíba et de l'Iguaçu. Le cours du Paraguay ainsi que sa confluence avec le Paraná sont relativement bien représentés. Les lits de ces trois fleuves sont encombrés d'îles de plus où moins grande taille. Si l'auteur n'a pas su décrire avec précision la localisation de ces îles, les informations qualitatives fournies par cette cartographie nous permettent d'interroger la dynamique fluviale sur de longues périodes. La morphologie du fleuve semble identique à celle que nous connaissons actuellement en dépit d'une figuration plus importante du tressage. Au long des récits de la découverte, les auteurs font en effet référence à des îles et des bancs de sable extrêmement mobiles. La charge sédimentaire paraît être réorganisée sans entraîner de métamorphose fluviale. L'estuaire de la Plata est surdimensionné. Il faut également noter l'absence de l'Amazone dans la cartographie du sous-continent.

Nonobstant certains récits empreints d'imaginaire et de références erronées, il existe des chroniques plus objectives sur les caractéristiques du Nouveau Monde. Les chroniques de Gonzalo Fernandez de Oviedo consigne dans sa monumentale *Histoire générale et naturelle des Indes* (1526) de magnifiques descriptions des pays, de minutieuses informations sur la flore et la faune, et des curiosités sur les sociétés indigènes. Pareillement, les travaux de Joseph d'Acosta, qui visite les missions des Indes occidentales de 1571 à 1588 sont certainement les plus savantes des chroniques du Nouveau Monde. Son esprit critique lui permet de distinguer la réalité des « merveilles » et des mythes. Traduite dans toutes les langues européennes, son *Historia* est le réservoir intarissable dans lequel les géographes et les naturalistes puisent jusqu'au siècle des Lumières. Alexandre von Humboldt insiste à plusieurs reprises sur la valeur de l'ouvrage. Dans son *Cosmos*, il en fait un éloge appuyé : « La base de ce qu'on appelle aujourd'hui Géographie physique [...] se trouve [...] chez Acosta ».

Parmi les descriptions les plus objectives qui nous soient parvenues, il faut également compter avec le corpus de cartes anciennes, dont les auteurs sont souvent restés anonymes. Nous l'avons déjà évoqué, la plupart des auteurs qui se trouvent sur le terrain ne sont pas des cartographes professionnels. Sans vouloir entrer dans un inventaire fastidieux de tous les cartographes qui ont laissé une trace dans la construction du Nouveau Monde, il est important de revenir sur certaines

caractéristiques de leur formation et de leur connaissance du terrain. Nous avons réalisé une typologie assez simple des cartographes selon leur le degré de professionnalisation et leur présence ou non sur le terrain (TABLEAU DU CORPUS DE CARTES, ANNEXES 2.1 P.519).

La première carte du bassin de la Plata a été réalisée par un cartographe de terrain amateur. Del Cano nous laisse une carte qui a longtemps été recopiée durant la fondation du Nouveau Monde (CARTE 36 APPENDICE 2 P. 503). En effet, jusqu'au voyage de Cabot en 1544, aucun nouveau relevé n'a été réalisé. C'est donc vingt ans après la première carte du système *paranense* qu'est produit le planisphère dont est tirée la CARTE 13 (P.180) conservée au Département des Cartes et Plans de la Bibliothèque Nationale de France (BNF). La carte de Gaboto, dont il existe plusieurs exemplares différents, montre une évolution dans la connaissance de l'intérieur des terres qui s'explique par un voyage au cœur du continent. Gaboto complète le cycle des explorateurs en pénétrant dans la «Mar Dulce [50]» (Rio de La Plata) et en remontant le Paraná jusqu'au río Carcaraña[51]. A son embouchure, il fonde le fort d'«Espiritu Santo» avant de remonter le Paraguay jusqu'au Pilcomayo. A court de vivres, il se résout à retourner en Espagne en 1630.



CARTE 13 DETAIL DE LA MAPPEMONDE REALISEE PAR GABOTO EN 1544, BNF DEPARTEMENT DES CARTES ET PLANS.

Les deux extraits de la carte de Gaboto reproduits ci-dessus sont bien différents et illustrent les nouvelles techniques de représentation. Le commentaire disparaît, mais les éléments qui y sont décrits sont représentés de manière figurative En effet, la seconde

50 Mer d'eau douce

51 Situé au niveau de la ville actuelle de Rosario

représentation illustre parfaitement et intuitivement l'immensité perçue par le capitaine dans la découverte du Paraná. Le fleuve est largement surdimensionné par rapport aux autres éléments de la carte. Les toponymes sont cependant assez rares le long du tracé du Paraná, comme sur la carte de del Cano.

Après ces premières représentations, la connaissance du Paraná évolue. Cela se voit sur les cartes des siècles suivants. Il faut noter qu'un grand nombre de cartes datant du XVIIe siècle ont été produites par des cartographes restés anonymes (ANNEXES 2.1 P. 519). Les trois cartes du XVIIe siècle que nous avons collectées décrivent avec une certaine précision le río Paraná et les régions alentour[52]. Ces représentations ne sont probablement pas l'œuvre de cartographes professionnels mais elles permettent d'analyser l'espace colonisé. On remarque par exemple sur la CARTE 14 (P.183) que le répertoire cartographique est encore essentiellement orienté vers la localisation des mines d'or et des richesses du sous-sol. Il ne porte pas de véritable attention à la morphologie du fleuve ou à la localisation des peuplements humains. Il est également intéressant de remarquer que malgré la présence du cartographe sur le terrain, la connaissance de l'espace se fonde essentiellement sur les récits d'un Indien appartenant à la communauté jésuite et connaissant la géographie des lieux.

Les besoins de la navigation impliquent la nécessité d'augmenter les connaissances sur le Paraná. Cela apparaît nettement dans la carte postérieure datée de 1685 et conservée aux Archives des Indes de Séville[53] (il n'a pas été possible d'en obtenir copie). Cette carte est centrée sur le delta du Paraná. Y sont décrites les délimitations hydrographiques et géographiques du río de la Plata avec ses entrées, ses canaux, ses bancs de sable et ses récifs. Le capitaine Juan Andres Esmaili, à l'origine de cette carte, répertorie les différents éléments dangereux pour la navigation afin de permettre l'entrée plus sûre des embarcations dans le río de la Plata. Cette carte ouvre une période différente : initialement les documents collectés durant une quarantaine d'années servent à réaliser des cartes dans les cabinets royaux d'Europe. Elles sont donc produites d'après les cartes antérieures et les récits ayant traversé l'Atlantique. Ce n'est qu'à partir des années 1720 que des productions cartographiques issues d'observation de terrain réapparaissent dans le corpus. C'est en effet à cette période que les missionnaires jésuites commencent à produire des documents cartographiques inédits et d'une grande précision.

[52] Mapa de la Laguna Brava y de los Ríos Uruguay, Paraná y Paraguay, con diseño de las fortificaciones y lugar de las minas de oro que según declaración de un indio llamado Domingo, poseían los jesuítas en aquellos lugares

[53] Delineación Gidrographica (sic) y Geográfica del Río de la Plata con su entrada, canales, bancos, bajos y arrecifes, hecho por el Capitan Juan Andres Esmaili, vecino de Cadiz

Pour preuve, la carte intitulée « Paraquariae provinciae Soc. Iesu cum adjacenti. novissima descriptio post iteratas per egrinationes, et plures observationes Patrum Missionariorum ejusdem » (CARTE 38 APPENDICE 2 P. 505) a sans doute été réalisée par un missionnaire jésuite cherchant à recenser et à localiser les missions qui commencent à se développer de manière importante dans le Nord-est de l'Argentine et le Sud-est du Paraguay. Cette carte conservée dans le département des cartes et plans de la BNF est datée de 1732. Elle est d'une telle précision, pour son époque, que Victor Martin de Moussy au XIXe s. l'intègre dans son impressionnant *Atlas de la Description de la Confédération Argentine* (Martin de Moussy, 1869). Cette représentation est complétée tout au long du XVIIIe siècle par une dizaine de cartes ayant comme thème la localisation des missions jésuites. Le peuplement de cet espace est sans doute la cause de l'intérêt porté à cette région, car au XVIIIe siècle les rives du Paraná sont de fait peuplées principalement par les colonies religieuses (Maeder et Gutierrez, ; Levinton, 2009). Les monastères jésuites sont riches de ces documents que nous avons pu retrouver. Parmi eux, plusieurs cartes sont remarquables. Par exemple la carte du père jésuite allemand Carlos Rechberg, procureur des missions dans le collège de Buenos Aires, montre la localisation des missions jésuites au Paraguay en 1744 (CARTE 39 APPENDICE 2 P. 506), et celle du père José Quiroga datée de 1749, au contenu différent, reprend cette même thématique (CARTE 40 APPENDICE 2 P. 507). Ces deux cartes sont complétées par celle du père José Quardiel en 1771. Toutes ces représentations sont particulièrement intéressantes car elles sont réalisées par des personnes connaissant bien le terrain, généralement à la suite de missions de reconnaissance.

CARTE 14 CARTE DE LA LAGUNE BRAVA ET DES FLEUVES URUGUAY, PARANA ET PARAGUAY, AVEC LE DESSIN DES FORTIFICATIONS ET LA LOCALISATION DES MINES D'OR QUE POSSEDENT LES JESUITES, FAITE SELON LES DECLARATIONS D'UN INDIEN APPELE DOMINGO[54].

Progressivement les territoires du Nord de l'Argentine sont décrits avec un souci d'exactitude qui amène les cartographes à préciser l'environnement des localités figurées. A l'image de la carte de 1732, une carte ultérieure datant de 1750 fait mention de très nombreuses îles sur le cours inférieur du Paraná, de formes allongées sur le tronçon du Haut Paraná et des marécages sur l'intégralité du tracé. Entre la latitude de Santa Fe et la confluence de l'Uruguay et du Río Negro, mention est également faite des forêts[55] couvrant le territoire où se répartissent les missions jésuites. La perception des éléments naturels prend de plus en plus d'importance dans la connaissance du pays. Il est par ailleurs intéressant de constater que malgré les lacunes encore très nombreuses dans les relevés et les graves problèmes de projection des cartes, le tracé du Paraná est de plus en plus exact. Effectivement, il s'agit de la zone la mieux contrôlée de l'intérieur des terres.

Si les Jésuites nous ont transmis de nombreuses cartes et documents, ceux-ci sont rarement réalisés par des cartographes ou des écrivains connus. C'est pourquoi il est difficile de réaliser une critique efficace des cartes sans les comparer aux autres

[54] Mapa de la Laguna Brava y de los Ríos Uruguay, Paraná y Paraguay, con diseño de las fortificaciones y lugar de las minas de oro que según declaración de un indio llamado Domingo, poseían los jesuítas en aquellos lugares

[55] Bolanes, Martidanes, Manchandos, Charruas

documents en notre possession. Parmi les cartographes qui font référence, à l'époque Felix de Azara nous a laissé un corpus de cartes assez bien conservées avec notamment la *Carte des provinces du Paraguay et des régions limitrophes de Corrientes et des Missions Guaranís*[56], carte rééditée entre 1785 et 1791, dont trois exemplaires sont conservés au Musée Naval de Madrid[575859] (CARTE 15 P.181).

Félix d'Azara (ANNEXES 2.2 P.528) est un militaire, ingénieur et naturaliste espagnol, choisi pour faire partie des commissaires chargés de délimiter précisément les frontières espagnoles en Amérique du Sud. Il y séjournera durant vingt ans, voyageant à son propre compte afin d'établir la carte de ces régions. « *Me trouvant dans un pays immense qui me paraissait inconnu, ignorant presque toujours ce qui se passait en Europe, dépourvu de livres et de conversations agréables et instructives, je ne pouvais guère m'occuper que des objets que me présentait la nature. Je me trouvai donc presque forcé à observer ; et je voyais, à chaque pas, des êtres qui fixaient mon attention, parce qu'ils me paraissaient nouveaux. Je crus convenable et même nécessaire de tenir note de mes observations, ainsi que des réflexions qu'elles me faisaient faire. Mais j'étais retenu par la défiance que m'inspirait mon ignorance, croyant que les objets qu'elles me découvraient comme nouveaux avaient déjà été complètement décrits par les historiens, les voyageurs et les naturalistes d'Amérique. D'un autre côté, je ne me dissimulais pas qu'un homme isolé comme moi, écrasé de fatigue, occupé de la géographie et d'autres objets indispensables, sans secours et sans conseils, se trouvait dans l'impossibilité de bien décrire des objets si nombreux et si variés. Mais je me déterminai à observer tout ce que me permettraient ma capacité, le temps et les circonstances, en prenant note de tout, et en suspendant la publication de mes observations jusqu'au moment où je serais débarrassé de mes principales occupations* » (Boubier, 1925; Azara, 1998).

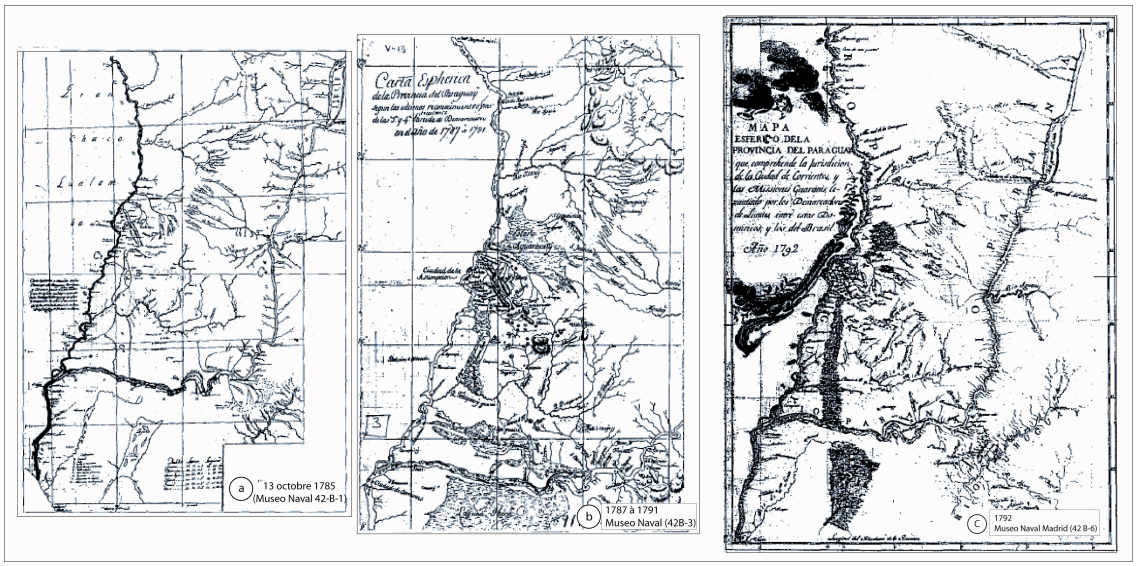
---

[56] Carta de la Provincia del Paraguay y las áreas limítrofes de Corrientes y Misiones Guaraníes, 70 X 94, Manuscrit noir et blanc, Museo Naval Madrid, Museo Naval Madrid

[57] Carta esferica dela Povincia del Paraguay segun los ultomos reconocimientos particulares de las 3° y 4° Partida de Demarcacion en el año de 1787 à 1791. Manuscrit (22x34) conservé au Museo Naval (42B-3).

[58] Carta Esférica ó Reducida a las Provincias del Paraguay, Corrientes y Misiones Guaranis. Manuscrit noir et blanc (70 X 94). Museo Naval Madrid (42-B-1) Annotations : « Copia de la que se remitió al Virreinato de Buenos Aires desde la Asunción del Paraguay cono oficio de 13- Octubre de 1785, el comisario de la Y Partida de la División de Limites, el capitán de Fragata, D. Félix de Azara». Il s'agit d'un exemplaire inachevé, voire d'un brouillon comme le suggèrent les annotations au crayon de papier. Au pied, sont annotées les coordonnées géographiques de Buenos Aires, Montevideo et Asunción avec comme référence le méridien 0° de Asunción.

[59] Mapa efserico de la provincia del Paraguay que comprende la jurisdicion de la Ciudad de Corrientes, y las Misiones Guaranis, levantado por los demarcadores de límites entre los dominios de España y Brasil. Año de 1792. Carte en couleurs vertes et marron, les villes étant colorées en rouge. (41 x 57). Museo Naval Madrid (42 B-6). Cette carte reproduit l'extension territoriale des exemplaires antérieurs.



CARTE 15 CARTES DE FELIX D'AZARA DATANT RESPECTIVEMENT DE : A. 1768, B.1971 ET C. 1792. ELLES SONT TOUTES CONSERVEES AU MUSEE NAVAL DE MADRID.

Grâce à F. de Azara des cartes des régions riveraines du Paraná nous sont parvenues, accompagnées de textes d'une grande qualité, qui préfigurent les inventaires naturalistes du XIXe siècle. Les récits laissés par Azara sont en effet des écrits charnières qui sont largement influencés par les connaissances développées en Europe. En effet, le seul ouvrage dont dispose Azara est une traduction des œuvres de Buffon. Il est persuadé que les animaux qui y sont décrits sont identiques à ceux qu'il rencontre en Amérique et pour cela il commet des erreurs de jugement qui sont caractéristiques des documents transmis depuis le Nouveau Monde, les découvreurs n'ayant pas encore construit les bons repères en abandonnant ceux de l'Ancien Monde (Martinez Martin, 1997; Azara, 1998).

Le XIXe siècle s'ouvre sur une cartographie dont les objectifs diffèrent largement des siècles précedents. En effet, la cartographie du Paraná se précise et les cartographes explorent le terrain avec pour but la réalisation d'inventaires, généralement sur commande de la couronne. Les noms des pères fondateurs de la science géographique argentine apparaissent. Ces derniers laissent de nombreuses descriptions très précises de la faune, de la flore, des phénomènes physiques observés sur le Paraná et dans les îles peuplant sont lit. Mais avant d'analyser la cartographie que nous ont laissée les savants du XIXe siècle, il semble important de revenir sur les motivations de celle-ci. En effet, les cartes antérieures à 1850 sont des outils précieux dans l'analyse de la stabilité du fleuve et de la manière de percevoir le Paraná comme un « mégafleuve ».

5.1.2 Vers une nouvelle vision du monde : caractères, objectifs et fonctions de la carte

La carte possède un pouvoir de persuasion sensiblement plus fort que l'écrit ; aussi est-ce par l'image, beaucoup plus que par les mots, que les hommes de la Renaissance se sont forgés une vision du monde. Comme le dit G. Gusdorf: « *c'est sur la carte et par sa médiation que la terre des hommes devient chose mentale. La carte est la projection de la science géographique, le lieu propre où elle prend conscience d'elle-même* » (Gusdorf, 1960). Et il précise : « *Grâce à la cartographie et seulement grâce à elle, le globus mundi devient globus intellectualis* ». Mieux que les relations de voyage, les cartes nous permettent de suivre les étapes de la découverte et de la construction progressive du Nouveau Monde.

La cartographie évolue simultanément avec les sciences qu'elle utilise. Dans un premier temps, les apports de la géométrie lui ont permis de représenter l'espace physique avec une relative exactitude, puis l'évolution des instruments et des connaissances accumulées ont autorisé les changements d'échelle et une plus grande précision. Les objectifs de la cartographie d'un territoire neuf sont multiples, mais sont tous tributaires des techniques, de la connaissance du lieu et de la perception du cartographe.

L'art de la cartographie permet de structurer les informations afin de les communiquer graphiquement de manière efficace. Il est donc un outil de communication entre Européens. En effet, avant les indépendances, les cartes produites sont destinées aux marchands, notables et savants européens qui ne quittent pas l'Ancien Monde. Lors des indépendances, on assiste à une modification dans la représentation de l'espace. Les pays naissants s'approprient l'image et la cartographie de leur propre territoire. Mettre en carte un espace, un territoire, permet de le découvrir, de le répertorier, de l'inventorier, de le nommer et ainsi de se l'approprier. Dans l'histoire du Nouveau Monde et plus particulièrement de l'Argentine et du Paraná, la carte ancienne possède des caractéristiques propres à la conquête, mais également des caractéristiques qui nous renseignent sur la structure générale du pays, sur les paléo-tracés du fleuve, ainsi que sur son fonctionnement. En progressant par emboîtement d'échelle, de l'échelle continentale à l'échelle régionale puis locale, nous détaillerons les objectifs et les fonctions de la carte.

La carte sert d'abord à **guider**. Depuis le XIIIe siècle, c'est le portulan, accompagné ou non d'inscriptions nautiques qui remplit cet office. Dans notre étude, aucun portulan retraçant les routes possibles dans le río de la Plata n'a été retrouvé. Notre travail débute donc dans la période postérieure aux portulans, qui sont généralement limités aux côtes de la Méditerranée et de la Mer Noire. Le long des côtes, le cartographe indique le nom

des ports et des accidents géographiques principaux (caps, baies, embouchures). Cette méthode de marquage territorial perdure lors de la découverte et de la cartographie du Nouveau Monde. En effet, sur les cartes en notre possession, les toponymes sont inscrits perpendiculairement au trait de côte jusqu'au XVIème. L'intérieur des terres est généralement vide ou garni de légendes et d'illustrations variées (CARTE 37 APPENDICE 2 P.504 ET CARTE 41 APPENDICE 2 P. 508).

Pour remplir cet objectif, la principale évolution est sans doute le passage des cartes à rumbs à celles des projections conventionnelles auxquelles nous sommes aujourd'hui habituées. Les cartes à rumbs[60] témoignent de la progression de la précision cartographique, comme cela est montré par le planisphère nautique de Domingo Teixeira daté de 1573 (CARTE 41 APPENDICE 2 P. 508). Ces cartes à rumbs apportent une toute autre image du monde destinée principalement à la navigation (Gambin, 1996). Les lignes côtières sont tracées par visées successives, reportées d'après les distances estimées, et assemblées de façon à reproduire le plus fidèlement possible l'articulation des régions littorales. Lors de l'exploration de la côte orientale de l'Amérique, on transpose les cartes à rumbs à ce nouvel espace, mais les anomalies magnétiques deviennent trop grandes et elles ne peuvent servir pour les navigations de l'Atlantique. La redécouverte en 1400 de la Géographie de Ptolémée ouvre une ère nouvelle dans la cartographie : elle met le Nord en haut des cartes et introduit un canevas de méridiens et parallèles (Clos-Arceduc, 1962). On y adapte quelques éléments du réseau orthogonal ptoléméen, notamment le dessin de l'équateur et des tropiques pour placer les pays dans un cadre rectangulaire[61]. L'extrait de la carte de Mercator proposé ci-dessous représente la partie orientale de l'Amérique du Sud, où apparaissent clairement le Paraná et l'Uruguay. En comparant cette carte (CARTE 16 p. 189) avec celle de del Cano produite 46 ans plus tôt (CARTE 36 APPENDICE 2 P 503), on constate en effet que l'orientation de ces deux fleuves est partiellement corrigée par une meilleure projection. La carte montre un double réseau: celui des méridiens et des parallèles, formant un quadrillage d'espacement variable en latitude; et celui des rumbs centrés sur certains parallèles pour constituer des roses des vents dessinées dans les parties océaniques.

[60] Du mot espagnol « rumbo » qui signifie : cap, route. Ces nouvelles cartes se reconnaissent à un semis plus ou moins dense de Roses des Vents qui rythment l'espace de la carte. Du centre de ces roses partent des rayons formant de fines lignes droites, les rumbs. Ils s'entrecroisent sur l'ensemble de la région représentée, constituant un canevas nommé « marteloire » et donnant de 8 à 32 directions selon les cartes, entre lesquelles s'étalent des « aires de vents ». Au delà de toute considération esthétique, le rumb a un rôle pratique: il donne la direction du Nord repéré grâce à la boussole. D'autre part il matérialise les angles de cap qui permettent au marin de connaître le cap à suivre pour aller d'un point à un autre. Il sert aussi à mesurer, sur les rayons, la distance à parcourir en conservant le cap.

[61] C'est ce que montrent les planisphères réalisés à partir du début du XVIe siècle : planisphère de Juan de la Cosa 1500, de Caverio 1502, de Diogo Ribeiro 1529, puis P. Desceliers 1550, d'Andreas Homem 1559,

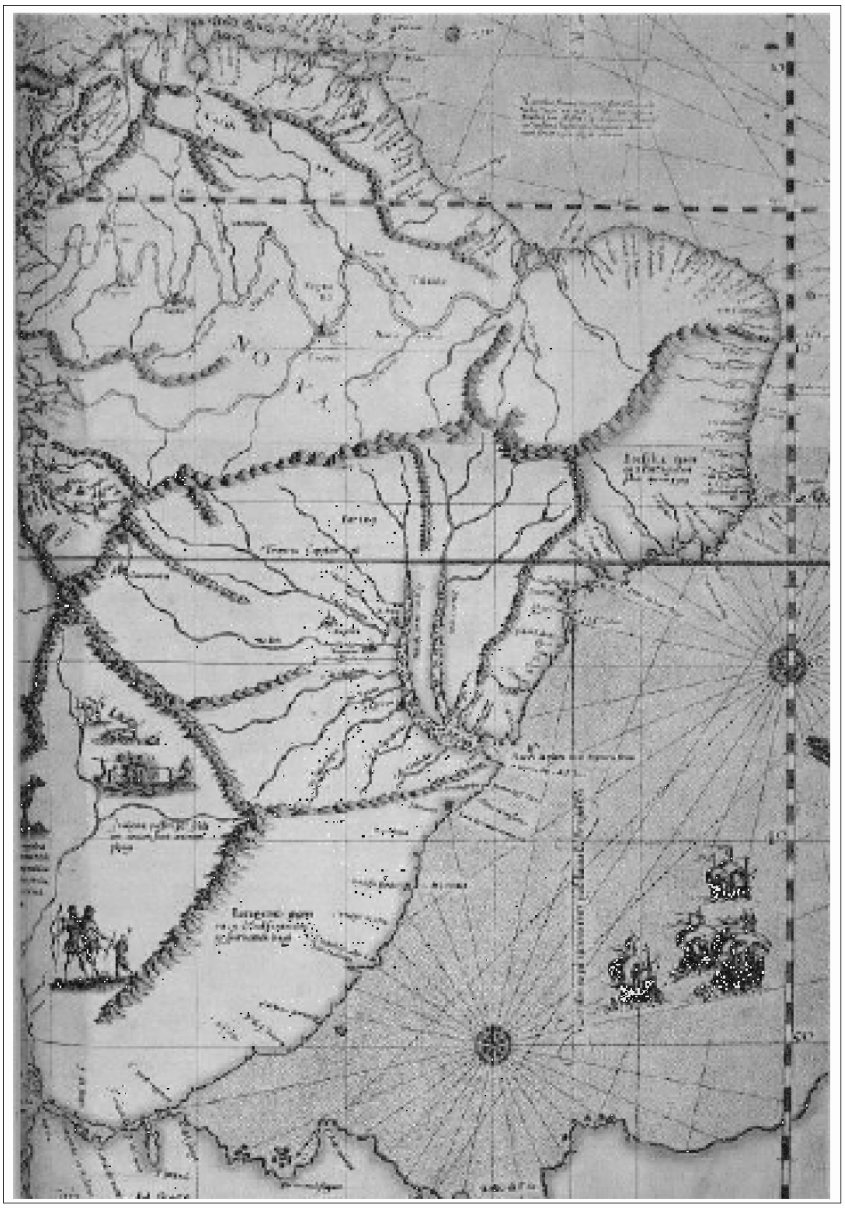
Grâce à cette fusion progressive du style « nautique » et du style savant, la carte permet de **localiser** précisément les découvertes qui n'ont de valeur que si le territoire découvert peut être retrouvé facilement.

La carte devient ensuite un **instrument politique, diplomatique et militaire.** Les princes cherchent à acquérir à prix d'or les documents les plus récents. Ainsi en 1502, Alberto Cantino fait-il exécuter à Lisbonne une carte des découvertes portugaises et espagnoles (CARTE 12 P. 176) ; il l'expédie à son maître, Hercule d'Este, duc de Ferrare, qui paiera la somme considérable de douze ducats d'or. Se posent alors les questions de diffusion des informations. En dépit des efforts des autorités espagnoles et portugaises contre l'« espionnage géographique », on copie, on vole, on débauche et dans toute l'Europe c'est un va-et-vient continuel des cosmographes ibériques ou italiens qui, pour se faire agréer par les souverains étrangers, leur livrent toute leur documentation : relations, routiers, cartes diverses, instruments nautiques… (Broc, 1986).. La carte devient également, au cours des siècles, un document officiel, comme la célèbre *Padrón general* que les cosmographes de la Casa de Contratación de Séville sont chargés de tenir à jour.

Aux indépendances, l'enjeu principal est la **délimitation territoriale**. Cet aspect de la cartographie, bien qu'ancien (Traité de Tordesillas 1494) acquiert une importance primordiale au XIXe siècle. C'est en effet à cet époque que se structure et se matérialise la carte de l'Amérique latine telle que nous la connaissons aujourd'hui. Les différents conflits, comme celui de la guerre de la Triple Alliance (1865-1870), née d'une contestation territoriale, redonnent une place centrale au Paraná dans la géographie argentine. Le XIXe siècle est en parallèle le siècle des explorations et des inventaires des plus grands naturalistes et anthropologues dans le Cône Sud. Humboldt, d'Orbigny, Martin de Moussy, et bien d'autres nous ont laissé récits, illustrations et cartes de leurs explorations à travers le sous-continent. Leurs ouvrages marquent une rupture dans la représentation territoriale.

On change en effet les échelles d'analyse pour adopter des échelles plus grandes, atteindre plus de précision et plus de connaissance. Les pays neufs se nourrissent de cette cartographie pour s'approprier la représentation de leur territoire. L'objectif des jeunes gouvernements est l'inventaire. En effet, on cherche dès la fin du XIXe siècle et le début du XXe siècle à établir la quantité et la localisation des ressources disponibles sur le territoire. On assiste alors à un changement dans la perception de ce territoire qui doit devenir productif. Il doit permettre aux pays neufs de trouver leur place sur la scène internationale. L'évolution de la représentation et des objectifs de la cartographie replace le Paraná au centre des préoccupations. En effet, après avoir été une extraordinaire porte d'entrée et de sortie des productions argentines, boliviennes, paraguayennes et brésiliennes, le Paraná devient une ressource au milieu du XXe siècle.

La cartographie se veut encore plus précise et les nouveaux cartographes s'attèlent à la tâche difficile, longue et complexe de cartographier l'immensité argentine au 1/25 000e. Belle gageure, aujourd'hui pratiquement achevée.



CARTE 16 DE MERCATOR, 1596, NOUVELLE ET PLUS COMPLETE REPRESENTATION DU GLOBE TERRESTRE CORRECTEMENT ADAPTEE A L'USAGE DE CEUX QUI NAVIGUENT.

Les cartes d'aménagement fluvial qui apparaissent en Europe au XVIe siècle (Bravard, 2011), ne font leur apparition en Argentine qu'avec le développement des relations transversales reliant les deux rives du Paraná. Les études sur la construction des ponts qui permettent le franchissement du fleuve sont plus importantes que les défenses contre les inondations. Les logiques d'aménagement diffèren de celles que l'on trouve en Europe à la même époque. Face à la taille gigantesque du fleuve et à ses mouvements latéraux fréquents, les hommes ont dans un premier temps préféré s'adapter au fleuve plutôt que de chercher à l'aménager. Il n'existe pas de plans de

travaux ou d'endiguement avant la fin du XXe siècle. Aujourd'hui, la concentration de la population urbaine sur les bords du Paraná soulève des questions communes à celles de l'Ancien Monde du XIXe siècle. Après des évolutions disjointes dans la prise en compte de la nature et de l'hydrologie du Paraná, l'Argentine voit apparaître avec un temps de retard des problématiques auxquelles ont déjà été confrontés les pays dits développés. Cependant, la place donnée ici au fleuve dans le cadre de la construction territoriale ne permet pas de calquer les solutions européennes.

5.2. Un corpus cartographique abondant et varié

Les cartes rassemblées dans les archives des grandes villes européennes et argentines dessinent un fleuve dont les contours restent flous, mais dont les dimensions sont reportées de manière intuitive. Cependant, malgré les progrès de la cartographie, les premières représentations restent erronées. Il faut attendre le XIXe siècle et le quadrillage systématique du Cône Sud pour que les explorateurs partent à la recherche de l'inhabituel et observent la nature et les hommes dans leur réalité, sans chercher à les rattacher aux éléments connus, réels ou imaginaires.

L'ensemble des cartes est vaste et couvre une grande échelle de temps et d'espace. Les représentations des XVI et XVIIe siècles évoquées plus haut sont la base à partir de laquelle il est possible de dérouler l'évolution des idées conduisant aux rapports d'ingénierie du début du XXe siècle. Les cartes anciennes recueillies couvrent une période s'étendant sur cinq siècles. Les documents postérieurs à 1910-1920, seront étudiés séparément, car ils peuvent être considérés comme contemporains.

5.2.1. Cartes anciennes et recherches en archives

Lors de nos recherches en archives, nous nous sommes aperçus que très peu de documents sont répertoriés sous les termes « Paraná » ou « Argentine ». Les documents découverts sous le terme « Paraná » sont souvent liés à la province de Paraná au Brésil, province qui ne fait pas partie de notre cadre de travail. Le mot clé « Argentine » traite le plus souvent de Buenos Aires. Notre cadre d'étude s'arrêtant au niveau de Rosario, les informations concernant la ville *porteña* nous renseignent de manière très indirecte. Quels sont alors les mots clés utiles ?

Dans un premier temps, les difficultés de l'empire colonial d'Amérique au XVIIIe siècle conduisent à la création de la Vice-royauté du Río de la Plata dont est issue l'Argentine actuelle. La Vice-royauté est alors séparée de celle du Paraguay. Cette division est le point de départ de la lutte d'indépendance dont découle la classification des archives visitées. Nous avons donc fait débuter notre recherche avant la création du

pays actuel avec les mots clés de « Plata » et de « Paraguay ». Ces nouvelles recherches sont bien plus concluantes que les précédentes.

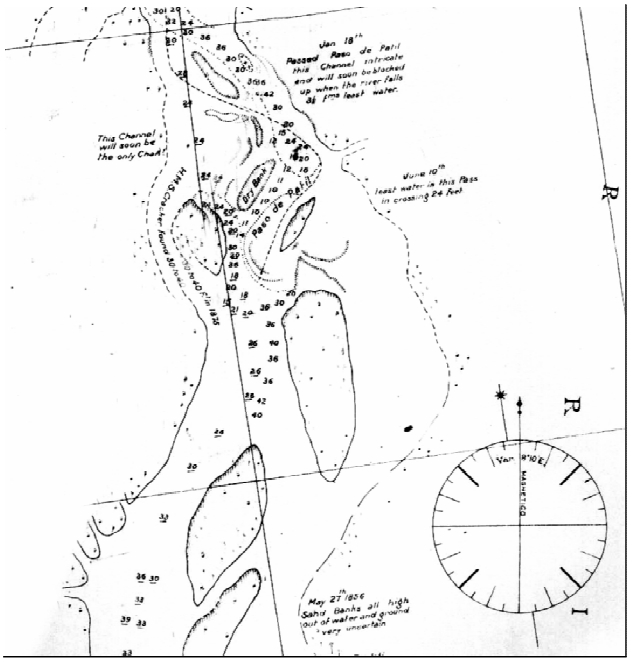
Nous avons ainsi pu rassembler un corpus de soixante cartes provenant des bibliothèques de Madrid, Simancas, Paris, Buenos Aires, des Archives des Indes de Séville et des Archives diplomatiques de Nantes. La plupart des récits utilisés sont des « classiques » dans l'étude du Nouveau Monde car ils sont souvent cités dans les travaux historiques. En revanche, les cartes anciennes n'ont jamais fait l'objet d'études spécifiques, si l'on excepte les études de G. Furlong Cardiff[62] (1937). Il s'agit pour la plupart de cartes confidentielles, rares ou uniques. Parfois même leur reproduction est impossible du fait de leur fragilité. Il faut cependant nuancer cette constatation car certaines cartes en notre possession[63] ont été achetées au marché de San Telmo à Buenos Aires ou dans des boutiques de livres anciens.

5.2.2 Echelles spatiales et temporelles de la cartographie du Paraná

Les cartes de la découverte apparues au XVe siècle sont progressivement remplacées vers le milieu du XVIIe siècle par des cartes plus précises et différentes. Ces cartes reproduisent généralement l'intégralité du Paraná avec un tracé simplifié. Les branches du Haut Paraná et du Paraguay sont ainsi dessinées dans le prolongement du Paraná Moyen. Le tracé du fleuve se précise avec les cartes d'inventaire, qui permettent une meilleure localisation des îles connues dès les premières cartes. **Les cartes d'inventaire** du XVIIe siècle et du XVIIIe siècle sont principalement destinées à localiser les observations faites sur la faune, la flore, les différentes ressources et les peuples indigènes. Des inventaires sont réalisés sur l'intégralité du mégafleuve mais les recherches se concentrent préférentiellement sur le Haut et le Moyen Paraná. Les cartes de découverte et d'inventaire sont complétées par **les cartes de navigation** à partir du XVe siècle avec les portulans, qui s'enrichissent en incluant progressivement les profondeurs du fleuve obtenues par sondage dans le cours principal du Paraná à partir du XIXe siècle. Le meilleur exemple est la carte du Capitaine Sullivan, datée de 1847 (CARTE 17).

[62] G. Furlong Cardiff a réalisé l'étude d'une dizaine de cartes réalisées dans les missions jésuites entre le XVII et le XVIIIe siècle. Nous revenons en détails sur l'analyse de ces cartes dans le septième chapitre (p. 286)

[63] Comme celle de Carlos Reichberg de 1744 (Carte 39 p. 506) ou encore les planches de Victor Martin de Moussy (Figure 34p.212).



CARTE 17 EXTRAIT DU PLAN DE NAVIGATION DU CAPITAINE SULLIVAN DATE DE 1847 (COLL. PERSONNELLE)

Les cartes sont généralement accompagnées de chroniques et de récits de voyage. Les chroniques sont principalement centrées sur les tronçons du Bas et du Moyen Paraná alors que les récits de voyages décrivent les provinces jugées plus exotiques du Haut Paraná, notamment celles de Misiones et de Chaco. Plus tardivement, les rapports d'étude destinés aux constructions portuaires s'agrémentent de textes et de gravures. La majorité des textes se réfèrent au Paraná Moyen, autour des deux ports les plus importants : Rosario et Santa Fe.

Les progrès ne se font pas de manière permanente et linéaire. La documentation offre en effet une certaine continuité durant des périodes assez courtes, grâce notamment au recopiage des cartes produites sur le terrain. Il existe en revanche des périodes de rupture, où aucune cartographie n'est produite. Les discontinuités visibles dans le corpus de cartes (ANNEXE 2 P. 519) indiquent probablement la variabilité des intérêts européens dans le bassin de la Plata.

La FIGURE 29 indique les intervalles de temps où n'est produite aucune carte (1500-1530, 1540-1560, 1580-1620, 1640-1660, 1710-1730, 1760-1780 et enfin 1890-1910). Il est possible néanmoins que ces intervalles représentent des lacunes dans les archives ou que certaines périodes soient moins propices à la diffusion et à la production de la cartographie du Nouveau Monde. Après les cartes de la découverte, la production

disparaît puis reprend faiblement entre 1630 et 1710 à une moyenne d'une carte tous les dix ans. Le graphique montre également l'intérêt croissant pour le Nouveau Monde dès le début du XIXe siècle. Entre 1750 et 1760, sont produites cinq cartes du Cône Sud puis à partir de 1780, on compte entre une et trois nouvelles cartes par décennie.

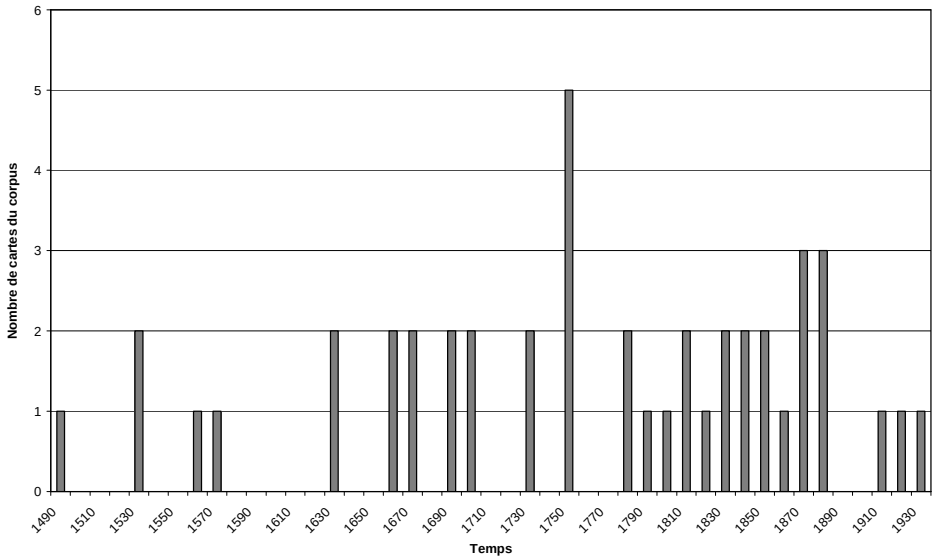


FIGURE 29 NOMBRE DE CARTES ANCIENNES DU CORPUS PRODUITES PAR DECENNIE. CE GRAPHIQUE PERMET DE DETERMINER LES PERIODES DURANT LESQUELLES N'APPARAIT AUCUNE PRODUCTION.

La production cartographique est donc discontinue dans le temps et dans l'espace. L'intérêt porté à chaque tronçon du fleuve se décale ainsi dans le temps en fonction de l'avancée des colons et du peuplement des provinces.

Cela se traduit naturellement dans les échelles de représentation du Paraná. L'échelle spatiale couverte par la cartographie durant les cinq siècles étudiés varie considérablement entre les premiers relevés et l'analyse du fonctionnement fluvial. La matrice ci-dessous (FIGURE 30 P. 194) représente l'évolution des échelles des cartes du corpus, grâce à un nuage de points délimitant deux groupes : des cartes à petite et à moyenne échelle, distinguées par leurs dates de production[64].

64 Seules les cartes dont l'échelle est clairement indiquée ont été intégrées dans la matrice. Lorsque l'échelle n'est pas communiquée il est difficile de la déterminer, étant donné les fréquentes erreurs de projection et de localisation.

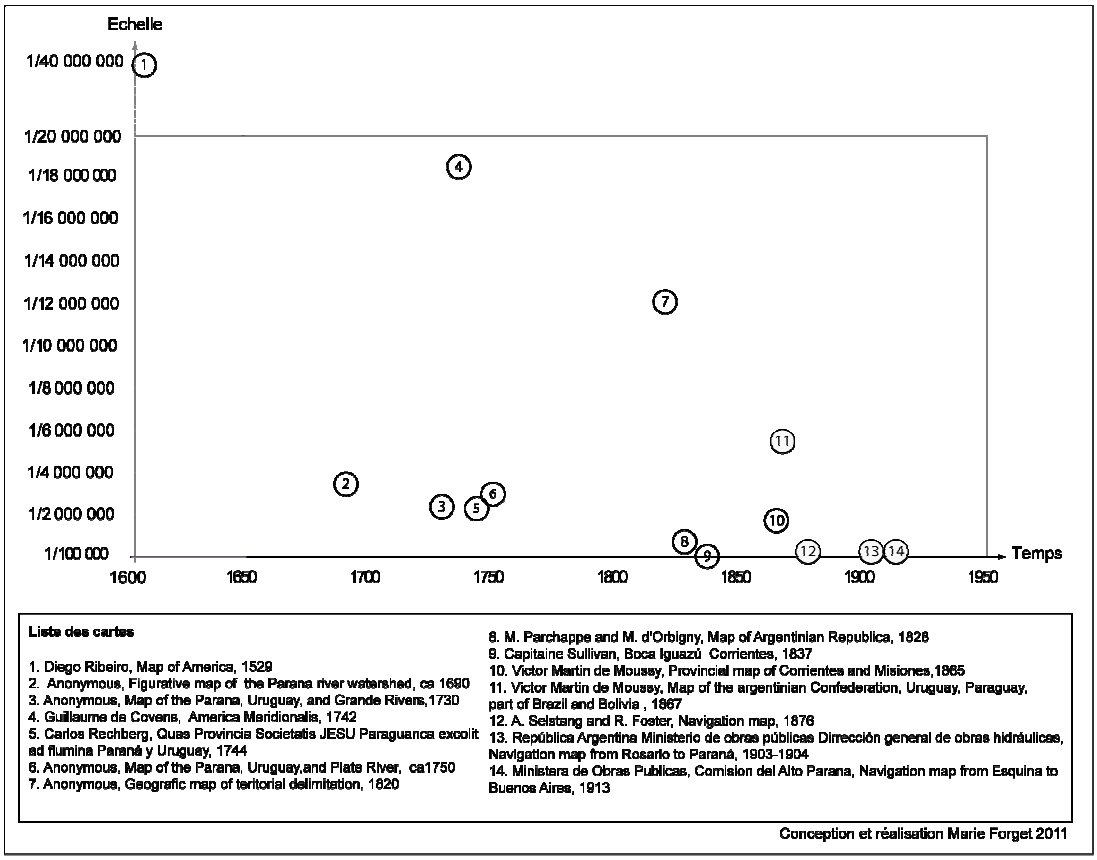


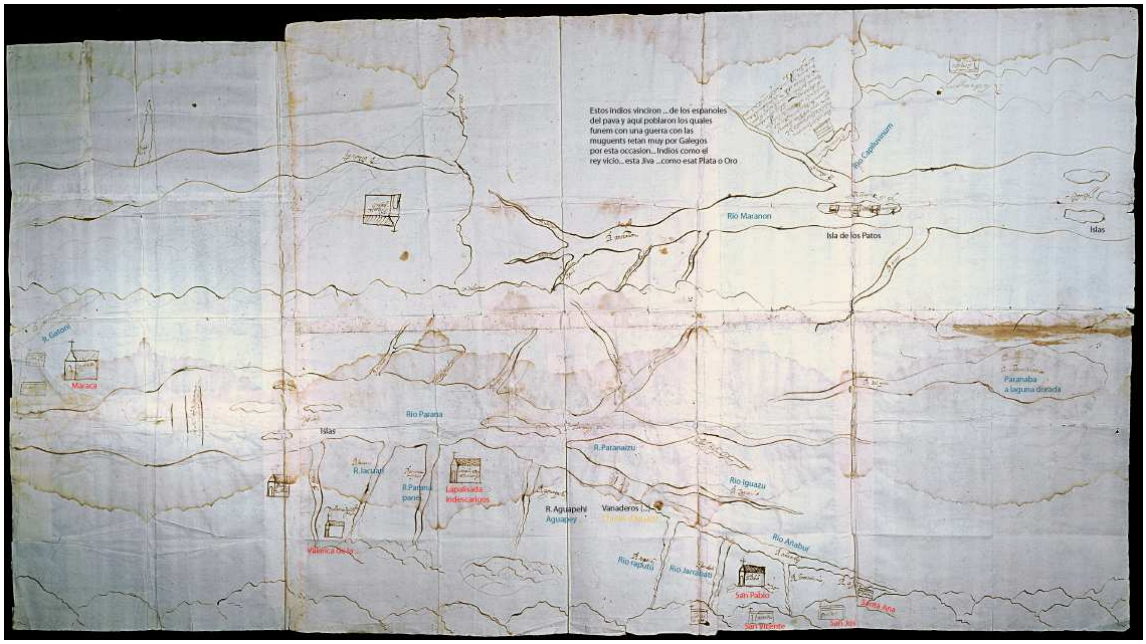
FIGURE 30 DE LA TRES PETITE ECHELLE A L'ECHELLE MOYENNE DE LA REGION ET L'ECHELLE LOCALE .

L'échelle des ordonnées utilisée sur ce graphique ne permet pas de départager les cartes les plus récentes. La gamme des échelles couvre les représentations allant du planisphère (1/40 000 000) au plan de navigation (1/10 000). Ce graphique montre que les cartes à petite échelle sont toujours utilisées à la fin du XIXe siècle, mais que l'échelle de représentation à tendance à augmenter. On note par ailleurs que la cartographie, de la fin du XVIIe siècle au milieu du XVIIIe siècle, représente plus spécifiquement le bassin hydrographique à petite échelle (entre 1/3 500 000 et 1/2 000 000). Un siècle plus tard, la majorité de la production se situe autour du 1/100 000e avec l'apparition progressive de plan de navigation précis à l'échelle 1/10000. En effet, lors de la découverte du fleuvel l'objectif est de cartographier le tracé du cours d'eau sur l'ensemble de son parcours, alors que les rapports plus récents sont destinés à la réalisation d'aménagements locaux.

Pour les cartes d'échelle planétaire, il faut souligner que le dessin des contours est remarquable étant donné les instruments à la disposition des cartographes. Ils ajustent généralement les tracés selon les descriptions fournies par les explorateurs, mais ils opèrent peu de changements d'échelle. Ce n'est qu'à la Renaissance que s'affirme la représentation cartographique des faits géographiques locaux, avec le passage à l'échelle régionale. L'Allemagne, l'Italie, la Flandre et l'Angleterre sont en pointe car les cartographes (Münster, Gastaldi, Mercator, Saxton) travaillent à l'échelle des

principautés et des provinces dès le début du XVIe siècle. Ce genre « topographique » beaucoup plus précis, qui apparaît en Europe au XVIe siècle (Broc, 1986), ne peut en effet convenir à cette époque qu'aux régions les mieux connues. Pour le reste du monde, après la période qui prend fin vers 1540-1550, on passe progressivement du stade de la simple reconnaissance à celui de la véritable exploration et de la colonisation (Zapata Gollan, 1942).

En Amérique latine, ces « vues figurées » ou « topographies » sont à l'origine destinées à résoudre les contestations territoriales (Dainville, 1986). D'autres documents figuratifs du même type sont également élaborés pour soutenir des projets d'aménagement des rivières et faciliter le transport des marchandises. La « figure » intitulée *Mapa de la Laguna Brava y de los Ríos Uruguay, Paraná y Paraguay, con diseño de las fortificaciones y lugar de las minas de oro que según declaración de un indio llamado Domingo, poseían los jesuítas en aquellos lugares* (CARTE 14 P.183) a été réalisée par un dessinateur inconnu ; elle représente la première vision à grande échelle du terrain que nous possédons. Elle est bien différente de ce que l'on attend de la cartographie actuelle ! Pourtant ses nombreuses copies indiquent la valeur attribuée à cette représentation (CARTE 42 APPENDICE 2 P.508). Ici il s'agit d'une carte mentale de l'Indien Domingo. Datée de 1656, elle est à la première carte à grande échelle du Paraná car toutes les cartes du corpus qui lui sont antérieures représentent le Nouveau Monde à l'échelle du continent.



CARTE 18 CARTE DATEE DU DEBUT DU XVIIEME SIECLE REPRESENTANT LE PARANA ET LE MARAÑON, COMPRENANT LA LOCALISATION DES POPULATIONS ESPAGNOLES PRESENTES SUR LE TERRITOIRE. ON A PLACE EN BLEU SUR LA CARTE, LE NOM DES RIVIERES ET FLEUVES; EN ROUGE LE NOM DES MISSIONS JESUITES CONNUES PAR D'AUTRES SOURCES ET EN NOIR LES INDICATIONS DE L'AUTEUR, QUE NOUS AVONS PU DECHIFFRER.

Grâce à la carte suivante[65] (CARTE 18 P 195**),** on voit apparaître les progrès de la cartographie à grande échelle au XVIIe siècle. Les avancées sont réelles, mais on est encore loin de la précision des topographies européennes. La représentation du relief y est assez sommaire et le tracé hydrologique reste vague. Il semble que le relief et les fleuves soient destinés à servir de repère à la localisation des missions jésuites et des villages indigènes.

L'échelle locale apparaît par conséquent en Argentine au milieu du XVIIe siècle : la vue réaliste du «microscosme» s'affirment plus tardivement qu'en Europe avec des représentations passant de l'échelle de la contrée à celle de la petite région (Bravard, 2011). L'évolution des représentations témoigne de la plus grande connaissance du territoire, mais également de l'évolution des formes et types de représentation (Palsky, 1996).

Les monographies régionales européennes du XIXe siècle s'accompagnent d'une redécouverte des terres conquises dans le Nouveau Monde. De nombreux travaux sont réalisés sur ces régions qui sont encore assez peu connues de fait. Les cartographes du bassin du Río de la Plata sont pour la plupart des Européens fraîchement immigrés ou en mission pour le compte de la nouvelle République ou de la vieille Europe. Leur vision du Paraná est pour partie influencée par leur culture européenne et les images qui leur sont parvenues outre-Atlantique.

D'une manière générale, la motivation première des colonisateurs est la recherche et la découverte de ressources naturelles (or et pierres précieuses) dans le but de s'enrichir rapidement. Cela se traduit dans les chroniques des Indes occidentales par de vastes descriptions des provinces andines du Pérou et de la Bolivie, alors que les provinces riveraines du Paraná sont peu décrites, probablement considérées comme moins prometteuses. La région *paranense* apparaît principalement dans les récits de découvertes comme des lieux de rencontre plus ou moins belliqueuses avec les Indiens. Dès le XVIIe siècle, ces récits sont complétés par les missionnaires jésuites qui nous ont laissé des fonds relatant la vie quotidienne des missions et l'évangélisation du peuple guaraní (d'Orbigny, 1845; Necker, 1979; Haubert, 1986). A partir de la seconde moitié du XIXe siècle, se développent deux types de récits : les relations de voyages « pittoresques » qui retracent les expéditions dans les provinces de Santa Fe, Corrientes, Misiones ou du Chaco, et les compte rendus des « voyages savants ».

65 Mapa de los Ríos Paraná y Marañón, con expresión de algunos de sus afluentes y de las poblaciones de españoles que hay en este territorio

5.3. Débat méthodologique autour des sources

Quel degré de confiance est-il alors possible d'accorder aux cartes anciennes ? Une carte du XVIe siècle peut sans aucun doute être utilisée pour comprendre la représentation qu'avaient les conquistadors de leur environnement, alors qu'une carte du XIXe siècle nous renseigne plus directement sur le tracé du fleuve et peut servir pour évaluer sa mobilité dans le temps et dans l'espace. La distinction temporelle n'est pas la seule utile à la discrimination des sources. En effet, au sein du corpus de cartes les plus anciennes il est possible de distinguer les représentations faites à partir d'observations directes et celles réalisées en « chambre » sur le Vieux continent grâce à la compilation des représentations et des récits de voyage. Nous aborderons ici les questions relatives à la fiabilité et à l'usage des sources, conjointement avec l'évolution des outils et des méthodes de la cartographie. En effet, avec l'apparition des techniques modernes de projection, il est possible de discerner précision de la connaissance géographique du Paraná et simple artifice de dessin.

5.3.1 Degré de fiabilité du corpus cartographique

Le croisement des différents types de sources en notre possession (ANNEXES 2.3 P.531), aboutit au graphique ci-dessous (FIGURE 31 P. 198). Les cases grisées représentent la maîtrise partielle ou complète des éléments représentés sur les cartes. Les indicateurs de couleur indiquent la fiabilité de l'information véhiculée par la carte. Ces indicateurs sont pondérés en fonction des progrès de la cartographie et des représentations mentales des cartographes et des écrivains. En effet, les visions mythiques et exotiques tendent à diminuer au cours des siècles, pour atteindre la quasi-objectivité avec les premiers travaux d'ingénierie. Il s'agit, une fois analysé le cadre général de production, de travailler sur chaque carte au cas par cas. Seule la comparaison de chaque carte aux cartes antérieures ou postérieures donne une idée de leur degré de véracité et de fiabilité. De plus, il faut garder à l'esprit les décalages possibles entre la découverte et la diffusion des informations, que ce soit par les cartes ou par les textes. Il existe en effet toujours des retards entre la découverte d'un fait nouveau, la réception de l'information et sa diffusion.

L'histoire de la cartographie montre que le progrès dans les représentations est discontinu et qu'il existe des phases d'avancées rapides, mais également de stagnation, voire de régression. A côté des « cartes phare » qui illuminent la longue cartographie du Cône Sud, il convient également de considérer les cartes des copistes et des épigones.

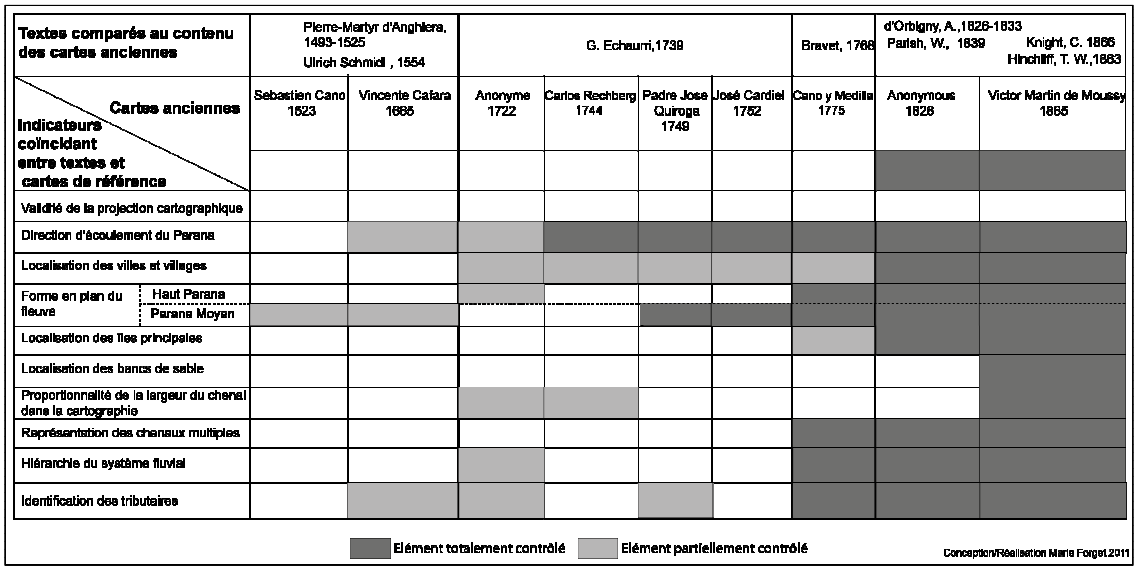


FIGURE 31 INDICATEURS DE FIABILITE DES SOURCES, PAR CROISEMENT DES DONNEES ECRITES ET CARTOGRAPHIQUES

La diffusion des cartes anciennes est relativement faible malgré l'apparition de l'imprimerie. En premier lieu, le **secret d'Etat** entraine la non divulgation de certaines découvertes, lesquelles restent en possession du commanditaire de la mission et de celui qui réalise les relevés. En second lieu, les difficultés de documentation engendrent une concentration des documents originaux dans les grandes villes européennes, têtes des missions d'exploration ou de conquête, comme Lisbonne, Madrid, Séville. Enfin, la circulation des connaissances est relativement lente compte tenu des moyens de communication entre le Nouveau Monde et l'Ancien. Le cloisonnement relatif des différents utilisateurs de la cartographie (politiques, savants, commerçants) renforce encore ce frein à la diffusion. Heureusement, les recopiages des documents sont fréquents, accélérant en sens inverse la diffusion, avec cependant l'inconvénient de propager des informations erronées, fortuites ou volontaires. N. Broc affirme que *« pour un auteur faisant preuve de curiosité et d'esprit critique, combien de paresseux se contentent de recopier leurs prédécesseurs !* » (Broc, 1986)

5.3.2 Informations inédites et recopiage

Les cartes des ateliers spécialisés européens sont certes mieux finies et mieux illustrées (FIGURE 33 P.204) mais mêlent les informations nouvelles dites « de première main » et les erreurs des cartes préexistantes. Il en résulte souvent une sensation fallacieuse de fiabilité. La CARTE 19 (P.192) et la CARTE 20 (P. 200) permettent de mettre en évidence ces phénomènes de recopiage. De la même époque, les cartes d'El Cano (1523) et de Ribeiro (1529) sont quasiment identiques et elles véhiculent toutes deux des informations erronées. Leur mode de réalisation est cependant très différent car El Cano participe activement à la conquête et à la découverte du Río de la Plata dans

l'armada de Magellan tandis que Diego Ribeiro est un géographe au service de Charles Quint et cartographe de la *Casa de Contratación* à partir de 1518.

La mappemonde ou *Padrón real*[66] dont est extrait le tracé du Paraná (CARTE 20 P.200) représente pour la première fois l'ensemble de l'océan Pacifique, la continuité des côtes d'Amérique du Nord, du Centre et du Sud, ainsi que le méridien de Tordesillas. Elle a été réalisée grâce à la collecte de toutes les informations fournies par les survivants du voyage de Magellan. Ces cartes montrent toutes deux la perception partiellement exacte qu'ont eue les découvreurs du Paraná. Les relevés d'El Cano, tout comme les récits ayant servi à Ribeiro, sont retranscrits sur les cartes sous la forme d'une langue de mer pénétrant à l'intérieur des terres. La représentation d'un estuaire extrêmement large est une caractéristique commune aux deux cartes, tout comme le sont les îles représentées sur la totalité du tracé du fleuve. L'intuition de la particularité du Paraná est donc juste puisque les cartographes et les chroniqueurs le décrivent plus comme une « mer intérieure »[67] que comme un fleuve.

Les chroniques et les correspondances qui nous sont parvenues viennent confirmer le tracé des cartes. Dans son ouvrage de 1942, *El Paraná en los primeros cronistas*, Zapata Gollan relève les descriptions faites du mégafleuve dans les différentes correspondances échangées entre les *armadas* et la couronne espagnole. Toutes s'accordent sur l'immensité du fleuve et sur l'impossible comparaison entre le Paraná et les fleuves d'Europe. Alonso de Santa Cruz et Luis Ramirez, deux explorateurs faisant partie de la mission de Magellan, voient le Paraná comme une des merveilles du monde, faisant des éloges de ses eaux, de ses poissons, de ses îles, de ses plaines et de son air sain (Santa Cruz, 1528; Ramirez, 1530). Les premières observations directes du Paraná se réfèrent d'ailleurs surtout à son débit, sa largeur, au danger de la navigation dans les faibles profondeurs et à la difficulté de trouver le bras principal du fleuve pour y naviguer (Garcia, 1527). Le Paraná est donc, pour tous, « un des plus grands et des meilleurs fleuves du Monde »[68] .

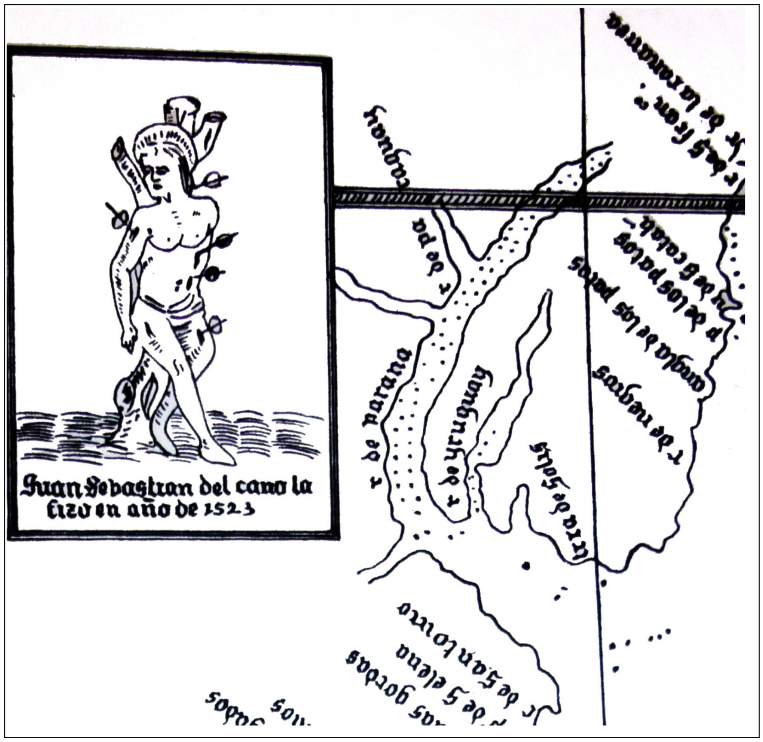
Ces observations ont toutefois été contredites par d'autres lettres, comme celle de Pedro Martir pour qui le Paraná est « le plus grand (fleuve) qui a été vu dans le monde et le plus profond (sic) », constituant ainsi à ses yeux, le grand obstacle rencontré par

66 Carte secrète dont les copies sont ensuite confiées aux explorateurs espagnols

[67] " A agua ja aqui era todo doce, escribe, mas o mas era tan grande que me nam podia parecer que era rio" Loupe de Sousa, P. (1927). *Diario de Navegaçao de...(de 1530 a 1532).* Rio de Janeiro:

68 « Uno de los mas grandes y mejores rios del mundo » dans Santa Cruz, A. (1528). "Yslario general de todas las islas del mundo dirigido a la SCRM del rey don Phelipe nuestro senor por su cosmographo mayor", *Bolletin de la Real Sociedad Geografica*, vol. LXI, n° Madrid 1918,

l'Espagne durant la colonisation. Il s'agirait en effet d'une « porte ouverte »[69] depuis le río de la Plata, motif des mauvaises communications entre la métropole et la colonie (Angleria Martir, 1518). Cet auteur pressent ainsi le potentiel du fleuve et les difficultés liés à sa taille non maîtrisée, à l'origine de la perte de nombreuses embarcations d'exploration et de colons pour ces nouvelles terres difficiles d'accès. En effet, les temps de parcours varient beaucoup selon les différentes chroniques. Par exemple, Cabot lors de la première reconnaissance du fleuve met plus de cinq mois à atteindre le site où il fondera Sancti Spiritu, alors que la seconde expédition à laquelle participe Diego Garcia ne mettra que vingt-six jours pour remonter le fleuve (Garcia, 1527). Les différences dans les temps de parcours induisent -involontairement- un biais dans la représentation cartographique.

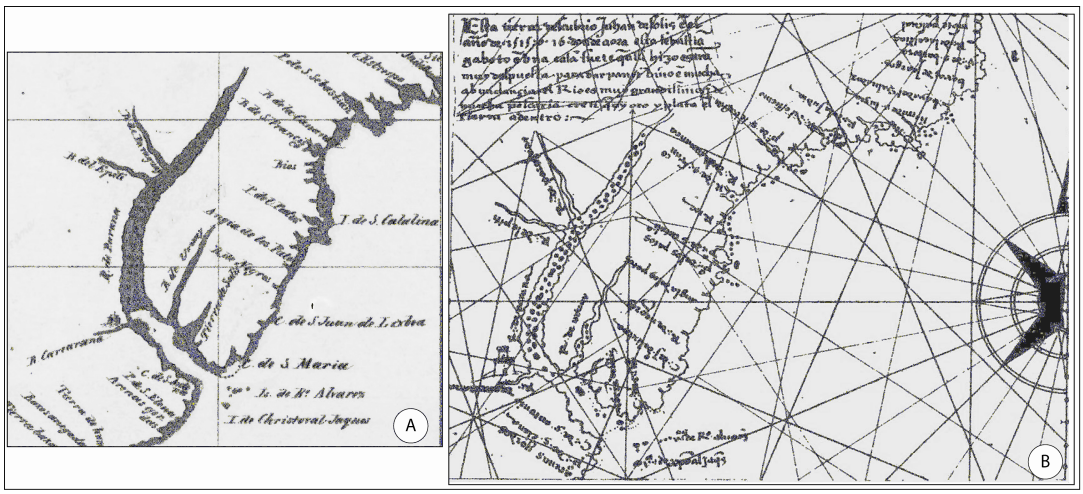


CARTE 19 DETAIL DE LA CARTE DE JUAN SEBASTIAN DEL CANO, DEBUT DU XVIE S.

Les premières observations sur le Paraná semblent accréditer la notion de mégafleuve avant la lettre, avec la reconnaissance de sa taille, de sa morphologie unique, mais également de l'impossibilité de maîtriser la navigation sur un cours d'eau aussi immense, parfois comparé à un labyrinthe aquatique (Garcia, 1527). Il y est difficile de réaliser des cartes d'une grande précision car les techniques de relevé sont encore sommaires et les informations relatées par les participants des différentes expéditions relativement floues. Il n'est pas étonnant que certaines erreurs se propagent d'une carte à l'autre. On remarque cependant que Diego Ribeiro rectifie sensiblement la carte avec les nouvelles informations en sa possession. Dans l'estuaire de la Plata, il

[69] Dans une correspondance royale datée de 1578

dessine l'île de Martin Gracia, absente de la carte d'El Cano. Malgré sa mauvaise localisation, le toponyme *Tierra Patagones* remplace le dessin de Saint Sébastien et les toponymes de la côte Atlantique y sont plus nombreux. On remarque également la mise à l'échelle de l'Uruguay par rapport au Paraná. L'hydrographie semble également être mieux connue : deux affluents nommés apparaissant sur la carte de Ribeiro.



CARTE 20 DETAIL DE LA CARTE DE L'AMERIQUE MERIDIONALE DE DIEGO RIBEIRO, 1529

Si l'on compare les cartes postérieures à celles d'El Cano et de Ribeiro (FIGURE 33 P. 204), le tracé général du fleuve y est relativement correct jusqu'au niveau de la ville de Santa Fe, puis le dessin est identique et reprend les erreurs précedentes en faisant couler le Paraguay depuis l'Ouest alors qu'il est la prolongation du Paraná vers le Nord. Sur toutes les cartes, le río de la Plata est représenté de manière semblable et les cours d'eau sont encombrés d'îles.

Ces phénomènes de copie permettent d'expliquer par ailleurs la valeur inégale de deux documents de la même époque. Pour preuve, la FIGURE 32 (P. 202**)** montre deux cartes exactement identiques qui ont été produites à vingt ans d'écart. La seconde carte est réalisée à la même date (1665) que celle de Sans d'Abbeville présentée plus loin (CARTE 22 P.206) dont le tracé du fleuve est infiniment plus erroné et plus approximatif.

FIGURE 32 CARTES REPRESENTANT LE PARAGUAY ET LES PAYS ADJACENTS. LA PREMIERE DONT L'AUTEUR EST INCONNU EST DATEE DE 1685 ET LA SECONDE A ETE REALISEE PAR CAFARA EN 1665

Il faut en réalité manier les cartes anciennes et leurs dates de production avec une grande précaution. En effet, il apparaît parfois des discordances au sein d'un même document, comme le montre la carte de Ribeiro : les nouveautés acquises sur le terrain se superposent à un contour général erroné.

Un autre exemple compare le planisphère du XVIe siècle (CARTE 41 APPENDICE 2 P.508) et la carte de Diego Homem[70] (CARTE 21 P.203) qui représente l'Amérique du Sud et une partie des Indes occidentales.

CARTE 21 DIEGO HOMEM, CARTE DE L'AMERIQUE DU SUD ET D'UNE PARTIE DES INDES OCCIDENTALES, 1558, BRITISH MUSEUM, DEPARTEMENT DES MANUSCRITS

70 Cette carte, datée de 1558, réalisée sur vélin à la gouache et feuilles d'or, est conservée au British Museum. Elle est conçue pour apporter des informations sur le nature du pays et ses habitants. Mais les dessins des figures et des arbres sont remarquables. Au Pérou, des cavaliers espagnols avec leurs bannières affrontent l'armée du « roi Atabaliba ». Plus à droite apparaît un groupe de sauvages nus, l'un chassant un perroquet, les autres participant à un festin cannibale auprès d'un arbre auquel sont suspendus des membres humains. La ville de Cuzco est indiquée sous la légende *Quarta Orbis pars*. Non loin de là, probablement à Potosi, des hommes creusent le sol pour en extraire des minerais d'argent. Au Brésil, figure un Indien paré de plumes et tirant à l'arc, un personnage nu assis, un autre occupé à abattre un arbre-de-brésil, et quelques huttes rudimentaires. Plus bas, en Patagonie, deux géants vêtus de peaux de bêtes brandissent des arcs et des flèches.

Diego Homem est l'un des cartographes portugais les plus productifs de son temps, dont on sait cependant peu de choses. Il résida sans doute à Londres de 1558 à 1567, puis à Venise de 1568 à 1576, ces villes lui permettant d'avoir accès aux œuvres de ses contemporains et prédécesseurs. La carte reproduit fidèlement les différentes scènes observées sur la mappemonde anonyme du XVIe siècle (CARTE 37 APPENDICE 2 P. 504). On y retrouve l'Amérique militaire et l'Amérique indienne. Certaines nouveautés y sont cependant ajoutées, en particulier la mine d'argent de Potosi. Il faut noter également la présence de l'Amazone, figuré sous la forme d'un serpent de dimensions considérables. Les cartographes de cabinet comme Diego Homem cumulent en effet les différents récits et cartographies pour réaliser des cartes qui leur semblent plus véridiques.

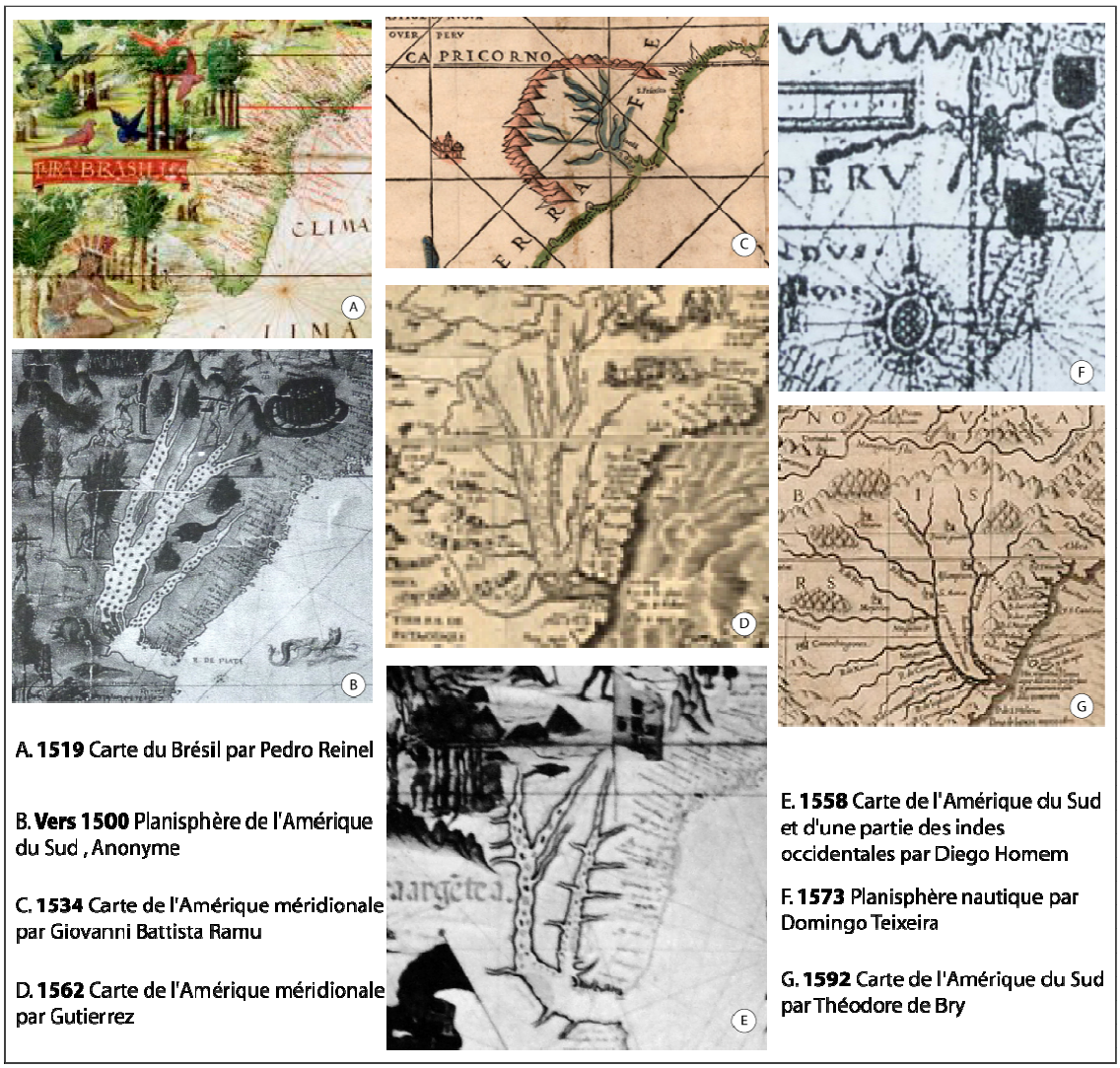


FIGURE 33 EXTRAITS DE DIFFERENTES CARTES DU CORPUS CENTRES SUR LE PARANA, PERMETTANT DE VOIR L'EVOLUTION DANS LA REPRESENTATION DU MEGAFLEUVE AU XVIE S.

Il est possible de regrouper les représentations en trois sous-groupes :

1. Les extraits A et C représentent le Paraná de manière schématique. Sur la carte de Pedro Reinel (A) seul est représenté le río de la Plata, le Paraná n'ayant pas encore été

exploré. La carte C, datée de 1534 est également une représentation schématique du río Paraná. Il semble que l'auteur, Giovann Battista Ramu, ait voulu représenter la digitation du fleuve dans le continent sans connaître exactement son parcours. L'auteur connaît cependant l'existence d'une chaîne de montagnes où le Paraná prend sa source.

2. Les extraits B, D et E montrent un tracé du Paraná nettement plus précis, malgré une largeur mal appréhendée. On devine pour cette carte la possibilité d'une copie partielle de la carte d'El Cano ou de celle de Ribeiro.

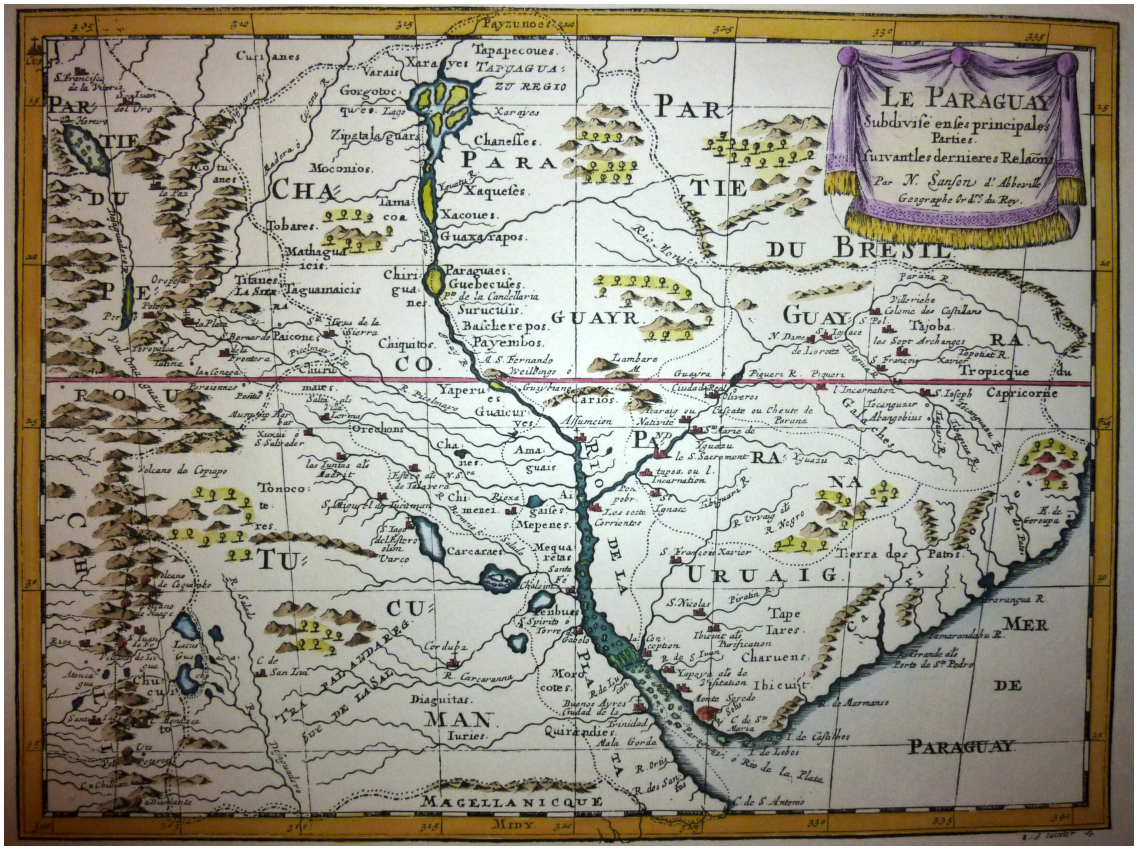
3. L'extrait F, bien que plus tardif que les précédents, semble ne pas comporter le même degré de précision. Le Paraná figure comme un fleuve rectiligne en connexion directe avec ce qui semble être un grand lac au milieu du continent et une possible connexion avec l'Amazone ou le Marañon. Le tracé du Paraná n'est cependant pas l'objet de la carte, destinée davantage à la navigation qu'à la cartographie des nouvelles terres colonisées.

4. A l'inverse, **l'extrait G**, daté de la fin du siècle (1596), objective plus correctement la séparation entre l'Uruguay et le Paraná et identifie les affluents connus des deux fleuves, ce qui témoigne d'une meilleure connaissance de l'intérieur des terres. Cependant la carte ne dessine pas le coude que fait le Paraná au niveau de la ville de Corrientes. Il n'existe pas encore de séparation entre le Paraná et le Paraguay. Son auteur, Théodore de Brye, est un célèbre cartographe de cabinet qui compile les cartes et les documents à sa disposition dans la capitale française.

Un des cartographes les plus connus et des plus prolifiques est sans doute Nicolas Sanson d'Abbeville (1600-1667) qui nous a laissé de nombreuses cartes de l'Amérique du Sud au XVIIe s (CARTE 22 P. 206). Il est l'archétype du cartographe de cabinet construisant exclusivement ses cartes de l'Amérique par copie et compilation des récits de voyages. Les cartes qu'il nous a laissées sont particulièrement intéressantes pour l'étude des informations que possèdent les cartographes de cabinet en Europe. Parmi les cartographes de cabinet les plus célèbres, il faut également citer Jean-Baptiste Bourguignon d'Anville nommé géographe ordinaire du roi en 1719. Grâce à lui, les zones inconnues de la carte sont dorénavant laissées en blanc.

Les travaux de cabinet les plus aboutis apparaissent sous la plume de Guillaume de l'Isle qui affine les informations portées sur la carte en citant ses sources par des notes additionnelles. Connu pour l'exhaustivité de sa topographie et pour le soin qu'il accorde à l'orthographe des noms de lieu, c'est dans son cabinet que vient étudier Juan de la Cruz Cano y Olmedilla avant que le Ministre de l'Intérieur d'Espagne ne charge ce dernier, en 1765, de réaliser une carte d'Amérique du Sud au 1/5 000 000e. Durant fort longtemps cette carte, publiée à Londres en 1799 en 16 pages, fut considérée comme la meilleure représentation de l'Amérique du Sud (ANNEXES 2.4 P.536).

Cette carte prouve que trois cents ans après la découverte du Nouveau Monde, celui-ci recèle encore des secrets et que la cartographie n'en a pas épuisé la richesse. On assiste alors à une deuxième période de découvertes, celles-ci de caractère scientifique, dont rend compte la production cartographique et littéraire des explorateurs modernes du XVIIIe et du XIXe siècle. La tendance est à l'inventaire exhaustif des espaces rencontrés. En effet, en Amérique latine, après le bel élan de la *Conquista*, il semble que la vigueur exploratrice des Espagnols comme des Portugais se soit rapidement essoufflée. Si le continent sud-américain a été traversé dans sa plus grande largeur dès 1540-1541 par Orellana, de nombreuses inconnues persitent vers 1800, en dehors des zones colonisées par les Ibériques. L'Amazonie, le Chaco, le Mato Grosso, les Pampas, et la Patagonie, demeurent largement *terrae incognitae*.



CARTE 22 CARTE DATEE DE 1665, REPRESENTANT LE PARAGUAY SUBDIVISE ENTRE SES PRINCIPALES PARTIES SUIVANT LES DERNIERES RELATIONS PAR SANSON D'ABBEVILLE.

5.4 Evolution des représentations et structuration de l'espace par la carte

Les explorateurs modernes produisent désormais des représentations à l'image du terrain. En effet, si l'on excepte Juan Sebastien del Cano, Carlos Rechberg et Felix de Azara, les plus grands cartographes anciens sont des géographes de chambre. Les choses changent à partir du XIXe siècle. A. von Humboldt inaugure l'exploration scientifique du sous-continent. Mais ce n'est qu'avec l'Indépendance (1825-1830) que

les jeunes Républiques s'ouvrent largement aux explorateurs européens. Pour les contemporains de Humboldt, les motivations politiques et commerciales l'emportent encore sur les préoccupations scientifiques, bien qu'apparaissent des revues illustrées et des livres relatant les péripéties des explorateurs d'un monde encore largement inconnu. Ainsi Le *Voyage en Amérique Méridionale* d'Alcide d'Orbigny ou *l'Atlas de la Description Géographique de la Confédération Argentine* de V. Martin de Moussy (1865).

La presse de grande diffusion et les revues savantes sont en Europe des vecteurs majeurs de la « redécouverte » de l'Amérique. Mais un siècle entier sépare la vision romantique des voyages et la construction d'un savoir scientifique à partir de l'observation des terres et des sociétés américaines. D'une relation à l'autre, de multiples nuances vont contribuer au succès d'un genre qui n'a cessé de croître et d'embellir durant tout le XIXe siècle. Si aujourd'hui le souvenir de quelques grandes figures du voyage et de l'exploration reste vif (d'Orbigny, 1835-1847 1845; d'Orbigny, 1853; Moussy, 1860-1864; Hinchliff, 1863; D'Orbigny, 1945), l'examen des revues du XIXe siècle fait émerger une multitude de personnages, de plus ou moins grande importance (Courteville, 1931).

J.G. Kirchheimer, pour les besoins de sa thèse, a relevé le titre de tous les périodiques qu'il a retrouvés dans les différents dépôts documentaires qu'il a consultés (Kirchheimer, 1987). Il en ressort que 157 titres français sont des récits de voyageurs francophones aux Amériques. À partir du corpus qu'il a constitué, trois types de publications peuvent être mis en évidence : (1) les **publications émanant d'établissements scientifiques officiels** qui organisent et financent des expéditions scientifiques, (2) celles des **sociétés savantes** et (3) les **revues de grande diffusion**.

Les récits de voyage et de découvertes qui assurent la diffusion des connaissances dans la société européenne prennent logiquement la suite des chroniques et des descriptions des siècles antérieurs. Les cartes qui accompagnent ces publications possèdent une place particulière dans le corpus documentaire. Ces cartes sont explicitées par le texte descriptif ; l'absence de ce dernier amène à utiliser les publications contemporaines à ces cartes isolées, afin de vérifier leur exactitude géographique.

5.4.1 La géographie moderne du Paraná

Dans la plupart des cas les voyageurs, hommes de science, techniciens, diplomates et chargés de mission reçoivent des instructions officielles. À leur retour les missionnaires viennent faire leur rapport devant les membres de l'organisme commanditaire au cours

d'une ou de plusieurs séances. Les débats et comptes rendus sont alors minutieusement consignés dans les différentes publications.

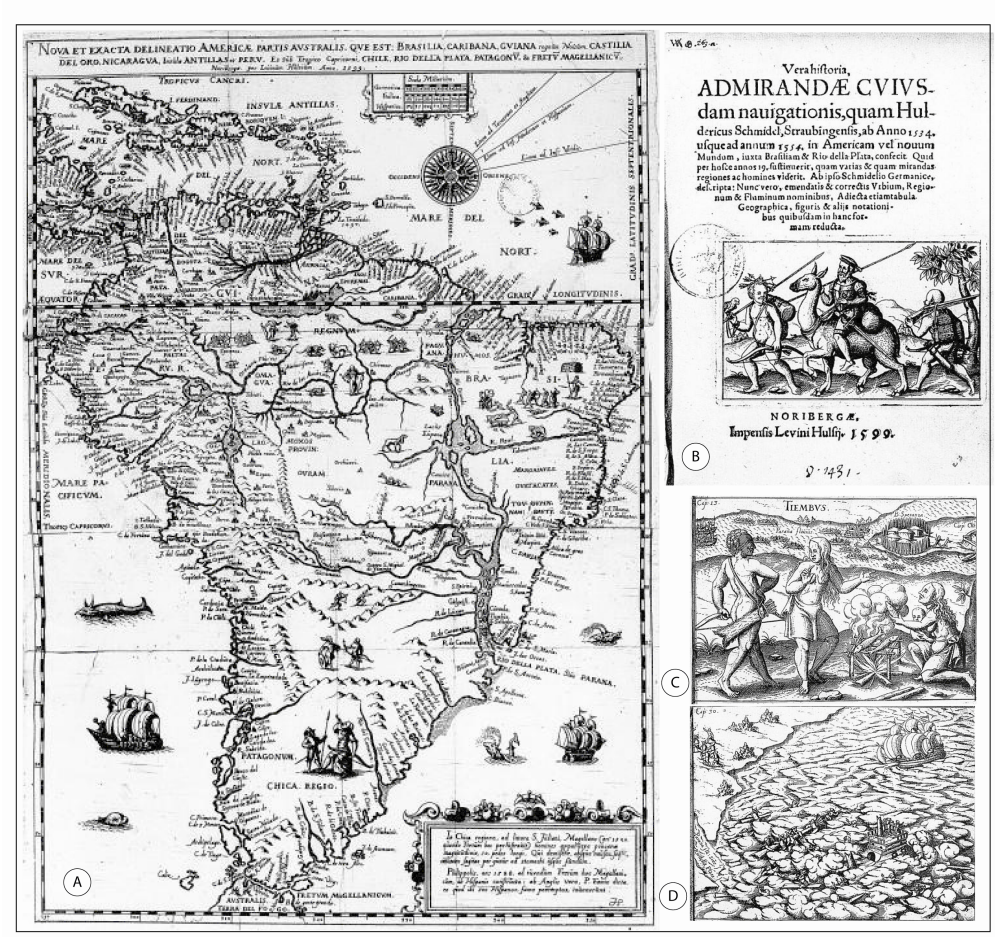
Dans le Cône sud, la parenté des langues, des cultures, de la religion, facilite les contacts entre les français et les populations locales. Par ailleurs, le prestige de la France des philosophes, de la Révolution et de Napoléon est grand parmi les nouvelles élites issues des guerres d'indépendance. Aussi, tout au long du siècle, les Français sont-ils nombreux à voyager brièvement ou à séjourner longtemps au sud du Río Grande. Parmi eux, nous dit Charles Minguet (1987), on trouve « *des voyageurs proprement dit, c'est-à-dire des hommes qui voyagent pour le plaisir, pour celui de la découverte d'horizons nouveaux ou du « pittoresque », des « touristes » avant la lettre : ce sont les moins nombreux ; mais il y a aussi des savants : naturalistes, ingénieurs, médecins, géologues, historiens etc. des missionnaires, des diplomates (ambassadeurs et consuls), des militaires (et en particulier des marins), des émigrants économiques ou politiques, des commerçants et des négociants, des artistes, des proscrits et hors la loi etc.* ». J.G Kirchheimer (1987) nous rappelle que chaque changement de régime en France entraîne « *un nouveau contingent d'exilés dont beaucoup ont pris le chemin de l'Amérique espagnole* ». Dès les années 1815-1820, de nombreux Français se mettent au service des « libertadores ». Manquant cruellement de cadres, les jeunes Républiques ne cessent pendant tout le siècle de recruter en Europe des ingénieurs, des médecins, des professeurs, des savants, des instructeurs militaires. Ces personnes sont un vecteur important de diffusion du savoir sur le Vieux continent.

Parmi les explorateurs qui ont participé à la diffusion des connaissances sur le Paraná, il faut citer cinq grands explorateurs : Ulrich Shmidl, Victor Martin de Moussy, Narcisse Parchappe, Jules Crevaux, Emile Arthur Thouar, et Alcide Dessalines d'Orbigny. Parmi eux, certains ont laissé un héritage servant de base aujourd'hui encore aux recherches géographiques sur le Paraná. Leurs travaux réalisés selon une méthode scientifique moderne sont particulièrement employés par les géographes de l'environnement et les géomorphologues actuels.

5.4.1.1 Un grand précurseur, Ulrich SCHMIDL (1510-1580)

Plus anciens que les écrits des grands explorateurs du XIXe siècle, ceux d'Ulrich Schmidl sont considérés comme précurseurs. En effet, ses travaux sont d'une précision supérieure à celle atteinte par ses contemporains (**Schmidel**, 1942). Ils sont aujourd'hui particulièrement utilisés comme référence pour les recherches sur le changement climatique et les évolutions dans la faune et la flore. Celui que l'on pourrait considérer comme le premier historien du Río de la Plata, nous a en effet laissé de préciseuses descriptions du Paraná avant toute intervention européenne et décrit aussi bien le

fonctionnement fluvial que les animaux des régions patagones. L'odyssée de ce grand voyageur commence par une expédition au Nouveau Monde en 1534 pour se terminer vingt ans plus tard. C'est l'expédition la plus importante jamais formée quittant l'Espagne pour conquérir et peupler de nouvelles terres[71]. Le récit de son voyage nous permet de prendre la mesure de ce périple.



CARTE 23 A. CARTE DE L'AMERIQUE MERIDIONALE ATTRIBUEE A ULRICH SCHMIDL, DATEE DE 1599 (BIBLIOTHEQUE NATIONALE DE FRANCE). B. ILLUSTRATION DU *VOYAGE EN AMERIQUE MERIDIONALE* REPRESENTANT SCHMIDL VOYAGEANT AUX AMERIQUES, ACCOMPAGNE D'UN INDIEN., C. INDIENS D'AMERIQUE FAISANT CUIRE DES POISSONS. VUE DU PARANA ET DE LA VILLE DE BONNE-ESPERANCE, D. SCENE DE NAUFFRAGE D'UN NAVIRE ESPAGNOL DANS L'ESTUAIRE DU RIO DE LA PLATA.

L'expédition arrive au Rio de la Plata (*mar dulce*) et le remonte en 1535. Schmidl assiste à la fondation de Nuestra Señora del Buenos Ayres (1536) qui sera attaquée par

[71] Selon ses dires 14 grands navires, 2500 hommes, 72 chevaux et juments forment l'expédition. Emmené par Pedro de Mendoza, on y retrouve 150 Allemands, Flamands (ne pas confondre avec le flamant rose) et Saxons. Ulrich Schmidl est le témoin privilégié de toutes les misères et victoires des premiers conquérants du Rio de la Plata. Soldat, observateur attentif et honnête dans ses descriptions, il relate avec le flegme qui le caractérise les distances parcourues, la faune et la flore rencontrées. En 1552, il reçoit une lettre de son frère qui lui demande de revenir au pays pour prendre sa succession. Partant d'Asunción le 26 décembre 1552, il met 2 ans avant de retrouver ses terres natales. Il conte ses aventures et la chronique de la conquête dans un ouvrage paru dans une première édition en allemand en 1567. Une seconde édition paraît en latin en 1599. Schmidel, U. (1942). *Crónica del viaje a las regiones del Plata, Paraguay y Brasil.* Buenos Aires: Peuser, 536

les Indiens. Installé sur les bords du Riachuelo, le campement meurt de faim car en dehors de quelques poissons et animaux, il n'y a rien. Pendant vingt ans, Ulrich Schmidl parcourt toutes les régions de l'actuelle Argentine depuis Buenos Aires en remontant le Paraná. Il participe à la reconstruction de Buena Esperanza (Corpus Christi) et à la fondation d'Asunción (1537). Il part ensuite pour une longue reconnaissance des territoires du Paraguay et du Chaco jusqu'à l'Alto Peru à la recherche des Sierras de la Plata (les collines d'argent) qui n'existent que dans l'imaginaire des conquérants. La carte et les illustrations de Schmidl (CARTE 23 P. 209) nous apprennent que dans le delta du Paraná, les bateaux subissent des tempêtes violentes, où l'estuaire est si grand qu'ils coulent comme en pleine mer. En revanche les illustrations de l'amont montrent qu'il s'agit bien d'un fleuve, dont les Indiens tirent leurs ressources. On voit sur l'illustration C. des Indiens faisant cuire la peau des poissons alors qu'en arrière-plan, le Paraná possède un bras unique de taille banale divisé par une île sur laquelle se trouve le fort de Buena Esperanza, assailli par des canoës indiens. Aucun signe de l'immensité du Paraná n'est transcrit sur cette image dans laquelle le fleuve ne possède aucune caractéristique particulière par rapport aux fleuves de l'Ancien Monde. Contradiction donc entre la représentation figurée à grande échelle qui ne permet pas de représenter le gigantisme du fleuve et la carte à petite échelle où le Paraná apparaît surdimensionné par rapport à sa taille apparente. Schmidl a donc conscience de l'immensité inédite du fleuve , sans comparaison possible avec les fleuves européens, mais ne possède pas les mots, ni les concepts lui permettant de l'exprimer. L'usage de la cartographie met l'accent sur la taille du Paraná alors que les illustrations paysagères le traitent comme un cours d'eau de dimensions banales. On pressent l'intuition du voyageur, du découvreur, mais une inadéquation sémantique et conceptuelle qui lui fait transmettre des informations partiellement erronées.

5.4.1.2 L'époque moderne

Après les travaux de Schmidl, peu de récits de cette qualité nous sont parvenus avant le XIXe siècle. Les travaux de Victor Martin de Moussy (ANNEXES 2.2 P.528) rassemblés dans la *Description de la Confédération Argentine* (Martin de Moussy, 1869) témoignent d'une nouvelle perception de l'espace. Martin de Moussy a parcouru en tout 3600 lieues à travers les terres méridionales de l'Amérique du Sud en utilisant tous les moyens de locomotion possibles. En 1859, après dix-huit ans de séjour Outre-Atlantique, il rentre en France pour publier les résultats scientifiques de ses patientes observations. Sa *Description géographique*, qui englobe sciences naturelles, ethnographie, économie et histoire, fera autorité jusqu' à la fin du siècle. Son Atlas en 30 cartes, compilé à partir d'observation sur le terrain, d'itinéraires croisés, de

renseignements de deuxième main et de cartes plus anciennes, n'est malheureusement assujetti à aucun canevas géodésique d'ensemble.

Sur le plan géographique presque tout est à faire : détermination des longitudes et des latitudes, ascension des points élevés dont il faut déterminer l'altitude, examen de la flore et de la faune, dénombrement des populations et en particulier des Indiens (Laissus, Amaya *et al.*, 2006). Les deux tomes de ses travaux, ainsi que les cartes rassemblées dans l'Atlas prouvent qu'il ne s'agit pas uniquement d'une nomenclature complétée au gré des explorations ou des progrès scientifiques. Elles délivrent des messages subjectifs dont le déchiffrement a été négligé et qui permettent d'analyser l'évolution de la perception de l'espace *paranense*. Les cartes rassemblées par de Moussy participent en effet des choix du cartographe et de sa perception de cette partie monde (Caron, 1980). Ses cartes montrent à l'image de celles de N. Parchappe ou de Woodbine Parish, la divergence progressive entre la cartographie topographique et la cartographie thématique (Kirchheimer, 1987, 1995).

Les cartes produites à cette époque et durant ces voyages sont en effet davantage que de simples cartes topographiques. A la différence de la cartographie du XVIIe et du XVIIIe siècle. dont le propos essentiel reste la représentation générale (topographie et hydrographie) la cartographie du XIXe siècle intègre d'autres éléments. En effet, la recherche de l'exactitude par la précision des mesures et le réalisme des représentations constitue le principal projet cartographique (Broc, 1986). J. Bertin parle d'ailleurs du passage d'un premier stade de la cartographie, celui de la topographie, où se posent seuls les problèmes d'exactitude dans la description de la surface terrestre, à une phase moderne marquée par l'accroissement vertigineux des indicateurs scientifiques (Bertin, 1967).

En effet, chaque époque, chaque société, établit sa propre liste d'objets géographiques selon sa perception du monde, ses connaissances et la segmentation de celles-ci. Connaître le contenu des lieux est un désir « *à la fois orienté et sélectif en rapport avec les intentions des hommes* » (Palsky, 1996). En effet, en Amérique latine contrairement à l'Europe, l'élaboration de cartes synthétiques est encore possible au XIX e siècle étant données la taille du continent et la faiblesse des connaissances acquises sur cet espace. Le risque de surcharge de la carte reste très limité alors qu'elle induit une forte modification des représentations du Vieux continent.

Les représentations cartographiques que nous ont laissées les grands explorateurs ne sont pas dénuées de ressemblances. Et pour cause, les grands personnages de cette époque travaillant dans la même région géographique se connaissent souvent et partagent si ce n'est leur découvertes, du moins leurs méthodes. Par exemple, V. Martin de Moussy est encouragé par Alcide d'Orbigny au milieu du XIXe siècle à découvrir

l'Amérique. Il deviendra également un grand ami de Narcisse Parchappe, autre figure importante de la cartographie du Cône Sud. De plus, les commanditaires des recherches sont souvent les mêmes. Pour les deux auteurs mentionnés plus haut, c'est tout d'abord la Société de Géographie de Paris qui les envoie en Argentine pour ensuite y être mandatés par le gouvernement argentin. En 1855, le général Urquiza charge par exemple V. Martin de Moussy de réaliser une description complète de l'Argentine qui fasse mieux connaître en Europe les ressources de la République. L'objectif de la cartographie est donc clair et se situe entre une carte d'inventaire et une carte thématique sur les ressources des nouvelles terres. Pendant près de cinq ans, le médecin va ainsi parcourir les quatorze provinces de l'Argentine, le Chili et le Paraguay.

Un premier voyage de deux ans conduit V. Martin de Moussy dans le bassin de la Plata. Parti de Paraná en mars 1855, il se rend d'abord dans l'Entre Rios puis remonte l'Uruguay jusqu'à San Borja (Ituzaingó), limite de la navigation sur le fleuve. Il parcourt ensuite la province de Misiones et traverse le Paraguay par Itaipu et Santa Rosa. Puis il descend le Paraguay jusqu'à Corrientes et regagne Buenos Aires en suivant le Paraná par Itatí, Bellavista, San Roque, Diamante et Rosario (FIGURE 34 P. 212). De ce périple il nous a ramené de nombreuses illustrations assez détaillées, que viennent compléter les travaux laissés par N. Parchappe.

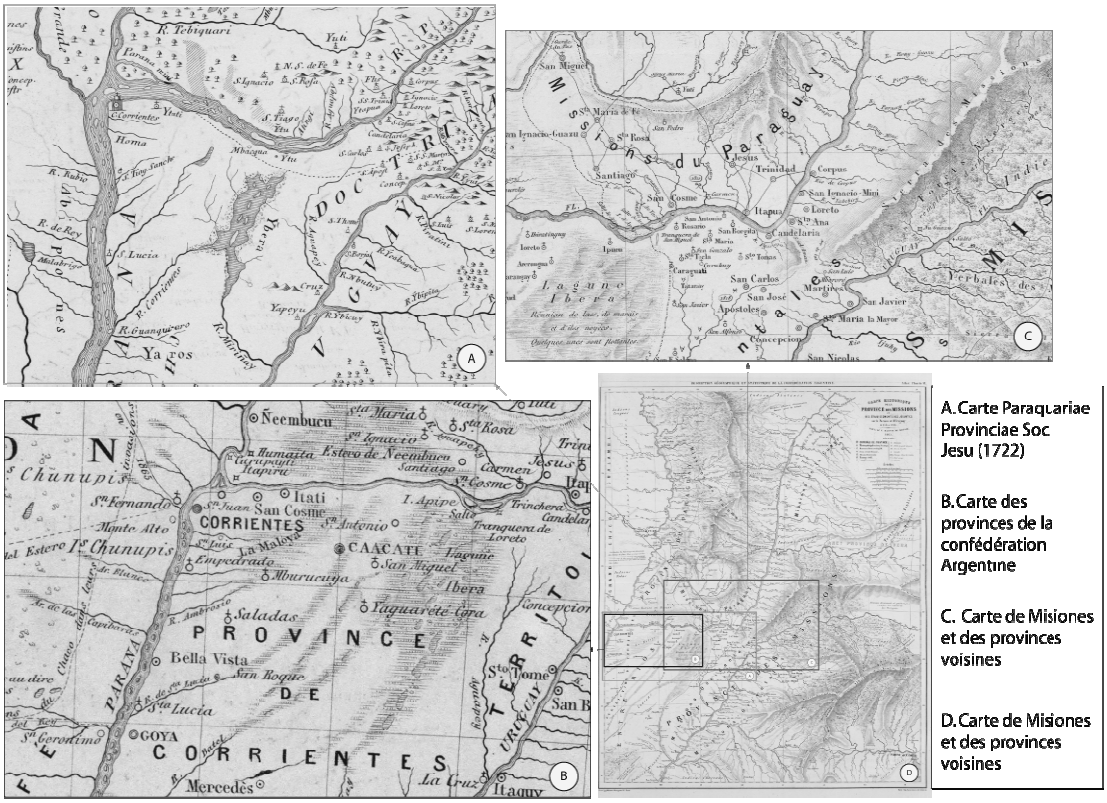


FIGURE 34 EXTRAITS DE CARTES CONTENUES DANS L'ATLAS DE LA DESCRIPTION DE LA CONFEDERATION ARGENTINE, VICTOR MARTIN DE MOUSSY, 1869

Ce grand voyageur est également chargé par les autorités locales de la réalisation de travaux topographiques et cartographiques dans la province d'Entre Rios, terres déjà parcourues par V. Martin de Moussy. En mars 1827, N. Parchappe accueille A. d'Orbigny qui commence en Argentine son grand périple américain. Les deux hommes se lient d'amitié et N. Parchappe présente A. d'Orbigny au gouverneur d'Entre Rios (Kirchheimer, 1995). Il l'accompagne dans plusieurs courses scientifiques dans la province (mars-avril à Iribuca dans la partie orientale d'Entre Rios ; juin-juillet à San Roque et à la grande *estancia* pastorale du Rincón de la Luna).

Les voyages entrepris par N. Parchappe et A. d'Orbigny ont permis à ces deux hommes, tous deux dignes émules de Humboldt, de partager leurs méthodes de terrain qui sont assez proches. A. d'Orbigny est certainement le plus grand américaniste français du XVIIIe siècle, alliant l'hardiesse de l'explorateur à la sagacité du savant. En 1827, il s'embarque sur le Paraná pour Corrientes et un an plus tard il se rend à la lagune d'Iberá avant d'entreprend des études détaillées du Paraná et de ses ports : Goya, Santa Fe, Rosario. L'œuvre scientifique d'A. d'Orbigny étonne par son étendue et sa diversité. De formation naturaliste, il a progressivement étendu ses investigations à la géographie, l'histoire, l'ethnographie, la linguistique, l'archéologie, l'économie, et à la statistique. En géographie, on lui doit les cartes détaillées de l'Argentine, notamment du cours du Paraná et des provinces de Corrientes, Entre Rios, Santa Fe, Buenos Aires et de Patagonie. On lui doit également la première esquisse géologique du continent sud américain. Ne disposant que d'une montre et d'une boussole, A. d'Orbigny n'a pas pu donner à ses levés topographiques toute la précision voulue. Entre 1835 et 1847, il fait paraître les onze volumes richement illustrés de son *Voyage en Amérique Méridionale.*

Les habitudes de voyage de ces personnages extraordinaires, ainsi que leurs méthodes de relevé sont assez similaires. Lorsque l'on considère leur parcour, on se rend compte que leur façon de voyager est identique à celle de Jules Crevaux, l'« explorateur fluvial ».

Crevaux met au point une technique originale : « Sa méthode était toujours la même et la seule praticable dans les régions qu'il a parcourues : remonter un fleuve jusqu' à sa source, franchir la ligne de partage des eaux et suivre celles du bassin opposé… S'embarquer avec le moins de bagages possibles afin de faciliter les trajets qu'on pouvait faire par terre pour éviter des chutes ou des rapides infranchissables. Deux chemises, un hamac, une moustiquaire pour chacun et les instruments indispensables, tels étaient les bagages du départ. » Après l'échec d'une vingtaine d'expéditions, Crevaux décide de relever un autre défi en prenant la vallée du Pilcomayo dans le sens Bolivie-Paraguay. Il gagne Tarija dans le sud de la Bolivie mais il y trouve la mort. L'œuvre de Crevaux sur le Pilcomayo sera reprise par Thouar (ANNEXES 2.2 P. 528), sans beaucoup plus de succès. En France, où ses articles dans *Le Tour du Monde* l'avaient

rendu très populaire, on exalte le courage de l'homme et l'insatiable curiosité du savant. Il est certain que la mort tragique de Crevaux n'est pas étrangère au regain d'intérêt pour l'exploration qui se manifeste en France dans les années 1880.

Dans cette lignée, on retrouve également les travaux de Sir Woodbine Parish (ANNEXES 2.2 P. 528), envoyé par la Grande Bretagne pour étudier les ressources des nouveaux états indépendants d'Amérique du Sud. Diplomate et voyageur scientifique, en poste à l'ambassade britannique de Buenos Aires, Parish nous a laissé d'importantes descriptions de son port et de la navigation sur le Paraná. Outre ses fonctions diplomatiques, il est également passionné de paléontologie et de géologie et entreprend la compilation des premiers relevés en Argentine[72].

Dans l'esprit de ces cartographes, il s'agit tout d'abord de matérialiser et de construire une image de l'espace. Le basculement du savoir acquis par des Européens à l'intention du Vieux Continent, au profit d'un savoir européen destiné au Nouveau Monde marque un tournant dans la production cartographique et dans la perception d'ensemble du Paraná.

Au XIXe siècle, la cartographie analytique n'est pas habituelle et les cartes singulières, ne représentant qu'un phénomène unique, restent des raretés dans le Nouveau Monde alors que ces dernières deviennent courantes en Europe. En Amérique, quel que soit le cartographe, il est spontanément porté à compléter l'inventaire de manière synoptique, plutôt que de porter intérêt à une thématique particulière. En conséquence, le gain de précision passe d'avantage par l'agrandissement de l'échelle et le développement de cartes à une échelle plus régionale. Le langage est celui de la topographie et les seules variations sensibles utilisées sont les deux dimensions du plan, la couleur n'intervenant que comme enluminure. La seconde démarche qui s'observe dans la cartographie des voyageurs du XIX ème siècle réside dans le raffinement de la description, dans quelques domaines particuliers tels que la végétation ou les établissements humains. Les précisions apportées dans ce cas s'ajoutent à la description classique (Palsky, 1996). La spécialisation croissante de la cartographie (au XVIIIe siècle en Europe et un siècle plus tard en Amérique du Sud) ne contredit pas l'esprit des représentations traditionnelles, elle prépare seulement à la cartographie thématique.

Les cartes, nées de nouvelles curiosités géographiques sont alors des cartes hybrides au contenu enrichi par rapport aux cartes antérieures, mais dont les codes ne sont pas encore détachés de la représentation traditionnelle. Ainsi les cartes rapportées d'Argentine par les explorateurs du XIXe siècle parviennent-elles à représenter avec

72 Il compile les recherches géologiques et paléontologiques de l'époque. Il publie en 1839 Buenos Ayres and the Provinces of the Rio de la Plata, somme de la géologie des provinces du río de la Plata et la découverte de fossiles qui sont aujourd'hui montrés au Natural History Museum de Londres.

exactitude la répartition et l'étendue des lieux habités mais ne se soucient pas d'exprimer l'ordre de grandeur de la population.

5.4.2 Vers l'exploitation du fleuve : la cartographie nationale argentine

L'Europe connaît un basculement sensiblement similaire en produisant tout d'abord des cartes synthétiques puis des cartes descriptives, dite de « curiosité », comme celles de Sanson d'Abbeville, et enfin des cartes comme celles de Dupain Triel[73], qui symbolisent plutôt les progrès de l'approche utilitariste de la nature selon la « politique de l'eau » de l'Ancien Régime (Palsky, 1996). Dupain Triel qui adresse sa carte aux intendants et l'enrichit de symboles portant sur la navigabilité, traduit l'intérêt nouveau porté après 1750 au développement des liaisons fluviales. En Argentine, on assiste à la même évolution mais seulement lorsque la cartographie est appropriée par la société argentine et réalisée par les ingénieurs du pays (et non plus des Européens mandatés pour réaliser ce travail).

Les informations sont centralisées par l'État argentin qui finit par créer l'Institut Géographique Militaire (IGM). Dès 1865, est créé un Bureau des Plans de Conception Technique enrichi des données obtenues par les militaires. Dans une atmosphère de guerre où le futur président de la nation a compris la nécessité d'organiser les ingénieurs militaires, il créé le Bureau du Personnel Militaire de Référence Cartographique (OTM). Enfin, en 1904, l'OTM devient l'Institut Géographique Militaire tel qu'il est connu aujourd'hui.

A l'époque du gouvernement militaire (1976-1983), l'IGM produit une cartographie féconde et précise de l'Argentine. Les cartes élaborées l'ont souvent été jusqu'à la précision du 1:20 000e ou grâce à l'utilisation des photographies aériennes. Le gouvernement militaire sollicite souvent l'Institut pour des études sectorielles où la cartographie a un rôle important (mines, gisements, productions diverses etc.) Pour accéder à ce matériel, les acheteurs sont identifiés avec précision, l'information produite n'étant pas mise au service de la population civile pour des raisons stratégiques. A cette époque, la cartographie détaillée reste en effet confidentielle. Dans une conférence donnée en 2004, le lieutenant général Bendini, chef d'état-major de l'armée à l'Ecole Supérieure de Guerre déclare que « *sur le territoire argentin, la cupidité pousse d'autres ressortissants désireux de se déplacer vers les zones stratégiques* ». L'enjeu concerne des terres inhabitées, des mines et de l'eau. La protection des ressources naturelles est alors considérée comme une des missions de l'armée.

[73] Carte des rivières de France, 1750, BNF

A l'image du renouvellement instutionnel général de l'Argentine, l'IGM entre en 2009 dans le domaine civil et est rebaptisé Institut Géographique National (IGN). Pour ses 130 ans d'existence, l'IGM devient donc un organisme décentralisé civil qui fonctionne néanmoins dans l'ombre du Secrétariat de Planification du Ministère de la Défense. Du temps des militaires (de 1976 à 1983) il s'agit d'un Institut bien organisé qui utilise de nombreuses ressources aéronautiques au service de la connaissance stratégique du territoire et réalise la mise à jour de la cartographie du pays. Aujourd'hui le projet phare de l'IGN est la création d'un Atlas National multimédia en libre accès sur internet, qui donne une vision globale du territoire national. Se pose ainsi la question du devenir des documents à caractère stratégique. Le changement de statut de l'Institut est une page de l'histoire de la cartographie argentine. Les implications de l'appropriation de la production cartographique par les militaires dans un premier temps, puis depuis peu par l'État, sont importantes. En effet, d'une information produite à destination de l'Europe, nous sommes passés à un relevé des ressources, dites stratégiques. Le basculement de l'IGM dans le domaine civil a également des conséquences en termes de délimitation de la portée stratégique des informations produites. Désormais, l'état des ressources peut être diffusé à n'importe quel bailleur de fond et n'est plus contrôlé par le secret militaire.

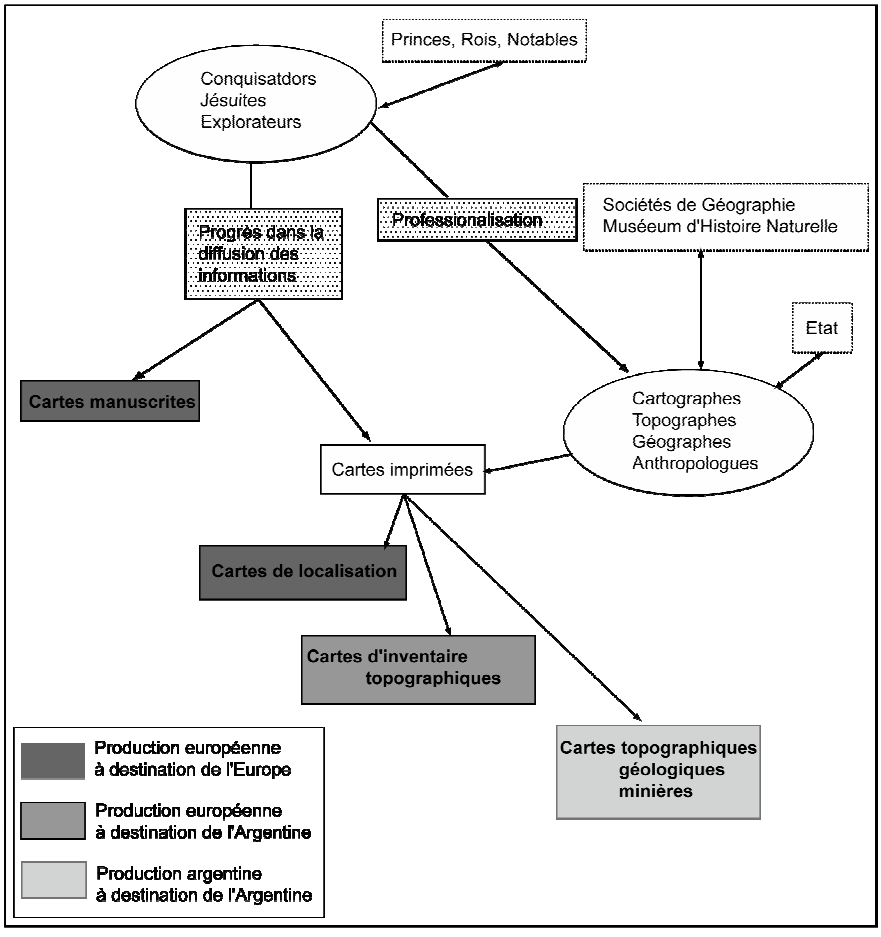


FIGURE 35 ACTEURS, PRODUCTIONS ET DIFFUSION DES DIFFERENTES INFORMATIONS GEOGRAPHIQUES

Le Paraná passe progressivement du statut de fleuve « porte d'entrée et voie de pénétration » du continent à celui d'un élément géographique remarquable porteur de forts enjeux géopolitiques, notamment en ce qui concerne le tracé des frontières. Il est tardivement perçu comme une ressource naturelle au service du développement du pays. Ce basculement d'une fonction à l'autre s'inscrit dans l'histoire de la cartographie (FIGURE 35 P.216).

Six grandes thématiques apparaissent dans les travaux cartographiques du XX et XXIe siècle en Argentine. En premier lieu, la nouvelle République s'intéresse à la **(1) valorisation du potentiel naturel** du pays. Les publications qui visent à mettre en valeur le Paraná sont pour la plupart des travaux de recherche financés par les différents Ministères qui tentent d'apporter une vision plus précise de l'état des ressources naturelles. Les études sont minutieuses et la recherche est souvent complétée par les opinions et les suggestions des chargés de recherche. On peut citer par exemple les mémoires de Repossini sur le Paraná, qui montre la trajectoire de développement que devrait suivre le gouvernement pour valoriser le potentiel du fleuve (Repossini, 1913; Comision Asesora de Planificacion Hidroelectrica, 1958). Les recherches sur la valorisation des ressources se concentrent principalement sur le potentiel économique du sous-sol (relevés géologiques et miniers), la mise en exploitation de la force hydroélectrique, ainsi que sur l'intensification de la production agricole et de l'élevage (soja et bovins principalement).

Les questions relatives à la **(2) navigation** font suite aux premières études précises qui apparaissent au début du XXe siècle. Le gouvernement argentin chargé de la navigation sur le Paraná prend conscience de l'insuffisance de précision des cartes et de la connaissance du fonctionnement hydrologique (Soldano, 1947). Il décide alors de produire trois séries de plans de navigation par le biais du Ministère de la Marine (Ministerio de Marina Servicio Hidrorafico, 1910, 1926; Direccion General de Navegacion e Hidrografica, 1954). La cartographie précise des chenaux de navigation s'accompagne à cette époque du draguage des passes stratégiques (Baldassari, 1925).

Une fois déterminées les potentialités naturelles, les études de faisabilité économique et sociale réalisées, des **(3) grands travaux et des aménagements**[74] sont entrepris. Les rapports d'ingénieurs qui accompagnent les études sont encore fortement influencés par les exemples européens jusqu' au milieu du XXe siècle. On y trouve un grand nombre de plans et d'études techniques à très grande échelle. Ces travaux apportent des informations extrêmement précises sur les structures géologiques de la plaine alluviale

[74] Franchissement et domptage du fleuve : travaux d'ingénierie sur la construction des ponts reliant les plus grandes villes jumelles de part et d'autre du Paraná, ingénierie et construction des aménagements de protection contre les inondations, et grands aménagements routiers et portuaires

et sur le fonctionnement hydrologique du fleuve. Les campagnes de terrain, financées par l'Etat dans un premier temps, puis dans les années 1990 par de grands groupes internationaux chargés de la réalisation des ouvrages, dotent les experts de toute la logistique nécessaire à la réalisation de leurs recherches appliquées. C'est grâce à la réalisation de ces travaux que sont apparues les premières séries de mesures.

Ces mesures sont complétées par une importante **(4) recherche fondamentale**. Dans la lignée des récits de voyages et des explorations des siècles précédents, la recherche fondamentale en Argentine s'ouvre par la collecte des informations manquantes sur l'espace national. Parallèlement, aux Etats-Unis principalement, sont initiés les premiers travaux de classification fluviale (Fisk, 1944; Horton, 1945; Fisk, 1947; Strahler, 1950; Leopold et Maddock, 1953; Wolman, 1954; Lane, 1955; Matthes, 1956; Leopold et Wolman, 1957; Strahler, 1957) qui influencent les recherches argentines sur le Paraná. En font partie les premiers travaux de Castellanos sur l'histoire hydrogéologique du Corrientes, affluent du Paraná (Castellanos, 1959) et un peu plus tard de Popolizio sur la géomorphologie appliquée à la Province de Corrientes (Popolizio, 1963).

Plus tardivement, dans les années 1990, les recherches relatives à **(5) l'environnement apparaissent**. Remarquons que ces recherches menées sur le Paraná sont souvent le fruit d'études d'impacts financées par les acteurs à l'origine de l'impact, ou par les associations de protection environnementale, aucune de ces deux sources ne donnant un avis impartial sur les questions environnementales. Enfin, une dernière thématique traverse le siècle avec la réalisation de (**6) travaux géopolitiques**. Les plus importants sont sans doute ceux qui traitent de la ressource partagée que constitue le mégafleuve (Arbo, 1939). Une grande majorité des publications s'intéresse aux conflits auxquels participe l'Argentine durant la seconde moitié du XIXe s. (Herrera, 1920; Williams, 1920; Mackinnon, 1957; Ensick, 1965) et au tracé des frontières (Regules, 1930).

Les méthodes et les techniques de planification s'influencent de part et d'autre de l'Atlantique, mais la société n'intègre pas le fleuve de manière complète dans le processus de construction de la nation.

5.4.3. Des cartes au service de l'exploitation du fleuve

Notre analyse de la notion de ressource est fondée sur le travail d'O. Alexandre (2006), Les contraintes naturelles y sont identifiées de manière conjoncturelle en termes de besoin ou de vulnérabilité. L'eau entendue comme une ressource naturelle devient l'objet de l'action d'une société. L'eau est donc une ressource à double sens : comme matière première et comme objet conventionnel permettant de produire du collectif (Gumuchian, 2004).

Dans le cas du Paraná, la taille du fleuve empêche d'appréhender globalement tous les éléments. Le Paraná ne commence à être considéré comme ressource potentielle que tardivement avec l'apparition de projets de société à grande échelle : seuls de courts tronçons du fleuve sont envisagés en termes d'aménagements productifs, la vision intégrée du fleuve n'apparaissant que dans les années 1990.

Les représentations sociales constituent un facteur déclenchant de l'utilisation régionale des ressources, lesquelles sont encores dégagées de tout système de production (Colletis-Wahl, 2002). Des documents programmatiques et des études d'ingénierie concernant la mise en valeur agricole, la protection des bassins versants ou les barrages hydro-électriques sont élaborés par les acteurs sociaux. Vient ensuite la phase de « l'appropriation » de la ressource dans laquelle le fleuve est considérée de manière différente par les diverses composantes de la société argentine en fonction de leur point de vue et de leurs intérêts propres. Cela engendre une concurrence des usages et une disjonction entre les pratiques sectorielles. La phase « de convention » qui suit est essentielle car elle détermine un mode de régulation de la ressource permettant d'articuler les objectifs locaux et les intérêts nationaux. Ce système est partiellement atteint sur le Paraná dans les années 1990, époque où les questions de gestion intégrée apparaissent sur la scène internationale (FIGURE 36).

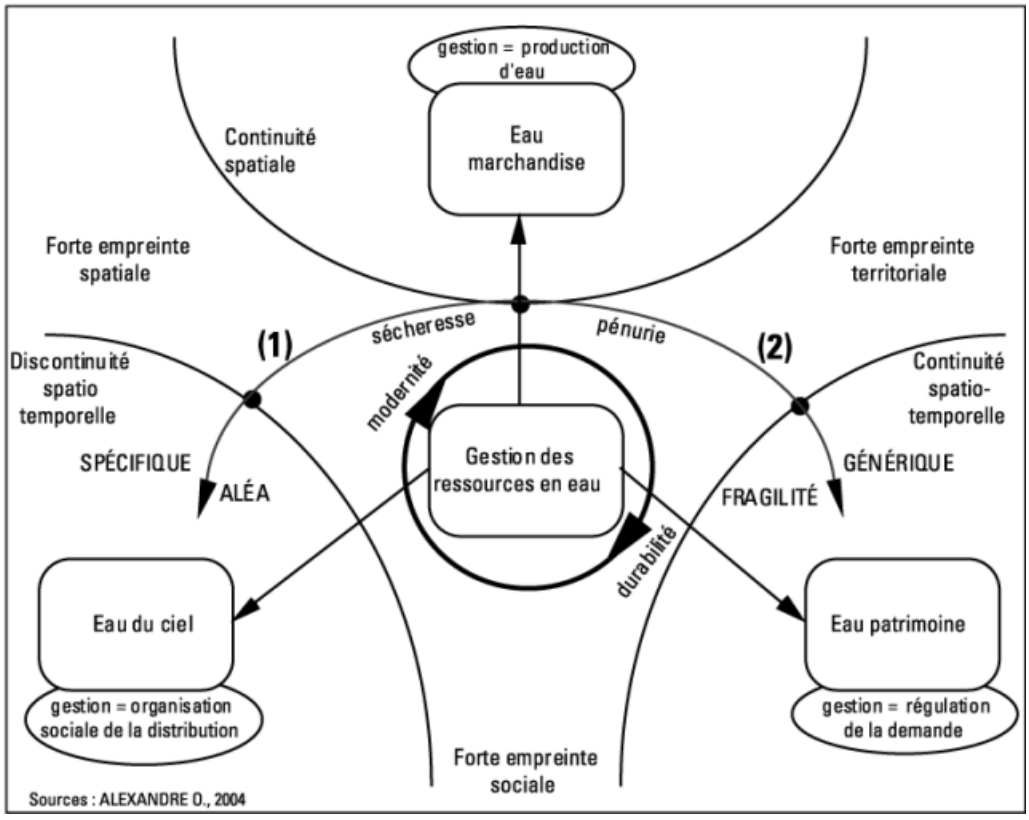


FIGURE 36 GESTION INTEGREE DE LA RESSOURCE. (1) REDUCTION DE L'IMPACT DES ALEAS CLIMATIQUES (2) CREATION D'UNE POTENTIELLE CRISE HYDRIQUE D'APRES (ALEXANDRE, 2006)

Pour les communautés guaranís qui vivent encore en bord de fleuve, la ressource n'a pas de valeur pécuniaire mais entre pleinement dans leur vie quotidienne par le biais de la pêche ou de la consommation des eaux fluviales. La réglementation coutumière situe donc la ressource au centre de l'organisation socio-spatiale comme un bien collectif. Au contraire, aujourd'hui l'eau en Argentine est de plus en plus considérée comme marchandise. Avec le développement des aménagements hydroélectriques dans les années 1985, l'eau est rentrée dans « *le circuit général de la valeur* » (Arrus, 1981) où elle trouve une valeur d'usage et une valeur d'échange.

Aujourd'hui, s'ajoute une troisième représentation de la ressource avec l'irruption dans la société des principes relatifs à l'environnement. Il faut attendre la fin du XXe siècle en Argentine pour voir apparaître les problématiques de la gestion de l'eau en tant que ressource indispensable à la vie. Alors qu'en Europe et aux Etats-Unis les législateurs ont initié un changement conduisant à une gestion sur le long terme des milieux hydrographiques, en Argentine peu de réalisations sont actuellement proposées dans une perspective de préservation de l'environnement. La nouvelle gestion de l'eau s'inscrit à la fois à long terme et dans un espace réinvesti : celui-ci participe à la définition d'un nouveau patrimoine. On assiste alors à un nouveau découpage de l'espace en fonction de la société et de ses rapports au Paraná. Aujourd'hui, la prise en compte du fleuve est à la fois une question de ressource et de patrimoine (FIGURE 36 P.219). Don du ciel, marchandise, (res) ? source de vie, ces statuts emboîtés de manière diachronique et synchronique marquent donc une évolution dans la prise en compte des trois représentations de la ressource. Aujourd'hui il n'existe cependant aucune définition législative permettant de les associer (Commission Mondiale sur l'Environnement et le Développement, 1988).

Cette « multidimensionalité» de l'eau n'est-elle que le reflet des points de vue des acteurs et des déterminants économiques et sociaux, ou peut-elle également jouer un rôle de trait d'union entre les différents sous-systèmes ?

C'est à cette question que l'élargissement du concept de mégafleuve vers la société essaye de répondre. En effet, d'un point de vue sémantique, l'objet « eau » devient constitutif de plusieurs systèmes qui participent à son identification :

1. le système naturel, matérialisé par le bassin hydrographique et spécifié par les caractéristiques physiques de l'eau et des lois qui régissent l'écoulement d'un cours d'eau,

2. le système économique, matérialisé par le circuit économique et caractérisé par les utilisations multiples de l'eau dans les activités humaines

3. le système social, matérialisé par la négociation entre acteurs, les normes de gestion et la dimension culturelle de certains usages.

La ressource recouvre ainsi trois dimensions entre lesquelles il est difficile de tracer des limites et qui forment un système liant l'organisation politique, l'aménagement du territoire et la régularisation des ressources en eau**.** Chacun des trois systèmes est plus ou moins présent sur chaque tronçon du Paraná en fonction de la priorité donnée aux usages et aux utilisations : « *L'eau-ressource n'est ni seulement l'objet d'une représentation sociale (vision dynamique)**,** ni seulement le fil d'Ariane des relations entre acteurs (vision structuraliste)**,** elle constitue la matérialité d'un enchevêtrement de dynamiques multiples fonctionnant à différentes échelles (vision systémique et complexe)* » (Alexandre, 2006). Comment est-il alors possible de faire fonctionner tous ces éléments en système, dans un cadre géographique aux échelles non conventionnelles ?

Conclusion du cinquième chapitre

Dans le cas de l'Argentine, le Paraná est devenu tardivement une ressource naturelle qu'il s'agit de mettre en valeur. La représentation du territoire argentin et son appropriation progressive par les organes gouvernementaux ou militaires placent le fleuve au centre des préoccupations de l'aménagement du territoire. D'une manière générale, dans l'histoire des représentations cartographiques que nous avons abordée, le Paraná et ses espaces fluviaux sont considérés avec grand intérêt du fait des fonctions vitales qu'ils ont eu au fil des siècles (pour la guerre, la pénétration territoriale, le franchissement, la navigation, la production énergétique) (Bravard et Béthemont?, 1989).

La cartographie du très grand fleuve témoigne de la prise en compte du Paraná dans les usages évolutifs de la ressource. Les cartographes cherchent tout d'abord à matérialiser le fleuve, à en définir les contours et le parcourent dans le cadre de la colonisation des nouvelles terres, à la recherche de biens précieux. Au fil des siècles, le Paraná devient un objet de recherche en soi avec le développement de la géographie des inventaires. De nombreux scientifiques parcourent le fleuve et à travers leurs récits reconnaissent son altérité. Après les indépendances, la société argentine en construction se (ré)approprie le Paraná en développant la cartographie topographique pour une meilleure connaissance du terrain. A la même période, commencent à apparaître les premières cartes thématiques visant à mettre en valeur les ressources et à aménager le fleuve. Le Paraná devient donc ressource et patrimoine, ce qui a notre sens complète pleinement la notion de mégafleuve physique. En effet, c'est vers une gestion intégrant ces trois paramètres que les modèles d'exploitation du Paraná devraient tendre dans les années à venir.

L’analyse de la cartographie ancienne nous renseigne non seulement sur l’évolution du Paraná, mais également sur son intégration et sa perception par la société du Nouveau Monde, selon les contextes économique, social, politique et scientifique de chaque période. L’analyse du corpus nous permet ainsi dans un permier temps de définir notre objet d’étude. En effet, l’historique complet de la cartographie connue nous fournit de nombreux éléments permettant de préciser les structures générales d’écoulement sur une période de près de cinq siècles et de déterminer ainsi la mobilité/stabilité du fleuve produites par une dynamique fluviale plus ou moins perturbées par l’homme. Dans le chapitre suivant, nous nous intéresserons aux caractéristiques physiques du Paraná à des échelles de temps et d’espace non conventionnelles.

Chapitre 6. Nature d’un monde amphibie

Le corpus de cartes anciennes permet de poser une base temporelle élargie pour l’étude des évolutions morphologiques du fleuve. Avec plus ou moins de succès, les cartographes des cinq siècles étudiés se sont efforcés de produire une cartographie la plus précise possible. Le corpus de soixante cartes a été dans un premier temps analysé comme un indicateur de l’évolution de la perception du Paraná. Il nous est également utile pour mettre en évidence les structures générales qui contrôlent l’écoulement du fleuve. L’approche géohistorique choisie dans ce sixième chapitre est sensiblement différente de celle aujourd'hui adoptée dans les pays occidentaux. En effet, en Europe, bien qu’ils existe des travaux de géohistoire des fleuves hors été de référence, l’analyse du fonctionnement fluvial sur le temps long est principalement destinée à reconstruire l’« état de référence » d’un fleuve avant les principaux impacts anthropiques. Le Paraná étant un fleuve assez peu impacté sur son cours argentin il n’est pour le moment nullement utile d’envisager une restauration. En revanche, les cartes anciennes en notre possession nous permettent de préciser le degré de stabilité du cours d'eau ainsi que les modalités d’appropriation du territoire.

Grâce à l’approche originale qu’offrent les méthodes géohistoriques (Alcaraz, 2004 ; Braudel, 1949 ; Duviols, 1985 ; Grataloup, 1996 ; Noizet *et al.*, 2004 ; Reynaud, 1992 ; Vinuales, 1992), il est possible d’appréhender des échelles spatio-temporelles plus larges que celles généralement utilisées pour l’analyse du fonctionnement fluvial. Par ailleurs, la définition même de la stabilité fluviale dépend étroitement des échelles spatio-temporelles utilisées. En effet, un fleuve peut sembler stable à une courte échelle de temps ou à une petite échelle d’espace alors qu’une analyse détaillée de sa mobilité à grande échelle et sur le temps long peut démontrer son instabilité. Cette approche possède toutefois certaines limites. De fait peu de données qantitatives peuvent être déduites de la cartographie ancienne car seule la forme en plan du fleuve est représentée. Il existe en revanche des liens forts entre l’état d’équilibre d’un cours d'eau et sa forme en plan (Leopold, Wolman *et al.*, 1964; Latrubesse, 2008). Cette première approche comparative entre cartes anciennes et récentes donne des résultats relativement concluants, mais cette démarche originale demande à être complétée par l’analyse des données quantitatives disponibles pour le bassin versant du Paraná.

Les comparaisons carte à carte de l’écoulement du fleuve dans sa plaine alluviale soulèvent tout d’abord des questions de structure et de géométrie. Au droit de la ville de Corrientes, le fleuve adopte un tracé Nord-Sud après avoir suivi un cours orienté Est-Ouest sur plus de 280 kilomètres. Seul un forçage externe peut expliquer cette

géométrie. Nous nous proposons en conséquence dans un premier temps d'analyser les données géologiques et néotectoniques du bassin qui permettent de comprendre les fondements de la dynamique de l'écoulement et les éventuels changements des styles fluviaux du Paraná sous l'action de failles et de grabens. Nous ne pouvons pas faire l'économie de l'analyse de ces forçages externes qui conditionnent les autres facteurs d'écoulement dans le bassin versant.

L'analyse des cartes anciennes nous permet également de mettre en évidence la relation qu'entretiennent le fleuve et la plaine alluviale. Ce sont ces cartes anciennes qui ont attiré notre attention sur les zones humides de la plaine alluviale, la cartographie récente restant muette sur ces éléments géographiques. Bien qu'aujourd'hui elles n'occupent qu'une place subordonnée dans l'étude du fonctionnement du système, elles elles semblent avoir joué un rôle important dans le paléo-écoulement du fleuve. Pour preuve, la délimitation de la plus grande de ces zones humides, la lagune Iberá, est beaucoup plus marquée sur les cartes des XVIIe, XVIIe et XIX e siècles. Ses limites, certes exagérément marquées, s'avèrent être différentes selon l'époque. De l'analyse de ces zones périphériques a surgi une autre question : comment se fait-il que le Paraná soit si peu connecté aux grands systèmes lagunaires pourtant si proches ? Ce sont à nouveau les cartes anciennes qui apportent une réponse à ces questionnements.

6.1. Connaître le fleuve par la comparaison cartographique

Cependant, tout ne peut pas se déduire des documents anciens et il est nécessaire de faire appel à des méthodes et à des champs géographiques très différents. Nous utilisons dans ce chapitre les cartes historiques, mais également les cartes topographiques modernes (de 1913 à 1993), les photographies aériennes et les images satellitales disponibles (de 1950 à 2009), les sections en coupe du fleuve, les profils en long et les enregistrements des débits solides et liquides réalisés sur le fleuve par les différentes autorités et agences gouvernementales. La Figure 37 (P.225) représente les différentes données utilisées, leur époque de production et leur localisation sur les différents tronçons du Paraná. La comparaison itérative de carte à carte, complétée par les découvertes scientifiques postérieures permet ainsi de dégager des zones de grande mobilité et des zones de stabilité.

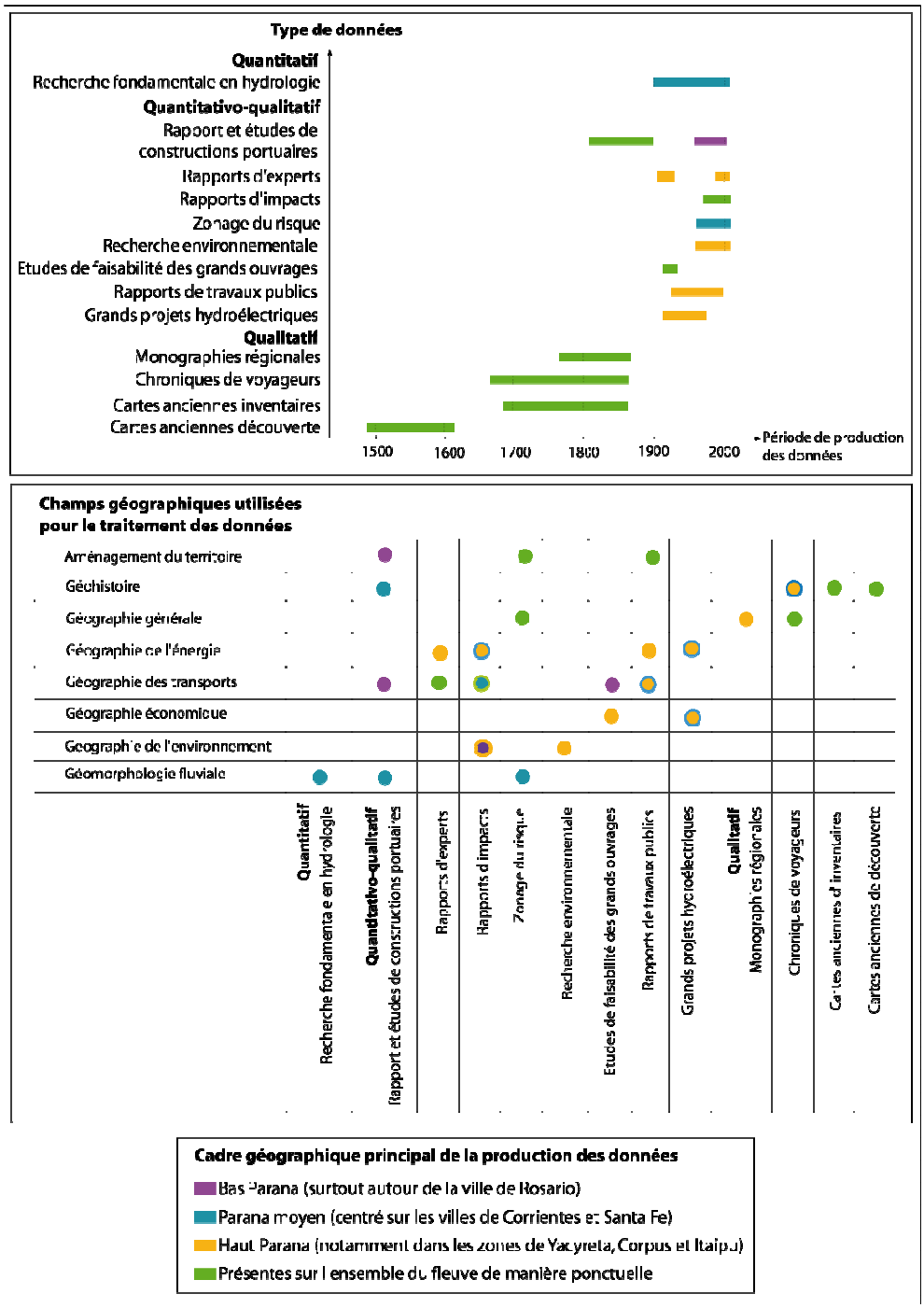


FIGURE 37 CADRE GEOGRAPHIQUE ET TEMPORALITES DE PRODUCTION DE LA CONNAISSANCE EN ARGENTINE.

6.1.1. Quand le tracé du Paraná devient un indice des structures générales

Dans le bassin du Paraná, certaines cartes anciennes sont d'une précision et d'une exactitude suffisantes pour fournir une information sur le fonctionnement fluvial. L'énumération des caractéristiques du fleuve est nécessaire, mais fastidieuse. Nous avons choisi de présenter celles-ci de manière originale, en partant de la comparaison entre cartes anciennes et situation actuelle pour déterminer la stabilité du style fluvial du

río Paraná et ainsi poser les bases de la démonstration ultérieure. Les différentes sources cartographiques ayant été étant présentées dans le chapitre précédent, nous ne réaliserons pas ici d'étude approfondie de chaque carte mais nous nous efforcerons d'en extraire les informations utiles à la démonstration.

Chaque carte ancienne nous décrit l'état de la connaissance concernant le bassin du Paraná en fonction de l'époque de production. Nous avons regroupé les cartes aux représentations semblables et nous avons comparé leurs contextes de création, leurs auteurs pour distinguer les cartes originales des cartes recopiées. La comparaison des cartes deux à deux est plus ardue qu'il n'y paraît car il existe d'importantes déformations engendrées par des systèmes de projection différents, s'ils existent. Nous nous sommes donc contentés dans un premier temps d'analyser le tracé général du fleuve (son orientation, sa largeur approximative et la localisation des principales îles qui occupent son lit). Il nous a ensuite fallu découvrir la raison des différences observées. Sont-elles liées au manque de connaissance de l'environnement, aux problèmes techniques de représentation ou à une véritable modification de la trajectoire d'écoulement du fleuve ?

Cette démarche nous a permis de distinguer quatre sous-groupes de cartes dont chacun possède une « carte-phare » considérée comme la plus représentative du groupe. Neuf cartes sont sélectionnées pour réaliser une analyse du tracé général du fleuve (ANNEXES 2.5 P.537). La FIGURE 38 (P.227) synthétise l'information contenue dans les cartes sélectionnées, les silhouettes du Paraná figurant le tracé général du fleuve.

Sur cette figure, les différentes couleurs correspondent aux quatre sous-groupes déterminés dans le corpus. Chaque groupe de couleur possède des caractéristiques de représentations communes, avec quelques différences significatives qui ont parfois nécessité la représentation de plusieurs cartes dans un même groupe. Pour le premier groupe (rouge), le tracé nord-sud ne s'infléchit que faiblement vers l'Est à l'entrée dans le delta. Dans ce groupe, les trois cartes représentées ont été choisies car la largeur du fleuve est progressivement prise en compte. Pour preuve, entre la carte A et la carte C, les cartographes différencient de plus en plus le Paraguay et le Haut Paraná avec une largeur plus faible mais encore notablement exagérée.

Le second groupe (orange) comporte des cartes caractéristiques des représentations de cartographes en chambre qui propagent souvent des informations erronées. Si l'on considère la largeur du fleuve par exemple, la carte D est très « en retard » car l'épaisseur du figuré permet de dessiner un fleuve de taille importante, bien que le Paraná y soit surdimensionné par rapport à l'échelle de la carte. On remarque cependant que la courbure vers l'Est du delta (qui est la zone la mieux connue) est nettement mieux prise en compte et mieux projetée sur ces cartes. Une évolution sensible

intervient entre ce groupe et le suivant (vert), dans lequel on commence à voir apparaître des anabranches sur le tracé du Paraná inférieur (surligné par l'ovale rose). C'est donc à partir de la fin du XVIIIe siècle que la géographie des chenaux commence à être suffisamment maîtrisée pour être hiérarchisée sur les cartes. La meilleure représentation de cette hiérarchisation est sans doute réalisée sur la carte H où un grand nombre de chenaux d'épaisseurs différentes est cartographié. Dès lors, la représentation de la largeur du fleuve devient proportionnelle à l'échelle générale de la carte. L'aboutissement de cette évolution est visible sur la carte I, où le Paraná a retrouvé sa largeur « normale ».

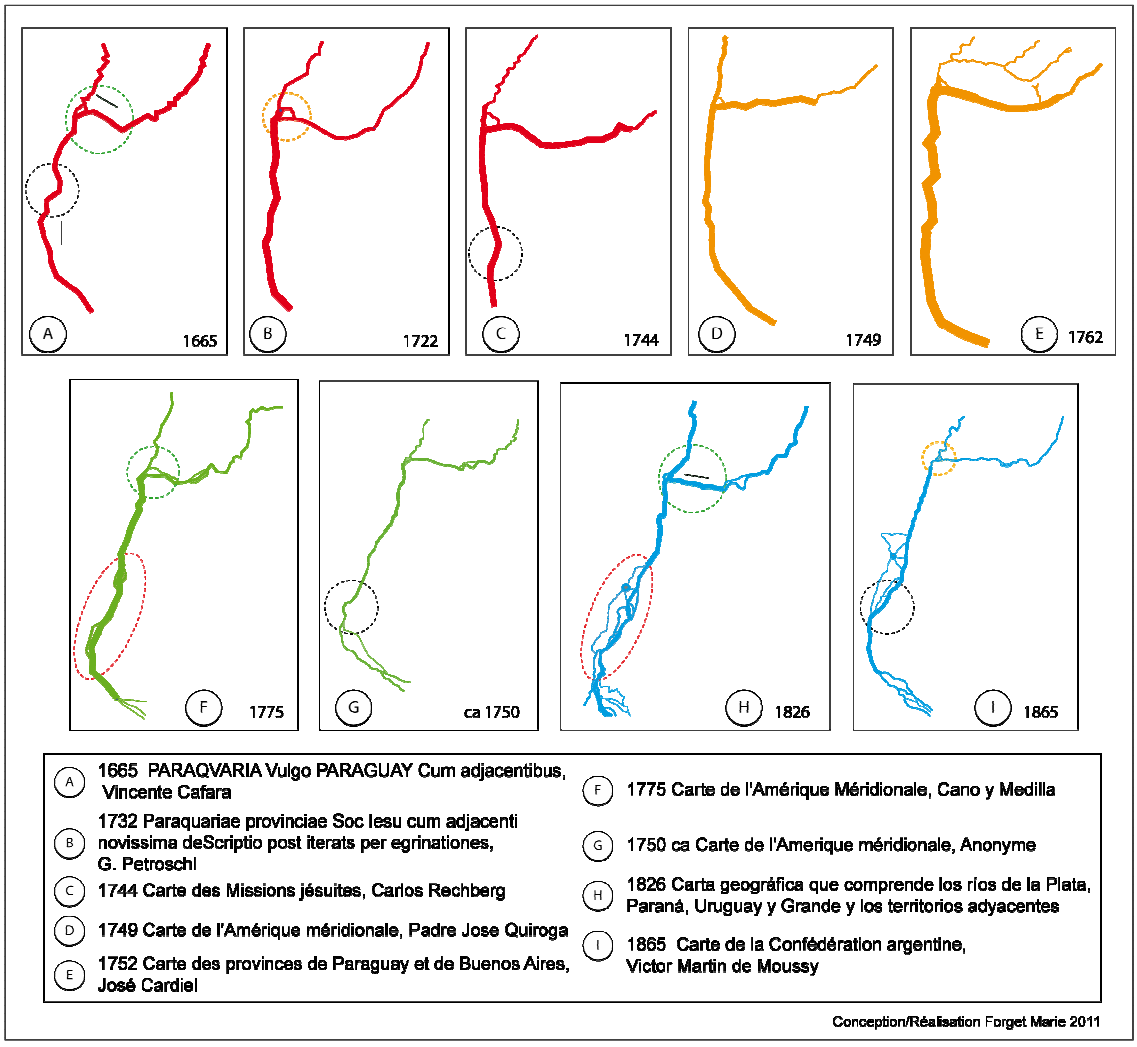


FIGURE 38 SILHOUETTES DU PARANA RELEVEE SUR LES CARTES ANCIENNES DE REFERENCE (LE TRACE POSSEDE LA MEME EPAISSEUR QUE SUR LES CARTES ORIGINALES VOIR ANNEXES 2.5 P. 537).

Malgré le biais induit par le surdimensionnement du fleuve dans les cartes antérieures à la carte H, le tracé du Paraná semble de fait avoir peu varié au cours du temps. Depuis la première représentation datant de 1665 (carte A) jusqu'à celle de 1865 (carte I), le tracé général du fleuve reste plus ou moins identique sauf à deux endroits remarquables : la courbure du Paraná Moyen (cartes A, C, G, I) et la partie plus

septentrionale de la zone de Corrientes dont le rayon de courbure diminue avec le temps (cartes A, F et H).

La courbure du Paraná Moyen représentée sur la carte A semble migrer vers l'aval avant de disparaître dans les représentations du deuxième groupe. Ces deux groupes sont caractérisés par un écoulement Nord-Sud alors que dans la réalité le Paraná s'écoule du Nord-nord-est vers le Sud-sud-ouest comme représenté dans les groupes suivants. La courbure se modifie peu à peu au fil des représentations avant de disparaître et de réapparaître dans les cartes G et I sous la forme d'un réseau de chenaux anastomosés (surface surlignée en gris). La courbure a sans doute été mal localisée par les premiers cartographes qui avaient cependant repéré cette modification dans la direction d'écoulement du fleuve.

En revanche, le rayon de courbure du Paraná dans la zone de Corrientes (surligné en vert), n'est vraisemblablement pas lié à une localisation erronée des premières cartographies. En effet, cette courbure très prononcée dans les cartes du premier, second et troisième groupe, diminue progressivement pour aboutir à un écoulement quasiment rectiligne vers l'Est dans la carte I. Après une analyse approfondie de la zone sur les images satellites actuelles, nous avons en effet constaté la présence de paléochenaux. Le tracé du Paraná a pu progressivement basculer depuis le lit principal au Nord, formant une courbe prononcée, vers des bras secondaires ayant un trajet plus direct. Dans le processus, on remarque également la disparition d'un bras actif qui relie le Paraná au Paraguay en laissant émerger une grande île. A partir de 1826 et sur les cartes postérieures ce bras n'apparaît plus.

Globalement et a priori, il est possible d'affirmer que le tracé général du Paraná à petite échelle est stable sur le temps long si l'on excepte quelques sections ayant connu des modifications importantes. Parmi les évolutions identifiées, certaines comme la largeur du fleuve sont en effet dues à la modification de l'évaluation de la taille du Paraná, à la prise en compte de la hiérarchie dans le système de chenaux et à l'évolution des représentations cartographiques. Le Paraná est ainsi progressivement replacé dans un système plus grand comprenant la plaine alluviale et les marais proches du fleuve dont les interactions se font de manière superficielle ou souterraine. Cette analyse générale est cependant insuffisante pour déterminer avec précision la dynamique fluviale, l'échelle prise en compte permettant mal d'identifier les zones de stabilité et les zones de plus forte dynamique du fleuve. Nous avons donc choisi de conserver la carte G issue d'une collection de cartes d'un monastère de la région lyonnaise qui nous a semblé être la carte à la fois la plus ancienne et à la représentation la plus fiable pour analyser la stabilité du fleuve sur un pas de temps séculaire.

6.1.2 Jeux d'échelles

La carte sélectionnée datée de la première moitié du XVIIIe siècle (ANNEXES 2.5 P. 537, FIGURE 38G) est composée de deux planches. Grâce à elle[75] **(**ANNEXES 2.5 P.537) il est possible de différencier les styles fluviaux du Haut Paraná et du Paraná Moyen ainsi que celui du delta. A cette époque la cartographie et les instruments de mesure sont en effet suffisamment précis pour permettre une analyse comparative avec les données actuelles. Cette carte a été séparée de l'ouvrage auquel elle appartenait et est probablement contemporaine des cartes de type Cassini, dont on sait par ailleurs qu'un certain nombre d'objets sont représentés de manière symbolique (Torre Revello, 1938; Hooke et Kaine, 1982; Bravard, 1989; Gurnell, Peiry *et al.*, 2005; Federzoni, 2006). Ils ne sont cependant pas figurés au hasard. Pour preuve les dépôts de chenal du Paraná correspondent à des données pseudo-qualitatives de terrain obtenues lors de voyages d'exploration. Les îles ne sont pas dessinées selon leur forme et leur taille réelles mais leur proportionnalité paraît conservée. Les relevés de terrain peuvent avoir été précis mais leur transcription cartographique à cette échelle en a schématisé les contours. En effet, certains secteurs sont représentés sans dépôts alors que d'autres le sont avec une forte densité de formes construites. Nous posons l'hypothèse que ces différences illustrent un style fluvial propre à chaque tronçon. Pour confirmer le dessin de cette carte, le nuancer, en comprendre les codes ou le contredire, nous avons utilisé les sources littéraires contemporaines de la réalisation de la carte.

6.1.2.1 Le Haut Paraná à l'épreuve des cartes

La carte sélectionnée révèle des changements importants dans le tronçon du Haut Paraná qui peut être divisé en deux sous-tronçons :

1. le premier s'étend des chutes de Salto Grande jusqu'à celles d'Apipé et est caractérisé par un cours unique encaissé dans le substrat basaltique recouvrant le bouclier brésilien. Les différents affluents de rive gauche et de rive droite y sont représentés tout comme les noyaux de peuplement qui s'égrainent le long du fleuve (Corpus, San Ignacio Mini, Loreto, Santa Ana Candelaria, Itapúa).

2. A partir de l'actuelle ville de Posadas qui n'est pas mentionnée sur la carte, débute le second tronçon jusqu'à la confluence avec le Paraguay. Cette section est fortement chargée en îles et en bancs de sable. Le style fluvial en tresses pur s'étend de l'aval des

[75] La PLANCHE 1 (ANNEXES 2.6) couvre la zone allant de la ville d'Ontivera au niveau de Salto Grande (actuelle ville d'Itaipú) jusqu' à l'actuelle ville d'Esquina (non représentée sur le carte mais aisément reconnaissable grâce à la confluence entre le Corrientes et le Paraná). La PLANCHE 2 (ANNEXES 2.6) quant à elle couvre le territoire en aval jusqu' à la ville de Buenos Aires.

chutes d'Apipé jusqu' à la confluence avec le Paraguay où le cours change d'orientation et le lit du fleuve s'éclaircit. Ce tronçon est décrit avec précision dans le texte de C. Knight (1866)[76]. Il faut souligner que le texte est postérieur d'un siècle à la carte mais les informations enregistrées illustrent un style fluvial assez semblable.

La carte du XVIIIe siècle représente la grande île d'Apipé ainsi que les sauts qui ponctuent le chenal principal du Paraná. Ces rapides sont également décrits dans les récits des voyageurs du XIXe siècle. Pour comparer de manière diachronique les formes fluviales de ce tronçon, nous avons été amenée à utiliser des cartes topographiques et des images satellitales antérieures à la construction du barrage de Yacyretá (1983) (FIGURE 39 P.231). L'île d'Apipé, bien reconnaissable sur la carte, confirme l'hypothèse selon laquelle la représentation cartographique du XVIIIe siècle est d'une grande précision. En effet, cette île de grande dimension est non seulement bien localisée mais possède également une forme qui rappelle la forme actuelle. Les modifications relevées peuvent aisément être attribuées à la dynamique fluviale postérieure à la réalisation de la carte.

En fonction de ces observations, nous sommes enclins à penser que la localisation des îles de grande dimension est exacte. L'échelle de la carte n'est cependant pas suffisamment précise pour représenter l'intégralité des petites îles sur le cours principal du Paraná. Nous avons fait le choix de considérer que les îles ayant une surface circulaire de petite dimension (inférieure à 3 mm de diamètre) correspondent plutôt à des dépôts sableux de surface ou de subsurface sur le cours navigable du Paraná. En effet, la précision géographique de la représentation est limitée par la taille de la carte ainsi que par l'échelle de représentation. La sémiologie graphique utilisée adopte en effet un procédé de simplification et de schématisation. Les îles sableuses et les dépôts de sable semblent avoir été simplifiés : aucun dépôt actuel n'est caractérisé par un tel caractère circulaire. Au mieux, les îles et les dépôts se développent selon une géométrie oblongue (Bonetto et Orfeo, 1984; Peireira, Montagnini et al., 2009). Les îles de taille

[76] « (…) Le Paraná prend sa source à vingt miles des côtes atlantiques, sur le plateau du Brésil. A sa confluence avec la rivière Iguazú, le Paraná continue à s'écouler entre la Confédération Argentine et le Paraguay, en direction du sud pendant environ 50 miles, puis bifurque progressivement vers le sud-ouest, et continue dans cette direction jusqu' à l'île d'Apipé, sur une distance d'environ 100 miles. Cette partie de la rivière n'est pas navigable dans toute son étendue, car il ya plusieurs rapides et de petites chutes, le dernier dans le voisinage de l'île de Apipé. Cette grande île, dont les dimensions nous sont inconnues, est le point où la navigation devient ininterrompue et où de grandes quantités de bois sont expédiées, la rivière étant navigable pour les navires de charge de 300 tonnes » Knight, C. (1866). "Excerpt relating to the Paraná-Paraguay river system from the entry on the Argentine Confederation". in *Geography or first division of " The English Cyclopaedia"* http://www.bluemacaws.org/hist31.htm p.

supérieure et de forme plus allongée semblent en revanche représenter des îles relativement stables vraisemblablement végétalisées[77] (FIGURE 39 P.231).

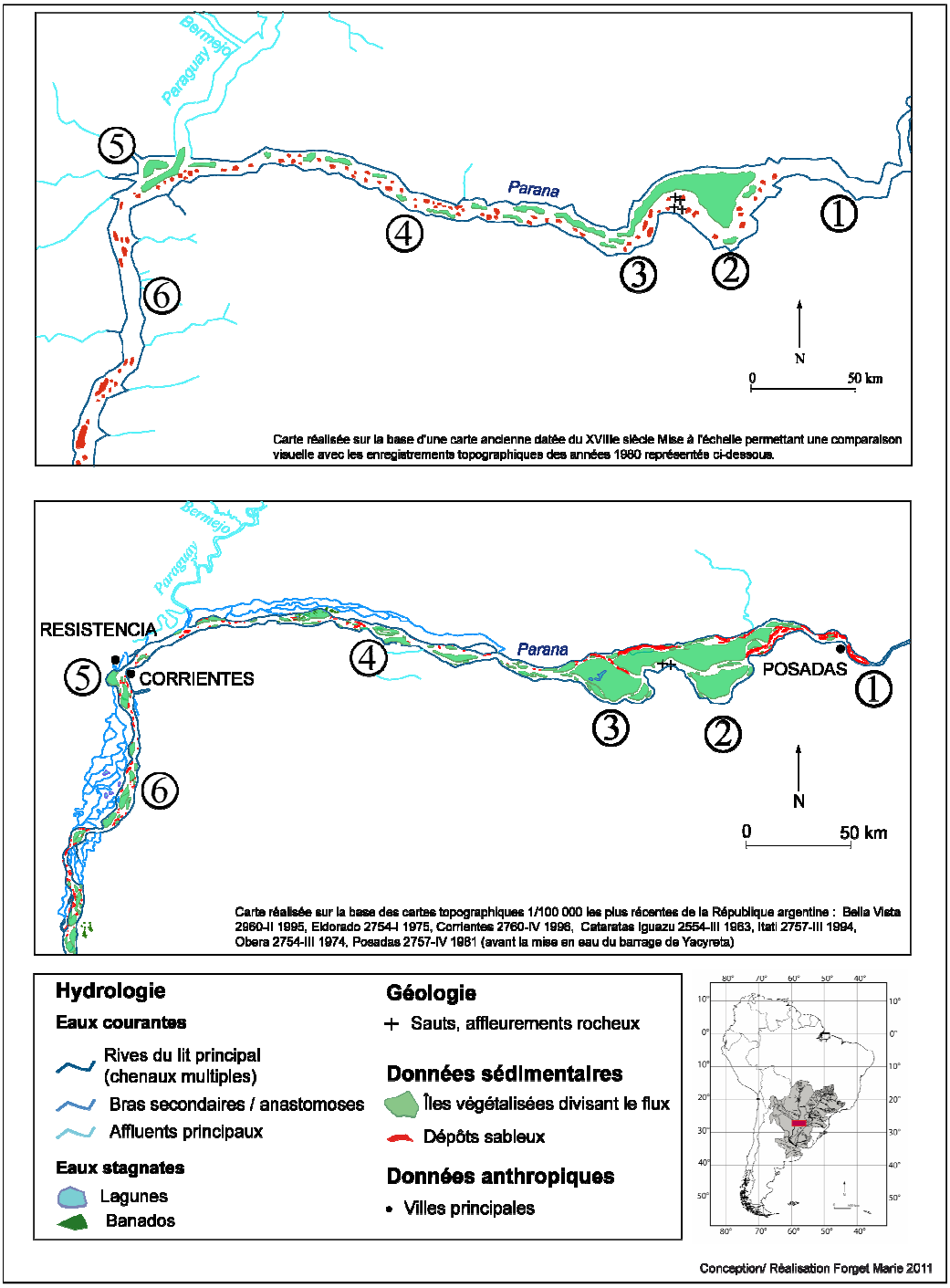


FIGURE 39 COMPARAISON DES STYLES FLUVIAUX D'UN SEGMENT DU HAUT PARANA ARGENTIN, DEPUIS LA VILLE DE CORRIENTES (CORRIENTES) JUSQU' A LA VILLE DE POSADAS (MISIONES).

[77] « En dessous de la jonction avec le Paraguay, la largeur du fleuve varie d'un mile et demi à deux miles, mais l'ensemble du volume de l'eau coule rarement dans un canal, que le courant est divisé **par une série continue d'îles recouvertes d'arbres** bas, et soumis à des inondations. Les îles, qui sont de tailles diverses, sont dans un état constant de décadence et de rajeunissement. De nouvelles sont constamment formées si aucune obstruction se produit, et les anciennes sont constamment détruites. Ces îles et de nombreux bancs de sable rendent la navigation lente et fastidieuse. Ibid.p.184

L'analyse détaillée de la répartition de ces îles nous apporte des informations précieuses sur le fonctionnement du Paraná. Le tronçon Posadas-Confluencia peut être considéré comme homogène si on compare sa dynamique aux autres tronçons du Paraná. En revanche si l'on adopte une échelle d'analyse plus fine, il est possible de le subdiviser à nouveau. Les emboîtements d'échelle permettent de montrer que la sectorisation classique en Haut Paraná, Paraná Moyen et Bas Paraná, bien qu'elle soit pertinente est dans la réalité plus complexe. Pour faciliter l'analyse nous avons choisi de numéroter les tronçons les plus stables et les plus mobiles. Leur comparaison nous permet d'analyser les principales modifications qui les ont affectés au cours des deux-cent cinquante années qui séparent les deux cartes. Notre analyse comparative nous a permis de distinguer six sous-tronçons qui nous permettent de souligner de manière liminaire les caractéristiques morphologiques et fonctionnelles du fleuve.

Le sous-tronçon 1 est situé en face de la ville actuelle de Posadas fondée en 1870. Aujourd'hui capitale de la province de Misiones, elle ne figure pas sur la carte, qui lui est donc antérieure. En termes de fonctionnement fluvial cette zone correspond au passage d'un chenal unique à un cours d'eau de style mixte (tresses et anastomoses). Dans ce tronçon le fleuve adopte un style fluvial qu'il conserve encore aujourd'hui jusqu'à son embouchure. Aucune métamorphose fluviale ne s'est produite en deux cent cinquante ans. A l'échelle de temps pluriséculaire, la dynamique fluviale semble stable. Cela est probablement lié à la structure géologique sous-jacente, qui n'est pas propice aux changements de style fluvial. Le fleuve s'écoule en effet sur un substrat gréseux dans lequel il lui est difficile d'ajuster la forme de son lit aux éventuelles modifications des conditions de l'écoulement. L'ajustement du fleuve se propage ainsi préférentiellement vers les zones aval.

Nous pouvons également envisager que les conditions hydrodynamiques du XVIIIe siècle aient permis le transit des sédiments sans dépôt (forte énergie du courant). Cela expliquerait l'absence de dépôts sableux dans le lit sur la carte ancienne. En revanche de nombreux bancs mobiles sont présents aujourd'hui. Sur une distance d'une vingtaine de kilomètres les bancs de sable encombrent la quasi-totalité du lit. Deux hypothèses peuvent alors être proposées : soit les conditions d'écoulement liquide (Ql) et de transport sédimentaires (Qs) ont été modifiées depuis le XVIIIe siècle et le Paraná s'est ajusté aux nouvelles conditions avec une exportation préférentielle des sédiments vers l'aval, soit cette zone moins connue a été représentée avec moins de précision.

Le sous-tronçon 2 correspond à la zone de l'île d'Apipé qui conserve sa forme triangulaire. Elle gagne cependant en superficie vers l'amont et vers l'aval. Au XVIIIe siècle, l'île est plaquée contre la rive droite où est représenté deux-cent cinquante ans plus tard un encombrement du lit fluvial. Les chenaux multiples peuvent atteindre le nombre de quatre avant l'étranglement du lit au niveau des chutes d'Apipé, dans

lesquelles le Paraná s'écoule dans un chenal unique. L'île est végétalisée, ce qui la stabilise (d'Orbigny, 1845; Smith, 1981; McCarthy, Ellery *et al.*, 1992). On observe un découpage par des bras secondaires du Paraná qui recoupent l'île en trois endroits. Le chenal qui recoupe l'île est plus rectiligne et est sans doute mieux adapté à la dynamique fluviale actuelle. Le Paraná a vraisemblablement ajusté sa pente à son débit liquide et solide.

Le sous-tronçon 3 montre également une zone d'ajustement, avec un net élargissement du lit principal. La queue de l'île d'Apipé s'est développée en une île végétalisée. Cette île sépare le flux en trois ou quatre chenaux. A l'aval de cette île, s'égrainent d'autres îles allongées qui sont déjà présentes dans le lit du Paraná au XVIIIe siècle.

Le sous-tronçon 4 s'étend sur environ deux cents kilomètres entre les chutes d'Apipé et la ville de Corrientes. Cette section a partiellement conservé les mêmes caractéristiques. En effet, ce tronçon est caractérisé aux deux dates par un écoulement en chenaux multiples (deux à trois bras si l'on excepte les anabranches s'écoulant parallèlement en rive droite du lit principal). Des différences existent cependant dans les conditions d'écoulement car il semble que la carte du XVIIIe siècle représente un lit particulièrement chargé en îles ou en bancs de sable. Les dépôts semblent également plus importants au XVIIIe siècle. Les îles végétalisées paraissent quant à elles relativement stables.

Le sous-tronçon 5 au niveau de la ville de Corrientes correspond de manière précise au changement d'orientation du Paraná vers le Sud après sa confluence avec le Paraguay. Cette zone semble être un point nodal[78] du Paraná. Quelques modifications apparaissent entre la carte ancienne et la carte actuelle mais elles sont peu nombreuses. L'anabranche au niveau de la ville de Resistencia n'est pas encore représentée sur la carte du XVIIIe siècle. En revanche, sur la carte ancienne sont figurées deux îles inexistantes sur la carte actuelle. Nous avons retrouvé mention de ces îles dans le récit de Thomas Page (1859)[79]. Ce capitaine américain, envoyé en mission pour reconnaître

[78] Par point nodal, nous entendons une zone dont la morphologie est restée inchangée sur le temps long.

[79] « To the junction of the Paraná and Paraguay, twenty miles above Corrientes, the course of the river is interrupted by low islands. Here, it takes a general direction east, and the Paraguay a tortuous course north. Three miles above Corrientes are the islands Medio y Mesa, on the left. There, the water, hitherto comparatively clear, becomes turbid from commungling withe that of the Vermejo, or Red River, so called from the discoloration caused by the detritus borne along by it during the periodical floods. Some distance above, the Vermejo flows into the Paraguay. Opposite the upper of the island Mesa is the mouth af a small arm of the Paraguay, Riacho Atajo, which branches off the main river three miles above its confluence with the Parana. A continous chain of low islands now skirt the west bank of the Parana and Paraguay. This island is claimed as the territory of the Argentine Confederation but Paraguay has possession, and maintains it, not by diplomacy or argument, but by the establishment of a military

les cours navigables d'Amérique du Sud détaille les îles de Medio, Mesa et Cerrito. Les deux premières îles mentionnées pourraient être celles de la carte ancienne. Un doute subsiste cependant sur l'identité de l'île la plus septentrionale, qui pourrait également être l'île de Cerrito. Cette dernière est aujourd'hui rattachée à la terre ferme. Il est difficile de retrouver la forme exacte qui était la sienne à cette époque (FIGURE 40).

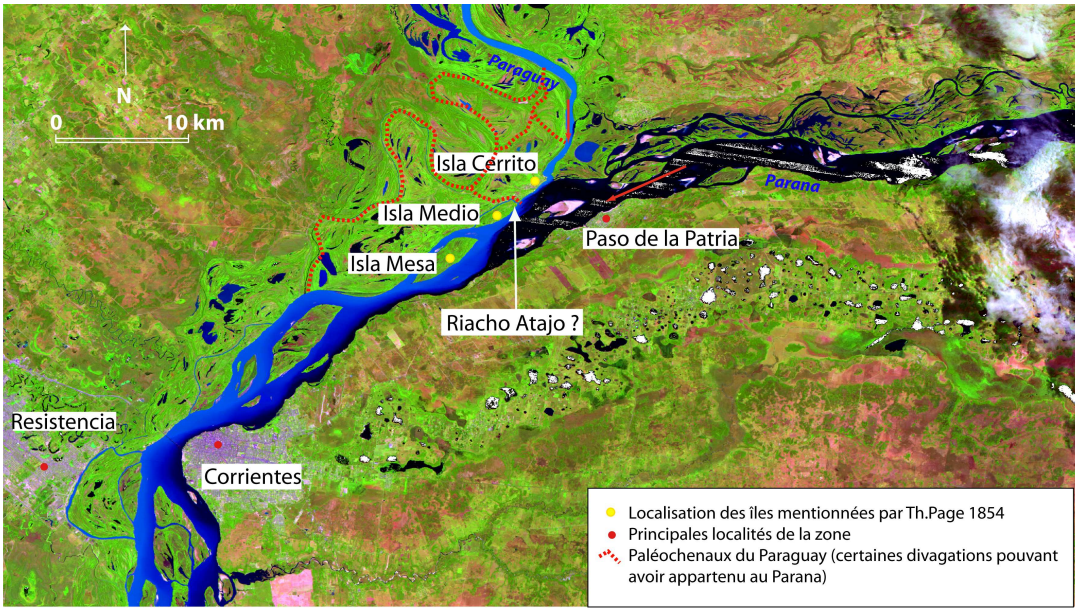


FIGURE 40 IMAGE LANDSAT TM 7 DATEE DE 2009, REPRESENTANT LA LOCALISATION DES ILES CERITO ET MESA MENTIONNEES PAR LES TRAVAUX DE TH. PAGE (1859).

Une modification du style fluvial du Paraná peut également être observée à l'aval des villes jumelles de Corrientes-Resistencia. Pour preuve, sur la carte du XVIIIe siècle, de nombreux bancs de sable sont représentés, obstruant le lit principal et formant un écoulement en trois ou quatre chenaux. Ces dépôts ne sont cependant pas visibles sur la carte actuelle, ce tronçon étant au contraire caractérisé par un écoulement dans un chenal unique. Aujourd'hui, la présence d'une anabranche (parallèle au fleuve) permet de définir un lit à chenaux multiples. Les points d'entrée et de sortie du système de cette anabranche sont toutefois situés loin du dit tronçons. On peut supposer que des changements dans les conditions d'écoulement sont apparus durant les deux siècles et demi qui séparent la réalisation des deux cartes. Pour expliquer ce changement nous posons l'hypothèse qu'il existe une modification de la provenance de la charge sédimentaire (Forget et Bravard, 2011). Cette hypothèse fera l'objet d'une hypothèse interprétative dans le chapitre suivant (P 278) lorsqu'auront été décrits avec plus de précision les mécanismes d'ajustement du fleuve. L'hypothèse que le Haut Paraná fournit à cette époque une plus forte charge sédimentaire que le Paraguay semble être confirmée par l'analyse du tronçon suivant.

post upon it –"Guardia Cerrito", lat. 27°17'32'', long.58°37'32''"Page, T. (1859). *La Plata, The Argentine Confederation and Paraguay*. Bedford, Massachusetts: Appelwood Books, 632 p.

Le sous-tronçon 6 est sans doute celui où les modifications sont les plus repérables. Sur une courte distance le Paraná traverse sa plaine alluviale pour s'écouler sur la marge occidentale entre les villes de Goya et d'Esquina (110 kilomètres), avant de reprendre son cours sur la marge orientale. Ce sous-tronçon est représenté sur la carte du XVIIIe siècle avec un chenal unique où aucun dépôt de sable n'a été répertorié. Aujourd'hui il s'agit d'un des sous-tronçons des plus complexes de la zone. Son écoulement se répartit en quatre chenaux lesquels sont doublés de quatre anabranches à écoulement pérenne. Cet ensemble forme un système complexe dans la plaine alluviale, les anabranches possédant un fonctionnement propre qui permet l'ajustement du système *paranense*. L'analyse de cette zone permet de poser les hypothèses suivantes :

- le Paraná a pu connaître une forte augmentation des apports sédimentaires dans ce sous-tronçon et des zones d'aggradation se sont formées car le fleuve ne possède pas la capacité de les évacuer vers l'aval. Celles-ci ont alors été stabilisées par la mise en place de végétation dans un contexte climatique proche de l'actuel (voir l'analyse proposée par G. Furlong Cardiff p. 287).
- Ou bien, le Paraná a pu connaître une diminution importante des débits liquides qui ne permettent pas d'évacuer le même apport sédimentaire.

Les données obtenues par la comparaison des cartes à une échelle de temps pluriséculaire nous montrent sur ce tronçon long d'environ trois cents kilomètres que certains secteurs ont connu des modifications plus importantes que d'autres. En gardant à l'esprit que les hypothèses sont fondées sur une analyse cartographique diachronique, il est possible d'affirmer que le style fluvial reste relativement stable à cette échelle spatiale. A une échelle plus grande, la stabilité est plus relative. Le fleuve s'ajuste aux conditions d'écoulement solide et liquide, en formant des sections rectilignes ou anastomosées. Ces tronçons sont changeants et connaissent des phases de transition d'un style fluvial à l'autre.

6.1.2.2. L'équilibre dynamique du Paraná Moyen

Un travail identique a été réalisé pour le Paraná Moyen entre la ville actuelle d'Esquina et la ville de Rosario. Quatre sous-tronçons aux dynamiques fluviales différentes on été identifiés (FIGURE 41 P. 236).

Le sous-tronçon 1 débute au niveau de la ville d'Esquina et est caractérisé par la confluence du Corrientes qui draine en rive gauche la zone humide de l'Iberá. A ce niveau le Saladillo Dulce et le Salado s'écoulent parallèlement à la rive droite. Ils confluent au niveau de la ville de Santa Fe. Le Saladillo peut être aussi bien considéré comme une très longue anabranche du Paraná. En effet, il s'agit d'un bras secondaire

qui se sépare du cours principal au niveau de Reconsquista. Il coule parallèlement au cours principal dans la plaine alluviale sur plus de deux cent quatre-vingt kilomètres. Il est possible que le Saladillo ait été le bras principal de l'écoulement pendant un temps. En effet, en comparant le tracé du fleuve sur les deux cartes, nous avons détecté un basculement de l'écoulement vers l'Est. Sur la carte ancienne le cours principal est en effet représenté à une vingtaine de kilomètres du San Javier, alors que le cours actuel se situe à plus de quarante kilomètres. On remarque de plus que des bras secondaires du Paraná sont représentés à l'emplacement qui semble avoir été celui du Paraná au XVIIIe siècle. Dans cette hypothèse, le Paraná aurait donc migré de plus de vingts kilomètres dans sa plaine alluviale en l'espace de deux siècles.

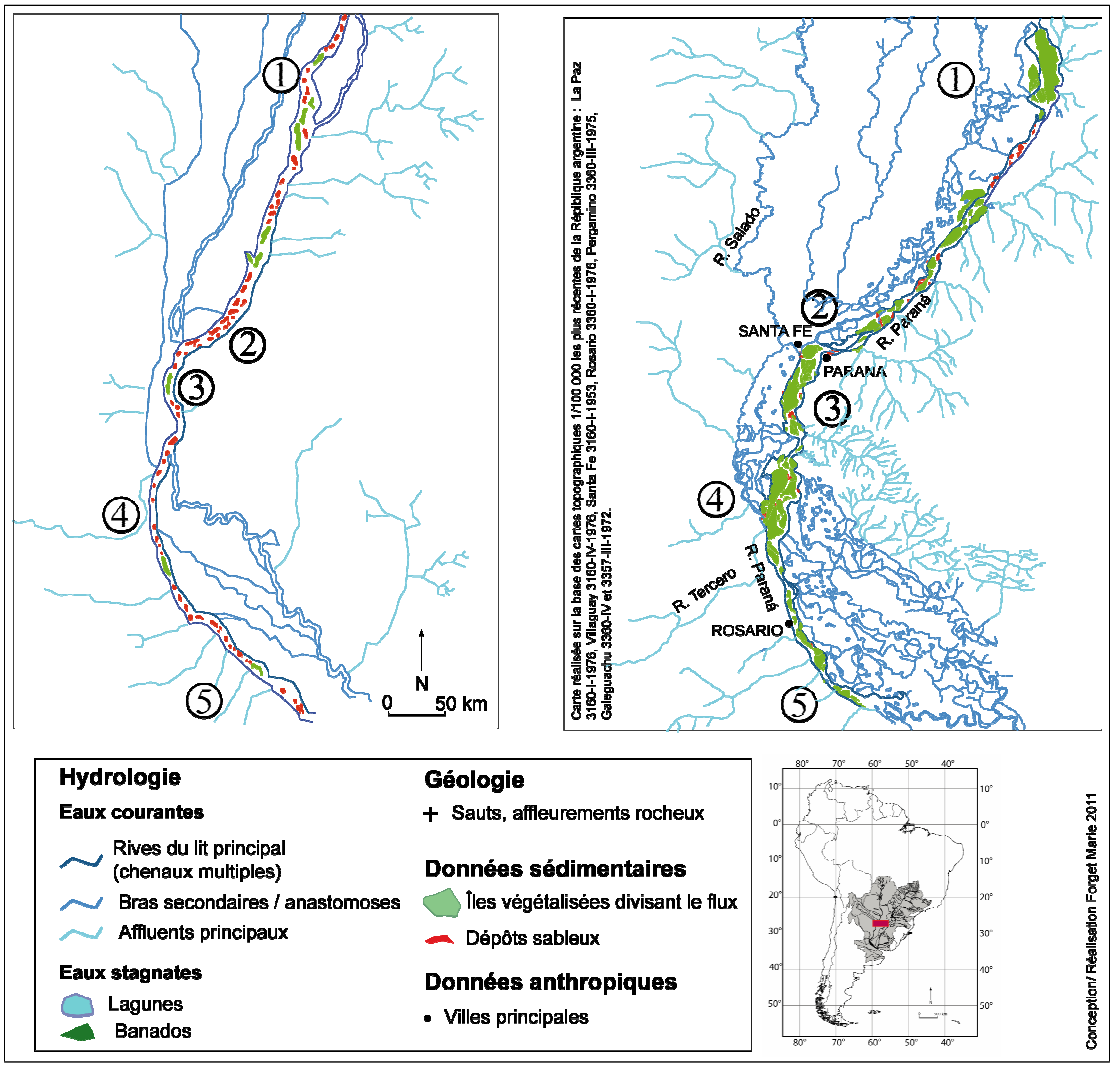


FIGURE 41 COMPARAISON DES STYLES FLUVIAUX DE LA SECTION DU PARANA MOYEN COMPRISE ENTRE LA VILLE ACTUELLE D'ESQUINA (ENTRE RIOS) ET LA VILLE DE ROSARIO (SANTA FE).

De nombreux bancs de sable sont représentés sur la carte ancienne. Le cours d'eau semble aujourd'hui moins encombré. On voit cependant des îles végétalisées absentes sur la carte ancienne. Ces îles correspondent soit à des dépôts sédimentaire stabilisés par la végétation, soit au détachement de morceaux de la plaine alluviale aujourd'hui

intégrés au lit principal du Paraná. En aval de la ville d'Esquina, l'île de grande dimension qui est représentée sur la carte actuelle correspond vraisemblablement à une partie de la plaine alluviale. En revanche, en amont de Santa Fe, la présence de nombreux bancs de sable sur la carte ancienne laisse penser que les îles végétalisées se sont formées de manière progressive par la stabilisation des bancs de sable. La zone est en effet propice au dépôt des matières solides transportées par le fleuve. Sur ce tronçon, le Paraná s'écoule dans un lit d'une largeur moyenne variant entre cinq et sept kilomètres. Les eaux du fleuve sont probablement ralenties par l'élargissement progressif du lit principal, la largeur moyenne du tronçon Santa Elena-La Paz étant de l'ordre de trois à quatre kilomètres. L'augmentation de la largeur du lit principal produirait donc un dépôt de la charge sédimentaire. Les eaux accélèrent ensuite dans le tronçon suivant qui correspond au resserrement entre les villes de Santa Fe et de Paraná. Le fleuve passe en effet à cet endroit d'une largeur de sept kilomètres au niveau de l'île de Chapetón à un écoulement concentré dans un chenal unique d'une largeur variant entre un kilomètre et demi et deux kilomètres.

Le sous-tronçon 2 correspond au resserrement du Paraná entre les villes de Santa Fe et de Paraná. La localité de « Santa Fée » (sic) est mentionnée sur la carte ancienne, Paraná en revanche n'y figure pas. A cet endroit de nombreux cours d'eau confluent avec le fleuve. La carte du XVIIIe siècle mentionne le Santo Tomé « qu'à la latitude de Santiago on appelle Salado ». Le Salado est un important affluent de rive droite du Paraná dont le nom indique la forte concentration en sels de ses eaux drainant son bassin versant andin. Sur la carte ancienne le cartographe ne mentionne pas le changement de toponymie de l'anabranche qui se détache au niveau de la confluence. L'anabranche « Santa Fe » rejoint le cours principal au niveau de Gaboto sur les deux cartes. On note également la mention du Saladillo Grande qui s'appelle aujourd'hui Saladillo Dulce (ses eaux n'ont qu'une très faible concentration en sels minéraux) ; ce dernier se jette dans la laguna Leyes quelques kilomètres au Nord de Santa Fe.

Les îles qui se forment dans **le sous-tronçon 3** sont sans doute liées à l'élargissement progressif du Paraná en aval de Santa Fe. Après avoir passé la Bajada Grande, le sous-tronçon 3 est développé sur la carte ancienne sans autre mention que celle de Punta Gorda (« grosse pointe »), autre point nodal du fleuve. La géométrie du fleuve reste inchangée : le Paraná forme un coude orienté Nord-Sud avec un écoulement identique sur les deux cartes. Le basculement de l'écoulement vers l'Est du tronçon septentrional du Paraná Moyen semble s'achever. Sur la carte ancienne, le fleuve s'écoule dans deux chenaux principaux : le bras principal et l'anabranche du Santa Fe. Une île de grande taille les sépare. Au niveau de la confluence du Santa Fe, se situe le fort de Santi Espiritu fondé par Gaboto. Dans la réalité, la géographie de ce sous-tronçon est plus complexe. L'île représentée au XVIIIe siècle est sans doute la simplification de

plusieurs unités géomorphologiques qui n'ont pas été repérées à l'époque. Entre le Santa Fe et le cours principal du Paraná s'étend une grande plaine d'inondation formée de *bañados* et de lagunes. Sa largeur maximale est de vingt kilomètres. Le lit est chargé d'îles végétalisées qui semblent s'être stabilisées en l'espace de deux siècles. En effet, sur la carte ancienne, mise à part une île de grande dimension, seuls sont indiqués les bancs de sable. Entre les deux dates, le lit principal du Paraná semble donc s'être élargi et complexifié. En comparant les cartes topographiques des années 1940 et les images satellitales les plus récentes (2009), on observe que cette morphologie se maintient, même si la géométrie s'ajuste aux conditions d'écoulement du Paraná.

Le sous-tronçon 4 débute au niveau de la ville de Diamante avec la confluence de l'Arroyo de la Ensenada en rive gauche. Le Paraná se rétrécit à nouveau avant de s'élargir en amont de la ville de Rosario à la diffluence avec le Paranacito (mentionné sur la carte ancienne). Le fleuve passe d'une largeur comprise entre huit cents mètres et quatre, à un système fluvial complexe de plus de vingt-cinq kilomètres de largeur. Cette immense bande intègre la partie active de la plaine alluviale. Cet élargissement atteint son maximum au niveau des villes jumelles de Rosario-Victoria avec une largeur avoisinant soixante kilomètres. Le sous-tronçon 4 peut ainsi être considéré comme une zone de transition entre un système fluvial anastomosé et le delta du Bas Paraná. Dans ce sous-tronçon le fleuve traverse sa plaine alluviale, passant d'un écoulement sur la marge orientale à un écoulement sur la marge occidentale.

Le sous-tronçon 5, qui marque le début du fonctionnement complexe du delta du Paraná, ne sera pas étudiée ici. Les mécanismes et les problématiques de cette zone sont en effet trop différents de celles du cours amont. Il faut cependant mentionner ici qu'une thèse de doctorat est réalisée en parallèle. Elle permettra de comprendre et d'approfondir le fonctionnement et les enjeux de cette ultime section du Paraná (Massin, 2010).

Grâce à l'analyse pluriséculaire obtenue par comparaison entre des cartes de dates différentes, il est possible de réaliser une première classification du système fluvial *paranense* dans son parcours argentin. Cette première classification est établie en termes de plus ou moins grande stabilité du fleuve à petite échelle. Avant de formaliser ces premiers résultats, il convient cependant d'expliquer les changements enregistrés. L'interprétation des modifications survenues dans l'écoulement du fleuve nécessite d'approfondir l'étude des facteurs de contrôles externes du bassin versant.

6.1.3. Introduction au fonctionnement hydromorphologique du Paraná

La comparaison des deux cartes sur un pas de temps supérieur à deux siècles a permis de mettre en évidence des tronçons plus ou moins stables. Les facteurs de

contrôle des modifications enregistrées dans la morphologie du fleuve doivent être recherchés dans différentes directions. Certaines sont plus évidentes que d'autres. Cette sous-partie est consacrée à la présentation et à la validation partielle des différentes hypothèses. Les problématiques soulevées, résumées ci après, seront développées dans les chapitres suivants. Il s'agit pour l'heure de faire le point sur les interrogations soulevées par l'analyse comparative de cartes topographiques.

Le tracé général du Paraná, nous l'avons vu, forme un angle droit au niveau de la ville de Corrientes, entre son tracé amont orienté Est-Ouest et son cours médian orienté Nord-Nord-Est/Sud-Sud-est. De plus, le fleuve se déplace successivement d'un côté à l'autre de la plaine alluviale. Les explications de ces phénomènes seront recherchées dans la structure géologique et néotectonique du substrat. Cette dernière fournira également une explication à la présence de points nodaux dans le cours *paranense*. Ces éléments stables à l'échelle des études morphologiques sont la base de l'analyse des structures du bassin versant. L'analyse des cartes anciennes montre également qu'il existe des phénomènes beaucoup moins stables et que le chenal principal du fleuve a tendance à se modifier au fil du temps.

Le Paraná connaît tout d'abord une modification de la hiérarchie de ses bras. Les chenaux principaux deviennent parfois secondaires et inversement. Il convient d'analyser l'ajustement du lit principal aux conditions d'écoulement. Pour cela, nous ferons appel à la notion de puissance spécifique dont la formule incorpore la pente, la largeur du lit, et le débit morphogène[80] (Nanson et Croke, 1992). Les paléochenaux reconnus sur les cartes anciennes témoignent de l'ajustement du tracé du bras principal du Paraná et de la réorganisation du système fluvial en fonction de sa dynamique. Une fois analysés les anciens tracés du fleuve, nous nous pencherons sur la dynamique actuelle de l'écoulement. A la différence de notre approche globale du Paraná, les travaux sur l'hydraulique et les dynamiques d'écoulement sont généralement réalisés à très grande échelle. Cela implique qu'il faille construire une réflexion fondée sur de nombreux emboîtements d'échelles spatio-temporelles.

Les connexions du chenal principal avec la plaine alluviale sont également mises en valeur grâce à l'analyse des cartes anciennes où apparaissent progressivement les différentes connexions avec la Laguna Iberá et celle de San Javier sans oublier l'important complexe du Pantanal. De plus, la plaine alluviale est progressivement perçue comme faisant partie du système *paranense* qui s'inscrit dans un environnement immense dont il n'est pas possible de faire abstraction.

Pour finir, il faudra également trouver une explication au basculement de la provenance de la charge sédimentaire proposé dans l'analyse de la section du Haut

[80] Débit dont le temps de retour est estimé à 1,5 ans

Paraná. En effet, entre les cartes du XVIIIe siècle et les cartes actuelles, des modifications importantes dans la sédimentation du tronçon du Haut Paraná ont été repérées. Le tronçon Posadas-Itatí possède au XVIIIe siècle une morphologie de tressage qui disparait au XXe siècle. En parallèle, la section à l'aval de Corrientes semble aujourd'hui beaucoup plus chargée en dépôts sédimentaires qu'il y a deux siècles. Cela laisse supposer qu'il y a eu entre ces deux périodes un basculement de la provenance de la charge sédimentaire du haut bassin brésilien au profit du bassin paraguayen. Nous démontrerons que les deux bassins versants apportent une charge sédimentaire inégale qui a connu certaines modifications du fait des défrichements dans les différentes parties du bassin versant. Cela nous conduira à analyser les dynamiques de peuplement du bassin. Pour le Paraná d'aujourd'hui, il est extrêmement important de retracer l'histoire sédimentaire de son bassin car le développement des cultures de soja dans le haut bassin (Brésil, Paraguay) pourraient provoquer de nouveaux basculements de la provenance et de la charge en suspension et engendrer une modification du style fluvial. Cela remettrait alors en question les aménagements en cours notamment ceux relatifs à la navigation et à l'exploitation hydroélectrique. Posséder une image de l'évolution et de l'ajustement du fleuve lors d'un de ces phénomènes est certainement une base intéressante pour émettre des hypothèses prospectives.

Les modifications du tracé et de la morphologie les plus évidentes peuvent être expliquées partiellement par des forçages externes qui interviennent à l'échelle du bassin versant. Il est important de revenir sur les structures du bassin versant susceptibles d'avoir modifié l'équilibre dynamique du Paraná. Pour comprendre le mégafleuve il est de fait nécessaire de connaître les soubassements sur lesquels se développent ses réseaux. Notre analyse est selon nous originale car de nombreux travaux récents sur les grands fleuves s'intéressent à leur ajustement à grande échelle mais aucun ne s'est encore aventuré à proposer un travail synthétique sur le temps long et à petite échelle (Latrubesse, Stevaux *et al.*, 2005; Latrubesse, 2008). En effet, les données disponibles sont souvent lacunaires et peu de place est laissée à l'étude qualitative des documents anciens.

6.2. Forçages externes : logiques de bassin et contraintes géostructurales

Le substrat géologique du bassin versant de la Plata est le premier facteur de forçage externe de la dynamique fluviale. Celui-ci en détermine les grandes lignes, l'encaissement, et les possibilités d'ajustement du style fluvial. La néotectonique conditionne quant à elle le tracé général du fleuve en fonction du jeu des failles et des blocs tectoniques. Les mouvements verticaux et horizontaux de ces blocs permettent de comprendre en grande partie le tracé du Paraná et la présence des zones humides

périphériques. La formation de ces périphéries est également corrélée au fonctionnement du Paraná, qui par migrations successives a modelé l'ensemble de la zone étudiée.

Les données géologiques se sont développées de manière quasi-parallèles en Argentine et en Europe (ANNEXES 2.7 P.539). La différence dans la taille des territoires a cependant fortement influencé la précision des connaissances construites entre le XIX et le XXe siècle. Celles-ci sont très précises dans certaines zones stratégiques mais la géologie des zones pauvres en minéraux est plus lacunaire (Frenguelli, 1920, 1922; Cordini, 1949; Frenguelli, 1954; Iriondo, 1973).

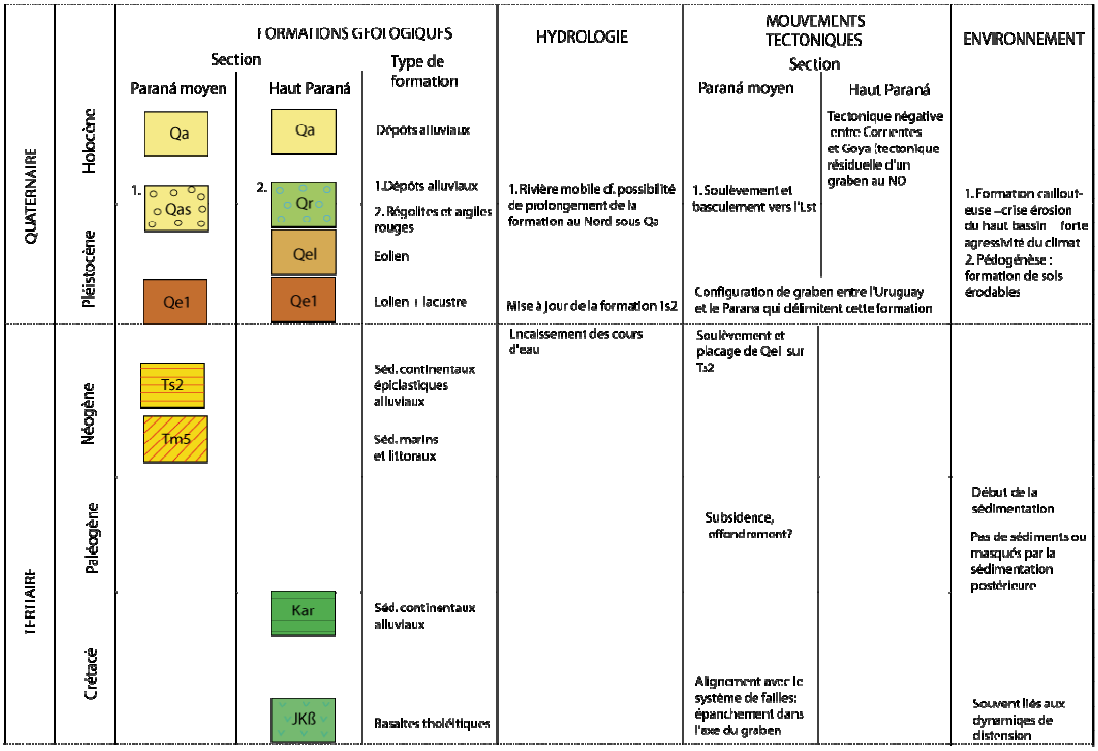


TABLEAU 9 : ANALYSE DETAILLEE DE LA CARTE GEOLOGIQUE. COMPOSANTES GEOLOGIQUES ET INTERPRETATIONS EN TERMES DE FONCTIONNEMENT FLUVIAL, DE LA TECTONIQUE ET DU CLIMAT.

Notre terrain d'étude est couvert par douze planches géologiques[81] au 1/250 000e, réalisées en 1940, qui ne sont plus disponibles à la vente à l'IGM de sorte que leur consultation est difficile. Nous avons par conséquent fondé nos analyses sur la carte géologique la plus récente de l'Argentine (réactualisation 2000), réalisée au 1/2500 000e (ANNEXES 2.8 P.540). La limite des formations représentées n'est pas très précise mais montre les grands ensembles du bassin versant ainsi que les structures néotectoniques majeures. La légende est identique à celle fournie dans les planches au 1/250 000e (TABLEAU 9 P 241**)**. Dans la zone qui nous concerne les cartes à grande échelle sont de simples agrandissements de la carte générale de l'Argentine. La géologie du

81 2554 III Puerto Iguazú, 2757 III-IV Misiones, 2760 IV Corrientes, 2960 II-IV Reconquista, 3160 I-II-III Goya Esquina, 3360 I-III-IV Santa Fe Rosario

bassin versant du río Paraná s'organise en différentes provinces qui influencent à différents degrés l'hydrologie et la sédimentologie du fleuve (Paoli et Schreider, 2000). Celles-ci sont décrites avec précision dans les Annexes (ANNEXES 2.8 P.540).

D'une manière générale, il est possible d'affirmer que le Paraná s'écoule sur des dépôts récents à l'échelle des temps géologiques. Toutefois, des strates plus anciennes sont mises au jour par l'érosion occasionnée par les mouvements généraux de la croûte terrestre. Il est certainement intéressant de s'interroger sur les dynamiques externes qui ont permis au fleuve de modeler sa plaine alluviale et aux blocs tectoniques de contrôler le tracé du Paraná. De ce fait nous nous proposons d'étudier de manière conjointe le tracé du fleuve et les affleurements géologiques parfois modifiés par la néotectonique, laquelle s'avère être un contrôle majeur du flux et des styles fluviaux.

6.2.1 La néotectonique, un contrôle majeur du flux et des styles fluviaux.

L'analyse des contraintes structurales majeures[82] suggère une explication au curieux tracé du Paraná (CARTE 24 P. 244). Le fleuve s'écoule selon quatre tronçons définis par les changements de direction de l'écoulement :

1. Le premier tronçon est caractérisé par un écoulement Nord-est/Sud-ouest. Le fleuve s'écoule sur des basaltes tholéitiques[83] jurassiques comprenant quelques affleurements d'altérites et d'argiles limoneuses rouges holocènes[84]. Les caractéristiques tectoniques et néotectoniques sont complexes. S'inscrivant dans la province jurassico-crétacée du bassin du Paraná (ANNEXES 2.8 P.540), les mouvements de socle sont fortement influencés par le soulèvement du bouclier brésilien. La présence de basaltes d'origine volcanique est souvent liée à une dynamique de distension. Les épanchements basaltiques se font ici préférentiellement dans l'axe d'un graben existant entre le Paraná et l'Uruguay. Le basculement, même faible, des blocs tectoniques provoque la création de reliefs dont l'énergie est importante dans cet environnement caractérisé par des systèmes de pentes très faibles (Frenguelli, 1920; Cordini, 1949; Pasotti, 1956; Inman et Nordstrom, 1971; Iriondo, 1973, 1987, 1991; Herbst et Santa Cruz, 1995; Instituto Superior de Corremacion Geologica (INSUGEO), 2007; Pinto Martins, 2008). Cette structure fortement faillée de direction Nord-est/Sud-ouest (CARTE 24 P.244) est associée à des affleurements d'altérites et d'argilites limoneuses holocènes, peu résistantes à l'érosion (Frenguelli, 1920; Cordini, 1949; Pasotti, 1956). Les

82 C'est-à-dire des failles couvertes ou présumées ainsi que des failles actives reconnues

83 Basaltes d'origine volcanique

84Celles-ci sont issues de la pédogénèse crétacée dans les argiles rouges, qui crée des sols fertiles et facilement érodables.

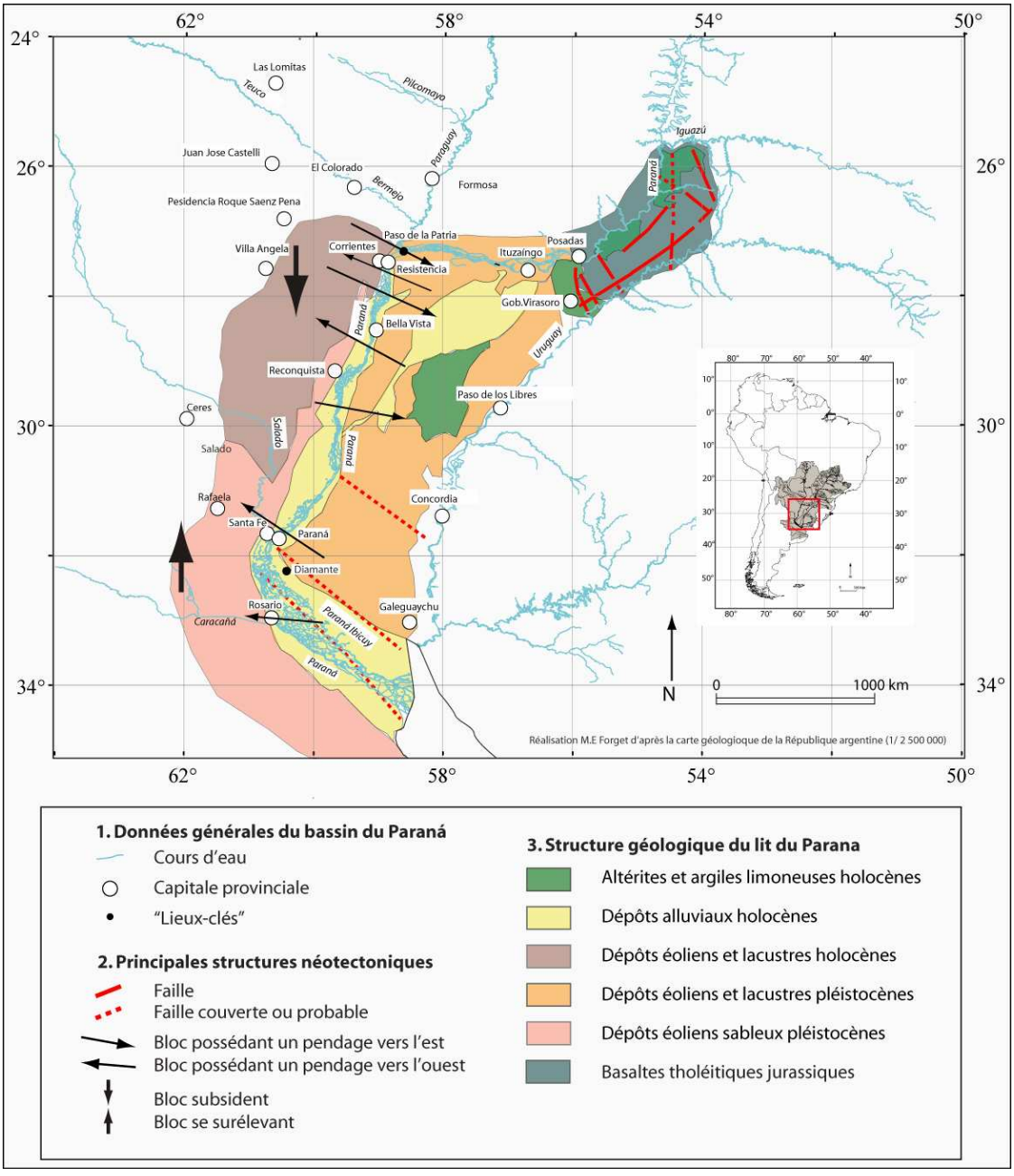
sédiments produits sont exportés en aval, dans des tronçons où le fleuve réajuste son cours. De fait, à l'aval de la ville de Posadas, le contrôle du substrat disparaît et le fleuve passe d'un écoulement dans un chenal unique encaissé dans les basaltes à un style en tresses divagant dans une plaine alluviale.

2. Le second tronçon est caractérisé par une bifurcation vers l'Ouest au niveau de la ville de Posadas qui met au jour des affleurements de sédiments continentaux épiclastiques d'âge néogène, des dépôts éoliens et lacustres argilo-limoneux et argileux datés du Pléistocène inférieur, et des dépôts alluviaux holocènes. En rive gauche de ce tronçon on note sur la carte géologique (ANNEXES 2.8 P.540 et TABLEAU 9 P. 241), la présence d'un graben, entre le Paraná et l'Uruguay. En effet, cette zone délimitée par les deux fleuves est recouverte de dépôts éoliens et lacustres pléistocènes que l'on ne rencontre nulle part ailleurs sur la carte géologique. Ce graben forme une cuvette qui semble attirer le Paraná. En effet, si l'on observe la succession des étages géologiques affleurants, il est possible d'identifier des paléochenaux du Paraná. Au Néogène, cette cuvette a été recouverte successivement par des sédiments marins et littoraux (Tm5), et par les sédiments continentaux alluviaux (Ts2). Le dépôt pléistocène Qe1 éolien et lacustre, est plaqué sur les sédiments déposés par les principaux cours d'eau à la période antérieure. Le graben connaît alors sans doute une période de soulèvement, durant laquelle les cours d'eau s'encaissent à nouveau, mettant au jour les formations précédentes. Sur la carte géologique les tracés successifs du Paraná possèdent deux branches bien marquées, notamment entre Loreto et Goya et entre Ituzaingó et Bella Vista à travers la Mésopotamie argentine (TABLEAU 9 P. 241). D'autres paléochenaux sont visibles sur la carte ; ils sont révélés par la présence de sédiments sableux holocènes Qa, déposés par les cours d'eau installés dans les paléocours du Paraná.

3. **Le troisième tronçon est caractérisé par un changement de direction majeur au niveau de Corrientes-Resistencia.** Le fleuve y tourne à angle droit dans la continuité du Paraguay, lequel s'écoule selon une direction Nord-Sud. Il divague en limite orientale de la plaine alluviale composée de dépôts alluviaux holocènes. En rive gauche, le Paraná est en contact avec des dépôts sédimentaires continentaux, de nature épiclastique et alluviale, d'époque néogène, au sud de la ville de Bella Vista, d'Esquina et au niveau d'Helvetica.

Le Paraná Moyen traverse ici une région composée de blocs structuraux allongés selon une direction nord-sud (CARTE 24 P. 244). Ces blocs se superposent à un vieux système structural caractérisé par un alignement Nord-est/Sud-ouest et Nord-ouest/Sud-est. Dans la région pampéenne, en rive droite du fleuve, les petits blocs enfoncés sont fréquents. Les dimensions de ces types de structure ont une surface comprise entre 50 et 200 km² et de 2 à 5 mètres de dénivellation négative. Le Paraná Moyen s'écoule sur environ six cents kilomètres selon ces contrôles tectoniques. L'eau traverse les petits

blocs qui ont connu des mouvements verticaux indépendants. La majorité de ceux-ci sont inclinés vers l'Est (CARTE 24). Ceci explique que le Paraná ait tendance à s'écouler sur la marge orientale de la plaine alluviale. Lorsque le cours d'eau atteint un bloc incliné dans le sens inverse, par exemple au niveau de Rosario, il traverse la plaine alluviale pour s'écouler le long de la *barranca* opposée.



CARTE 24 CARTE SIMPLIFIEE DES DYNAMIQUES NEOTECTONIQUES DANS LE BASSIN VERSANT DU PARANA

Entre Esquina et Paraná, la plaine alluviale holocène est bordée à l'Ouest par des dépôts alluviaux plus anciens, datés du Pléistocène supérieur. Ces dépôts caillouteux fini-pléistocènes (Qas) témoignent d'une crise d'érosion dans le haut bassin. On peut supposer que celle-ci est liée à l'agressivité du climat (TABLEAU 9 P. 241). Cet affleurement se prolonge sûrement vers le Nord jusqu'à la ville de San Justo, qui se

trouve aujourd'hui à plus de 85 kilomètres du lit principal du Paraná Sa présence permet d'affirmer que la rivière était mobile à cette époque.

4. Enfin le quatrième tronçon est caractérisé par un écoulement Nord-ouest/ Sud-est à l'aval de la ville de Santa Fe. Un substrat alluvial formé de dépôts alluviaux et deltaïques holocènes affleure dans le delta qui débute au niveau de la ville de Diamante.

La néotectonique inclut également les mouvements actuels de la croûte terrestre. La partie supérieure entre Corrientes et Bella Vista est aujourd'hui en train de s'enfoncer. En revanche, le segment Rosario-Santa Fe tend à se surélever (Paoli et Schreider, 2000). Le tronçon intermédiaire est composé de nombreux blocs de plus petites dimensions dont le comportement n'est pas uniforme. De cette succession, résulte un gradient hydraulique hétérogène. Afin d'appréhender de manière plus objective la place de la néotectonique dans l'écoulement actuel du Paraná, il est logique de tenter de remonter le cours du temps. En effet, le Paraná et l'Uruguay ne formaient assez récemment un seul et unique fleuve (Kippes, 2008).

6.2.2. L'origine du grand fleuve argentin : les paléo-tracés du Paraná

De nombreux auteurs mentionnent les changements de position de la vallée du Paraná depuis le XIXe siècle (d'Orbigny, 1835-1847 ; Azara, 1998). Les premières études de détail apparaissent cependant sous la plume de A. Castellanos dans son *Historia hidrogeologica del Río Corrientes* (Castellanos, 1959) ; elles sont complétées depuis une trentaine d'années par des travaux qui décrivent et décomposent les étapes de formation du Paraná (Popolizio, 1963; Iriondo, 1975; Popolizio, 1975; Iriondo, 1979; Popolizio, 1980; Iriondo, 1983-1985, 1992; Popolizio, 2003, 2005; Iriondo, Paggi *et al.*, 2007).

La géomorphologie actuelle du fleuve et des régions voisines laisse penser que le Paraná a connu de nombreuses modifications de son tracé au cours des temps géologiques. Les deux spécialistes des paléoformes de la région mésopotamienne, M. Iriondio et E. Popolizio, ne sont cependant en parfait accord ni sur les positions prises par le fleuve, ni sur les périodes où se sont produits les changements. Grâce à l'analyse des cartes anciennes en notre possession, il est imaginable, avec prudence, de proposer une confirmation et/ou une infirmation des paléotracés du Paraná proposés par ces deux auteurs. Nous donnons ci-dessous notre synthèse fondée sur les travaux antérieurs ainsi que sur les données fournies par une analyse géohistorique.

L'histoire de l'écoulement du Paraná ne peut se comprendre qu'à l'échelle des temps géologiques, son tracé actuel commencant à se développer à partir du Tertiaire

Supérieur (Ab'Saber, 1964). Il y a 11 à 13 millions d'années, une mer intérieure a occupé une partie de la Pampa et la plaine chaquéenne, atteignant la partie Est de l'actuelle province de la Rioja. Les fossiles présents dans les coupes sédimentaires des berges du Paraná témoignent de la présence d'une mer salée (formation Tm5 affleurant au niveau de la ville de Paraná cf. TABLEAU 9 P. 241). Jusqu' à la fin du Miocène supérieur (environ 5 millions d'années), une mer peu profonde , à l'activité biologique intense recouvre la plaine alluviale actuelle du Paraná (C. Ramonnell, comme. pers). Puis, à la fin du Miocène moyen, l'ingression maritime pénètre depuis l'Océan Atlantique jusqu'au Nord-ouest de l'Argentine actuelle. Cette mer, baptisée « Mer Bravard » ou « Mer Paranense », possède des eaux tempérées où ont été retrouvés des restes de cétacés, de phoques et de lions de mer. Il n'existe pas de consensus sur l'extension exacte de cette mer intérieure ; les maximalistes prétendent qu'elle s'étendait du pied des Andes jusqu' aux Caraïbes ; les minimalistes disent qu'elle a à peine atteint le Chaco paraguayo. Il est cependant certain qu'elle a pénétré dans toute la région pampéenne, Entre Rios et Corrientes, formant la dernière ingression marine importante d'Amérique du Sud il y a de cela 5 millions d'années. Durant les glaciations du Quaternaire, le Paraná conflue avec l'Uruguay et forme un immense delta situé au niveau du Río de la Plata actuel. Durant les périodes interglaciaires, le niveau océanique augmente à nouveau et la mer trouve son chemin de l'embouchure de la Plata jusqu'à Corrientes, les ingressions successives devenant de plus en plus faibles. Dans le Sud d'Entre Rios on peut d'ailleurs reconnaître les formes parallèles créées par le retrait de la mer (FIGURE 42). Un immense cône alluvial se forme au fur et à mesure de son retrait.

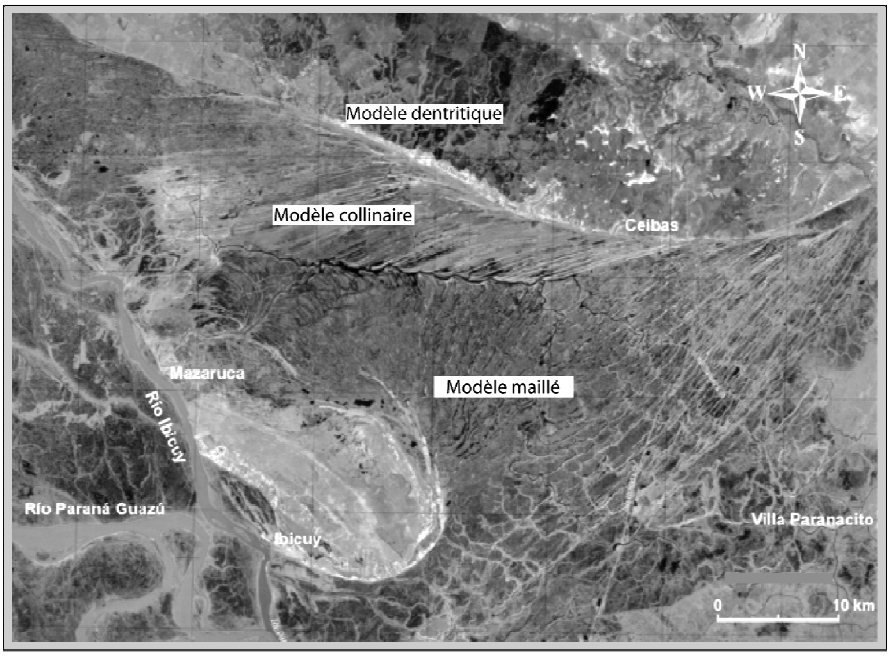


FIGURE 42 SECTEUR DU DELTA A LA HAUTEUR DE IBICUY OU AFFLEURENT LES DEPOTS LIES AU RETRAIT DE LA MER PARANENSE ET VERS LE NORD, LA CHAINE DE DUNES SUIVIE DU LAGON. DIFFERENTS MODELES MORPHOLOGIQUES SONT INDIQUES PAR PASOTTI ET AL. 1976. IMAGE SATELLITE DE GUAYEGUAYCHU 3360-IV (ORBITE 225083 DU 10/01/94 IGM).

Aujourd'hui, la chronologie de la naissance du Paraná ne fait pas consensus. Certains auteurs soutiennent que le fleuve se serait installé dans son cours actuel il y a de cela 2,5 millions d'années (Castellanos, 1959; Iriondo, 1975, 1979, 1983-1985, 1988, 1992; Iriondo et Krohling, 1995; Orfeo, 1996; Serra, 2001; Orfeo, 2003; Iriondo, 2005; Iriondo, Paggi *et al.*, 2007). Les données géologiques suggèrent cependant des dates avoisinant 7 millions d'années (Popolizio, 1963; Popolizio, 1975; Popolizio, 1980; Popolizio, 2003; Popolizio, 2005; Popolizio, 1997; Serra, 2001) (FIGURE 78 APPENDICE 2 P.509**)**.

Il a été démontré que la surrection de la Cordillère des Andes au Tertiaire Supérieur bloque le tracé des fleuves se jetant dans l'Atlantique par le soulèvement de la Sierra do Mar au Brésil. La pente générale du bassin se modifie et l'eau s'écoule préférentiellement vers le Sud. Ainsi naissent et se différencient le Paraná et l'Uruguay durant le Pliocène, il y a environ 3 millions d'années (Iriondo, 1975, 1983-1985, 1992; Iriondo et Krohling, 1995) (FIGURE 78 APPENDICE 2 P.509).

Depuis sa naissance, le fleuve s'écoule dans une bande large d'une centaine de kilomètres peu à peu modifiée par les mouvements tectoniques les plus importants :

1. Tendance à la **subsidence** de l'axe Paraná-Paraguay

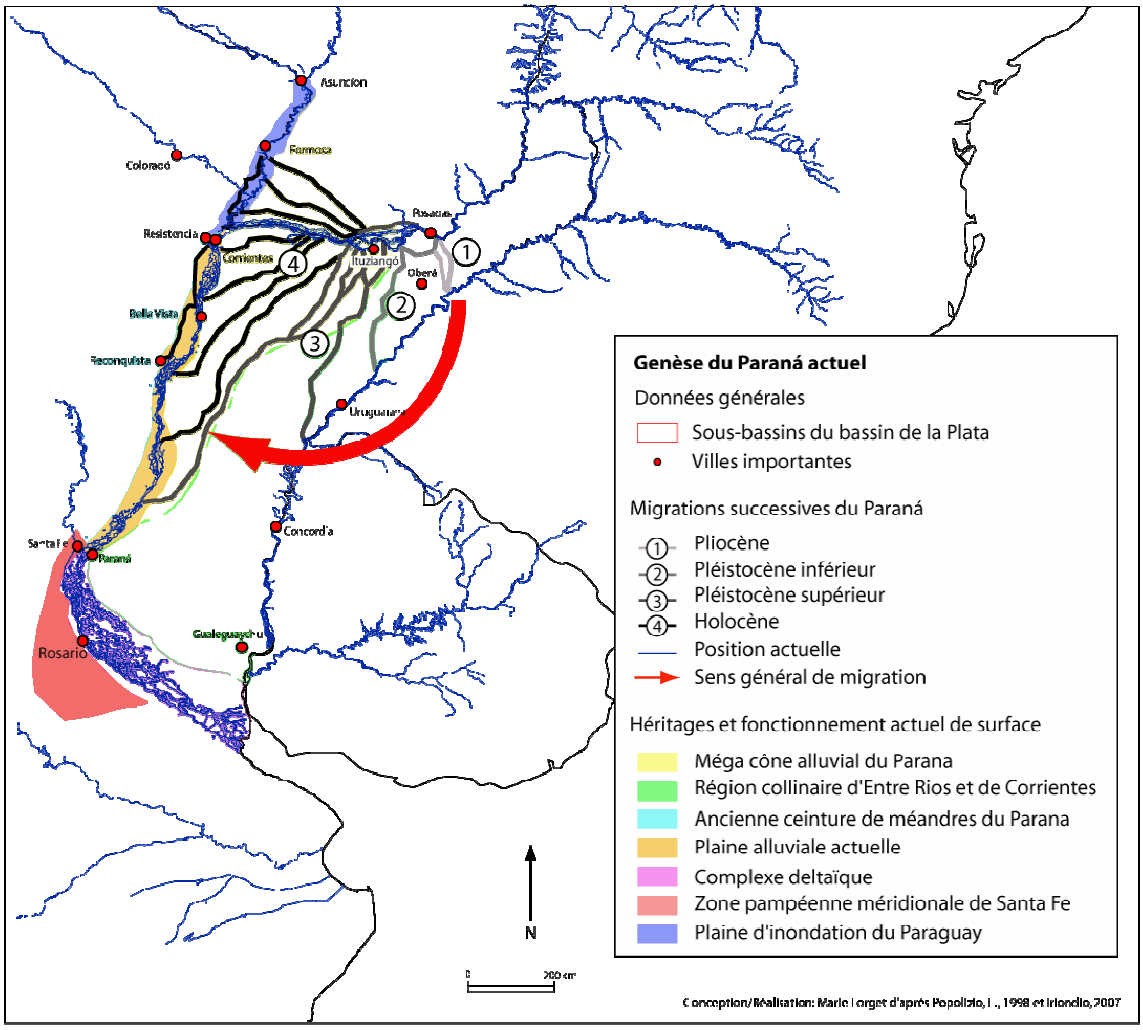
2. Lente **surrection** du bouclier brésilien

3. Effets de la **surrection** de la Cordillère des Andes à l'origine du mouvement des différents blocs tectoniques

4. Effets de la **néotectonique** toujours active (Martinez Vivot, 1964).

E. Popolizio (2005) propose dans sa thèse d'analyser l'histoire géomorphologique du Paraná en associant ces grands mouvements tectoniques aux évolutions climatiques du bassin. Il corrèle alors les phases de biostasie et de rhexistasie survenues depuis le dernier maximum glaciaire (36 000 et 12 000 ans BP). Durant les phases de biostasie le cours d'eau est en équilibre dynamique avec les conditions climatiques. Durant les phases de rhexistasie, l'équilibre se rompt et le fleuve recherche un nouvel équilibre. Les alternances de climats plus chauds et plus humides et de climats plus secs et plus froids ont pour une grande part façonné la morphologie du bassin du Paraná. Durant les périodes plus chaudes et plus humides, se sont développées de larges plaines alluviales. Les périodes plus sèches sont caractérisées par la formation de gigantesques cônes alluviaux. Les périodes de déséquilibre correspondent quant à elles à des périodes de transition d'une phase climatique à l'autre. C'est lors de ces transitions que se produisent de grands changements géomorphologiques (FIGURE 78 APPENDICE 2 P.509 ET CARTE 25 P.248).

Durant le Néogène se développe une immense superficie de pédiplaine inclinée vers l'Est et le Sud-Ouest (concomitante de la phase de biostasie sèche). La phase rhexistasique qui précède cette gigantesque surface de pediplanation permet l'ébauche du bassin supérieur du Paraná (FIGURE 78 APPENDICE 2 P.509). Le Paraná est alors un grand torrent débouchant dans la zone basse de Corrientes en formant un cône alluvial qui d'étend sur une partie du Paraguay (Popolizio, 1997) (CARTE 25 P.248). L'énorme surface d'érosion qui est l'aboutissement de ce processus est nommée Pd_3 ou *Tercer Planalto Paranense* au Brésil. Le climat évolue ensuite vers des conditions plus humides et les cours d'eau s'encaissent profondément dans les basaltes de la Serra Geral ou la *Formacíon Solari* de Corrientes. Cela correspond à d'énormes processus d'érosion régressive se manifestant par des rapides et des cascades (le bouclier brésilien continuant à se soulever). Des processus similaires se produisent à deux reprises durant le Tertiaire supérieur et au commencement du Quaternaire. Se forment alors deux autres pénéplaines Pd_1 et Pd_2 (FIGURE 78 APPENDICE 2 P.509).



CARTE 25 GENESE DU PARANA ARGENTIN A PETITE ECHELLE

La pénéplaine Pd_2 est synchrone de la formation du cône alluvial sableux qui donne naissance au dépôt du *Mesopotamiense* inférieur (partie moyenne de la formation Ituzaingó). Durant le *Mesopotamiense* moyen et supérieur, le fleuve s'encaisse dans des chenaux en forme d'éventail. Durant le *Tunuyanense* (Pliocène inférieur) la faille qui borde la marge orientale de la dépression Iberá se réactive. Le secteur situé à l'Est s'incline en direction de l'Uruguay, déconnectant le Paraná de son cours inférieur et l'orientant vers les cours du Garupa-Tunas-Aguarey et du Miñiray (CARTE 25 P.248).

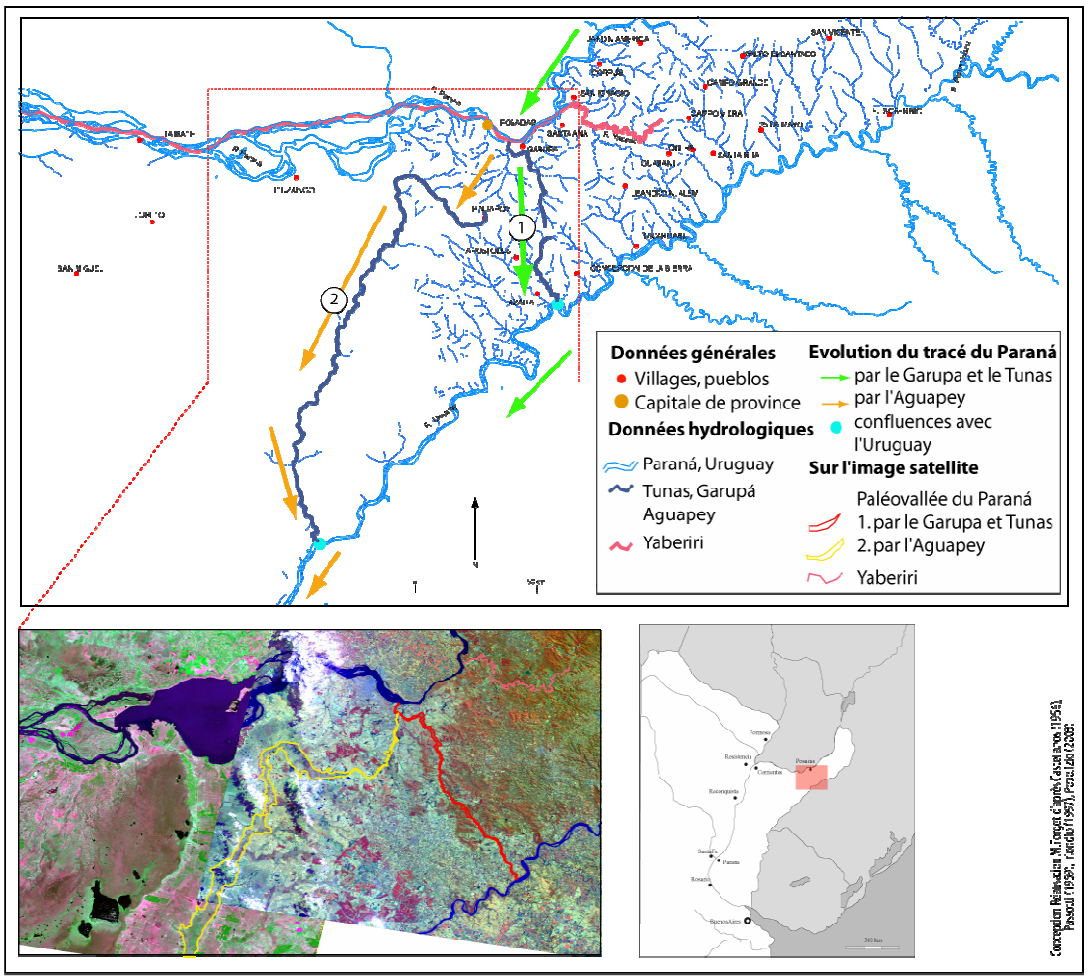
Une nouvelle période sèche succède à ces événements tectoniques (FIGURE 78 APPENDICE 2 P.509). Elle donne naissance à un nouveau cône alluvial qui se superpose à l'ancien. Les sédiments *Puelchense* qui se déposent alors culminent avec une nouvelle surface d'érosion Pd_1 (probablement en concordance avec les premières glaciations de l'hémisphère Nord). Du fait de la surrection épigénique, les terrasses (T_1 et T_2) se forment à des niveaux chaque fois plus bas. Le relief acquiert donc l'aspect d'une table échelonnée dans les zones élevées, comme dans la Province de Misiones et des collines de faible dénivelé comme dans la Province de Corrientes. Les sédiments corrélés sont ceux du *Mesopotamiense* inférieur et du *Puelchense* aujourd'hui inclus dans la *Formation Ituzaingó* qui constituent deux cônes de déjections gigantesques formés par le Paraná. Ces cônes sont de telle ampleur que l'on retrouve des sables *puelchenses* jusque dans la Province de Buenos Aires.

Les changements de position très importants du collecteur principal sont donc liés à :

1. L'interaction entre les changements climatiques et les variations du niveau de base
2. A la surrection et à la subsidence d'origine tectonique.

Selon Castellanos, pour un niveau géomorphologique beaucoup moins élevé qu'aujourd'hui, le Paraná s'écoulait initialement selon le tracé des *arroyos* Garupá et Tunas dans la province de Misiones, en débouchant dans l'Uruguay (Castellanos, 1959). Le soulèvement de l'Est de la province de Corrientes donne naissance à la dépression de l'Iberá. Il modifie la situation hydrographique : le fleuve glisse donc progressivement vers le saut d'Apipé en entrant dans la zone déprimée. Il y a 1 million d'années le Paraná s'écoule sur la marge orientale de l'Iberá jusqu' à la lagune du même nom, dans la vallée de l'Aguapey pour finalement se jeter dans l'Uruguay (CARTE 26 ET CARTE 27 P.251). Son entrée dans la dépression de l'Iberá est constatée par des données géosismiques enregistrées à la hauteur de Rincón Santa Maria (Corrientes). Il existe en effet à cet endroit une paléovallée modelée dans le basalte et remplie par une centaine de mètres de sédiments sur une largeur d'un kilomètre et demi. M. Iriondo (1997) se réfère au Miñiray (CARTE 26 P. 246 ET CARTE 27 P.251), lui assignant une date entre 780 000 et 130 000 ans. Le Paraná tourne ensuite vers la dépression de l'Iberá en formant plusieurs cours plus ou moins parallèles qui se jettent dans le Paraguay au Sud de la

limite entre Corrientes et Entre Rios. La séparation nette des bassins versants de l'Uruguay et du Paraná se fait plus tardivement (Paoli et Schreider, 2000).



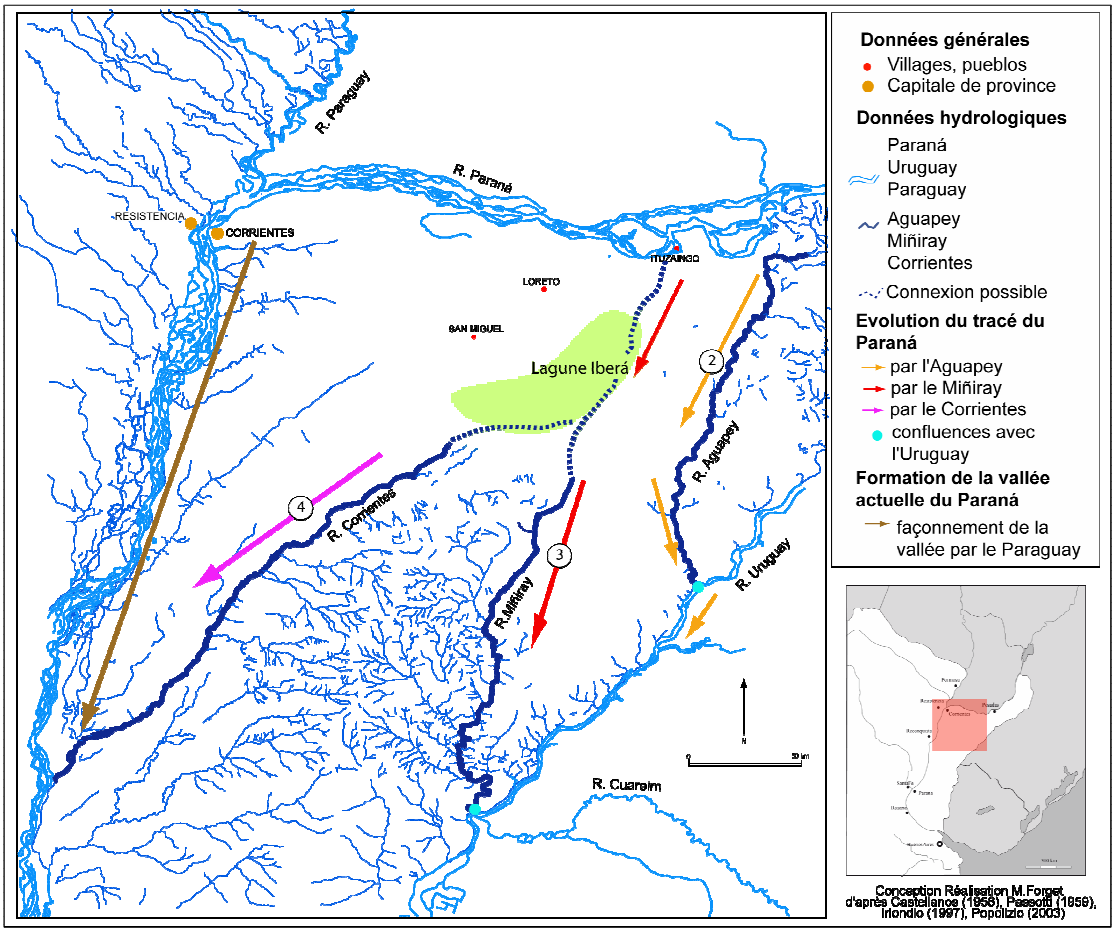
CARTE 26 PALEOTRACES DU PARANA DETERMINES A PARTIR DE LA GEOMORPHOLOGIE DES VALLEES DU GARUPA, TUNAS ET DE L'AGUAPEY (PASOTTI, 1956; CASTELLANOS, 1959; IRIONDO, 1987; POPOLIZIO, 2003)

L'analyse des images satellitales et les observations de terrain permettent de démontrer que les vallées du Miñiray et de l'Aguapey au Sud-est de la laguna Iberá sont surdimensionnées au regard de leur débit et de la taille de leurs bassins versants. En effet, la vallée de l'Aguapey a une largeur trois à quatre fois supérieure à celle de l'Uruguay en amont de leur confluence, alors que l'Uruguay possède à cet endroit un bassin versant d'une taille quinze fois supérieure. A l'aval de la confluence, l'Uruguay conserve une taille identique à celle de la vallée de l'Aguapey.

A cette période, la vallée du Paraná au Sud de Confluencia est façonnée par le Paraguay. Elle est affectée par les alignements subméridiens produits dans les plaines par le soulèvement andin. La fosse du Paraguay se déplace ainsi parallèlement à elle-même comme on peut l'observer sur les schémas proposés par Popolizio (2003) (ANNEXES 2.9 P.542). Un exemple du travail du Paraguay peut être observé au niveau de la ville de Goya par laquelle passe un de ses anciens lits. Un second exemple peut être

observé sur la coupe géologique réalisée lors de la construction du pont General Belgrano (Chaco-Corrientes), où apparaissent les sédiments de l'ancienne vallée du Paraguay (Canoba et Popolizio, 1968).

En même temps, le Paraná change de position dans la dépression Iberá-Sarandi-Barrancas, entrant dans sa vallée actuelle beaucoup plus au Sud qu'aujourd'hui. Il superpose alors son modèle à celui du Paraguay. Durant le *Belgranense inférieur*, le cône se déplace (avec comme apex la ville d'Ituzaingó), recoupant les sédiments de la Formation Ituzaingó à Confluencia et arrivant au Nord jusqu' au marais de Neembucú au Paraguay. Son parcours suit la morphologie collinaire et les plaines fracturées du secteur (CARTE 26 P.250 ET CARTE 27).



CARTE 27 PALEOCHENAUX DU PARANA MONTRANT UN DEPLACEMENT PROGRESSIF DE L'EST VERS L'OUEST, DEPUIS L'AGUAPEY JUSQU'AU CORRIENTES, SA PREMIERE CONFLUENCE AVEC LE PARAGUAY

Le tronçon Ituzaingó-Confluencia a été façonné par l'ancien tracé du fleuve Yaberiri (CARTE 26 P.250) et pour cette raison a des caractéristiques différentes du tronçon situé au Sud de Confluencia. Produit de cette évolution, le Corrientes capture le Paraná par érosion régressive et le déconnecte de la dépression Sarandi-Barrancas. De là provient la largeur de la vallée du Corrientes, disproportionnée par rapport au cours principal. Castellanos mentionne une branche finale du Paraná dans le río Yaberiri qui aurat formé le tronçon actuel d'Ita-Ibaté à Confluencia. D'autres auteurs (Iriondio, 1979 ; Orfeo,

1996) affirment qu'il ne s'est pas produit une ramification progressive du Paraná mais une capture par érosion régressive du Yaberiri, affluent du Paraguay coulant d'Est en Ouest. Dans sa section finale, au Sud de Santa Fe, la vallée s'élargit et est soumise aux variations eustatiques.

Les traces géomorphologiques actuelles permettent de reconstruire le déplacement progressif de l'embouchure du Paraná dans la vallée du Paraguay. Les CARTES 25, 26 ET 27 représentent les différents positions du Paraná au long de sa complexe évolution. Pour résumer, il est possible d'affirmer que le Paraná est un fleuve polygénique. La tectonique et la néotectonique ont interagi avec les changements climatiques du Quaternaire et du Tertiaire supérieur. La majeure partie des reliefs est héritée de conditions climatiques et tectoniques anciennes. Ses principaux changements de position le conduisent à déplacer son embouchure de l'Uruguay vers sa vallée moyenne actuelle.

En conclusion, les structures géologique et tectonique du bassin du Paraná ont conditionné en grande partie le tracé actuel du fleuve. Par ailleurs, l'histoire de son origine nous fournit d'importantes informations concernant les zones humides périphériques : lors de ses divagations successives, le Paraná s'écoulait dans ce qui est aujourd'hui le complexe Iberá. Le fleuve a été un des agents principaux de la construction de cette grande zone humide. Aujourd'hui, le complexe Iberá semble cependant être déconnecté du fonctionnement du système fluvial. Pour déterminer si cela est exact, revenons aux cartes anciennes et à la représentation générale de ce système.

6.2.3 Le complexe Iberá, la face cachée du mégafleuve

Le complexe Iberá est une zone humide de grande dimension associée à l'histoire du Paraná. Par sa position stratégique au Nord-est de l'Argentine et par son extension[85], cette zone humide est l'une des principales surfaces d'eau douce superficielle du pays (Gálvez, Cózar et al., 2003; Lancelle, 2003; Poi de Neiff, 2003). Localisé entre la latitude 30°et 28°54'S et les parallèles 58° et 57°30'E, le système Iberá est intégré dans la convention RAMSAR, au même titre que la Pantanal situé dans le bassin du Paraguay. Dans une démarche géohistorique, il est intéressant d'en étudier les contours et de comprendre sa place dans le fonctionnement hydrologique actuel du système *paranense*.

Le macrosystème Iberá est constitué d'une vaste mosaïque de marais, de lacs plus ou moins grands, dont la majorité (60%) reste inondée en permanence. Il comprend un

85 12 300 km² en comptant les zones humides de Santa Lucia et du Bateles

complexe d'écosystèmes dominé par les environnements hydromorphes qui connectent des lacs de grandes dimensions peu profonds, unis par de petits cours d'eau. Le plus souvent des îles de végétation flottantes forment l'environnement des lacs, localisés dans des dépressions situées dans l'ancien lit du Paraná. La plaine de l'Iberá est en effet constituée en partie de paléochenaux du Paraná qui ont fonctionné jusqu'à la fin du Pléistocène (Neiff, 1999) [entre 2,5 millions d'années et 0,12 millions d'années BP]. Il reste de ces paléoformes *paranense* des pentes orientées Nord-est/Sud-ouest, marquées par l'alignement des lacs et des drains. Les systèmes d'étangs sont divisés par des *lomadas testigos* (îles sableuses allongées) avec des collecteurs qui s'écoulent vers le Paraná Moyen. Ces levées sont des reliques du modelé fluvial qui a également laissé des ondulations douces (aujourd'hui recouvertes par la végétation) et des îlots émergeants de quelques hectares, occupés par des forêts hydrophiles boisées d'essences *paranense*. La cuvette du complexe Iberá est asymétrique dans le sens transversal, la dépression la plus importante se trouvant dans sa partie orientale, celle où se trouvent la plus grande partie des lacs. Cette limite orientale du macrosystème est bien définie et constitue la ligne de partage des eaux entre la province de Corrientes, côté Paraná, et l'Uruguay. La limite occidentale est très douce, diffuse, sous la forme de marais étendus.

Nous avons cherché à retracer les différentes représentations de l'Iberá, pour déterminer (1) les modifications de ses contours et (2) les paléo-connexions entre la zone et le système *paranense*.

Thomas Page (1859) nous a laissé un texte de référence[86] décrivant la laguna Iberá au XIXe siècle, qui permet de déterminer la validité de la représentation cartographique. Il cite les travaux de F. d'Azara et d'A. d'Orbigny qui ont également travaillé sur cette grande zone humide. La première carte d'Azara datée de 1785 (CARTE 15 P.185) semble recopier les tracés de la lagune donnés par le cartographe jésuite Giovanni Petroschi qui a élaboré sa carte en 1732 (FIGURE 43 D P. 254), soit soixante-trois ans plus tôt. En effet, les contours sont quasiment identiques avec un complexe bien identifié en forme de virgule orienté Nord-est-Sud-ouest. La présence du río Santa Lucia à l'Ouest est

[86] (…) Partis le 1er janvier 1855 pour Restauracion, via Santa Ana. A 10 lieues nous traversons le Miriñay, un tributaire de l'Uruguay, et prenant sa source dans la Lagune Iberá. Sa profondeur atteint 4 pieds, sa largeur environ 25 yards et le courant 1,5 nœuds. Au coucher du soleil, nous nous arrêtons dans l'estancia de Mr Bonpland –l'ancien compagnon et ami de Humboldt- et avons été reçus chaleureusement. La caractéristique la plus extraordinaire de cette province est la Lagune d'Ybera, que je regrette n'avoir pas pu examiner. Si l'on est croit Azara, elle est nourrie par les infiltrations du Paraná ; et est elle-même la source de 4 rivières considérables –le Miriñay, qui coule dans l'Uruguay, le Santa Lucia, le Bateles et le Corrientes, qui se jettent dans le Paraná. Certaines zones sont inaccessibles aux bateaux et aux chevaux, couvertes par des plantes aquatiques et même des arbres considérables. Azara lui-même pensait que le Paraná s'écoulait à travers cette lagune.

Page, T. (1859). *La Plata, The Argentine Confederation and Paraguay*. Bedford, Massachusetts: Appelwood Books, 632 p. pp.293-300

identique et aucune mention n'est faite des zones marécageuses présentes à cet endroit. Le tracé du Paraná semble suivre un cours différent, notamment au niveau de la ville de Posadas où Azara dessine un méandre exagérément important. Toutes les cartes recensées de 1744 à 1750 représentent l'Iberá sous la forme d'un marais orienté Nord-est-Sud-ouest avec en son centre la présence de nombreux lacs. La première carte dessine un ensemble en forme de « nuage » aux contours arrondis (FIGURE 43 A P. 254). Ce mode de figuration démontre en quelque sorte l'ignorance de la position exacte des contours de l'objet. En effet, ce style « rebondi » sert également à représenter les cours d'eau de manière symbolique.

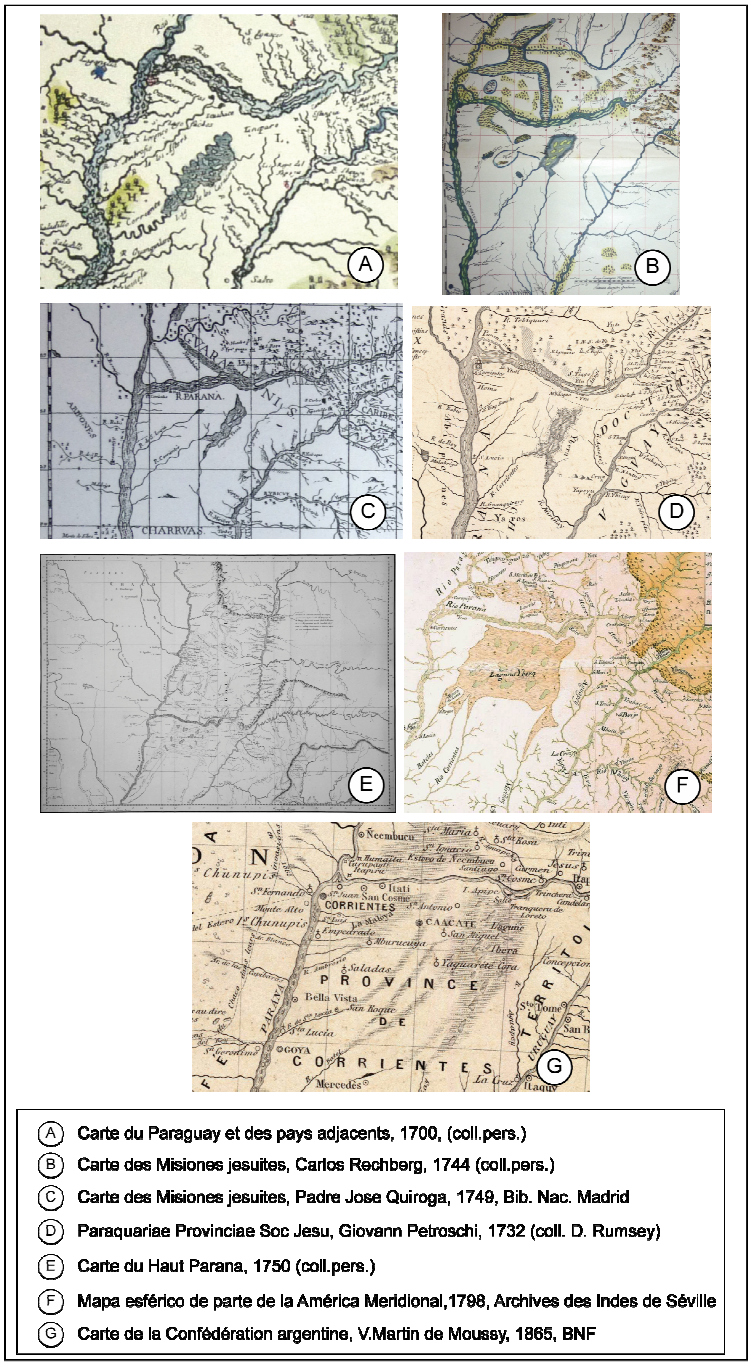


FIGURE 43 EXTRAITS DU CORPUS DE CARTES ANCIENNES REPRESENTANT LA LAGUNA IBERA

Jusqu'à la carte du père Quiroga datée de 1749 (FIGURE 43 C P. 254), l'Iberá garde sa forme oblongue. Sa limite nord est représentée éloignée de la rive gauche du Paraná. A partir de la carte de Giovanni Petroschi (FIGURE 43 D P. 254), les routes semblent longer la limite nord de l'Iberá sur une importante bande de terre la séparant du fleuve. Ce n'est qu'à partir de la fin du XVIIIe siècle que toutes les représentations de la lagune et du Haut Paraná se modifient (FIGURE 43 F ET G P. 254). Les cartes rapprochent alors la limite nord de l'Iberá du cours du Haut Paraná. La route mentionnée sur la carte de 1732 passe désormais sur la fine levée séparant la lagune du fleuve.

Les connexions de l'Iberá avec le Paraná et l'Uruguay par des cours d'eau sont également variables dans le temps. D'une manière générale, toutes les cartes à partir du XVIIIe s. mentionnent le Corrientes qui connecte le système avec le Paraná au niveau d'Esquina, et le Miñiray qui conflue avec l'Uruguay. Jusqu'au milieu du XVIIIe siècle le Santa Lucia est identifié comme un cours d'eau important mais sans connexion avec l'Iberá. Seule la première carte du début du XVIIIe siècle (FIGURE 43 D P. 254) donne un toponyme différent à ce cours d'eau. Le Santa Lucia traverse systématiquement le *Rincón de la Luna* qui semble être un marais secondaire de plus petite dimension. Il s'agit sans doute des *Bañados de Santa Lucia*. A partir du milieu du XVIIIe s. apparaissent les connexions secondaires de l'Iberá à travers le Bateles et la Santa Lucia.

Sur les premières cartes, le complexe de l'Iberá reste assez flou. Nous ne parvenons pas à distinguer si les formes circulaires révélées dans le complexe représentent des îles ou des lacs. Il est possible, si l'on en croit les descriptions contemporaines, que les premiers voyageurs voient la lagune comme une immense étendue d'eau parsemée d'îles. En effet, la représentation des îles du Paraná et de l'Iberá semble identique. Cela est bien apparent sur la carte colorée de C. Rechberg de 1744 (FIGURE 43 B P. 254) où les îles sont clairement identifiées par la couleur verte.

C. Knight (1868) décrit avec précision le fonctionnement et les caractéristiques morphologiques de l'Iberá[87] (FIGURE 43 G P. 254). Globalement, C. Knight possède une

[87] « (…) La Confédération argentine contient aussi une étendue vaste de pays vallonné qui se trouve entre le Paraná et l'Uruguay. Dans la partie nord de cette région se trouve la Laguna d'Ybera, qui s'étend du nord au sud en quelques endroits sur presque 100 milles (180 km) et sur d'autres de moins de 40 milles (75 km); et d'Est en Ouest sur environ 80 milles (150 km). Elle couvre une surface d'environ 3000 km². Une bande de terre étroite et surélevée sépare le cours nord du Paraná et la lagune. On suppose que cette lagune est entretenue par l'infiltration du fleuve, car aucun flux ne s'y jette. Elle fournit quant à elle, de l'eau à quatre petites rivières, dont une, le Miriñay, s'écoule vers l'Uruguay alors que les trois autres rejoignent le Paraná. La surface de cette basse terre n'est toutefois qu'un marais profond, parsemé de nombreux petits lacs. Elle est couverte principalement par les plantes aquatiques et des arbustes, mais dans la plupart des régions elle est infranchissable. Le pays qui s'étend au sud de ce lac, à la confluence du Paraná avec l'Uruguay (sic), a une surface ondulée, les hauteurs atteignent rarement l'altitude de collines, à l'exception de l'intérieur et dans quelques endroits le long du Paraná. Le marais est principalement couvert d'arbres, entre lesquels il y a des savanes d'ampleur modérée. Dans les plaines de nombreux troupeaux de bovins sont au pacage, ce qui constitue la richesse du pays. Bien que les arbres connaissent un certain retard de croissance,

vision correcte du système. Dans ses descriptions faites au XIXe siècle, les connexions entre le complexe Iberá et le Paraná se font dans le tronçon aval du Paraná Moyen au niveau de la ville d'Esquina, par le biais du río Corrientes. Aujourd'hui le bassin est principalement alimenté par les précipitations et le drainage se fait uniquement par le Corrientes et le Miriñay au sud de la zone. L'apport de cet émissaire semble surtout important en termes de débit de base. Proportionnellement, le débit du Corrientes trop faible, même en période de crue, pour jouer un rôle majeur dans l'écoulement du Paraná.

Le bassin du Paraná s'est donc construit sur le temps long dont les traces sont encore visibles dans le paysage actuel. A la faveur des modifications climatiques et tectoniques, le tracé du Paraná s'est modifié, gardant de ses anciens parcours des connexions plus ou moins importantes avec l'environnement qui l'entoure. Cette approche à grande échelle de temps et d'espace permet de replacer le Paraná dans son bassin pour appréhender de manière plus complète son fonctionnement actuel.

Conclusion du sixième chapitre

Les constatations faites au cours du chapitre précédent : **1)** le lit du Paraná est encombré d'îles et de dépôts alluviaux et non celui du Paraguay, **2)** les modifications du cours du fleuve observées comme la divagation du Paraná d'une vingtaine de kilomètres dans sa plaine alluviale au niveau de la ville de Rosario, **3)** les connexions de la lagune Ibera avec la plaine alluviale permettent d'affirmer que la relation systémique des différents éléments formant le système *paranense* est des plus complexes. La géomorphologie du fleuve actuel confrontée aux apports développés dans le temps de la géologie, de la climatologie et des informations historiques, tant cartograhiques que descriptives permet une projection prospective laissant soupçonner l'utilité d'un concept nouveau, celui de « mégafleuve », intégrant la totalité des différents points de vue nécessaires à la gestion raisonnée de ce gigantesque bassin versant ».

Ces interactions complexes et multiples sont aujourd'hui encore peu traitées dans la littérature. Le septième chapitre sera consacré aux caractéristiques physiques du Paraná qui font de lui l'archétype des mégafleuves dans la définition qu'en donnent les géomorphologues.

l'ensemble des forêts crée une grande demande en bois dans les pays voisins pour les besoins ordinaires, pour les chariots et la construction de petites maisons. » C.Knight (1866)

Chapitre 7 Le Paraná, archétype du mégafleuve

Dans les chapitres précédents, nous avons vu évoluer le Paraná sur le temps long de la géohistoire. Il faut maintenant compléter par l'étude de sa dynamique actuelle, sur laquelle est fondée le concept de « mégafleuve » (Ramonell, Amsler *et al.*, 2002; Latrubesse, Stevaux *et al.*, 2005; Latrubesse, 2008; Ramonell, Montagnini *et al.*, 2008)

Un mégafleuve ne peut être envisagé en dehors des relations qu'il entretient avec le système fluvial à l'échelle de son bassin versant. Le développement de la technologie des images satellitales et de leur traitement rend possible la prise en compte de l'intégralité du bassin, ce qui n'était pas possible il y a une cinquantaine d'années. Encore faut-il avoir la curiosité de s'intéresser au fleuve à cette échelle.

C'est ce qu'entreprennent S. Baker et R. Holtz avec l'analyse des premières images Apollo et Soyouz, à la fin des années 1970, en affirmant que les grands fleuves d'Amérique du Sud sont des objets particuliers auxquels convient particulièrement ce type d'analyse (Holz, Baker *et al.*, 1979; Holz et Baker, 1981). Dans leur recherche de comparaison avec les mégaformes observées sur la planète Mars, ils observent une concentration importante de très grands fleuves sur le sous-continent Sud-américain: Amazone, Orénoque et Paraná. Dans cette étude, trois types de rivières ont été distingués sur des images en couleur générées par la mission Apollo-Soyouz Test Project (ASTP) en juillet 1975. Outre son approche originale, ce travail démontre le manque de connaissance sur le comportement du régime de ces très grands fleuves intertropicaux et la difficulté de transposer le résultat de ces recherches sur des cours d'eau plus petits. A leur suite, la technique de télédétection est étendue à l'étude d'autres très grands fleuves, comme le Mékong ou le Gange (Biswas et Juha Uitto, 2001; Shah, 2001; Cozar, Garcıa *et al.*, 2005; Argerich, 2006; Gupta, 2007; Pereira, 2007). Bien qu'ils soient abordés dans le cadre d'études de géographie humaine, les très grands fleuves sont préférentiellement l'objet d'analyses concernant leurs caractéristiques physiques.

Les premiers travaux sur les très grands fleuves définissent, sans le savoir, ce qui permettra la naissance du concept de « mégafleuve », à savoir l'échelle d'étude. Celle-ci doit en effet couvrir la taille du bassin versant et prendre en compte tous les éléments du système. Cette condition, qui semble triviale aujourd'hui, était cependant novatrice dans les années 1970. Les échelles géographiques jusqu'alors utilisées ne dépassaient alors pas le cadre national des pays se partageant un bassin versant.

7.1 Le visage actuel du « père des fleuves »

Pour définir le concept de « mégafleuve » et montrer que le Paraná pourrait en être un archétype, il nous faut étudier les caractéristiques physiques du fleuve à l'échelle de son bassin entier, en prenant en compte les différents éléments formant ce système complexe de grande dimension. L'analyse de la forme en plan du fleuve nous sera très utile pour caractériser la dynamique fluviale présente et passée du Paraná, le concept de « mégafleuve » faisant appel aux facteurs de contrôle de la dynamique fluviale.

7.1.1 Le Paraná, un modèle de mégafleuve ?

Comme la plupart des grands fleuves, le Paraná possède des caractéristiques d'ajustement dans les périodes où le débit morphogène est important, le lit s'élargit et lorsqu'il diminue, le lit se rétrécit. Si le fleuve ne peut pas s'élargir et qu'il est nécessaire que sa section d'écoulement s'élargisse pour des raisons de débit, il va devoir alors s'approfondir. Le Paraná, par les caractéristiques que lui confère son écoulement dans une vaste plaine alluviale, cherche d'abord à s'élargir pour ajuster sa forme aux volumes liquides et solides qu'il doit transporter (Ramonell, Amsler *et al. 2005*). La forme en plan du fleuve correspond par conséquent à l'ajustement du fleuve. Aux facteurs de contrôle externes présentés dans le chapitre précédent s'ajoutent des facteurs internes que nous nous proposons d'aborder ici.

7.1.1.1 Dépôts et formes en plan du fleuve

Le modèle en plan du Paraná est étudié au chapitre cinq selon les morphologies de références proposées pour des cours d'eau de taille moyenne (rectilignes, à méandres, en tresses) (Schumm, 1977, 1985; Mosley, 1987; Kellerhals et Church, 1989; Naiman, Lonzarich *et al.*, 1992; Rosgen, 1994; Nanson et Knighton, 1996; Nanson et Knighton, 1996; Thorne, 1997, 2002; Latrubesse, 2008).

Le cours principal du Paraná Moyen y a été décrit comme un cours en tresses à thalweg méandriforme. Ce tronçon est en effet composé d'une succession de sous-tronçons caractérisés par deux bras ou plus, dont la migration latérale érode les berges en formant en aval des îles et des bancs de sable avec les sédiments arrachés. Ces sous-tronçons possèdent en moyenne une longueur de 20 à 30 kilomètres et une largeur de 4 à 8 kilomètres (bancs et îles inclus). De ce fait, la largeur cumulée moyenne de tous les bras du Paraná Moyen (sans considérer les îles) est compris entre 2 et 5 kilomètres, avec une profondeur du thalweg oscillant entre 5 et 10 mètres. Ces segments sont délimités par des étranglements courts et bien définis, dans lesquels le fleuve s'écoule dans un

chenal unique (FIGURE 23 P. 148). Les étranglements, déterminés par des fractures transversales, sont des sous-tronçons stables, qui n'ont pas connu de migration dans le dernier siècle. La largeur du cours d'eau y est plus faible, généralement comprise entre 0,5 et 1,5 kilomètres, mais les profondeurs y augmentent pouvant atteindre entre 15 et 30 mètres (FIGURE 44) (Paoli et Schreider, 2000).

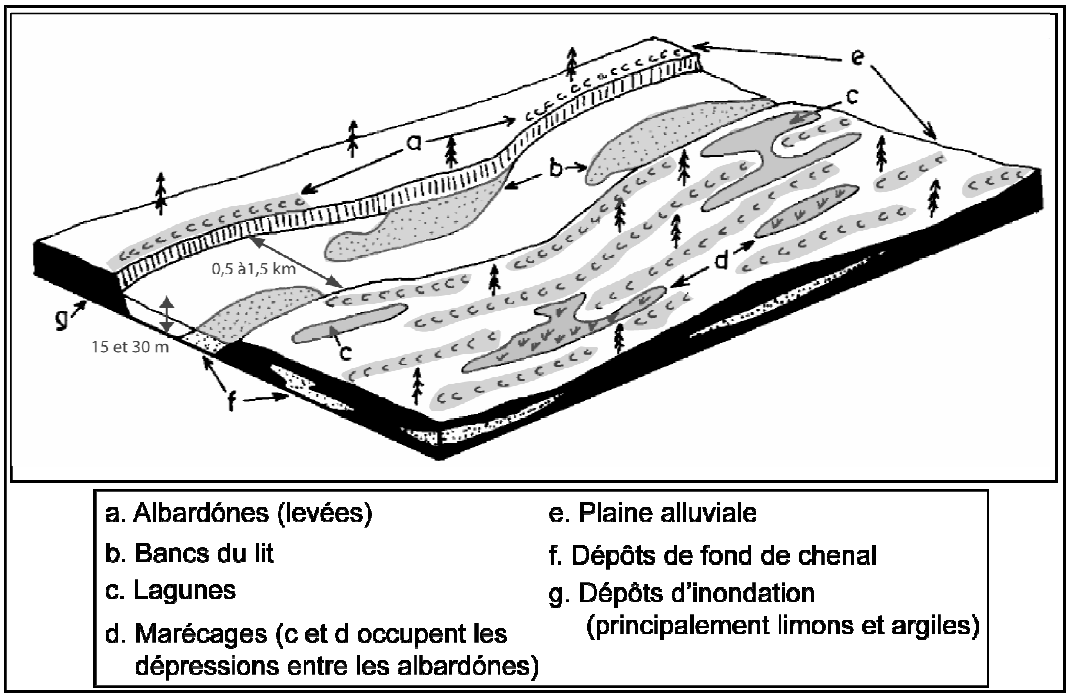


FIGURE 44 BLOC DIAGRAMME D'UN SOUS-TRONÇON D'ETRANGLEMENT DU PARANA MOYEN EN PERIODE DE BASSES EAUX (RAMONELL *ET AL*., 2005)

Les dépôts superficiels liés au fonctionnement actuel du Paraná s'organisent en quatre unités géomorphologiques caractérisées par les faciès sédimentaires suivants : A. Faciès de levées caractérisé par des sables très fins et des formations limono-argileuses d'une couleur ocre à verdâtre, à racines abondantes (FIGURE 44 A.) ; B. Faciès de chenal composé de sables fins à très fins, généralement en states horizontales épaisses de 10 à 40 cm avec des structures diagonales (FIGURE 44 B. ET F.); C. Un faciès de lac et de zone marécageuse composé d'argiles grises avec d'importantes quantités de matières en décomposition (FIGURE 44 C ET D.) et D. un faciès éolien de dunes qui apparaît dans certains endroits de la partie nord du bassin versant argentin (Iriondo, Paggi et al., 2007).

La plaine alluviale qui borde le Paraná est donc caractérisée par des dépôts récents qui forment une frange composée d'anciens bancs du lit et de méandres abandonnés postérieurement remplis d'alluvions. Cette bande de bancs de forme elliptique, composés de sables fins, se développe de part à d'autre du lit principal, accompagnant le Paraná Moyen sur tout son parcours. Large de deux à sept kilomètres, elle est en permanence modifiée par l'érosion et la sédimentation. Le long de la marge droite de la

plaine alluviale, du côté opposé au cours principal, s'écoulent des chenaux secondaires à méandres actifs, qui ont développé une plaine à méandres dans plusieurs secteurs du tronçon. Le secteur le plus important, situé au Nord de Santa Fe, a été façonné par le río Colastiné. En amont les indices laissent penser que les méandres abandonnés, visibles de Corrientes à Esquina ont été formés depuis plus longtemps, par le Paraguay, lorsque le Paraná confluait plus au Sud de la confluence actuelle.

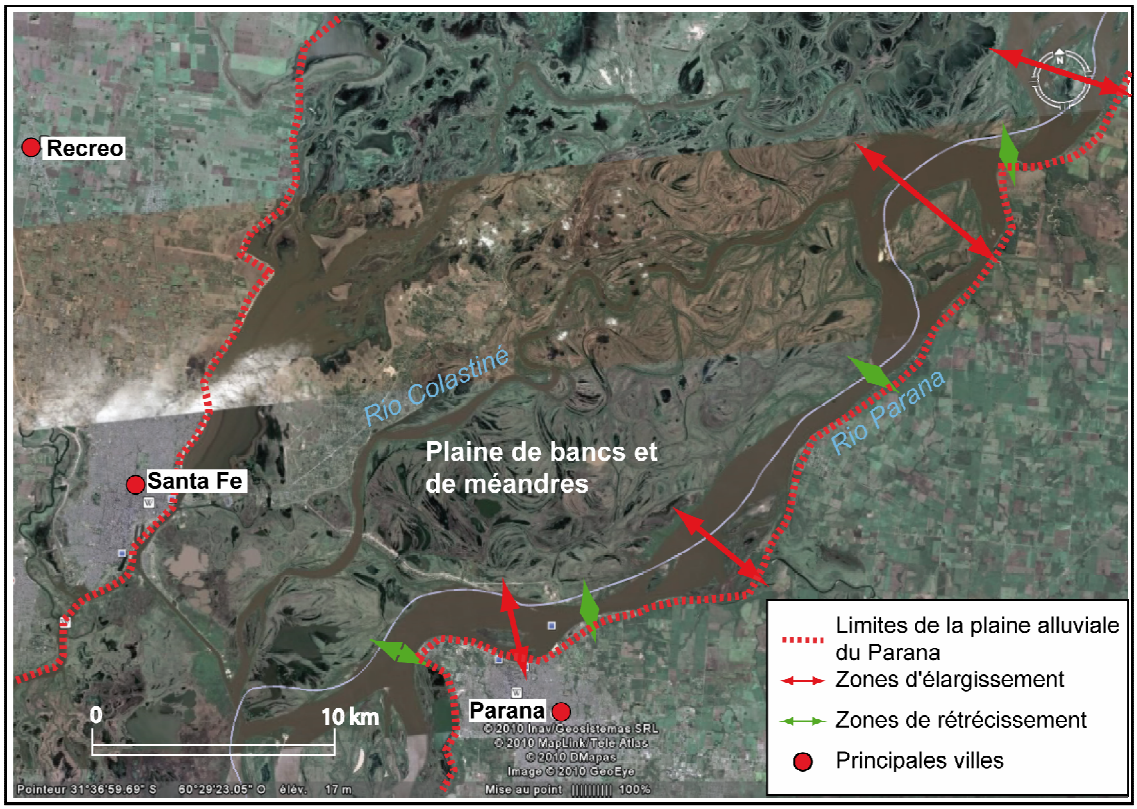


FIGURE 45 IMAGE SATELITTE LANDSAT TM5 (2002) CENTREE SUR LA PLAINE DE BANCS ET DE MEANDRES DE LA ZONE DE SANTA FE.

La plaine à méandres en rive droite du Paraná, au niveau de Santa Fe, possède une longueur de 60 kilomètres et une largeur comprise entre 6 et 8 kilomètres. Elle se compose de sables fins et limoneux en surface, bien classés en profondeur (FIGURE 45). La plaine formée de bancs et de méandres est en partie inactive aujourd'hui. Certaines marges éloignées du lit principal correspondent à des formations anciennes que le fleuve remanie faiblement. Ces dépôts de méandres et de bancs de chenal sont doublés de dépôts d'inondation, caractérisés par une morphologie plane avec de nombreuses lagunes peu profondes, des marais et de petits drains (FIGURE 44 C ET D). Ceux-ci sont actifs uniquement au commencement et à la fin des périodes d'inondation.

Les dépôts plus anciens jouent également un rôle important dans la morphologie du fleuve et de sa plaine alluviale. Ils se situent en général à une plus grande distance du cours principal et sont caractérisés par de grandes surfaces planes aux reliefs extrêmement bas pratiquement invisibles sur le terrain (FIGURE 25 P. 152 Partie 1). Les

dépôts anciens sont composés de sables moyens de couleur vert-gris avec des concrétions de carbonate de calcium. Ils existent de Confluencia à La Paz, formant des bandes discontinues des deux côtés de la plaine alluviale. Dans le secteur Nord, jusqu' à la ville de Goya, ces dépôts sont affaissés, la surface originelle étant à plus faible altitude que les unités géomorphologiques modernes. Dans le secteur sud (tronçon Goya-La Paz), les dépôts anciens sont surélevés, formant une terrasse dont l'altitude relative atteint quatre mètres. Ces dépôts se sont sédimentés durant une phase hydrologique plus sèche que la période actuelle, durant laquelle le Paraná possédait un écoulement plus réduit et de salinité plus importante (Ramonell, Amsler *et al.*, 2002). Dans le secteur de Corrientes, le Paraná s'écoule dans la plaine alluviale, où n'a été reconnue aucune forme de terrasse. O. Orfeo divise cependant cette plaine alluviale en deux sous-ensembles : la plaine proche, inondée tous les ans (35% de la superficie) et la plaine distante, inondée par les crues extraordinaires (45% de la surface de la plaine alluviale) (Orfeo, 1995) (PARTIE 1 FIGURE 26 P.153).

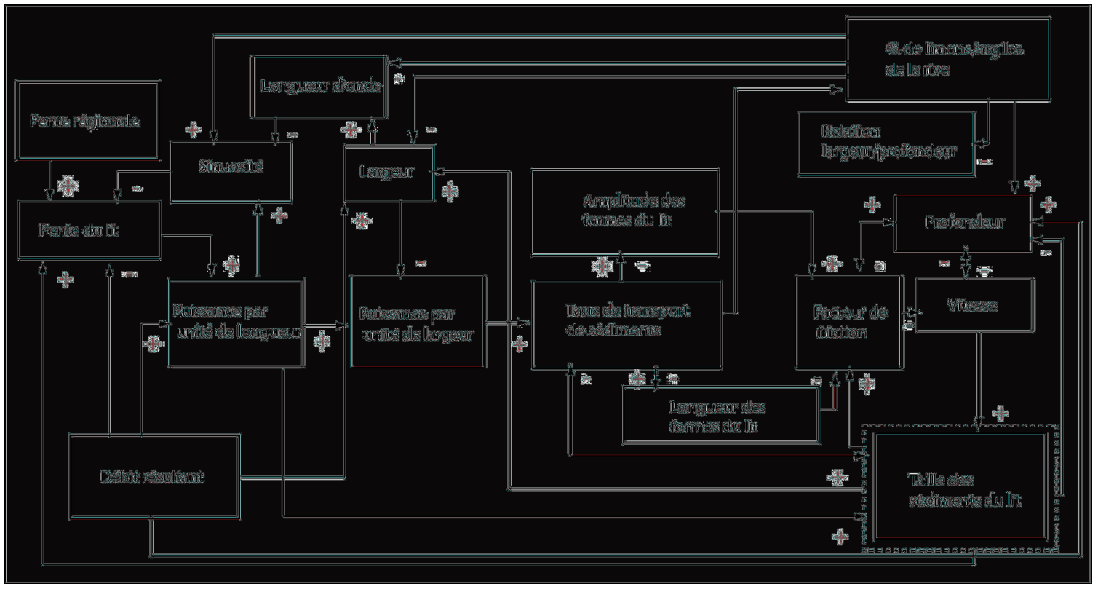


FIGURE 46 INTERRELATIONS DES VARIABLES DANS UN SYSTEME FLUVIAL. ADAPTE DE RICHARDS (1982)

Comme l'on remarqué de nombreux auteurs, il existe une forte corrélation entre le type d'écoulement et les caractéristiques de la plaine alluviale (Nanson et Croke, 1992; Miall, 1996; Knighton, 1998; Fielding, 2007). Les différentes morphologies d'accumulation et leur architecture peuvent ainsi être mises en relation avec la dynamique hydro-géomorphologique associée au style du chenal actif. Cette relation peut être considérée comme un état d'équilibre dynamique dans lequel le fleuve s'ajuste aux différents facteurs de contrôle du système (FIGURE 46).

Les travaux réalisés sur les formes de dépôt à l'échelle du Paraná Moyen et de sa plaine alluviale ont été d'un grand secours pour comprendre et caractériser les formes en plan du fleuve. Nanson et Croke (1992) ont par exemple montré la relation de

différents types de plaines alluviales avec la puissance spécifique des cours d'eau et la nature des sédiments transportés. Dans le cas du Paraná, la morphologie de la plaine alluviale renseigne sur la mobilité du chenal principal et sur les modalités de mise en eau et de hiérarchisation des chenaux secondaires.

Prendre en compte conjointement l'intégralité du système fluvial permet de mieux intégrer les différentes sous-parties du système, ce qui permet une meilleure évaluation du fonctionnement de ce gigantesque organisme fluvial. En effet, sur les cours d'eau de taille modeste, les bras secondaires de la plaine jouent un rôle subordonné. Sur un cours d'eau mobilisant de grandes quantité d'eau et de sédiments, limité uniquement par la faible pente de son lit, les styles fluviaux « classiques » ne sont plus pertinents. Des travaux pionniers, parmi lesquels ceux de M. Iriondo (1975, 1988, 1992), E. Drago (1990, 1994, 2003) et M. Amsler et C. Ramonell (2003, 2005) sur les connexions entre la plaine alluviale et le fleuve, préfigurent cette conception élargie. De ces travaux découle donc la notion de megafleuve qui s'impose aujourd'hui et avec elle, une nouvelle définition de la morphologie du Paraná (Latrubesse, 2008).

7.1.1.2 Anabranches et anastomoses

Le style fluvial du Paraná a été récemment décrit comme un modèle de mégafleuve dont l'ajustement du style fluvial est fortement corrélé aux conditions d'écoulement conjointes du lit principal et de la plaine alluviale. La prise en compte d'une bande active plus large dans le fonctionnement du fleuve conduit à des imprécisions dans les termes employés : aux partisans d'un Paraná en « tresses à thalweg méandriforme » (Amsler et Ramonell, 2002; Amsler et Ramonell, 2003; Amsler et Drago, 2007), s'opposent les auteurs considérant ce fleuve comme l'archétype des cours d'eau « anabranchés » (Latrubesse, 2008). Un « saut épistémologique » existe, en ce qui concerne les échelles, entre mégafleuves et cours d'eau de dimensions plus modestes. L'emploi du terme « anastomosé » est peu à peu remplacé par celui d'« anabranché » pour décrire la forme en plan du Paraná (Latrubesse, 2008).

La définition exactes des deux termes demeure floue, comme ce fut le cas de la distinction terminologique entre les formes « en tresses » et les formes « anastomosées » dans les années 1970 (Schumm, 1971). L'anastomose est définie dans de nombreux travaux disponibles dans la bibliographie. Celui de Makaske est sans doute le plus complet (Makaske, 1998). En revanche, la définition exacte du mot « anabranché » reste imprécise, aussi bien dans ses processus de formation, que dans les sous-types qui le caractérise (Latrubesse, Stevaux *et al.*, 2005; Latrubesse, 2008).

Aujourd'hui le qualificatif « anastomosé » est réservé à un type de rivière à chenaux multiples, interconnectés et coexistant sur des plaines alluviales, qui semblent se former

dans des conditions de faible énergie à proximité d'un niveau de base local. Malgré les nombreuses études effectuées sur les rivières anastomosées, des controverses perdurent sur la définition du terme, créé pour rendre compte de formes et de processus distincts du tressage (Schumm, 1968). B. Rust définit les rivières anastomosées comme des cours d'eau à chenaux multiples à forte sinuosité (>1,5) (Rust, 1978), alors que D. Smith et *al.* postulent que les rivières anastomosées comportent des sinuosités variables. Il semble que la sinuosité des branches individuelles ne soit pas un critère adapté (Smith et Smith, 1980; Knighton et Nanson, 1993).

D'une manière générale, il s'agit d'un style à chenaux multiples, stables, sinueux, étroits et profonds (ratio largeur/profondeur faible) et à pente plutôt faible, isolant des îles de grandes dimensions par rapport à la taille des chenaux. Ces îles sont habituellement « excisées » dans une plaine alluviale homogène. La charge en transit est peu abondante et de granulométrie fine (charge de fond réduite[88]), de sorte que les dépôts sont cohésifs, les berges stables et la végétation riveraine dense à l'état naturel. Les chenaux sont fréquemment accompagnés de levées naturelles (*albardones*) en arrière desquelles se développent des zones humides où les eaux de crue se déversent à la faveur de brèches. Ces eaux décantent leurs matières en suspension dans les cuvettes occupées par des lacs (*lagunas*). Les plaines à anastomose sont donc en situation d'aggradation lente (Nanson et Croke, 1992).

Les rivières anastomosées sont généralement formées par des avulsions, la dispersion du flux causant la formation de nouveaux chenaux sur la plaine alluviale. Les anastomoses se forment essentiellement de deux manières : (1) par la formation de recoupements alors que des tronçons plus vieux restent actifs; et (2) par la séparation d'un flux divergent qui aboutit à la formation de multiples chenaux dans la plaine alluviale. Les deux types de genèse peuvent coexister dans un seul système, mais alors que le premier peut être un phénomène affectant toute la plaine alluviale sur le long terme, le second représente seulement une étape d'un processus limité sur une partie de la plaine alluviale (Makaske, 2001). Cette définition du style anastomosé pourrait correspondre parfaitement à ce qui a été décrit jusqu'alors sur le Paraná. En effet, la pente et la puissance spécifique sont faibles, et lors d'épisodes exceptionnels le flot de crue entaille de nouveaux chenaux dans la plaine. Le débit à pleins bords, sans réelle efficacité morphologique, ne ferait que mettre en eau les chenaux du système. La charge de fond du Paraná est cependant plus importante que celle décrite dans les cours d'eau anastomosés. Les tronçons fluviaux anastomosés, à l'instar des tronçons anabranchés, représentent un état d'équilibre dynamique, la durée de vie de ces systèmes pouvant en

[88] Le chenal prncipal peut avoir une charge grossière dans les environnements montagneux.

effet avoisiner plusieurs milliers d'années (Magdalena en Colombie (Smith, 1986)), voire plusieurs dizaines de milliers d'années (Cooper Creek en Australie (Rust, 1981).

De ce fait, la distinction n'est pas toujours clairement établie entre les cours d'eau à anabranches et les cours d'eau anastomosés. En somme, le système à anabranches, rare à la surface du globe, suppose la réalisation de conditions bien particulières en termes de débit et de pente, de régime d'écoulement (forts contrastes entre le débit dominant et les débits exceptionnels), de sédiments en transit (en général fins et cohésifs), et de végétation (stabilisatrice des îles); ces conditions sont réalisées principalement sur les mégafleuves, tel que définis par Latrubesse.

La géométrie hydraulique de cette forme fluviale rend en effet plus efficient le transport liquide et solide, permettant le transport de volumes quatre fois supérieurs à ceux transporté par un chenal unique, le tout rapporté aux unités de puissance spécifique du fleuve (Jansen et Nanson, 2004). C'est pourquoi le style en anabranches semble constituer un style fluvial stable, en équilibre dynamique, dans des conditions où un style fluvial à lit unique ne serait pas capable de maintenir le transport sédimentaire.

Une des explications avancée pour expliquer que les cours d'eau adoptent ce style fluvial est qu'ils sont incapables d'ajuster leurs faibles pentes aux besoins de l'écoulement. L'augmentation du nombre de chenaux peut alors diminuer l'efficience du transport, mais cette perte est contrebalancée par la diminution de la largeur des chenaux lors de la formation des îles végétalisées. Un système en équilibre dynamique se forme, qui donne au fleuve une nouvelle stabilité (Huang et Nanson, 2007). Les rivières anabranchées sont ainsi constituées de chenaux multiples, séparés par des îles alluviales végétalisées, généralement découpées dans la plaine alluviale ou formées par des accrétions détritiques dans le chenal. Sur la base de l'énergie du courant, de la taille des sédiments et des caractéristiques morphologiques des cours d'eau, D. Nanson et G. Knighton (1966) ont défini six types de cours d'eau à anabranches. Si l'on considère cette classification, le Paraná relèverait du type 2, caractérisé par une forte charge de fond et en suspension sableuse dans lequel se forment de nombreuses îles et dont la mobilité latérale est relativement restreinte (Nanson et Knighton, 1996) (FIGURE 47 P. 265).

Dans son article, support de notre réflexion, E. Latrubesse (2008) fait référence à la forte relation existant entre la morphologie du cours d'eau, sa plaine alluviale et les données sédimentaires. En citant D. Nanson et G. Croke (1992), il conditionne la forme en plan du chenal à la résistance des berges engendrées par la structure sédimentaires de la plaine alluviale, à sa capacité de transmission des flux liquides et solides, sur un pas de temps court. En revanche sur un pas de temps long, il semble que les facteurs de contrôle s'inversent et que le style des très grands fleuves soit à l'origine de la morphologie de la plaine alluviale (Miall, 1996; Bridge, 2003).

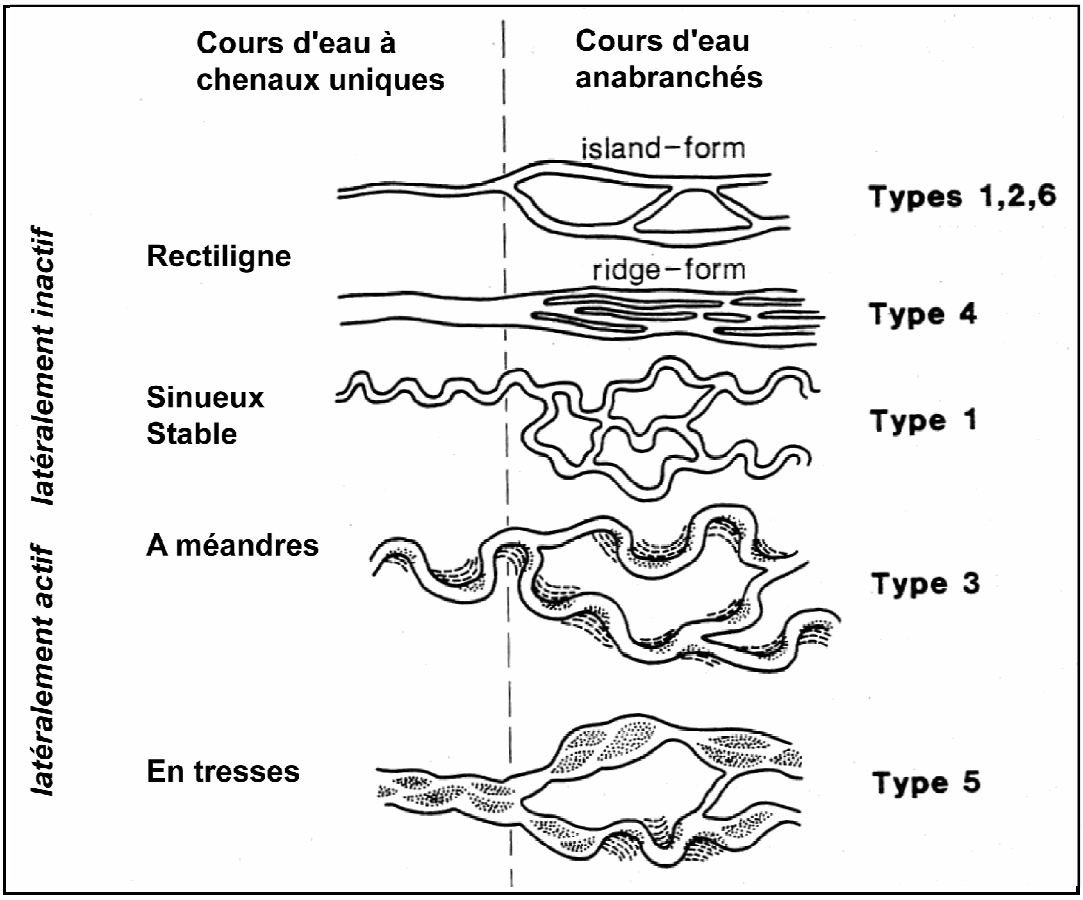


FIGURE 47 LES TYPES DE SYSTEMES A ANABRANCHES (NANSON ET KNIGHTON, 1996)

L'idée novatrice des travaux de Latrubesse n'est pas de renouveler l'approche des formes en plan des très grands fleuves (les termes anastomoses et les anabranches n'ont pas de définition bien établie). Il s'agit davantage de l'idée sous-jacente des modes de fonctionnement et des dynamiques fluviales différentes de celles jusqu'alors décrites dans la littérature pour les très grands fleuves, dits « mégafleuves » (Knighton, 1984, 1987; Kellerhals et Church, 1989; Nanson et Croke, 1992; Nanson et Knighton, 1996; Nanson et Knighton, 1996; Knighton, 1998; Nanson et Huang, 1999; Jansen et Nanson, 2004).

Le fait même de chercher à définir un style spécial commun à tous les très grands fleuves, n'est pas en soi une idée nouvelle, puisque E. Latrubesse l'a proposée pour la première fois en 1992 et qu'elle a été reprise par J. Jansen et G. Nanson en 1994. Avant eux, R. Holtz et S. Baker ont tenté de comprendre les mégaformes des très grands fleuves d'Amérique du Sud grâce à l'utilisation des images satellitales (Holz, Baker *et al.*, 1979; Holz et Baker, 1981; Baker, 1983). Le précurseur reste toutefois J. Savat et ses travaux sur le Zaïre, qui sans aboutir à la création d'un nouveau concept, a posé les bases de l'analyse des très grands fleuves et en a défini les grandes problématiques (Savat, 1975).

L'analyse des formes en plan des mégafleuves est donc une question récurente depuis le milieu des années 1970, mais elle a nécessité un temps de réflexion et d'observation à l'échelle planétaire, rendu possible par les nouvelles technologies de l'information. Les images satellitales et radar sont en effet des instruments extrêmement précieux, permettant la comparaison instantanée de différents organismes fluviaux à différentes époques de l'année. La prise en compte du régime des mégafleuves est largement facilitée bien que cela ne résolve que partiellement les difficultés de la mesure sur le terrain. Il manque toujours aujourd'hui des recherches permettant de définir précisément les conditions de formation des anabranches sur les mégafleuves (Nanson et Huang, 1999; Huang et Nanson, 2007).

Bien que les bases de la connaissance en géomorphologie fluviale soient encore extrapolées des travaux sur des cours d'eau de plus faibles dimensions, la communauté scientifique reconnaît aux très grands fleuves la qualité de systèmes fluviaux uniques (Potter, 1978; Junk, Bailey *et al.*, 1989; Latrubesse, Stevaux *et al.*, 2005; Gupta, 2007). Certains auteurs considèrent que les mégafleuves peuvent être discriminés des autres fleuves par la relation qu'ils entretiennent avec la plaine alluviale en fonction de la connexion hydrologique existante (Junk, Bayley *et al.*, 1989; Mertes, 1997) ; ceci induit une interdépendance entre les styles de la plaine alluviale et ceux du mégafleuve (Latrubesse, Stevaux *et al.*, 2005; Latrubesse, Amsler *et al.*, 2009). D'autres études ont montré que les mégafleuves sont également plus dépendants des facteurs de contrôle externes (comme la géologie ou la néotectonique) que des facteurs de contrôle internes (Potter, 1978; Miall, 2006). A ces critères de délimitation de la notion de mégafleuve, s'ajoutent les critères habituels, la longueur, la taille de leur bassin versant et le fort débit moyen annuel (Gupta, 2007).

E. Latrubesse souligne que certains critères ont plus de poids que d'autres, comme le débit moyen annuel qui détermine en grande partie les processus fluviaux du chenal et de la plaine alluviale. Il retient la valeur seuil de 17 000 m^3/s pour distinguer les mégafleuves des très grands fleuves, retenant ainsi dix organismes fluviaux de ce type sur la planète[89]. Dans sa classification, E. Latrubesse intègre le Mississippi, dont le débit moyen annuel est légèrement inférieur à ce seuil, ce qui lui permet de démontrer de manière empirique la validité de cette valeur. En effet, le Mississippi est le seul « mégafleuve » ayant un style à méandre à chenal unique. Le style en tresses, n'est pas non plus représentatif des mégafleuves, les îles étant des éléments caractéristiques. Celles-ci divisent le flux même pour le débit à plein bord, ce qui suggère que les chenaux individuels agissent comme des anabranches selon la définition donnée par G. Nanson et D. Knighton (1996).

[89] Amazone, Congo, Orénoque, Yangtse, Madeira, Río Negro, Brahamapoutre, Japura, Parana et Mississippi

Des bancs de chenal peuvent apparaître dans certains mégafleuves, exprimant un tressage localisé. Cependant, le style général reste un style à anabranches, avec de grandes îles végétalisées qui ne s'ajustent pas à la variabilité du flux annuel. Le Paraná, dans son cours moyen, possède ce type de morphologie avec des grandes îles végétalisées et des bancs de sable le faisant ressembler à un fleuve en tresses, avec un ratio largeur/profondeur qui excède 200 et une charge de fond constituant plus de 17% de la charge sédimentaire (Ramonell, Amsler *et al.*, 2002) (PHOTO 15 ET PHOTO 16).

PHOTO 15 LE PARANA MOYEN POSSEDE UN STYLE A ANABRANCHES AVEC UNE TENDANCE AU TRESSAGE EN AVAL DE LA VILLE DE SANTA FE D'APRES LATRUBESSE (2008)

PHOTO 16 LE STYLE FLUVIAL A ANABRANCHES EN AVAL DE LA VILLE DE SANTA FE, D'APRES LATRUBESSE (2008)

Schumm suggère que le type de sédiments transportés par les organismes fluviaux est un facteur de contrôle majeur du style fluvial car il détermine le ratio largeur/profondeur et la sinuosité des chenaux (Schumm, 1977, 1985). Les cours d'eau possédant une forte charge de fond sont généralement caractérisés par un cours actif à faible sinuosité et un style en tresses. Les cours d'eau ayant une forte charge en suspension sont en revanche caractérisés par un chenal unique à forte sinuosité. Cette distinction ne s'applique pas fidèlement au cas des mégafleuves. Employée pour le Paraná, la classification de Schumm catégoriserait un fleuve à charge de fond importante alors que le style fluvial est à des anabranches avec tendance au tressage, ce confirme que le Paraná n'appartiendrait pas à la catégorie des très grands fleuves, mais possèderait des réponses morphologiques spécifiques aux mégafleuves.

Ces réponses sont conditionnées en partie par le régime hydrologique du fleuve. Celui-ci détermine le comportement géomorphologique dans chacun de ses tronçons ainsi que sa puissance spécifique (PARTIE 1 TABLEAU 1 P.18 ET FIGURE 11 P. 105). Une autre donnée fondamentale réside dans la charge sédimentaire transportée par le fleuve. Il s'agit de la variable clé de la forme en plan et de l'ajustement fluvial. Nous proposons en conséquence d'analyser les relations entre débits solide et liquide dans le chenal principal et dans la plaine alluviale, thématique qui est aujourd'hui très étudiée dans les centres de recherche du Littoral.

7.2. Un grand pourvoyeur de sédiments : le cône sud dans un tamis

Les écoulements liquides et solides d'un système fluvial constituent des indicateurs environnementaux de premier ordre. Ils reflètent l'interaction entre les précipitations, les caractéristiques du bassin versant et l'influence des actions anthropiques. Pour cette raison, cet aspect du fonctionnement fluvial du Paraná est l'objet de nombreux travaux, notamment en ce qui concerne la quantification de la production sédimentaire. Cet intérêt est fondé sur la prise en compte des processus géomorphologiques, l'érosion des bassins versants, les relations entre la qualité des eaux et la charge sédimentaire, les problèmes écologiques, ainsi que les taux de sédimentation dans les barrages, les voies navigables et les ports (Drago et Amsler, 1981). Une des caractéristiques des recherches menées sur le Paraná reste néanmoins l'absence de prise en considération des facteurs anthropiques en tant que variable de contrôle.

En effet, à l'instar d'autres mégafleuves, le Paraná possède sur une grande partie de son cours un fonctionnement que l'on peut considérer comme naturel. Celui-ci n'est endigué qu'aux abords des villes les plus importantes et afin de prévenir les inondations. D. Garcia a étudié d'autres grands fleuves comme le Mississippi qui, à la différence du Paraná, a connu de fortes interventions humaines afin d'en améliorer la

navigabilité (Garcia et Vargas, 1996; Garcia, 2004). Ce très grand fleuve ne possède plus la capacité du Paraná de se déplacer latéralement en fonction de l'ajustement aux flux.

Force est d'admettre qu'il manque dans les études actuelles concernant le fonctionnement fluvial du Paraná, un regard croisé sur les interventions humaines dans le bassin versant, lesquelles sont susceptibles d'affecter la dynamique fluviale. De plus, l'analyse qualitative de la provenance de la charge sédimentaire est nécessaire afin de faire le point sur la stabilité du système, à un pas de temps séculaire, celle-ci n'ayant pas toujours été identique depuis le XVIIIe siècle.

7.2.1. Un transport sédimentaire modifié dans le Haut bassin

Le Paraná est un grand fleuve de plaine capable, par sa puissance de transporter une grande quantité de sédiments. Les chiffres donnés pour la charge solide annuelle du Paraná sont compris entre 51 millions de tonnes (Amsler et Drago, 1999) et 158,7 millions de tonnes par an (Orfeo, 1995). 83% de ce volume correspondent à de la charge en suspension, constituée de matériaux fins (limons et argiles). Les 17% restants correspondent à la charge de fond composée de sables moyens à fins qui sont transportés par saltation (Orfeo, 1995; Amsler et Ramonell, 2002).

Or les valeurs moyennes de charge de fond (9% du total) fournissent un transport atteignant 25 millions de tonnes par an au niveau de la ville de Paraná, presque à l'extrémité du tronçon du Paraná Moyen. Ce pourcentage est assez faible si l'on compare les études au niveau de Corrientes, où la charge de fond correspond à environ 25% de la charge transportée. La morphologie en tresses de ce tronçon est d'ailleurs fortement influencée par la disponibilité relative de ce mode de transport (Friend et Sinha, 1993). Le tronçon du Paraná Moyen, long d'environ 640 kilomètres de la Confluence à la ville de Paraná (avec une largeur moyenne de 28 kilomètres), se comporte de fait comme une grande cuvette de rétention, l'épaisseur des sables formant la plaine alluviale étant en moyenne d'une quarantaine de mètres.

En 1983, lors de la dernière crue centennale (débit supérieur à 30 000 m^3/s durant 9 mois, avec un maximum de 60 000 m^3/s), le transport par charge de fond a été le double du transport habituel. Actuellement la majorité de la charge sédimentaire qui arrive à l'embouchure provient des Andes par deux tributaires principaux : le Pilcomayo et le Bermejo. La contribution de ces deux cours d'eau totalise 70% de la charge solide mesurée à Corrientes (respectivement 10 et 60%). On estime que sur les 150 millions de tonnes par an qui circulent dans le tronçon de la confluence Paraná/Paraguay, au moins 90 millions de tonnes par an sont apportés par le Bermejo (surtout des limons et argiles) (Pinto Martins, 2008). Amsler et Drago ont affiné le budget sédimentaire à l'entrée du

Paraná Moyen en fonction des concentrations obtenues entre 1993 et 2003. Leurs résultats (FIGURE 48) confirment les études des années 1970 sur l'apport sédimentaire du Bermejo (Amsler et Drago, 2007).

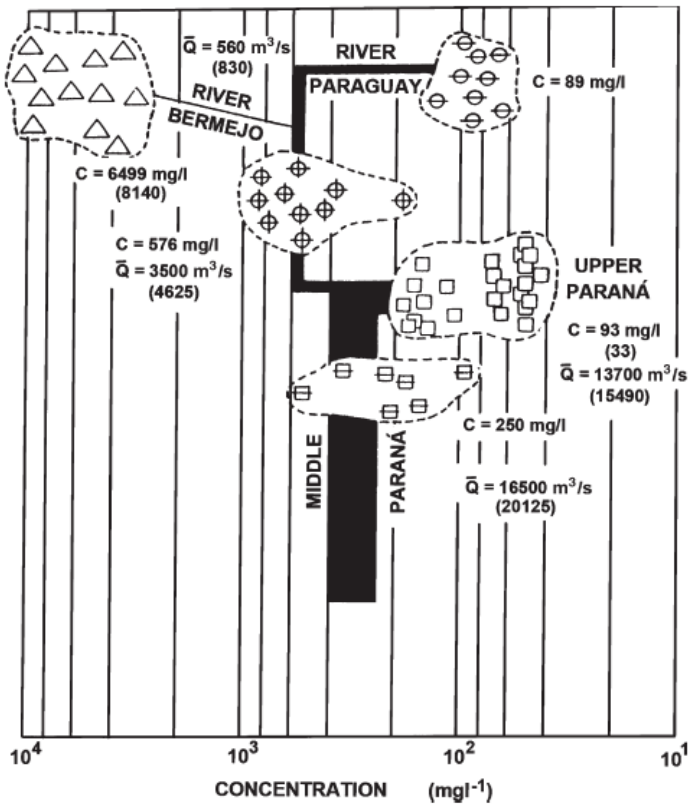


FIGURE 48 LA CONCENTRATION DES SEDIMENTS EN SUSPENSION CHANGE LE LONG DE L'HYDROSYSTEME DURANT LA PERIODE DES ECOULEMENTS SOLIDES MAXIMAUX. C = VALEUR MOYENNE POUR CHAQUE GROUPE DE CONCENTRATIONS (MG/L) ; Q= DEBIT MOYEN ANNUEL (M3/S) (D'APRES DRAGO ET AMSLER,2007)

La Haut Paraná en territoire brésilien a un débit moyen d'environ 10 800 m^3/s[90], provenant de six unités hydrographiques : Tiête, Paranaíba, Grande, Paranapanema, Iguaçu et Paraná, lesquelles sont caractérisées par une forte concentration urbaine et industrielle, regroupant 32% de la population du Brésil. De ce fait, l'occupation du sol a des impacts perceptibles sur les matières en suspension. Par exemple, les mesures faites par l'Itaipú International en 1990 indiquent des concentrations de 24,94 mg/l avec variabilité saisonnière de 10 mg/l en période de crue, pouvant atteindre jusqu' à 30 mg/l en période de basses eaux. Sur la période 1993-1995, les concentrations ont été estimées à 14,95mg/l, soit une réduction de 38% par rapport aux données antérieures. Sur la période 2000-2005, les concentrations moyennes sont de l'ordre de 10,80 mg/l (Pinto Martins, 2008; Stevaux *et al.*, 2008; Stevaux *et al.*, 2009, Stevaux, 2000, Latrubesse *et al.*, 2005). On observe donc une forte diminution des matières en suspension. Les résultats présentés dans le TABLEAU 10 (P.271) montrent l'importance du Haut Paraná dans

[90] débit maximal historique de 39 790 m^3/s (station de Guaira pour 1971-2006)

la charge sédimentaire du Paraná Moyen, ainsi que la diminution de sa contribution sur la dernière décennie. La réduction de la charge en suspension commence dans les années 1990 (Amsler, 2006), probablement à cause de la construction d'un grand nombre de barrages sur le Paraná brésilien depuis les années 1960 et surtout 1970 et 1980 (Pinto Martins, 2008; Stevaux *et al.*, 2008; Stevaux *et al.*, 2009, Stevaux, 2000).

Lorsque l'on compare les valeurs moyennes de 1968-1974, 1979-1982 et 1993-2004, on remarque que la sédimentation dans la plaine alluviale ne diminue pas en raison de l'augmentation de l'apport du Bermejo qui compense la forte diminution de celui du Haut Paraná. En revanche lorsque l'on considère les années d'apport « normal » du Bermejo, on constate une forte diminution de la sédimentation dans la plaine alluviale (de moitié pour les années 1981-1982 et 1998-1999). Un événement extrême le confirme : la crue de 1997-1998 qui a coïncidé avec un minimum d'apport sédimentaire du Bermejo. Le résultat est l'exportation de 10 millions de tonnes de sédiments extraits de la surface de la plaine alluviale dans le tronçon moyen.

Période	Bermejo	Paraguay	Haut . Parana	Parana Moyen	Dépôts (Mt)
Moyennes					
1968-1974	52.69	1.44	14.60	53.55	15.18
1979-1982	142.20	2.69	12.50	96.69	60.70
1993-2004	95.27	2.63	2.67	82.89	17.70
Données annuelles (écoulement liquide équivalent entre les différentes années)					
1972-1973	73.72	1.51	22.71	73.58	24.36
1981-1982	138.35	2.90	14.19	96.59	58.85
1995-1996	74.59	2.76	2.27	73.32	4.30
1998-1999	134.99	3.54	3.51	110.70	31.34
1997-1998 (inondation importante)					
1997-1998	51.62	3.62	3.58	68.62	-9.80

TABLEAU 10 SEDIMENTATION ET CHARGE EN SUSPENSION DANS LA PLAINE ALLUVIALE DU PARANA MOYEN ENTRE PASO DE LA PATRIA ET PARANA DURANT LES MOIS D'ECOULEMENT MAXIMAUX (AMSLER, 2006)

Les barrages construits sur le Paraná et ses tributaires contribuent à un transport sélectif au profit des fractions les plus fines. En conséquence, des travaux sur l'érosion des berges sont réalisés de manière continue depuis les années 1990 pour connaître la stabilité du chenal principal et des bras secondaires et la provenance des sédiments arrachés par le fleuve. Les berges les plus exposées présentent en effet des sapements et des effondrements à cause des processus d'érosion interne. Ces phénomènes se produisent lors de l'abaissement du niveau d'écoulement, notamment après les événements de crue. Le comportement érosif du Haut Paraná a fait l'objet d'analyses portant sur l'évolution spatio-temporelle des processus d'érosion des berges basée sur des mesures trimestrielles systématiques au cours des années 2002-2003 (Borges, 2004). Les conclusions font état d'un pouvoir érosif (sur les berges) augmenté pour l'eau « claire » sortant des retenues .

Le bassin du Paraná brésilien est équipé au maximum de son potentiel de barrages hydroélectriques qui, pour partie, retiennent la charge sédimentaire (Amsler et Drago, 1999). Le tronçon argentin est beaucoup plus naturel malgré la présence de la centrale de Yacyretá. (CHAPITRE 3). De ce fait, l'Argentine subit les modifications des tronçons d'amont et produit elle-même d'importants impacts justifiant une analyse différenciée de la charge solide transportée.

L. Zapata et O.Orfeo ont considéré deux cycles hydrologiques permettant de mesurer les concentrations avant et après la fermeture du barrage de Yacyretá (1981-1982 et 2001-2002). La période 1981-1982 présente des valeurs de concentrations plus importantes de la charge en suspension, notamment lors de la crue survenue durant ce cycle hydrologique. (Zapata et Orfeo, 2007). A la différence de la rive droite du Paraná, plus influencée par les sédiments en provenance du Paraguay, les mesures effectuées sur la rive gauche montrent que la période 2001-2002 offre une concentration en sédiments plus faible. Ces sédiments proviennent de l'érosion des terres du haut bassin, étant principalement composés d'argiles et de limons (Bonetto et Orfeo, 1984).

Les résultats obtenus permettent donc d'affirmer que la fermeture du barrage de Yacyretá n'a pas produit de rétention massive de sédiments. Cependant dans une étude réalisée par C. Magnani, on note une diminution des pourcentages de kaolinite dans la composition de la charge en suspension. Ce minéral, comme nous le verrons plus loin, est la signature minéralogique des sédiments en provenance du haut bassin (Mangini, Prendes *et al*., 2003). Le taux de sédimentation des fractions fines dans le réservoir a une signification faible en comparaison de la charge sédimentaire transportée. Cette comparaison de tendances n'est cependant pas suffisante pour établir l'impact du barrage. Un suivi continu de la charge sédimentaire sur un pas de temps plus long permettra de vérifier la tendance observée. Du fait de la construction de nombreux barrages et retenues sur le Haut Paraná brésilien, la charge en suspension arrivant jusqu' en Argentine est donc diminuée malgré la plus grande érosion des berges, qui contribue à maintenir l'équilibre entre écoulements solide et liquide.

Dans sa thèse sur la sédimentologie du Paraná au niveau de la confluence, O. Orfeo nous indique quels sédiments arrivent en Argentine depuis le haut bassin brésilien (Orfeo, 1995). Ces sédiments sont formés à 80% d'argiles et à 20% de limons en amont de Paso de la Patria. La charge sableuse est progressivement abandonnée sur le parcours du Paraná et représente une fraction infime des sédiments transportés par le Paraná argentin. En revanche, le Bas Paraguay apporte en suspension des sédiments comparables à ceux du Bermejo soit 65% de limons, 28% d'argile et 7% de sable. Le transport total de sédiments du Haut Paraná à Corrientes est de 158 millions de tonnes par an et de 68 millions de tonnes pour le Paraguay à Puerto Bermejo. Le Haut Paraná apporte environ 78% du débit liquide du Paraná Moyen et plus de 97% de la charge de

fond, malgré la présence des barages dans le haut bassin. Le Bas Paraguay amène, quant à lui, la plus grande partie de la charge solide en suspension du Paraná à la latitude de Corrientes.

7.2.2 Ajustement du Paraná Moyen

Les données obtenues sur le tronçon Confluencia-Esquina permettent de mieux comprendre la part des sédiments provenant du Haut Paraná, du système Pilcomayo-Bermejo et des sédiments en suspension provenant de l'érosion du lit principal du Paraná (Bonetto et Orfeo, 1984). Il existe en effet une relation étroite entre la dynamique fluviale et la présence de sédiments en suspension. La pente générale du bassin versant (FIGURE 79 APPENDICE 2 P. 510) détermine en relation avec les débits liquides et solides, la dynamique fluviale du Paraná, ainsi que les processus d'ajustement par aggradation ou érosion de la plaine alluviale.

La différence entre le Haut Paraná et le Paraguay se traduit par la qualité physique et chimique de ses eaux (Bonetto, 1976; Bonetto et Lancelle, 1981), ainsi que dans la fréquence et le type des solides en suspension qu'il transporte. Le Paraná Moyen présente des différences notables dans les matériaux transportés au niveau de la confluence en relation étroite avec les particularités de chaque régime hydrologique (Soldano, 1947). Selon Popolizo, le cours du Paraná peut être considéré comme homogène à partir de 90 kilomètres en aval de la confluence (Popolizio, 1977). A. Bonetto et *al.* démontrent cependant que l'uniformisation complète des eaux demande un parcours plus important soit un couloir de plus de 200 kilomètres (Bonetto et Lancelle, 1981). La présente étude englobe un tronçon du Paraná sur environ 400 kilomètres comprenant le secteur de mélange (PHOTO 17 ET PHOTO 18 (P.270)).

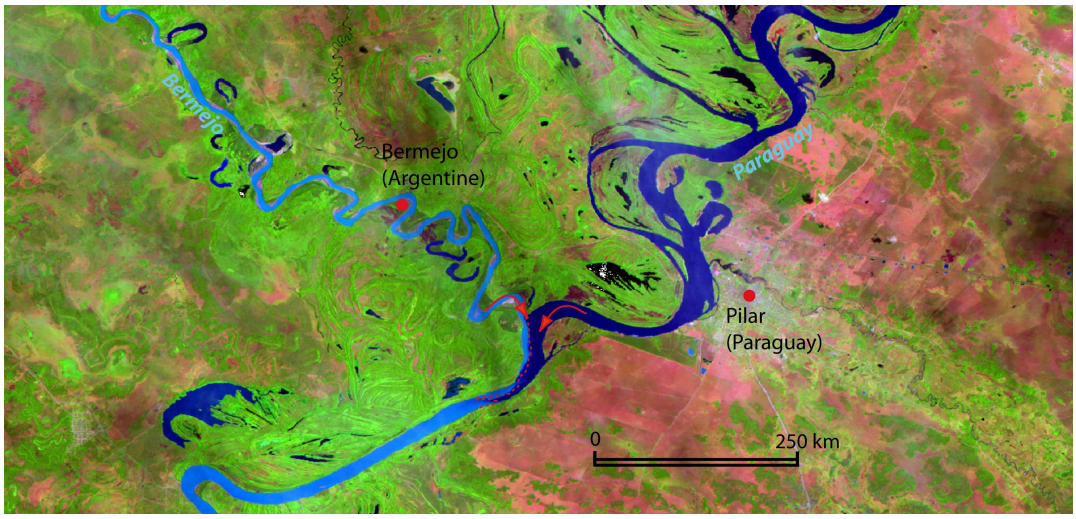


PHOTO 17 IMAGE LANDSAT TM7 DE JUILLET 2009 EN COMPOSITION COLOREE, FAISANT RESSORTIR LA DIFFERENCE DE TURBIDITE DE L'EAU A LA CONFLUENCE DU BERMEJO ET DU PARAGUAY (VISIBLE A LA COULEUR BLEU TURQUOISE)

Les analyses granulométriques montrent une composition essentiellement formée de limons et d'argiles. Dans une proportion inférieure à 10%, on retrouve des sables fins (0,125-0,062 mm) aussi bien dans le Bermejo que sur la rive droite du Paraná à la latitude de Corrientes, Bella Vista et Esquina. Sur cette rive, prédomine la fraction limoneuse (0,062-0,004 mm) dans tous les tronçons étudiés, alors que sur la rive gauche on observe une plus grande proportion d'argiles (<0,004 mm). Malgré la grande importance de l'information concernant le transport du sable par le Paraná, les études à ce sujet sont rares. Seuls J. Alarcon *et al.* fournissent une analyse concernant le transport de fond à 15 kilomètres en amont de la ville de Paraná (Alarcón, Szupiany *et al.*, 2003). La granulométrie des sédiments transportés par le Paraná Moyen est schématisée par la FIGURE 49 (P. 275)**.** Par ailleurs, il convient de citer l'étude réalisée par CONCAP qui reconnaît les caractéristiques des sédiments grâce à des échantillonnages effectués sur le tronçon Posadas-Iguazú (CONCAP, 1973).

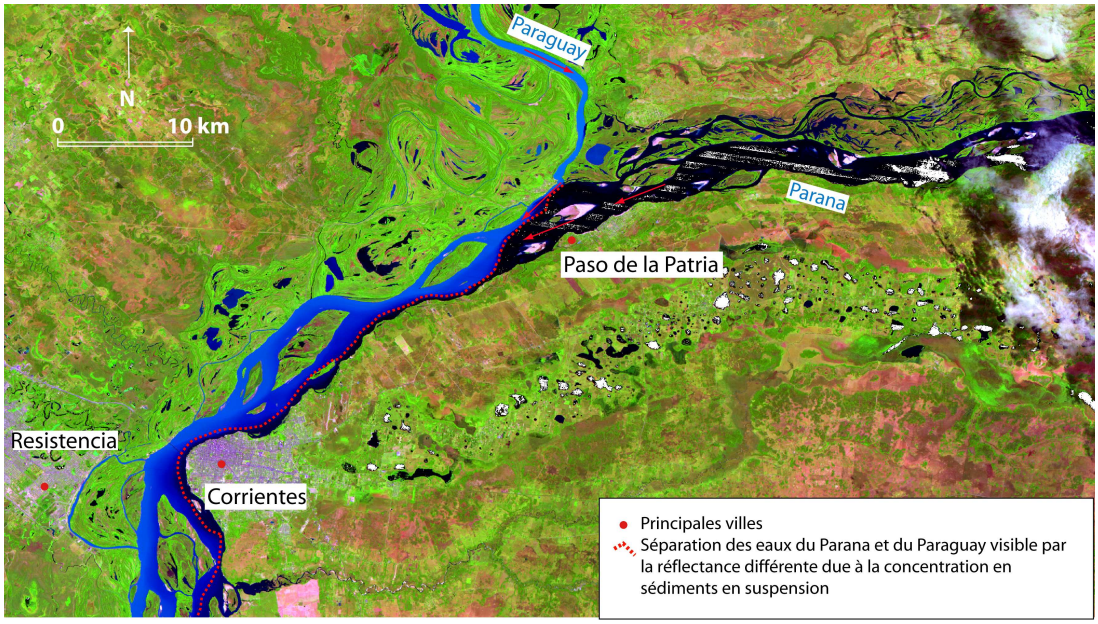


PHOTO 18 IMAGE LANDSAT TM7 DE JUILLET 2009 EN COMPOSITION COLOREE, FAISANT RESSORTIR LA DIFFERENCE DE TURBIDITE DE L'EAU A LA CONFLUENCE DU PARAGUAY ET DU PARANA.

Il faut noter que les concentrations enregistrées dépendent des méthodes de prélèvement utilisées[91]. Dans cette étude la méthode utilisée les prélèvements se font par intégration verticale et temporelle[92]. Les résultats montrent que sur ce tronçon, la

[91] Les méthodes d'échantillonnage sont nombreuses et le choix de l'une ou l'autre dépend,d'une part de la taille du cours d'eau,de l'ordre de grandeur de la concentration en particules et de la granulométrie de ces particules,d'autre part des conditions de travail telles que le but de l'étude entreprise,la précision attendue,la quantité de sédiment requise, la robustesse de l'appareillage de mesure ainsi que la facilité et la rapidité de son utilisation.

[92] Le prélèvement par intégration en fonction: **1.** de la profondeur,doit en principe étre adopté lorsque l'on suspecte une augmentation de la concentration vers le fond. En pratique,celà suppose un calcul compliqué pour trouver la vitesse à laquelle l'appareil doit étre descendu pour qu'il soit rempli une fois le fond atteint et pas avant, 2. du temps, intervient dans le cas des grands cours d'eau où l'on ne veut pas se contenter d'une valeur ponctuelle.

charge en suspension est représentée pour 50% par des particules inférieures à 2 µm ; le matériel restant, sauf une fraction sableuse et de limons de faible signification, reste compris entre 2 et 40 µm. Il faut également préciser que la taille des particules augmente en période de crue. Ces données confirment celles de Bonetto (1984), dont l'étude montre que sur la rive gauche du Paraná au niveau de la ville de Corrientes, environ 80% de la charge est constituée de particule inférieures à 4 µm (FIGURE 49).

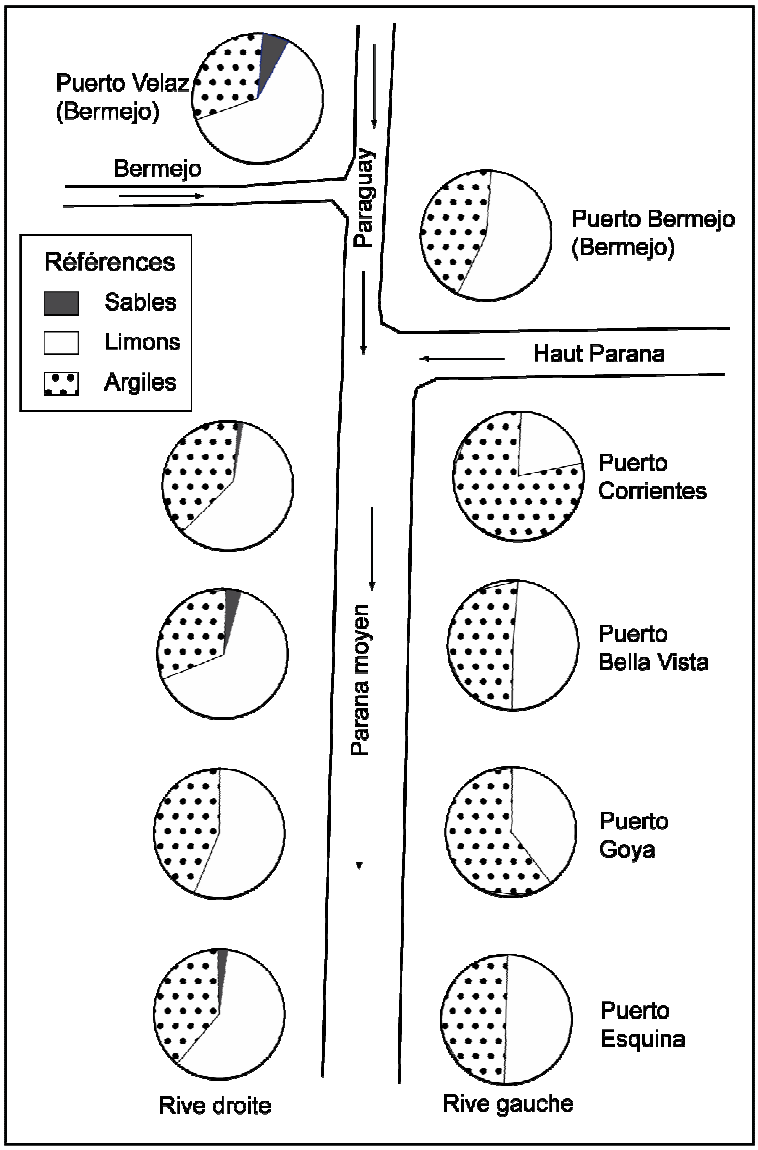


FIGURE 49 TYPE DE CHARGE EN SUSPENSION A DIFFERENTS POINTS DU SYSTEME, D'APRES BONETTO ET ORFEO (1984)

E. Drago et M. Amsler ont mis en évidence la composition exclusivement sableuse du fond du chenal actif (hétérométrique), alors que la concentration en argile et en limons augmente progressivement à proximité des berges (Drago et Amsler, 1988; Iriondo, Paggi *et al.*, 2007). Pour arriver à ce constat, les auteurs ont analysé 62 échantillons obtenus de manière systématique dans la section de *Aguas Corrientes* au niveau de la ville de Paraná sur une période de 5 ans (1976-1981), avec des débits variant entre

10 000 et 24 900 m^3/s. En outre, la concentration des particules en suspension est supérieure sur la rive droite du Paraná (Bonetto et Lancelle, 1981; Drago et Amsler, 1981; Bonetto et Orfeo, 1984). Ce comportement a été attribué au fonctionnement hydrologique du Paraná et à celui du Bermejo. En effet, la plus forte concentration en sédiments sur la rive droite du Paraná Moyen s'accentue ou s'atténue lorsque le Bermejo se trouve en période de crue ou de basses eaux. Au fur et à mesure que l'on descend le Paraná, les différences de concentration diminuent grâce au mélange progressif des eaux. Ainsi, à la latitude de la ville d'Esquina, les enregistrements de concentration de sédiments des deux rives sont très similaires en période de basses eaux. Il n'a cependant pas été possible de définir une zone de mélange complet sur le tronçon étudié.

Il faut également souligner que la charge solide, au lieu de diminuer dans les premiers kilomètres du parcours (de Confluencia à Goya), a plutôt tendance à augmenter. Ce comportement spécial est attribué au drainage des sols alluviaux de la plaine chaco-pampéenne (Depetris et Marchetti, 1973). Cette hypothèse est cependant contestée par Bonetto (1984). Dans un premier temps, les affluents de rive droite parcourent de grandes distances dans la plaine alluviale du Paraná selon une direction parallèle au fleuve. Ils traversent de grandes zones inondables et débouchent dans de petits cours d'eau ou des bras secondaires du cours principal. Ensuite, la végétation exerce une rétention des solides en suspension, réduisant encore la vitesse du courant, déjà faible du fait de la pente. Il faut également noter la grande différence de débit entre le Paraná et ses affluents, généralement semi-permanents et donc incapables d'apporter d'importantes concentrations de solides en suspension durant tout le cycle hydrologique.

Les débits moyens du Paraná à la latitude de Corrientes sont supérieurs en moyenne à 16 000 m^3/s (Soldano, 1947) ; il est intéressant de comparer les débits de certains tributaires pour avoir une idée de leur importance relative. En rive droite, le débit maximal du Salado est de l'ordre de 46 m^3/s. Pour les tributaires de la rive opposée, le Santa Lucia n'atteint pas 100 m^3/s et le Corrientes écoule environ 150 m^3/s (Depettris, 1981).

Les conditions hydrodynamiques du cours principal du Paraná Moyen expliquent que l'augmentation de la charge en suspension du Paraná Moyen soit liée à des phénomènes d'érosion de son chenal. Cela peut également être mis en relation avec le rétrécissement du Paraná vers l'aval et la composition sédimentaire du flux, le Haut Paraná se distinguant par la présence de chlorites-kaolinites (dominante) et de montmorillonite (subordonnée) alors que le système Pilcomayo-Bermejo se caractérise par la présence d'illite-montmorillonite (dominante) et de kaolinite (subordonnée) (FIGURE 50 P.273). En

définitive, le Paraná Moyen transporte les quatre types d'argile mentionnés en proportion variable, en accord avec son débit et avec le pouvoir de mélange de ses eaux.

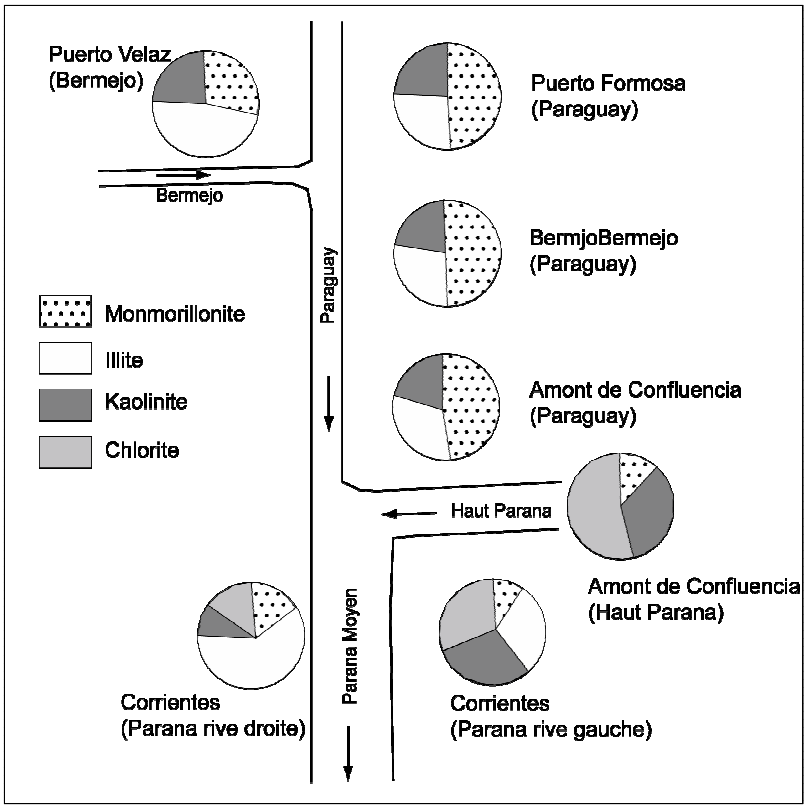


FIGURE 50 SCHEMA DE LA COMPOSITION MINERALOGIQUE DES ARGILES TRANSPORTEES PAR LE PARAGUAY, PARANA ET BERMEJO (BONETTO 1984)

Pour conclure, il est permis d'affirmer que les sédiments en suspension du Paraná Moyen présentent des différences granulométriques entre la rive gauche (prépondérance de la fraction argileuse <0,004 mm) et la rive droite (domination des limons entre 0,062 et 0,004 mm). Il existe également une étroite relation entre les solides en suspension de la rive droite du Paraná et du système Paraguay-Bermejo, et entre ceux de la rive gauche et du Haut Paraná. Les sédiments en suspension qui entrent dans le Paraná Moyen, après une diminution dans les premiers kilomètres, tendent à augmenter au niveau de la ville de Goya, ce qui s'expliquerait par l'érosion du lit principal.

Le transport sédimentaire est donc inégal sur les différents tronçons du Paraná, tout comme le sont les phénomènes de dépôt et d'érosion. Si les mécanismes morphogènes ne peuvent se comprendre qu'à l'échelle du bassin versant, l'analyse à plus grande échelle est elle aussi nécessaire. Nous l'avons vu, le choix des sites de mesure de la concentration en sédiments en suspension varie beaucoup à l'échelle de la centaine de kilomètres. Les processus d'aggradation et d'érosion sont définis par des variables locales difficilement repérables à l'échelle du bassin.

L'échelle adoptée doit cependant permettre de prendre en compte les interactions entre le chenal principal, les chenaux secondaires et la plaine alluviale. D'autre part, les

données quantitatives doivent être complétées par des données qualitatives qui permettent une analyse sur un pas de temps plus long. En effet, dans le bassin du Paraná, les données quantitatives commencent à être suffisamment nombreuses pour permettre une analyse à l'échelle du siècle (les enregistrements remontent pour certaines aux années 1900). Cependant, étant donné la taille du fleuve et le temps de réponse dans l'ajustement du chenal aux conditions d'écoulement, il nous semble utile d'utiliser le corpus cartographique pour analyser les modifications survenues à une échelle pluriséculaire.

Grâce à une logique d'emboîtement d'échelle nous nous sommes intéressés au temps court des crues annuelles dans le transport de sédiments et au temps long des paléotracés du Paraná. Il nous manque en réalité une échelle intermédiaire pour laquelle les informations enregistrées par les cartographes du XVII au XIXe siècle peuvent s'avérer précieuses. La notion d'échelle permet de distinguer les tendances générales et les oscillations momentanées. Dans un système fluvial de la taille du Paraná, il est nécessaire de décliner les niveaux d'échelle. En effet les dimensions du système expliquent en partie les différences entre les tronçons. De plus, l'application du concept d'échelle permet de rechercher systématiquement des zones de discontinuité, tant spatiales que temporelles, de part et d'autre desquelles les mécanismes morphogénétiques ont des modalités différentes (Rosgen, 1994). Le visage du Paraná au XXIe siècle est donc celui d'un fleuve en équilibre dynamique, avec des tronçons plus ou moins réactifs aux changements des conditions d'écoulement. Le Paraná sur le temps long montre cependant une très forte mobilité des chenaux si l'on en croit l'éventail de divagation encore visible aujourd'hui dans le paysage. Qu'en est-il du Paraná des siècles passés ?

7.3. Le visage du Paraná a-t-il changé ?

A une échelle de temps pluriséculaire, les conditions affectant le bassin versant ont changé, ce qui a entrainé un ajustement du fleuve. Le Paraná reconnu par les premiers explorateurs était probablement très différent de ce qu'il est aujourd'hui. (CHAPITRE 5 P.169) Les cartes rassemblées couvrent par ailleurs une période particulièrement intéressante de l'histoire du Paraná, tant du point de vue des conditions physiques que de celui des modifications anthropiques connues dans le bassin.

7.3.1. Variabilité du régime fluvial et changement climatique

Au cours du Quaternaire ont alterné des climats humides et secs sur toutes les grandes plaines d'Amérique du Sud. Cette succession a été enregistrée durant les 5000

dernières années (Iriondo et Krohling, 1995). Les phases successives d'incision et d'alluvionnement, résultant de conditions climatiques passées et récentes, interagissent de manière particulière sur le cours moyen du Paraná. Aujourd'hui, de nouveaux changements se profilent. En effet, durant les trente dernières années, les précipitations semblent avoir augmenté, et le bassin versant du Paraná y répondre en ajustant son écoulement. Ces dernières années, le tracé du Paraná s'est modifié. Il atteint 2500 mètres de largeur au droit de Santa Fe en 1970 alors qu'au début du XXe siècle il en faisait 4000. Il s'élargit à nouveau durant les dernières années du XXème siècle.

Trois périodes climatiques récentes permettent d'expliquer ces évolutions : **la première période s'achève dans les années 1930**. Elle est caractérisée par des débits importants et une fréquence des crues élevée ; **la seconde s'étend de1930 à 1970** et se caractérise par la diminution de la fréquence et de l'intensité des pluies sur le bassin versant, entraînant une diminution des débits et enfin, **à partir de 1970** débute une période humide, conséquence d'une augmentation de la fréquence des pluies et des tempêtes de plus grande intensité en relation avec le phénomène ENSO (Amsler et Ramonell, 2005). C'est durant cette dernière période que se produisent les plus grandes crues de 1982-83, 1992 et 1998. Dans les années 1970 les premiers ajustements du fleuve apparaissent. Le Paraná s'élargit à nouveau pour accommoder les nouveaux débits. Cette succession de périodes humides et sèches influence également le transport sédimentaire. Le Paraná érode ses berges pour adapter sa morphologie aux débits liquides et solides transportés : un important élargissement du cours moyen du Paraná a été enregistré durant les trente premières années du XXe siècle.

Les très fortes crues[93] ont une fréquence accrue au XXe siècle (plus de 62% se sont produites après 1970) (Neiff, Mendiondo *et al.*, 2000; Orfeo et Stevaux, 2002). Ces modifications de la dynamique fluviale ont un impact important sur la morphologie du Paraná, les crues étant les principaux agents du transport sableux. Les sédiments transportés par ces événements extraordinaires ne représentent cependant qu'une faible quantité en proportion de celle transportée lors des régimes de débit plus faible. Pour déterminer le débit morphogène, les chercheurs argentins (Drago, 1977; Amsler et Prendes, 2000; Paoli et Schreider, 2000; Amsler et Ramonell, 2002; Iriondo, Paggi *et al.*, 2007) se fondent sur l'hydromètre de la station de Paraná qui enregistre les niveaux du fleuve depuis la fin du XIXe siècle. La hauteur d'eau est ainsi associée au débit du fleuve selon des courbes d'ajustement. Le débit enregistré est lui même associé à une quantité de sédiments transportée qui se calcule en fonction d'une série de paramètres

[93] Des seuils ont été établis afin de différencier très fortes crues et crues extraordinaires. Par exemple au niveau de la ville de Corrientes, les crues sont considérées comme ordinaires lorsqu'elles restent en dessous de la cote 49,3 mètres (Neiff, Mendiondo *et al.*, 2000)

hydrologiques et sédimentologiques. Entre 1930 et 1970, le débit morphogène a atteint une valeur minimale.

Deux types de mécanismes, les avulsions et les recoupements, permettent au Paraná d'ajuster sa morphologie aux nouvelles conditions de transport solide et liquide.

7.3.2. Avulsion et recoupement

Comme exposé dans le CHAPITRE 6 (P.223), le Paraná a été un fleuve mobile au cours de ces 10 000 dernières années. Les mécanismes à l'origine de cette mobilité sont de deux ordres (Nanson et Knighton, 1996) :

* l'avulsion qui crée des brèches dans les levées, excave de nouveaux chenaux dans la plaine alluviale et permet d'en occuper d'anciens abandonnés. Les recherches actuelles semblent montrer que ce sont bien ces phénomènes d'avulsion, quelles que soient les autres conditions de contrôle, qui conduisent principalement au développement de styles à anabranches (Jerolmack et Mohrig, 2007).

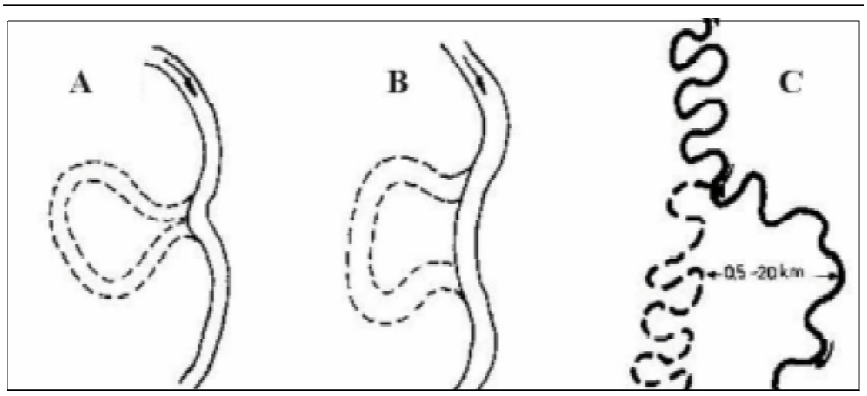
* le recoupement, qui tend a diminuer la sinosité du cours d'eau par le recoupement de ses méandres. Le phénomène de rectificaton se fait lorsque la vitesse du courant est supérieure à celle qui a modelé le tracé en plan du cours d'eau.

Les facteurs qui conditionnent les avulsions et les recoupements sont nombreux. Ces phénomènes peuvent survenir après une seule crue importante ou résulter d'un processus ayant évolué plus longtemps. A l'échelle des temps géologiques, le Paraná a balayé une surface immense. Les paléotracés nous montrent une certaine instabilité liée principalement à des mouvements tectoniques. A une échelle de temps séculaire, l'analyse des cartes historiques nous indique que le fleuve est plus stable. A l'échelle de la décennie, le Paraná est à nouveau très mobile. Cette stabilité est cependant loin d'être homogène sur tout son tracé.

Une analyse à l'échelle des sous-tronçons permet de déterminer les zones de grande stabilité et celles beaucoup plus mobiles. Les mécanismes impliqués dans la modification du tracé du fleuve sont connus mais il est difficile de prévoir quelle sera l'évolution ultérieure du tracé. En effet, les processus d'avulsion et de recoupement sont des notions géologiques (géomorphologie et stratigraphie), descriptives mais non prospectives.

Ces disciplines influencent la définition la plus commune du terme « avulsion » qui se réfère traditionnellement à l'abandon par substitution d'une partie ou de la totalité du lit, qui s'installe dans un autre site de la vallée sur une durée de temps allant de plusieurs années à plus d'un siècle (FIGURE 51 P.281). Sur le Paraná, les études disponibles se concentrent préférentiellement sur un tronçon proche de la FICH (Facultad de

Ingeneria y Ciencias Hidraulicas) de Santa Fe (FIGURE 52). Lors du premier symposium sur l'hydraulique des grand fleuves, tenu à Santa Fe en 2003, ont été présentés des travaux concernant les phénomènes d'avulsion et de recoupement des méandres du Paraná (Amsler et Ramonell, 2003).



A. Rectification de méandre par débordement
B. Recoupement par rétrecissement
C. Avulsion (la gamme des distances indicative la magnitude de dérive)

FIGURE 51 MECANISMES DE DIVAGATION DE LITS ALLUVIAUX (ALLEN, 1965).

Les auteurs proposent trois études de cas dans les systèmes fluviaux du Salado et du Paraná (FIGURE 52), illustrant les modifications du tracé du mégafleuve. L'analyse des anabranches du Paraná, le Salado et le Colastiné, apporte des indications sur les modalités d'avulsion aussi bien dans le lit principal que dans la plaine alluviale.

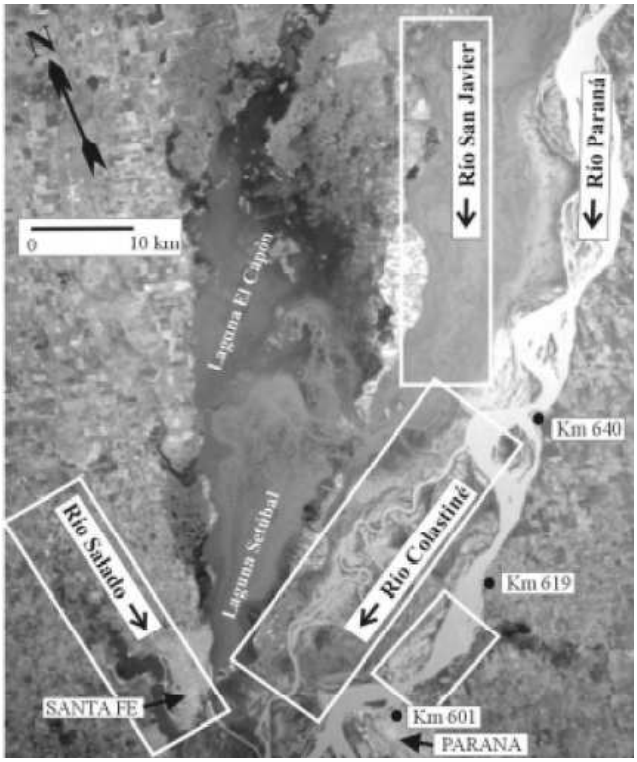
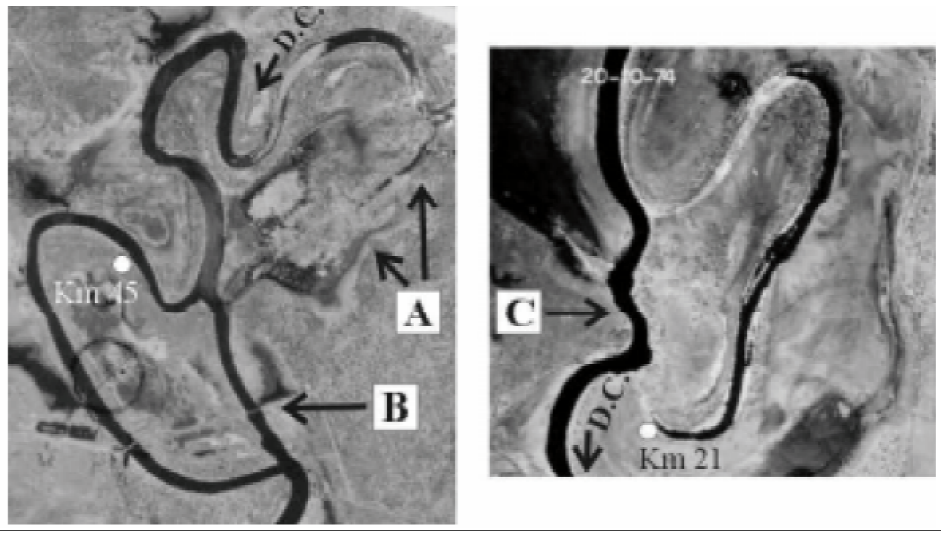


FIGURE 52 LOCALISATION DES TRONÇONS ETUDIES (D'APRES RAMONELL ET AMSLER, 2003).

Le Salado[94] est un cours d'eau à méandres aux ondes généralement asymétriques et tortueuses. Sa forme en plan a été étudiée en aval de l'autoroute Santa Fe-Rosario (FICH-INA, 1998; Ramonell, Amsler *et al.*, 2002). Le mouvement du fleuve est minimum à cet endroit (taux moyen de mobilité latérale de 0,7 m/an). L'analyse des photographies aériennes (1974, 1:20 000) permettent de préciser que quatre des sept tronçons délimités ont été abandonnés par le biais de processus d'avulsion. La carte géomorphologique montre en outre que le cours d'eau est flanqué *d'albardónes* sur toute sa longueur, localement coupés par des sillons d'érosion provoqués par le débordement du fleuve. Au-delà des *albardónes*, des marais, affectés par les crues ordinaires, occupent 70% de la superficie de la plaine alluviale. Le lit du Salado atteint les marges de la plaine alluviale où les sillons de débordement sont les mieux développés. Le schéma d'apparition des avulsions élaboré par les deux auteurs prouve que la phase initiale correspond à l'apparition des sillons de débordement aux limites amont et aval des marais existant derrière les albardónes (FIGURE 53). Ces sillons se hiérarchisent progressivement lors des crues successives, en fonction de la plus grande pente du tronçon observé. Ainsi, l'étude de stabilité morphologique met l'accent sur l'importance des crues dans les changements de la forme en plan du cours d'eau. Le potentiel de recoupement dépend par conséquent du comportement hydrologique futur, une fois les chemins de l'avulsion « pré-établis ».



A. Phase d'apparition des sillons de débordement dans le sens contraire au flux des eaux, en amont et en aval d'un marais, où le flux atteint successivement le bord de la plaine d'inondation ordinaire.

B. phase intermédiaire : hierarchisation et modelé des sillons de débordement lors des crues, qui les transforment en bras secondaires dans le site de plus grande pente.

C. Phase finale : remplissage par sédimentation du tracé originel et fin de l'avulsion.

FIGURE 53 MODELE CONCEPTUEL POUR LE RECOUPEMENT DES TRACES DES MEANDRES (AVULSIONS) DU SALADO (BASE PHOTOGRAPHIES AERIENNES 1974). D'APRES FICH – INA (1998)

[94] Q_{moy}= 146 m^3/s et Q_{max}= 2672 m^3/s pour la série 1953-1999

Pour compléter l'étude, il faut enfin prendre en compte les échelles de temps permettant la constitution d'une avulsion, depuis l'apparition des premières hiérarchies de sillons de débordement jusqu'au remplacement d'un bras par un autre. Ces évolutions nécessitent environ une cinquantaine d'années.

Sur le tronçon du **Paraná**[95] observé, la forme en plan se caractérise par un écoulement en tresses avec un thalweg sinueux facilitant la formation de bancs de sable et le méandrage du thalweg. Les phénomènes de recoupement peuvent survenir lors de phases successives de débordement d'une onde de méandre (FIGURE 54).

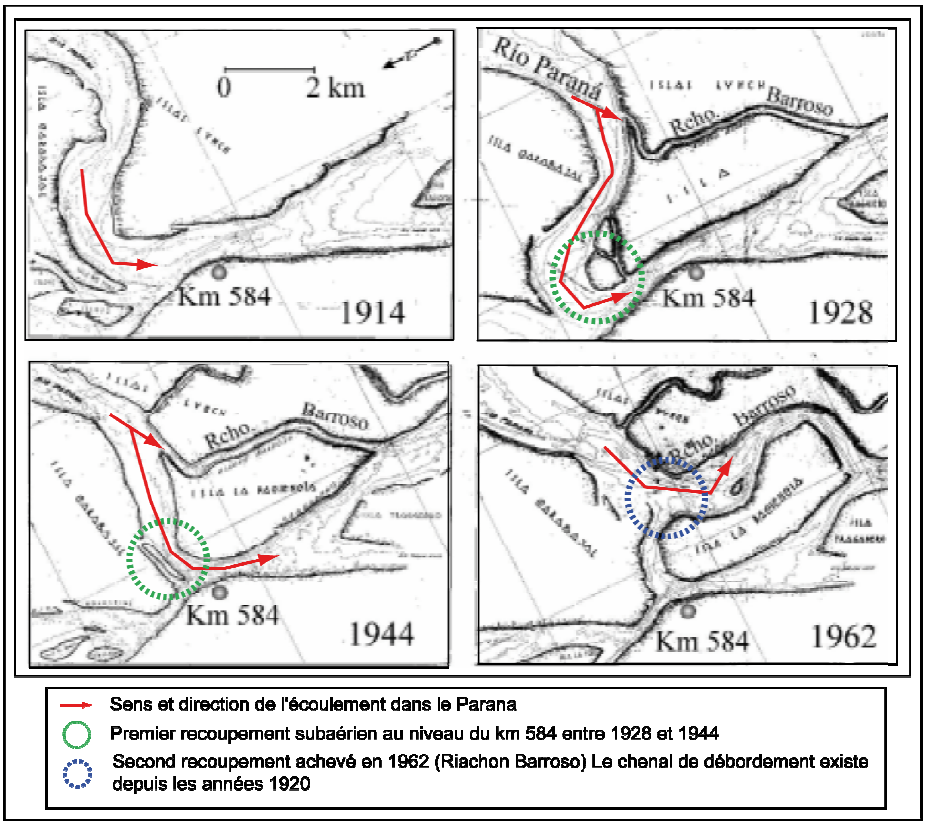


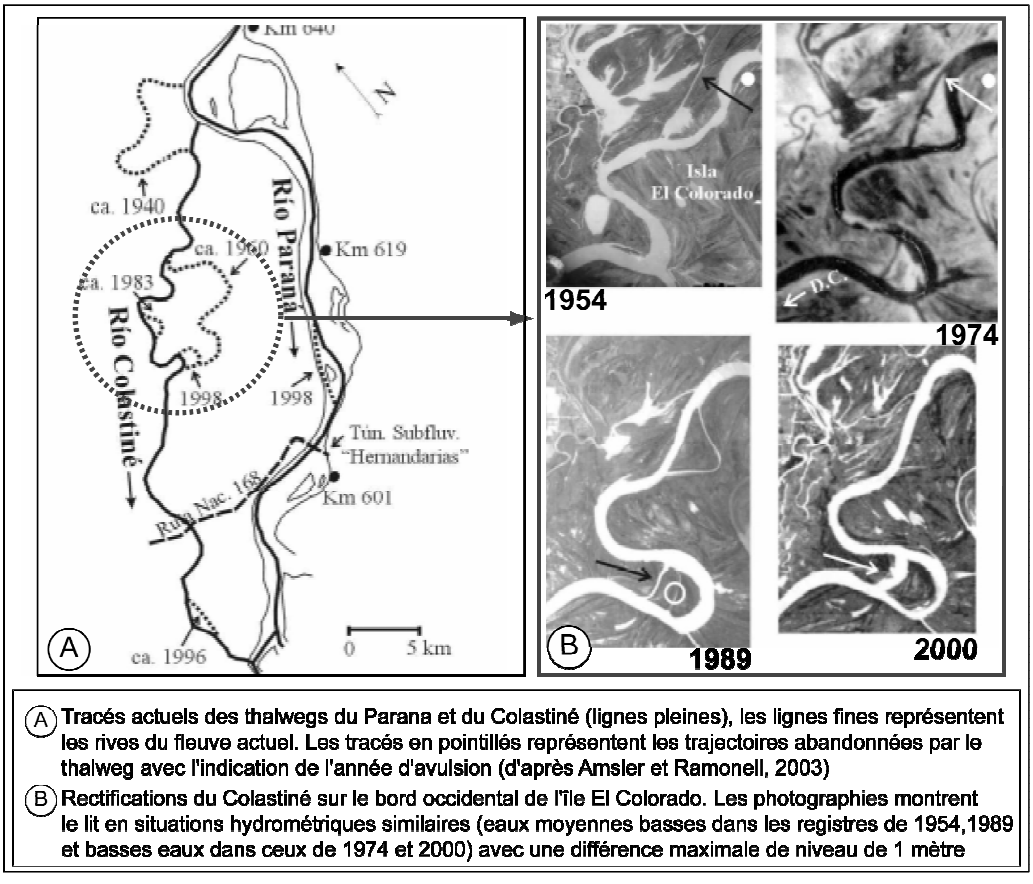
FIGURE 54 RECOUPEMENT PAR DEBORDEMENTS SUCCESSIFS D'UNE ONDE DE MEANDRE SIMPLE DANS LA ZONE DE L'ILE LYNCH-PACIENCIA. (RAMONELL, AMSLER ET AL., 2000).

La divagation du thalweg, qui peut atteindre une cinquantaine de mètres par décennie en moyenne, a d'importantes conséquences sur le tracé en plan du fleuve. Au niveau du tunnel sous-fluvial de Hernandarias, des analyses de stabilité du thalweg ont été réalisées par une comparaison des bathymétries de détail (1 :5000) sur la période 1904-2000 (FICH 1997, (Ramonell, Amsler *et al.*, 2002). Dans le secteur de rétrécissement du lit en amont du tunnel, une déviation importante du thalweg vers la rive droite a été observée (avec des taux moyens de 63 m/an entre 1960 et 1972). Dans ces comparaisons, une zone occupée par un banc latéral jusqu'en 1960, se transforme par l'apparition d'une dépression linéaire. L'évolution de ce sillon d'érosion subaquatique

95 Qmoy=14 100 m^3/s et Q max=39 150 m^3/s pour la série 1904-2000 au port de Paraná

produit un thalweg secondaire dont la profondeur est supérieure au thalweg originel. Le changement de thalweg se produit lors de la grande crue de 1998 **(**FIGURE 55**).**

Si l'on poursuit l'observation de la mobilité des chenaux dans ce tronçon du Paraná, le **Colastiné** semble avoir un rythme de recoupement plus important que les deux autres. Très mobile, il enregistre des taux de divagation latérale de 25 m/an. Ses caractéristiques de mobilité et de transport sédimentaires lui ont permis de construire une plaine alluviale « rugueuse » dans laquelle les bras abandonnés et les boucles de méandres se développent dans une bande d'environ 10 kilomètres. Deux des cinq changements représentés sur la FIGURE 55 ont été examinés en détail avec l'aide d'une large série de photographies aériennes et la bathymétrie du cours d'eau (FICH-INA, 1998; FICH, 2003). Il en ressort qu'une condition nécessaire aux changements réside dans l'existence de voies de débordement préétablies dans la plaine (FIGURE 55). Sur cette figure, ce qui apparaît comme un recoupement par débordement indiqué par une flèche sur la photo de 1964, correspond dans la réalité à une dérivation de l'écoulement par un chenal identifié sur la photo de 1954. Ce chenal capture le flux du Colastiné lorsque la taille du méandre adjacent au cours d'eau augmente. Le cours d'eau s'est installé finalement sur ce nouveau tracé lors de la grande crue de 1982/83.



(A) Tracés actuels des thalwegs du Parana et du Colastiné (lignes pleines), les lignes fines représentent les rives du fleuve actuel. Les tracés en pointillés représentent les trajectoires abandonnées par le thalweg avec l'indication de l'année d'avulsion (d'après Amsler et Ramonell, 2003)

(B) Rectifications du Colastiné sur le bord occidental de l'île El Colorado. Les photographies montrent le lit en situations hydrométriques similaires (eaux moyennes basses dans les registres de 1954,1989 et basses eaux dans ceux de 1974 et 2000) avec une différence maximale de niveau de 1 mètre

FIGURE 55 PHENOMENES D'AVULSION ET DE RECOUPEMENT SUR LE PARANA ET LE COLASTINE AU NIVEAU DE LA VILLE DE SANTA FE. (AMSLER ET RAMONELL, 2003)

Les trois cas présentés montrent des tronçons de fleuve qui ont connu des migrations discontinues dans le temps et des rythmes de recoupement très différents. L'analyse des anabranches du Paraná dans ce tronçon indique clairement leur rôle dans l'ajustement du fleuve à la charge solide et liquide à transporter, notamment lors de fortes crues. La pente du lit principal et de la plaine alluviale, sans cesse modifiée, détermine en grande partie le chemin préférentiel pris par l'écoulement. Associée à chaque situation exposée, ont été identifiées des formes composées qui concentrent le flux d'inondation dans certaines parties du lit. Une exigence commune de ces scénarios est cependant la lenteur du processus, qui nécessite quelques dizaines d'années pour mettre en place les conditions nécessaires à l'avulsion totale du thalweg. L'évolution des formes se fait ainsi de manière graduelle, par étapes, en fonction de l'hydrologie du Paraná.

7.3.3 Le contexte des changements observés

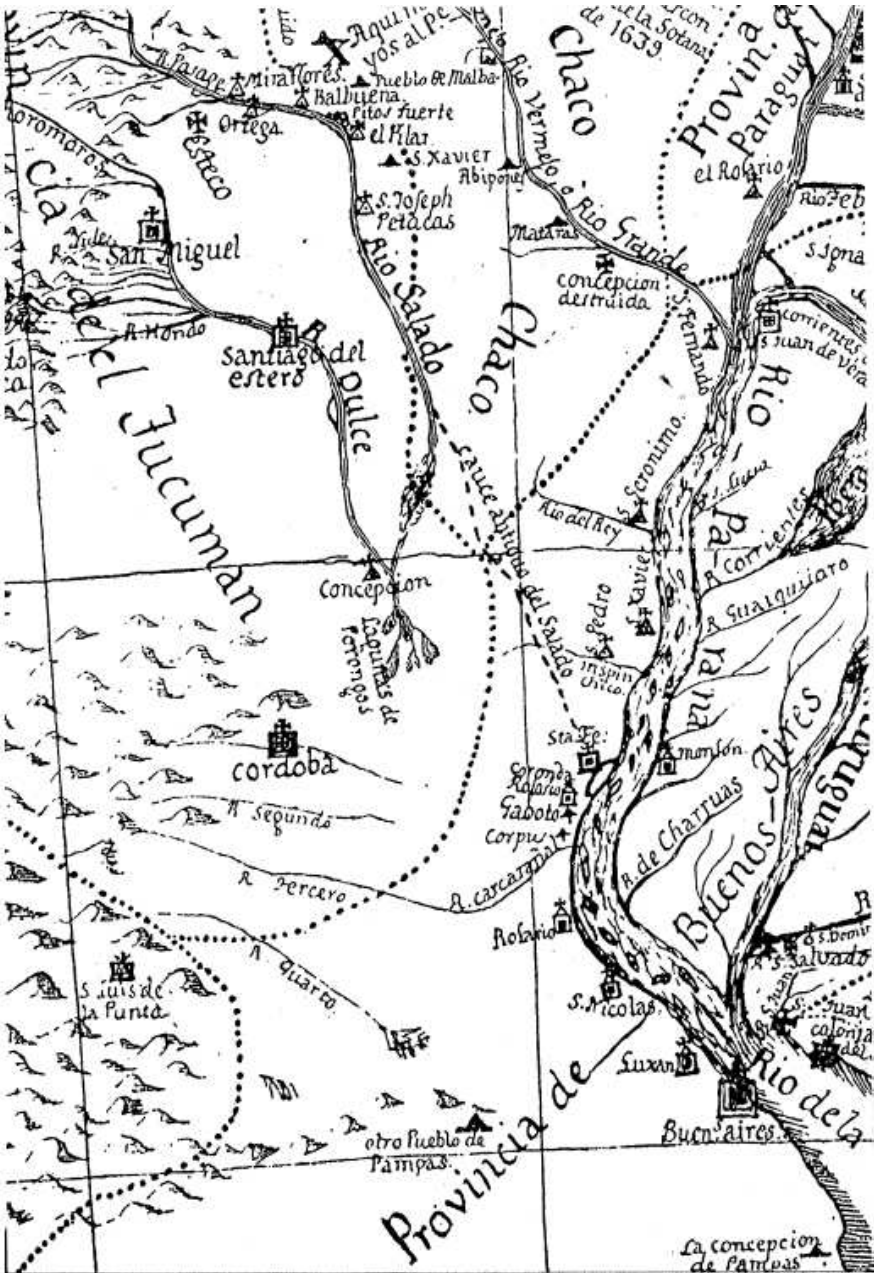
Les changements dans le tracé du Paraná sont donc le résultat d'un ajustement du fleuve aux conditions changeantes du transport liquide et solide. Celles-ci résultent des évolutions climatiques mais également de l'occupation humaine du bassin versant du Paraná.

Les cartes anciennes en notre possession illustrent les conséquences de la modification du régime pluvial sur le temps long. Elles ont par exemple recueilli les modifications du tracé du fleuve suite au Petit Age Glaciaire (PAG), qui est l'altération climatique la plus importante enregistrée dans le bassin du Paraná depuis 2000 ans (de Blij et Muller, 1993). Cette pulsation, qui débute à la fin du Moyen Age et dure une bonne partie du XIXe siècle, a engendré une diminution des températures moyennes annuelles de l'ordre de 0.6°C par rapport à celle de l'année de référence (1900) (Riccardi, 1995). Ce climat, plus froid et plus sec, modifie le tracé des cours d'eau dans la partie centrale des plaines argentines (Politis, 1984; Rabassa, Boninsegna *et al.*, 1984; Iriondo et Garcia, 1993; Iriondo et Krohling, 1995). Aucune étude n'a jusqu' alors été réalisée à cette échelle de temps sur le Paraná, mais les informations collectées dans d'autres provinces argentines ont guidé notre travail. En effet, les modifications climatiques enregistrées dans la Pampa peuvent être extrapolées à la zone adjacente dans laquelle s'écoule le mégafleuve.

Lors du PAG, les oscillations climatiques semblent s'être intensifiées avec une succession d'extrêmes sécheresses et de crues extraordinaires (FIGURE 80 APPENDICE 2 P. 510) (Prieto et Jorba, 1990). Les nouvelles conditions climatiques favorisent le dépôt d'une importante couche de loess que l'on retrouve dans les coupes stratigraphiques réalisées sur les rives du Paraná (Amsler et Ramonell, 2005). Sur la plaine formée par les dépôts loessiques, l'environnement sec provoque une récession générale des

systèmes fluviaux et une diminution de l'écoulement dans les principaux cours d'eau. G. Furlong Cardiff a par ailleurs montré la transformation de certains cours d'eau pérennes en cours d'eau intermittents (Furlong Cardiff, 1937).

En conséquence de quoi, la morphologie du Paraná évolue : la largeur de l'écoulement diminue et les chenaux s'approfondissent. L'étude des affluents du Paraná de G. Furlong montre que le Dulce et le Salado ont également connu d'importantes modifications. Par l'analyse des cartes des Jésuites, il a été établi que pendant la période 1609 et 1756, le Salado possède un écoulement similaire à l'actuel. En revanche, les cartes de 1760, 1770 et 1772 montrent que le Salado se jette alors dans la dépression de la Mar Chiquita sans jamais atteindre le Paraná (CARTE 28 P.286).



CARTE 28 EXTRAIT D'UNE CARTE DATANT DE 1760 D'APRES FURLONG CARDIF (1937)

Sur une carte de 1774 le Salado draîne de manière simultanée le Dulce et le Paraná tandis qu'en 1789, il se jette à nouveau dans la Mar Chiquita (Furlong Cardiff, 1937). Il n'y a pas d'indice cartographique documentant la date à laquelle le Salado a finalement migré vers le Paraná mais il est probable que ces changements soient apparus dans le bassin entre 1750 et 1752 du fait des pluies qui ont causé d'importantes inondations sur le cours des deux rivières (Herrera et Dussell, 1992). La dynamique de cette rivière est également enregistrée dans la plaine alluviale grâce à de nombreux paléochenaux et formes de débordement antérieures au XIXe siècle, période durant laquelle il a retrouvé sa position actuelle (Iriondo, 1987).

Le Petit Age Glaciaire en Argentine n'est pas un événement continu. Il est constitué de deux pulsations froides séparées par une période un peu plus chaude avec des conditions semblables à celles d'aujourd'hui, voire un peu plus humides. La première pulsation couvre une période allant du début du XVe à la fin du XVIe siècle. Les données archéologiques obtenues dans le Nord-ouest de l'Argentine montrent d'ailleurs à cette époque un déclin des systèmes économiques indigènes (Cioccale, 1999). La phase intermédiaire couvre quant à elle la période allant de la fin du XVIe siècle jusqu'au début du XVIIIe siècle, durant laquelle les colons espagnols s'installent dans le bassin de la Plata. C'est d'ailleurs en 1660 que le Salado connaît une crue importante qui décide les autorités de Santa Fe à transférer la ville de sa localisation originale à celle d' aujourd'hui (Prieto et Jorba, 1990).

La seconde pulsation froide survient au début du XVIIIe siècle et s'étend jusqu'au début du XIXe siècle. Il s'agit de la pulsation la plus froide de l'ensemble du PAG. La cartographie des Jésuites montre d'importants changements dans les systèmes fluviaux avec une réduction de la longueur des lits actifs, des changements dans la hiérarchie des chenaux ou des bifurcations. Les lacs et les marais se réduisent ou disparaissent (Furlong Cardiff, 1937). Les données historiques révèlent à cette période d'importants déficits de précipitions qui se combinent avec des grandes oscillations interannuelles (Prieto et Jorba, 1990; Prieto et Herrera, 1991).

Sur les cartes du XVIIIe siècle en notre possession, le Haut Paraná dessine un tracé en tresses alors que le Bas Paraguay est libre de tout dépôt. La dynamique fluviale actuelle semble cependant indiquer un fonctionnement inverse : le Haut Paraná présente peu de dépôts alors que le cours inférieur du Paraguay est encombré d'îles (Drago, 1977; Drago et Amsler, 1981; Bonetto et Orfeo, 1984; Orfeo, 1995; Amsler et Drago, 1999; Amsler et Prendes, 2000; Amsler, 2006; Itaipu Binational, 2006; Amsler et Drago, 2007; Pinto Martins, 2008; Ramonell, Montagnini et al., 2008). Sur les cartes anciennes en revanche, la morphologie fluviale à l'aval de la confluence laisse penser que très peu de sédiments arrivent du Paraguay. L'encombrement du lit et le tressage

sur les tronçons 1 et 4 du Haut Paraná (FIGURE 39 P.231) indiquent que le transport et le dépôt sédimentaires sont importants.

Au XVIIIe siècle, la charge sédimentaire semble donc provenir préférentiellement des provinces argentines, paraguayennes et brésiliennes des *Misiones,* à la différence de la charge solide actuelle (FIGURE 50 P.277). Pour venir appuyer cette hypothèse, il a récemment été reconnu que le Bermejo pourrait avoir cessé de fournir des sédiments au système *paranense* (Peireira, Montagnini *et al.*, 2009). De plus, les pulsations climatiques semblent ne pas avoir affecté les sous-bassins des tributaires du Paraná de manière identique : les systèmes fluviaux de rive droite ne réagissant pas de la même manière que ceux de rive gauche. Les systèmes fluviaux de rive gauche paraissent s'être étendus lors des épisodes froids car ils bénéficiaient toujours d'un climat subtropical. Leur climat permettait de soutenir le débit du fleuve et le transport sédimentaire. Les affluents de de rive droite sont eux affectés par un climat beaucoup plus sec, qui réduit les débits ainsi que la charge sédimentaire (Cioccale, 1999). La modification de la charge sédimentaire a sans doute aussi été soutenue par le début des défrichements dans le haut bassin brésilien, facteur d'une plus grande érosion des sols.

7.3.4 La relative stabilité du système

Quels sont les critères adéquats permettant de juger de l'équilibre d'un cours d'eau ? La prise en compte de la morphologie en plan est elle suffisante, et si oui, quelle est l'échelle à choisir ? La notion de stabilité fait appel aux critères suivants : équilibre, quasi-équilibre, équilibre dynamique ou métamorphose fluviale. Une brève étude bibliographique précise les différentes acceptions du terme.

W. Davis définit les écoulements stables pour des rivières matures comme « un équilibre entre érosion et dépôts » (Davis, 1899). Pour J. Mackin un cours d'eau stable est "un cours d'eau dans lequel, sur une période définie, la pente est ajustée à l'écoulement, avec des chenaux donc les caractéristiques sont adaptées à celui-ci. La vitesse du courant permet le transport de la charge sédimentaire à travers le bassin versant. Un cours d'eau stable est un système en équilibre. De ce fait, n'importe quel changement d'un des facteurs de contrôle provoque un déplacement de l'équilibre vers un état qui tendra à absorber les effets de ce changement » (Mackin, 1948).

Pour expliquer cet équilibre, les facteurs de contrôle présentés par L. Leopold *et al*. (1964) sont la largeur, la profondeur, la vitesse du courant, la pente, le débit, la taille et la concentration des sédiments, ainsi que la rugosité du chenal. Si l'un de ces facteurs est modifié, les autres variables s'ajustent en fonction d'un nouvel équilibre. A. Strahler et J. Hack utilisent le terme "d'équilibre dynamique" en se référant à un système ouvert dans lequel il existe des entrées et des sorties de matériel dans le continuum qui ne

modifient pas les caractéristiques du système (Strahler, 1950; Hack, 1960). Les relations de géométrie hydraulique décrivent les caractéristiques ajustables d'un système ouvert en termes de variables dépendantes et indépendantes en quasi-équilibre (qui n'aggrade, ni ne dégrade). En revanche, sur le temps long, ces phénomènes peuvent aboutir à des processus d'aggradation ou de dégradation, le chenal étant alors considéré comme instable.

Parmi les variables qualitatives, il faut aussi considérer les phénomènes de migration latérale (FIGURE 41 P.236). La variabilité en plan est souvent visible sur les images satellitales, avec la présence nette de paléochenaux au cœur de la plaine alluviale. Les recoupements de méandres par débordement et tangence et les phénomènes d'avulsion sont généralement à l'origine de l'abandon d'un lit pour un autre, comme exposé dans le chapitre précédent (P.281). La hiérarchie des lits fluviaux dans les tronçons aux chenaux multiples est donc sans cesse en modification à l'échelle de la dizaine d'années. Dans les troncons identifiés du Paraná Moyen, les phénomènes d'avulsion et de recoupement rendent le fleuve mobile, ce qui correspondrait selon les définitions à un état d'équilibre dynamique dans lequel le fleuve s'ajuste aux différents facteurs de contrôle du système.

Malgré ces divagations, le Paraná semble être relativement stable sur le temps long, car en plusieurs siècles, il n'a pas connu de véritable métamorphose fluviale[96]. Cette stabilité inattendue ne signifie cependant par pour autant l'absence de processus fluviaux importants.

Il existe plusieurs explications permettant de comprendre pourquoi ces mouvements affectent généralement des tronçons très localisés du fleuve (Blanchon et Bravard, 2007). Il est ainsi possible que le seuil à partir duquel les changements sont effectifs n'ait pas encore été franchi. De plus, le concept de discontinuité (*serial discontinuity concept*) de J. Stanford et J. Ward indique que les rivières auraient tendance à revenir aux conditions écologiques initiales après une perturbation (Ward et Stanford, 2006 ; Blanchon et Bravard, 2007). L'absence d'une métamorphose fluviale spectaculaire ne permet pas d'affirmer l'absence d'impacts des divers facteurs de contrôle. L'érosion, le transport et les dépôts peuvent survenir dans des conditions relativement stables et sont des processus naturels de la stabilité dynamique des rivières.

Du fait de la nature complexe et souvent indéterminée des variables qui sculptent le chenal, il est généralement admise que les cours d'eaux tendent naturellement vers leur forme d'équilibre (Leopold 1994). Un cours d'eau stable est celui pour lequel les caractéristiques du chenal actuel (forme en plan, profil et dimensions) permettent l'écoulement des débits solides et liquides sans engendrer de processus d'aggradation ou d'incision (Rosgen, 1996)., ce qui est aujourd'hui le cas du Paraná .

[96] Changement considérable de la forme en plan du fleuve en une autre forme en plan.

A titre d'exemple, le Haut Paraná (de Confluencia à Posadas) est caractérisé par une pente peu prononcée, de faibles profondeurs et une sinuosité faible des chenaux. La charge sédimentaire y est une variable significative étant donné la faible puissance du fleuve. Son tracé en plan est donc facilement modifié par une faible variation du budget sédimentaire. A débit liquide équivalent, les variables s'ajustent par une augmentation de la sinuosité, une diminution de la pente, un rétrécissement du chenal principal et une augmentation de la profondeur. Ces caractéristiques semblent cohérentes avec le tressage constaté au XVIIIe siècle. Le temps de réponse du système est rapide et les tronçons les plus sensibles possèdent souvent un style mixte pouvant s'ajuster rapidement à une modification de la charge sédimentaire liée à des phénomènes climatiques ou anthropiques.

7.4 Le Paraná, un éco-géosytème en évolution

Les modifications climatiques hétérogènes enregistrées dans le bassin versant du Paraná ont engendré des réponses différentes dans les tronçons étudiés. Nous venons de le voir, lors du PAG, les provinces du Nord-est du bassin reçoivent plus de précipitations que les provinces du Nord-ouest, ce qui est susceptible de provoquer une plus grande érosion superficielle. A cela s'ajoute une capacité de transport différente entre les branches du Paraná et celle du Paraguay. Les facteurs climatiques paraissent jouer un rôle majeur dans le basculement de la charge sédimentaire selon les tronçons du fleuve considérés.

Ces données physiques doivent être croisées avec les données de mise en valeur des sous-bassins, qui semblent jouer dans le même sens. En effet durant la période étudiée, (XVIII-XIXe siècles), les provinces de Misiones, Corrientes, Entre Rios (Argentine), de Canindeyú, Alto Paraná, Itapúa, Misiones, Ñeembucú (Paraguay), Río Grande do Sul, Paraná et Mato Grosso (Brésil) sont intensivement mises en valeur par les missions jésuites. Pour illustrer ce propos, il faut signaler que ces provinces sont plus peuplées que les provinces capitales d'Asunción et de Buenos Aires (Bravet, 1768; Furlong Cardiff, 1937; Lugon, 1970; Haubert, 1986; Lacombe, 1993; Laborie et Lima, 1998; Levington, 2008, 2009; Carbonell de Massy et Levington, 2010). Nous ne reviendrons pas ici sur les modes de mise en valeur spécifiques des « réductions » jésuites mais il convient de mentionner le type d'utilisation du sol qu'elles ont engendré. Les missions ont pour principe de produire les marchandises adaptées aux possibilités de la région[97], mais la mise en culture se fait généralement par brûlis, facteur de déstabilisation des sols (Levington, 2007, 2009). Aucun calcul de surface cultivée n'a encore été fait avec

[97] Yerba maté, de blé, de sorgho et autres céréales

précision, mais les cultures de Yerba maté peuvent atteindre plusieurs hectares pour des missions de petite taille (500 habitants) (Levington, 2007).

Il conviendrait de rechercher sur le terrain des paléo-formes de déforestation et d'érosion verticale. En effet, la littérature actuelle suggère que ces mécanismes sont possibles. Dans un article daté de 2009, E. Latrubesse *et al*. ont montré des processus similaires sur le río Araguaia au Brésil, dont le bassin versant est affecté par les déforestations dues au soja brésilien (Latrubesse, Amsler *et al.*, 2009). Pour cette grande rivière alluviale, les signaux morphologiques prouvent une altération des budgets sédimentaires et une réponse importante de la rivière qui acquiert un style en tresses (Carstro, Borges de Campos *et al.*, 1999). De plus, le cours moyen affiche une tendance à l'engraissement et indique un rapide ajustement fluvial en réponse à la déforestation. Il a par ailleurs été démontré que la période de réponse du système fluvial aux perturbations humaines est de l'ordre d'une décennie (Latrubesse, Amsler *et al.*, 2009). Si l'on admet la valeur de ce temps de réponse, les modifications engendrées par les défrichements sur le Haut Paraná sont effectivement susceptibles d'apparaître dans la cartographie historique.

Les résultats énoncés ne sont que la première étape d'un travail en cours de réalisation. Les hypothèses posées quant au changement de la provenance de la charge sédimentaire et de la modification du tracé en plan du Paraná au cours des siècles doivent être prolongées par la recherche de dates absolues dans le cœur des îles. Une étude de la structure des îles anciennes permettrait sans doute de matérialiser les héritages du XVIIIe siècle : la granulométrie et la composition des sédiments hérités devraient être hétérogènes. Les études granulométriques projetées seraient alors comparées avec les sédiments actuels composant la charge de fond sableuse du Paraná et ceux présents sur les principales zones de dépôt et d'engraissement. Ces études demanderaient cependant une logistique et des fonds de recherche importants. Outre les sondages manuels qui pourraient être réalisés dans les îles et dans les paléochenaux du Paraná, il est également possible d'envisager des analyses OSL[98] pour dater les différents échantillons de la base des îles. Cette méthode permettrait de donner des preuves absolues. D'autres méthodes sont également envisageables (Plomb 210 ou le Carbone 14), bien que plus difficilement applicables dans l'environnement *paranense*.

[98] La datation par la luminescence stimulée optiquement s'applique aux sédiments ayant subi une exposition aux rayons solaires Cette méthode permet de dater le moment où le dépôt ne reçoit plus la lumière solaire parce qu'il a été recouvert.

Conclusion du septième chapitre

Le Paraná est l'archétype des mégafleuves. Son écoulement est caractérisé par les géomorphologues d' « anastomosé à thalweg méandriforme » (Amsler et Ramonell, 2005) ou d' « anastomosé » (Latrubesse, 2008). Ces deux définitions sont assez proches bien que la seconde permette de prendre en compte l'originalité des mégafleuves en en faisant un élément de définition. La morphologie du fleuve est par ailleurs caractérisée par une succession d'élargissement et d'étranglements, le fleuve s'écoulant tantôt dans des chenaux multiples tantôt dans un chenal unique. La plaine alluviale qui le borde est caractérisée par des dépôts récents qui forment une frange composée d'anciens bancs du lit et de méandres abandonnés postérieurement remplis d'alluvions. Les dépôts plus anciens se situent en général à une plus grande distance du cours principal et sont caractérisés par de grandes surfaces planes aux reliefs extrêmement bas pratiquement invisibles sur le terrain.

Le dépôt des sédiments transportés par le fleuve donne ainsi sa morphologie à la plaine alluviale. Le Paraná est caractérisé par une charge de fond sableuse (sables fins et moyens) de l'ordre de 17% et de 83% de charge en suspension de fines (limons et argiles) (Mangini, Prendes *et al*., 2003). Les sédiments proviennent majoritairement du bassin versant du Bermejo. Les sédiments en provenance de son haut bassin brésilien est nettement moindre, du fait de la succession de barrages qui barrent son cours. Le transport sédimentaire est inégal sur les différents tronçons du Paraná en fonction du mélange des eaux en provenance du bassin du Paraguay et du Haut bassin brésilien.

Le visage du Paraná a changé au cours du temps en fonction des changements climatiques et de l'installation des activités humaines en bord de fleuve (Iriondo et Krohling, 1995). Trois périodes climatiques récentes permettent d'expliquer ces évolutions : la première s'achève dans les années 1930. Elle est caractérisée par des débits importants et une fréquence des crues élevée ; la seconde s'étend de1930 à 1970 et se caractérise par la diminution de la fréquence et de l'intensité des pluies sur le bassin versant, et enfin, à partir de 1970 débute une période humide (Amsler et Ramonell, 2005). Dans les années 1970 les premiers ajustements du fleuve apparaissent. Le Paraná s'élargit à nouveau pour accommoder les nouveaux débits. Lors du PAG, les oscillations climatiques semblent s'être intensifiées avec une succession d'extrêmes sécheresses et de crues extraordinaires (Prieto et Jorba, 1990) ; en conséquence de quoi, la morphologie du Paraná évolue : la largeur de l'écoulement diminue et les chenaux s'approfondissent. Les modifications climatiques hétérogènes enregistrées dans le bassin versant du Paraná ont engendré des réponses différentes dans les tronçons étudiés.

Ces données physiques doivent être croisées avec les données de mise en valeur des sous-bassins, qui semblent jouer dans le même sens. Les études manquent toutefois pour quantifier les changements survenus. Il est néanmoins possible d'affirmer que le Paraná est morphologiquement stable sur le temps long, alors que l'ajustement de ses chenaux est assez rapide sur le temps court.

Conclusion de la deuxième partie

La géohistoire du Paraná constitue une des clefs de la compréhension d'ensemble de cet espace gigantesque, grâce en particulier à l'élargissement des échelles temporelles et spatiales. Les données pseudo-qualitatives relevées sur les cartes anciennes fournissent d'importantes informations sur le fonctionnement fluvial et les dynamiques à l'œuvre dans cet immense territoire entre terre et eau. Ce sont tout d'abord les paysages de ce territoire nouvellement découvert qui ont surpris les colons lors de leurs voyages d'exploration successifs sur le Paraná, et les cartes qu'ils en ont ramenées en font foi. En effet, deux siècles et demi avant la naissance du concept de mégafleuve, les conquistadors intègrent déjà, tant bien que mal, l'immensité du Paraná dans leurs représentations. Implicitement, les premiers cartographes ont conscience de la taille non conventionnelle du Paraná. Les représentations qu'ils en font sont souvent des images déformées, tronquées, incapables de correspondre à un objet dont la taille est perçue intuitivement, mais n'est pas maîtrisée. La notion moderne de mégafleuve prend néanmoins ses racines dans les figurations anciennes du Paraná. L'embarras des premiers explorateurs à dessiner le Paraná témoigne du fait que les cartographes se retrouvent confrontés à une immensité inconnue dans l'Ancien Monde.

La présentation d'un corpus cartographique le plus varié et signifiant possible nous a permis de conduire à la reconnaissance de la stabilité du fleuve et de son évolution sur le temps long. La confrontation de différentes disciplines démontre les modifications importantes subies par le tracé du Paraná à l'échelle des temps géologiques. A l'échelle pluriséculaire cependant, les perturbations semblent être absorbées par la modification de l'écoulement local, voire régional. Ces adaptations se font de manière relativement rapide, sur une dizaine d'années environ. L'importance de la plaine alluviale dans la transformation du système aboutit à un style anabranché, lequel connaît des variations locales permettant au fleuve de s'ajuster rapidement aux variations de débit solide ou liquide.

Dans la littérature actuelle, la prise en compte des échelles du fleuve a considérablement changé, à l'instar des attentes sociales. Nous posons l'hypothèse que le concept de mégafleuve développé depuis quelques années en géomorphologie fluviale permet de répondre au besoin de confronter les apports de toutes les disciplines et des multiples points de vue de la société argentine. Ce concept est en effet capable de donner des pistes conduisant à une gestion intégrée du bassin versant. Ces sujets, peu ou pas traités dans la bibliographie, attendent sans doute la maturation du concept et demandent à être développés.

L’intérêt du concept de mégafleuve réside dans la possibilité de déboucher sur une vision prospective au service de la société argentine dans toutes ses composantes (sociales, économiques, culturelles, géopolitiques et environnementales). La troisième partie abordera la transformation progressive du Paraná d’un espace à découvrir, à connaître et à comprendre en un territoire porteur d’enjeux considérables pour le siècle à venir.

PARTIE 3. DU FLEUVE AU TERRITOIRE

Construire des ponts entre le fonctionnement naturel du Paraná et celui de la société, est aujourd'hui indispensable pour une gestion intégrée et raisonnée du mégafleuve. En effet, ce n'est qu'à travers l'histoire de son appropriation et de sa mise en valeur que les attentes et les difficultés de la société argentine se dévoilent face à de nouvelles perspectives.

Nous avons vu dans la première partie que les enjeux et les usages sont de plus en plus intenses. Le Paraná est aujourd'hui considéré comme une ressource naturelle donnant d'importants avantages comparatifs aux territoires argentins situés à l'aval du bassin. La prise en compte des échelles du mégafleuve et de son intégration dans un ensemble socio-économique plus vaste sont aujourd'hui en train de se modifier avec une recherche fondamentale centrée sur la très grande échelle, une exploitation de la ressource pensée à moyenne échelle et une gestion qui se fait de plus en plus à très petite échelle. De ce fait, le découpage du fleuve est très morcelé, les tronçons déterminés ne se superposent pas. Les emboitements spatio-temporels sont de plus en plus complexes et l'intégration du Paraná dans le fonctionnement socio-économique de l'Argentine doit par ailleurs faire face à une certaine méconnaissance de son fonctionnement physique. C'est pourquoi la seconde partie a été consacrée à la complexité du fonctionnement naturel, à la fois stable à petite échelle et sur le temps long, mais extrêmement mouvant à grande échelle et sur le temps court. La connaissance du fonctionnement fluvial est aujourd'hui limitée par la taille du fleuve et par les budgets consacrés aux différentes thématiques de recherche. Le concept de mégafleuve justifie en partie la méconnaissance du fonctionnement naturel mais, bien qu'il soit efficace, il n'est pas encore abouti. En effet, les analyses purement physiques des apports sédimentaires montrent qu'il n'est pas possible de caractériser un mégafleuve en se basant uniquement sur ses données physiques.

La première et la seconde partie ont abordé le concept de mégafleuve du point de vue de l'aménagement et de la géomorphologie fluviale du Paraná. La troisième partie cherche à concrétiser ce concept en établissant les relations entre le fonctionnement naturel et l'exploitation humaine à petite échelle. Pour cela, il faut présenter la transformation d'un espace à découvrir, à s'approprier et à connaître. Ce territoire est

porteur d'enjeux extrêmement forts. L'intervention plus ou moins importante des populations riveraines ainsi que les relations entre l'amont et l'aval ont changé le visage du fleuve. Il reste à déterminer quel territoire fluvial les sociétés d'aujourd'hui et de demain cherchent à construire. Pour cela il est nécessaire de prendre en compte les questions géopolitiques dans le bassin versant ainsi que l'apparition de nouveaux acteurs puissants qui modifient largement le territoire construit jusqu'ici.

Dans l'histoire du territoire fluvial du Paraná, se succèdent un grand nombre d'acteurs aux échelles d'action différentes. Pour comprendre le visage actuel du fleuve, il n'est pas possible de faire l'impasse sur la mise en valeur du pays. La structure économique actuelle de l'Argentine ainsi que l'intégration inachevée des territoires linéaires qui encadrent le Paraná sont le fruit des interactions entre ces acteurs et le fleuve. Nous avons tendance dans l'histoire du Nouveau monde à oublier qu'avant la colonisation, les populations indigènes s'étaient déjà approprié la Paraná. Plusieurs dizaines d'ethnies indiennes habitaient déjà les rives à l'arrivée de l'homme blanc. Sans doute, faute de documents écrits et de vestiges significatifs indiquant la présence d'une grande civilisation, les historiens argentins et européens ont souvent fait l'impasse sur cette civilisation préhispanique. Ces populations ont toujours été peu nombreuses et éparpillées sur un vaste territoire. Seul le Nord-Ouest argentin se caractérise par un niveau de civilisation plus achevé. Il subsiste de rares vestiges d'anciennes cités fortifiées comme celle de Quilmes où vivaient 2500 personnes avant leur déportation vers Buenos Aires par les Espagnols. Au centre et dans le Nord-Est, des groupes de semi-nomades s'éparpillent sur le territoire : sur les marges du Paraná, plus au Nord, les Espagnols entrent en contact avec les *corondas, quiloazas, mocoretas et mepenes*, en très grand nombre. Mais ce sont les *payaguas* qui attirent le plus l'attention des voyageurs par leur constante animosité. Pour Schmidl, ce sont les guerriers les plus courageux qu'il ait jamais rencontrés, sur le fleuve « ce sont des véritables corsaires sur des canoës, qui sautent à terre pour commettre des vols chez les Indiens guaranis qui sont leurs principaux ennemis » (Schmidel, 1942).

Les *guaranis* sont toutefois le groupe le plus important et le plus dispersé (du Haut Paraná jusqu'à Buenos Aires). Ces très bons navigateurs ont réussi à former des petites colonies semi-indépendantes en bord de fleuve qui structurent un territoire réticulaire (Naranjo, 1973). Ils pratiquent une agriculture rudimentaire, domestiquent quelques animaux et se spécialisent dans la pêche, ce qui leur permet d'être des peuples semi-sédentaires. Leur connaissance du Paraná, de ses îles et de ses rives a été largement utilisé par les colonisateurs qui copient notamment leurs embarcations (Alvear, 1836). Le peuplement précolombien des rives du Paraná n'a pas laissé beaucoup d'empreintes sur le territoire car le travail du métal leur est inconnu et leur poterie reste très rudimentaire. Si on les compare à l'ancrage géographique des Indiens d'Amérique du

Nord, notamment les populations riveraines du Mississippi, l'implantation spatiale et les marques territoriales des communautés guaranis sont très faibles. En effet, dans la colonisation anglo-saxonne, la pierre angulaire de l'appropriation de l'espace passe par le peuplement, alors que l'appropriation espagnole passe plutôt par la mise en exploitation de la terre avec un faible nombre d'individus. L'installation des populations européennes dans les territoires nouvellement découverts est plus faible en Amérique du Sud et les colonies espagnoles mettent plus de temps à transformer l'espace en territoire (Levy et Lussault, 2003).

Ces deux types de colonisation ont cependant un point commun dans la pénétration du continent par le biais des mégafleuves irriguant les grands espaces continentaux. Que ce soit sur le Mississippi, le Saint Laurent où le Paraná, les colons se déplacent et commercent grâce à ces voies de navigation providentielles. La réussite économique des colonies est conditionnée par l'adaptation des embarcations à la morphologie du fleuve et à la maîtrise des vents dominants. Avant le développement de la navigation à vapeur qui affranchit partiellement des conditions climatiques du bassin versant, ce sont les canoës indigènes et les méthodes de flottage qui sont utilisés sur le Paraná. Le fleuve devient ainsi un cordon ombilical mettant en réseau les établissements humains dispersés sur les deux mille kilomètres de son parcours.

Les interactions entre la société et son fleuve ont créé un territoire particulier, car le développement d'une grande voie fluviale à l'échelle du sous-continent dépasse les simples données du transport, en créant un corridor de développement territorialisé où les projets interrogent la géostratégie des pays riverains (Roccatagliata, 2008). Le bassin versant physique du mégafleuve se retrouve alors fortement morcelé par l'instauration de frontières étatiques alors que jusqu'au début du XVIIIe siècle, le bassin versant est considéré comme un tout. Avec les indépendances et la construction des Etat-Nations dans le Cône Sud, le Paraná passe progressivement de fleuve-lien à fleuve-barrière.

Chapitre 8. Quand la géopolitique intervient

Alors que le Paraná a conservé une morphologie naturelle assez semblable durant les quatre siècles étudiés dans la partie précédente, l'organisation du territoire fluvial a beaucoup changé. La perception du fleuve a été fortement modifiée par les projections territoriales de chaque groupe humain établi sur ses berges. La configuration territoriale que nous connaissons aujourd'hui est le fruit d'importantes batailles pour l'espace, de rapports de force et de conflits d'intérêt.

8.1 Le lien fluvial

Avant l'arrivée des Européens, le fleuve est un moyen de navigation soutenant une organisation territoriale indigène réticulaire. Aucune grande civilisation fluviale, à l'image des civilisations asiatiques ou égyptiennes, n'est née des eaux du Paraná. La « civilisation » européenne se propage, elle, au fil de l'eau (Wittfogel, 1977).

8.1.1 La « civilisation » au fil de l'eau

Les notions de sauvagerie et de civilisation font leur entrée dans la littérature avec les Grandes Découvertes en référence à des populations indigènes dont les richesses sont convoitées et le paganisme méprisé. Les récits des explorateurs sont imprégnés des guerres coloniales et le « sauvage » est souvent présenté comme un guerrier farouche aux coutumes barbares (Lefort, 2005). La colonisation est quant à elle perçue comme une œuvre de civilisation, de progrès et de développement. Le « remède » consiste alors à plaquer le modèle occidental sur les populations autochtones, tout en conservant certaines pratiques indigènes vis-à-vis de l'espace amphibie du fleuve qui n'est pas dominé par les Européens immigrés. C'est sur cette base que se construit la géographie des rives du Paraná, avec une disparition progressive de l'organisation sociale et de la culture des premiers groupes autochtones.

8.1.1.1 Indigènes et missionnaires, la construction d'un territoire métisse

Le marquage territorial des communautés indigènes a sans doute existé, mais il a été effacé dès l'arrivée des conquistadors qui ont imposé leur mode de structuration de l'espace. Ces communautés ont néanmoins su construire un proto-territoire archipélagique le long du fleuve grâce à un petit commerce de troc entre les noyaux les plus importants (FIGURE 56 A P.303). Il est toutefois difficile d'avoir une idée objective de

l'organisation sociale des indiens du Paraná car, le plus souvent, nous avons à notre disposition la vision des « vainqueurs » (Wachtel, 1971; Duviols, 1986) qui traitent préférentiellement des coutumes religieuses et des mœurs des Indiens mais peu de choses sont dites sur leur mode d'organisation. Dans le cas qui nous concerne, le territoire ancestral est progressivement effacé par l'occupation espagnole et celle des missions jésuites (Melià, 1995; Melià, 2010). Malgré cela, les toponymes guaranis ayant survécu à la colonisation nous renseignent sur les relations de ces populations avec le fleuve et sur la structuration du territoire autochtone. Ce sont les aînés qui maintiennent vivante et active la dénomination choronymique du territoire ancestral et de ses paysages (Cyr et Nagugwes Metallic, 1999). Aujourd'hui un grand nombre de ces toponymes a été effacé mais ceux qui restent font le plus souvent référence au monde aquatique, à sa végétation, à sa topographie et à sa faune. De ces quatre groupes lexicaux, nous avons retenu quelques exemples.

Dans la famille lexicale de l'eau, le toponyme *Paraná*, par exemple, signifie « père des fleuves », *Iberá* l'« eau qui brille » ou *Itzuaingó* « l'eau faisant du bruit dans sa chute ». Ces noms de lieux ou de villages montrent l'omniprésence du monde aquatique dans la vie des Guaranís. La seconde famille lexicale qui correspond à la végétation ne fait pas exception car le plus souvent, elle se réfère à la végétation aquatique : *Taquari* « plantes grasses du fleuve », ou encore *Aguapay* «plante aquatique flottante ». La troisième famille lexicale du bord du fleuve renvoie également à la topographie comme *ItaIbaté* « la pierre haute » (qui dépasse de l'eau), *Yacyretá* « le pays de la lune » (où la lumière de la lune se reflète sur les grandes étendues humides), *Guaira* « le lieu d'accès difficile » (du fait des chutes d'eau) ou encore *Itapúa* « la pierre qui ronfle ». Cette famille regroupe aussi indirectement des toponymes relatifs au fonctionnement fluvial, comme comme *Ybicui* « fait de sable », attestant ainsi de la charge sédimentaire déposée par le fleuve. La quatrième et dernière famille lexicale est celle relative à la faune, qui elle aussi fait référence à un monde amphibie avec, par exemple, *Uruguay* « rivière où habitent les oiseaux peints » ou *Alcarey* « oiseaux migrateurs », qui viennent nicher dans les zones humides. Ces champs lexicaux de bord de fleuve peuvent faire penser que le Paraná et ses espaces amphibies tiennent une place importante dans la structuration de l'espace indigène. Le fleuve a sa place dans ce « texte » transmis oralement de génération en génération. C'est également lui qui donne vie au proto-commerce du bassin versant, où il existe également quelques toponymes faisant référence aux produits échangés entre groupes de la même tribu[99] (Melià, 1993).

99 Par exemple Irati signifie « le lieu où il y a du miel en quantité », et Pindoí « lieu où vivent les petits palmiers» devant donner quelques fruits objets de troc.

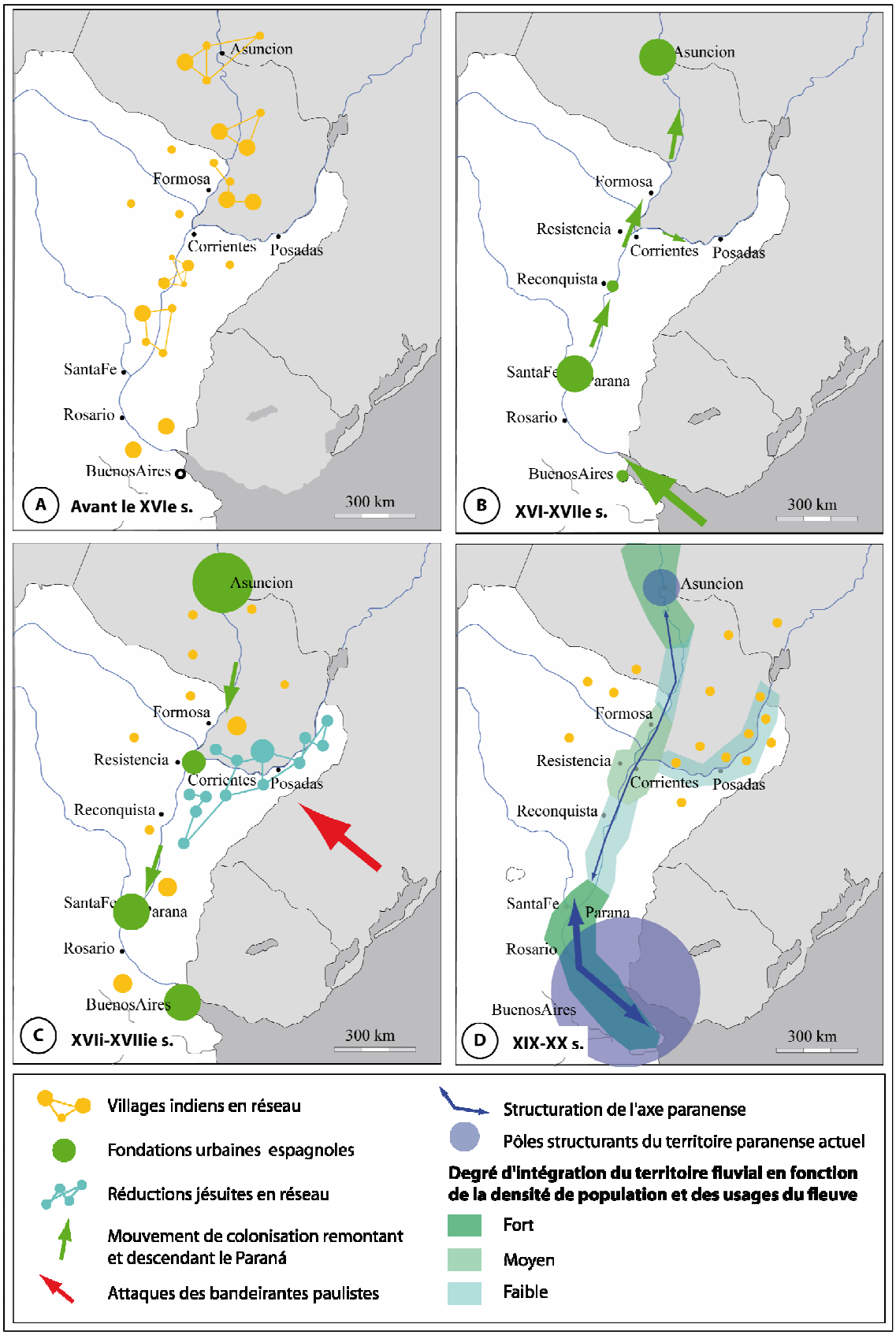


FIGURE 56 SCHEMA DE L'EVOLUTION DE LA STRUCTURATION SPATIALE DU TERRITOIRE FLUVIAL DU PARANA

La structure du territoire indigène en réseau est reprise par le système missionnaire. Les relations entre communautés sont peu développées avant l'arrivée des Jésuites mais cette base servira à construire un système marchand relativement florissant entre le XVIe et le XVIIe siècle. Durant cette période, les plus grandes transformations s'inscrivent dans l'espace par la sédentarisation des groupes semi-nomades et par le déplacement de populations vers les zones de peuplement européen. Le territoire en archipels est ainsi réinventé et consolidé par les missions jésuites (FIGURE 56 C P.303). A partir de 1589, les Jésuites commencent à interagir avec les populations guaranís en réponse à la sauvagerie présumée des Indiens rencontrés. Cette perception des Indiens se maintient longtemps en Argentine : dans les années 1950, on lit dans les manuels scolaires qu'« aucun peuple indigène du territoire argentin n'atteignit ne serait-ce que le stade moyen de la barbarie, car les plus avancés d'entre eux, les *Diaguitas*, se trouvaient au niveau *inférieur* sur l'échelle de la civilisation » (Arriola, 1946). Quand arrivèrent les Espagnols, les peuples du littoral fluvial traversaient « le stade supérieur » de la « sauvagerie » avec une mention spéciale pour les Indiens de la rive orientale du Paraná auxquels est attribuée la mort de l'explorateur Juan Díaz de Solís (González Bernaldo, 2005).

Des missions jésuites sont installées dès 1610 pour civiliser ces « sauvages ». A cette date, les premiers missionnaires remontent le Paraná jusqu'à la région de *Guaira* où ils organisent des villages très simples avec une population abondante. L'organisation des communautés guaranis est le résultat d'un savoir politique missionnaire s'appuyant sur une base économique et sociale adaptée à la culture indigène et orientée vers un idéal de société chrétienne. San Ignacio Guazú, sur les bords du Paraná est la première réduction à être intégrée à l'« état jésuite » (Naranjo, 1973). Le fonctionnement de ces premières organisations urbaines sur les rives du Paraná suppose alors une base économique solide et bien établie (Levinton, 2009). Cependant la persistance de la politique marchande restrictive de la couronne espagnole oblige les missions à développer une économie locale avec la production de marchandises variées destinées à répondre aux besoins des Indiens et des missionnaires isolés dans les terres du Haut Paraná. Il se forme alors des unités économiques de production autonomes et rudimentaires qui fonctionnent sur le principe de l'archipel. Ce n'est donc que dans la seconde moitié du XVIIe siècle que la production de Yerba Maté, de bois, de coton et de tabac donne vie à un faible trafic fluvial sur le Paraná. Jusqu'en 1617, la Compagnie de Jésus établit ses comptoirs dans les villes d'Asunción, Santa Fe et Buenos Aires qui forment la base de la structure urbaine actuelle du Paraná (FIGURE 56 B P. 303). Bien que les missions se multiplient et rassemblent une population de plus en plus importante, leur stabilité est souvent menacée par les *bandeirantes* portugais (véritables chasseurs d'esclaves) et par les

Espagnols qui n'ont jamais abandonné l'idée d'obtenir de la main d'œuvre bon marché (FIGURE 56 C P.303).

A cette période (XVII-XVIIIe siècles), les provinces d'Argentine[100], du Paraguay[101], et du Brésil[102] sont les plus peuplées des territoires du Cône Sud et sont intensivement mises en valeur. (ANNEXES 3.1 P.543) (Bravet, 1768; Furlong Cardiff 1937; Lugon, 1970; Haubert, 1986; Lacombe, 1993; Laborie et Lima, 1998; Levington, 2008, 2009; Carbonell de Massy et Levington, 2010). Un système d'échange par voie navigable entre les missions et les noyaux de peuplement est mis en place, promouvant ainsi la construction de nombreux petits ports de cabotage (Levington, 2007, 2009). L'expulsion brutale des missionnaires en 1767 provoque le dépeuplement des provinces du Nord-Est, ce qui nuit à l'économie de la région qui était relativement prospère. A cela s'ajoutent les conflits entre les natifs de Corrientes et le Gouvernement de Buenos Aires, qui conduit à la diminution du transport commercial en cours de développement sur le Paraná (Ministerio de Planificacion Federal Inversion Publica y Servicios, 2008). L'effondrement du système jésuite dévaste l'économie de la région laissant dans le paysage les ruines du peuplement passé, comme en témoigne C. Knight au milieu du XIXe siècle.

« A l'extrémité sud du pays, le long des rives du Paraná, il ya une terre basse, qui est sujette à des inondations occasionnelles. La partie de ce pays qui s'étend du lac d'Ybera en direction du Nord-Est jusqu'à la ligne frontière du Brésil est connue sous le nom de la Missiones, car des Jésuites y ont rassemblé un grand nombre d'aborigènes (sic), et habitués ceux-ci à une vie civilisée. **Les établissements sont aujourd'hui en ruines, et la population dispersée.** La partie Sud-occidentale, qui est vallonnée, a un sol **d'une grande fertilité, produisant du coton, du sucre et autres productions tropicales.** (…) » (Knight, 1866).

La société argentine a toutefois eu le temps de consolider certains comptoirs de commerce sur les bords du fleuve. Le système marchand qui se met en place pose les bases de la structure économique de l'Argentine actuelle en développant l'exportation des produits venus de l'intérieur (Yerba Maté, viande et grains) grâce à l'apparition de la navigation à vapeur et des frigorifiques. Dans cette organisation, le Paraná devient une grande voie de communication convoitée par les pays partageant le fleuve. Son débouché dans le río de la Plata prend dès lors une place stratégique, d'autant plus que les relations entre les pays du bassin sont souvent tendues. Le mégafleuve est

[100] Misiones, Corrientes, Entre Rios

[101] Canindeyú, Alto Paraná, Itapúa, Misiones, Ñeembucú

[102] Río Grande do Sul, Paraná et Mato Grosso

progressivement intégré dans un schéma géopolitique plus vaste : à la fois lien fort entre les différentes entités politiques et territoire frontière facilitant le partage de l'espace.

Avec la disparition des missions jésuites, l'organisation en archipels décline et laisse place à une occupation territoriale beaucoup plus « classique » dans laquelle les villes de bord de fleuve se construisent autour des paradigmes d'exportation. L'implantation des villes-ports, qui permettent l'accès à la voie fluviale, transforme progressivement les rives du fleuve. La navigation supplante progressivement l'utilisation du Paraná comme ressource quotidienne des communautés riveraines. A l'époque des indépendances, la société tourne ainsi le dos au fleuve qui devient un support dans la mise en valeur des terres intérieures.

Le Paraná a ainsi connu un développement « à éclipses » avec l'effacement de l'occupation traditionnelle et avec le développement des territoires nationaux. Trois types de territoires différents se construisent sur les bords du Paraná :

(1) les territoires indigènes construits de manière archipélagique dans lesquels le mégafleuve est un moyen de communication;

(2) les territoires « mixtes » qui reprennent le modèle indigène en y intégrant les modèles territoriaux européens.

(3) les territoires fondés sur le modèle européen qui tournent le dos au fleuve pour mettre en valeur l'intérieur des terres (FIGURE 56C P.303).

La pénétration vers l'intérieur et la mise en exploitation de grandes superficies engendrent une agriculture prospère qui est toujours aujourd'hui la base de l'économie argentine. L'exportation des marchandises vers la métropole se fait logiquement par la voie fluviale, ce qui provoque dès le XVIIe siècle des conflits autour du partage de la ressource. Avec l'augmentation des volumes à transporter et l'amélioration des techniques de navigation la question de l'ouverture du fleuve à la navigation internationale se pose alors de manière de plus en plus pressante. Le lien fluvial entre les pays s'est en effet construit de manière désorganisée et il manque des lois communes permettant de gérer la navigation et le commerce sur le fleuve.

8.1.1.2 Epopée de la navigation et ouverture à la navigation internationale

Maintenir une route navigable sûre entre les territoires découverts et la métropole a été une gageure pour les conquistadors. Bien que Nuñez Cabeza de Vaca ait atteint la ville d'Asunción depuis l'Atlantique, le voyage a été tellement difficile que la meilleure voie de communication restait le Paraná. Dans le prolongement du Río de la Plata, la navigation du Paraná et du Paraguay prend à cette époque entre deux et onze mois pour atteindre la capitale du Paraguay car les bateaux européens ne sont pas adaptés à ce

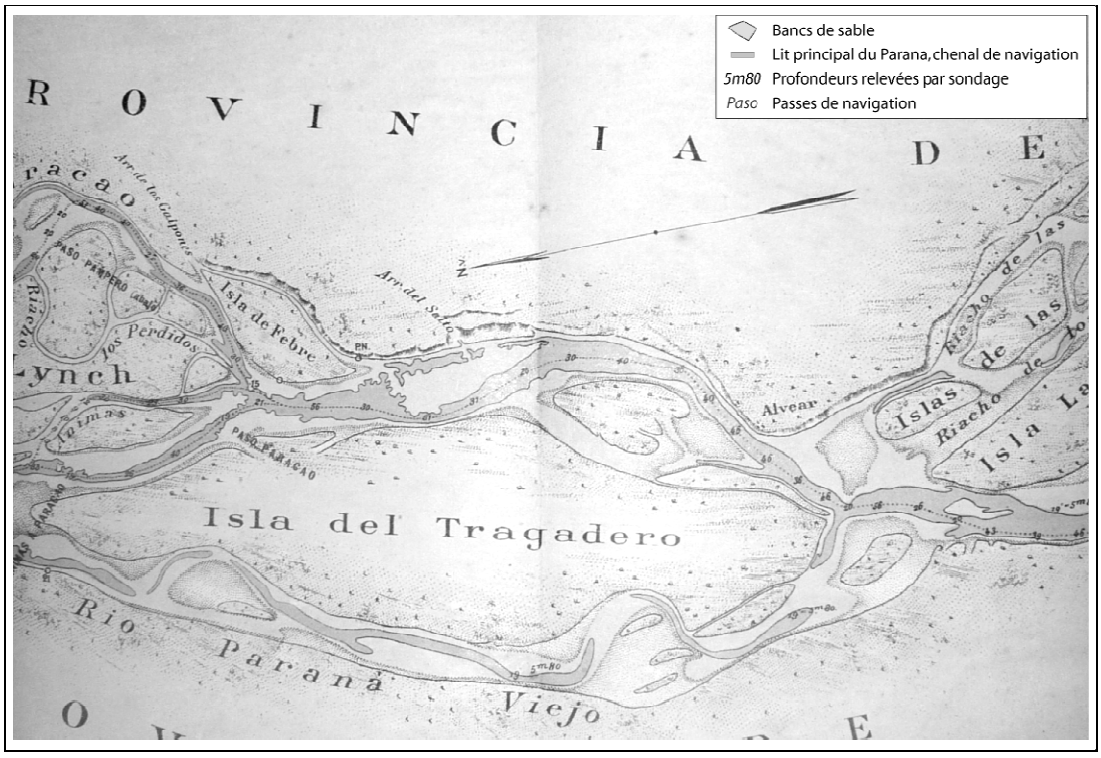
genre de voyage (Naranjo, 1973). Les caravelles et les bateaux d'exploration avec lesquels les colons arrivent sur le continent sont en effet les bateaux les plus robustes et ceux de plus grande capacité construits en Europe à cette époque. La navigation à voile et l'architecture des embarcations ne permettent de remonter le fleuve qu'entre mi-mars et mi-mai pour profiter des vents facilitant la navigation. Les méthodes de halage sont assez peu utilisées car la configuration physique des berges et des îles du Paraná ne permet pas d'utiliser des chemins adéquats dans le labyrinthe des marais constituant la plaine alluviale du fleuve. De nombreuses années sont nécessaires pour connaître les quelques secrets de navigation et entre le XVIe et le XVIIIe siècle il n'y a que peu de pilotes capables d'y guider les embarcations. Les navigateurs, dont les connaissances sont précaires, courent de plus le risque d'être attaqués par les Indiens lors de leurs haltes sur les berges ou sur les îles. Les bateaux doivent ainsi voyager armés et en groupes pour se protéger contre les attaques des canoës indigènes (Echaurri, 1739). Les cartes hydrographiques inexactes et les informations collectées ne permettent pas d'éviter les pertes, les naufrages et les échouements. Les bateaux ne naviguent que de jour et ceux qui ont la calaison la plus importante avancent lentement en suivant les instructions de la personne chargée de sonder le canal devant le bateau. Les premiers voyages sur le Paraná sont donc très aléatoires. Les colons s'inspirent peu à peu des moyens de navigation élaborés par les indigènes pour développer le cabotage avant d'atteindre Buenos Aires qui est le port d'exportation par excellence.

C'est pourquoi tous les chroniqueurs et les voyageurs ont observé et décrit les embarcations des groupes autochtones. Ulrich Schmidl, par exemple, raconte comment il a été reçu par les indiens *timbues* dans la localité de Rosario : *« (…) les indiens viennent à notre rencontre dans environ 400 canoës ou petites barques dans lesquelles se tiennent 16 hommes (…) chacune des barques est construite dans un tronc d'arbre et ont une largeur de 3 pieds et une longueur de 80 pieds (…)*» (Schmidl, 1942). Les rudimentaires canoës indigènes sont généralement utilisés pour les tâches quotidiennes car ils sont les plus rapides et les plus manoeuvrables. Jusqu'à l'époque de la Vice-royauté, la navigation sur le Paraná se réalise avec des embarcations assez rudimentaires dont les formes évoluent pour permettre la remontée du fleuve. Les barques qui sont utilisées pour le trafic vers l'amont, appelées *tartanas*, sont pourvue d'un mât et de voiles triangulaires avec une calaison variant entre sept et dix pieds. Elles peuvent charger jusqu'à 160 tonnes.

Le manque de bois dans la province pampéenne stimule l'utilisation des systèmes de flottage inventés par les indigènes pour naviguer à la faveur du courant. Les « ballots » (*jangadas*) employés peuvent alors atteindre neuf pieds de calaison. L'exportation des matières premières non flottables telles que les céréales, le coton, le tabac ou la viande encourage également la navigation d'embarcations plus évoluées. L'augmentation du

trafic exige toutefois un nombre important de navigants sachant manoeuvrer les bateaux et décharger les cargaisons. En conséquence, les salaires et l'alimentation des équipages dans ces voyages, durant toujours plusieurs mois, représentent des coûts énormes.

Les voyageurs doivent également faire face à la mobilité fluviale car les chenaux et les bancs de sables changent continuellement. Après le XVIe siècle, il existe quelques chroniques pratiques pour la navigation dans les fleuves et les estuaires, mais ce n'est qu'au début du XVIIIe siècle qu'apparaissent les premières bonnes cartes de la région (Ortiz de Zarate, 1572). Néanmoins ces dernières sont quasiment inutilisables pour la navigation car les erreurs se propagent d'une copie à une autre et les bancs de sable ou les fonds rocheux sont souvent mal positionnés (Regules, 1930; Torre Revello, 1938). Ce n'est qu'après le XVIIIe siècle que les cartes commencent à inclure des relevés de sondage réalisés dans les chenaux et dans les ports. Cependant, même les livres de navigation, les *derroteros* et les cartes navales éditées et vendues par la Capitainerie du port de Buenos Aires (CARTE 29) sont d'une utilité relative car ils ne permettent pas de se passer de la présence de pilotes compétents (Gillespie, 1818; Trenti Rocamora, 1948). A cette époque, quelques officiers servent comme pilotes dans l'estuaire et jusqu' à 1800 la couronne octroie des licences professionnelles pour guider les bateaux dans le Rio de la Plata. Ces pilotes, généralement natifs de la zone, pour la plupart métis, utilisent principalement leur connaissance du terrain.



CARTE 29 *DERROTERO* DE NAVIGATION EDITE EN 1913, SERVANT A GUIDER LES EMBARCATIONS REMONTANT LE PARANA ENTRE LES VILLES DE BUENOS AIRES ET D'ASUNCION

A la fin du XVIIIe siècle, le développement rapide des activités commerciales crée une nouvelle réalité sociale et économique au sein des populations du bassin versant et donne une nouvelle vigueur à la navigation sur le Paraná. Un nombre croissant de marchands parcourent les campagnes d'Entre Rios et de Corrientes et chargent de fragiles embarcations pour mener les marchandises jusqu'au port de Las Conchas proche de Buenos Aires. Les cuirs de Corrientes servent à la construction locale d'embarcations et d'autres moyens de flottaison, de gibecières de yerba et parallèlement ils deviennent une activité très lucrative[103]. D'un autre côté, les bois et les produits des cultures subtropicales (sucre, tabac, yerba) continuent à être importants dans le commerce fluvial. Buenos Aires, qui passe de 22 000 habitants en 1770 à 40 000 habitants en 1800, ouvre un nouveau marché de consommation et le coût des marchandises importées du Brésil favorise le développement du trafic vers l'aval.

Sur le trajet reliant Buenos Aires au port d'Asunción, des peuplements isolés et des petits ports sont installés pour permettre aux équipages de s'approvisionner en viande et autres provisions indispensables. Là encore, la présence d'un pilote expérimenté reste indispensable car beaucoup de localités sont très peu visibles. Le témoignage d'un voyageur passant par le Paraná au milieu du XIXe siècle confirme la difficulté de trouver les ports sur le trajet jusqu'à la capitale paraguayenne : « … *un port de cette catégorie (...) signifie seulement un lieu déterminé sur la côte déserte, par lequel on arrive par un étroit passage traversant l'épaisse végétation, qui est signalé par les connaisseurs de la région par une quelconque marque, qui ne parviendrait pas à attirer l'attention d'un étranger* »[104] (Isabelle, 1835; Hinchliff, 1863). Les embarcadères et les ports du Paraná, relativement pauvres, manquent de quais et ne connaissent aucun type d'amélioration avant la fin du XVIIIe siècle.

En effet, peu de choses ont été faites pour améliorer les ports de la région avant la fin du XVIIIe siècle. A cette époque, seuls quelques ports sur la rive droite du Paraná comme ceux de Rosario, Santa Fe et Corrientes, offrent un débarcadère dépourvu de marais. Mais cette rive est également une zone d'importants conflits avec les indiens. Même le port de Santa Fe, qui est pourtant privilégié jusqu'en 1780 par les investissements inhérents au trafic, n'établit qu'une influence relative sur le commerce fluvial durant la période de la colonisation (Archivo General de la Provincia, 2003). Pareillement, Corrientes qui possède une excellente position sur le littoral fluvial et qui offre des conditions portuaires exceptionnelles, ne parvient pas à développer le

[103] Achetés à 2 reales et vendues à 10 reales à Buenos Aires

[104] « un puerto de esta clase… solo significa un lugar detrminado en la costa desierta, al cual se llega por un angosto paso que atraviesa la vecina espesura y que esta senalodo para los conocedores del terreno por alguna otra marca, pero nada que pueda atraer la atencion de un extranjero(...)"Isabelle, A. (1835). *Voyage à Buenos Ayres et à Porto Allegre.* Le Havre: Imprimerie J. Morlent, 618 p.

commerce à la manière des ports européens de la même époque. Les autres ports de la « Mésopotamie » restent, quant à eux, assez inaccessibles bien qu'ils parviennent à exporter la production des élevages dispersés et extensifs des zones de plaine.

Au XVIIIe siècle, en effet, l'économie du littoral *rioplatense* (qu'elle soit officielle ou officieuse) progresse dans la seconde moitié du XVIIIe siècle à un rythme effréné. L'Europe occidentale cherche sur ses rives des matières premières pour ses manufactures et son nouveau marché de consommation. La création de la Vice-royauté de la Plata en 1776 est un changement fondamental car elle fait de Buenos Aires l'unique porte de sortie légale du bassin versant et rayonne ainsi sur l'intégralité du Cône Sud. Le système colonial des XVIe s. et XVIIe siècles connaît également d'importantes transformations à partir de 1778, date à laquelle est émise la célèbre ordonnance « *Reglamento y Aranceles Reales par el comercio libre de Espana y India* » qui favorise le littoral pampéen, en permettant l'entrée en Espagne de viandes salées, laines, graisses, cornes et cuirs à un bas coût d'exportation[105].

Jusqu'à cette date, le système des prix et des taxes imposés par Buenos Aires est trop élevé et le commerce de contrebande se développe avec vigueur car il est facile d'entrer par n'importe quel bras du delta, de charger et de déposer la marchandise sans surveillance. La contrebande connecte donc directement les *santafesinos* au marché extérieur. Dans leurs propres embarcations, les étrangers amènent les produits importés et retournent chargés de métaux et de céréales. Ce type de commerce est impossible avec l'Espagne qui demande que toutes les marchandises soient déclarées dans le port de Santa Fe, nommé « Puerto Preciso », ou dans le port de Buenos Aires. En revanche, le commerce de contrebande ouvre d'autres destinations internationales. En conséquence, la couronne espagnole prend la décision d'exonérer des droits de taxe le commerce des étrangers, pour donner plus de vigueur aux ports officiels. En parallèle, l'Argentine commence la construction d'une flotte nationale avec l'achat de barques brésiliennes, espagnoles et étasuniennes dans le but de prendre le contrôle de la navigation sur le Paraná. La construction de bateaux de grande taille au Paraguay et à Corrientes dynamise la construction navale sur les berges du Paraná. Tous les ports d'une certaine importance se dotent à cette époque de leur propre chantier naval ; les plus importants se situent à Buenos Aires, San Pedro, Corrientes, et Santa Fe (Graham, 1853; Bossi, 1863).

[105] Avant 1778 les exportations représentent moins de 150 000 cuirs annuels alors qu' après 1778 on en compte environ 800 000 et après 1783 environ 1 400 000 unités dans Naranjo, R. (1973). *Paraná, el pariente del mar.* Rosario: Biblioteca, 467 .

Entre 1794[106] et 1860, l'Argentine passe par une période de transition. Avant 1794, le Rio de la Plata est une colonie espagnole et après 1860 la région se transforme rapidement en colonie économique européenne. Dans l'histoire économique argentine, de nombreux historiens pensent qu'il n'existe aucun développement économique régional entre 1810 et 1852 (Alberti, 1852; Williams, 1920; Foerster, 1924; Rennie, 1945; Kroeber, 1957). Les historiens classiques supposent que la guerre civile ralentit les activités commerciales et empêchent les investissements étrangers, tout comme la résistance du Président Rosas à la libre navigation sur le Paraná (Williams, 1920).

L'augmentation du commerce fluvial observée permet de plus le renforcement des villes existantes et la création de nouvelles « urbanisations ». Si les terres du Cône Sud ont été colonisées de l'aval vers l'amont, les colons ne laissent généralement derrière eux que des embryons de villes. La création du système urbain et son renforcement sont en revanche issus d'un deuxième mouvement de colonisation en sens inverse dans lequel le système portuaire vient soutenir la croissance des nœuds urbains.

8.1.2 Naissance de la structure urbaine : Buenos Aires et Asunción

« *Nuestra Señora Santa Maria del Buen Ayre* » créée en 1536 par Pedro de Mendoza est la première fondation urbaine d'Argentine. Les attaques d'Indiens dont les incursions répétées forcent les Espagnols à abandonner la ville en 1541. Les premiers habitants de Buenos Aires se réfugient alors au Paraguay où ils fondent Asunción en 1537. Très vite, les colonisateurs espagnols se heurtent à l'hostilité des ethnies du Chaco et se replient sur la rive orientale du fleuve pour y fonder un système socio-économique impliquant fortement les groupes indiens guarani : « L'Espagnol fonde, le Métis peuple et l'Indien travaille » (Melià, 1993). L'isolement géographique de la ville d'Asunción à l'intérieur du continent oblige les conquérants à chercher une ouverture sur l'Océan Atlantique. Le commerce avec la métropole nécessite des liaisons fluviomaritimes fréquentes qui ne peuvent pas s'envisager par voie terrestre.

Les embarcations nécessitent toutefois un approvisionnement régulier et efficace avant de s'engager dans la traversée de l'Atlantique. Le site de fondation choisi par les premiers arrivants sur la rive droite du Río de la Plata semble idéal n'étaient les attaques incessantes et la difficulté d'approvisionnement de la ville. La fondation d'Asunción permet de rassembler les forces nécessaires à l'établissement d'un nouveau comptoir sur le même site que la première ville. En 1580, le colonisateur Juan de Guaray fonde à

[106] Date de la création du Consulat des commerçants de la Plata

nouveau la colonie grâce à une expédition descendant le Paraná depuis le Paraguay. Il nomme la nouvelle ville *Santísima Trinidad y Puerto de Santa María del Buen Ayre*[107].

Pendant des siècles les *porteños* souffrent de toutes sortes de besoins car Buenos Aires est la ville la plus australe d'Amérique, loin de toute cité commerciale. De plus, jusqu'au XVIIIe siècle, l'Espagne privilégie les ports de la côte Pacifique en marginalisant la ville. Cette situation oblige les colons[108] à vivre d'une contrebande venant principalement du Brésil. On assiste donc à cette période à une inversion des flux de colonisation. La pénétration du territoire, qui se faisait du Sud vers le Nord s'inverse. La conquête de l'espace argentin ne résulte plus d'une extension partant du littoral vers l'intérieur mais d'une descente progressive des conquérants espagnols du Haut Pérou vers le Paraná et son estuaire. L'empire inca une fois détruit, les Espagnols progressent vers le Sud. Il s'agit pour eux d'accéder à l'Océan Atlantique pour évacuer l'argent des mines de Potosi exploitées depuis 1545. Plusieurs points d'appui sont fondés : Tucuman, Salta, La Rioja, et Jujuy.

Dans les années 1560-1570 la colonisation des nouvelles terres irriguant le commerce du Río de la Plata vient donc de trois directions différentes (CARTE 43 APPENDICE 3 P. 511). Córdoba devient le principal point d'appui dans la descente depuis les Andes ; un second axe de colonisation s'organise depuis la côte Pacifique du Chili pour tenter d'établir une liaison entre les deux océans. Au passage, les Espagnols fondent Mendoza en 1561 et San Juan en 1562. Le troisième axe entre Asunción et Buenos Aires est sans doute le plus marginal. En plus des difficultés à peupler les rives du fleuve et à s'y établir, il manque aux Espagnols des points intermédiaires capables de réapprovisionner les expéditions et de concentrer les produits en provenance du haut bassin. Santa Fe, fondée en 1573 et située à mi-chemin entre l'estuaire et la ville d'Asunción, est donc la localité choisie comme carrefour portuaire. C'est d'ailleurs de cette ville que partent les expéditions pour la reconquête du río de la Plata, toujours convoité par les Portugais. Plus tardivement, en 1588, Alonso de la Vera y Aragon fonde la ville de Corrientes. Dans les années 1600, la population blanche devient de moins en moins nombreuse dans le bassin et les villes fondées ressemblent à de petites bourgades. Le développement urbain se poursuit grâce aux premières activités d'élevage (Maeder, 1960). Les grands propriétaires terriens possèdent en effet un cheptel important qu'ils exploitent de manière extensive. Ils habitent ainsi souvent en ville, d'où ils négocient leurs affaires, tout en permettant le développement d'activités urbaines et la création d'emploi.

[107] La Saintissime Trinité et Port de Sainte Marie du bon air

[108] 500 en 1610

En 1617, la Couronne ordonne la réorganisation du gouvernement du Rio de la Plata, divisé en deux provinces données en adjudication à quatre villes : Concepcion del Bermejo, Corrientes, Santa Fe et Buenos Aires. Cette réorganisation du territoire va de pair avec la diminution de la population dans le bassin versant. Pour défendre et protéger les territoires conquis, les Espagnols doivent faire face au front extérieur des *bandeiras* paulistes et au front indigène interne. Il en résulte l'abandon de nombreux établissements coloniaux[109]. Les nouvelles fondations sont rares et se localisent autour de trois noyaux de peuplement : tout d'abord, autour d'Asunción où il existe déjà des fondations jésuites, puis à Corrientes où s'organisent entre 1615-1616 les réductions de Itati, Santa Lucia de Astos y San Francisco et enfin dans la région de Tucuman où se construit une ligne de défense composée de fortins[110].

Ce n'est qu'à partir de la seconde moitié du XVIIIe siècle que le gouvernement espagnol réorganise ses colonies en créant la Vice-royauté de la Plata dont le gouvernement est installé à Buenos Aires. Cette nouvelle partition de l'espace favorise la croissance de la population, attirant de nouveaux colons à la recherche de terres à exploiter. La nouvelle Vice-royauté commence à s'enrichir et devient attractive grâce à la présence de vastes *estancias* d'élevage. Ces exploitations, qui ont fait la réputation de la Confédération Argentine, sont profondément affectées par le Traité de 1750[111]. Jusqu'à la fin de l'époque coloniale en 1810, la pénétration du territoire a atteint une extension considérable, mais les noyaux de peuplement sont encore relativement fragiles.

Dans la première moitié du XVIIIe siècle, la croissance démographique, le développement de l'agriculture et les campagnes militaires contre les Indiens favorisent l'extension des frontières intérieures. Depuis le noyau d'Asunción, le peuplement progresse en direction du Nord et du Nord-Est. Les avancées depuis la ville de Corrientes s'orientent vers l'Est (la zone d'Iberá) et vers le Sud jusqu'à atteindre le rio Corrientes. Après des périodes difficiles, Santa Fe et Buenos Aires stabilisent les frontières avec les Indiens mais leur développement territorial reste limité. Le peuplement de la zone de Santa Fe s'étend dans les terres propices vers le Nord, sur la

[109] Ciudad Real (1631), Santiago de Jerez, Concepcion del Bermejo, Guadalcazar (1632) et Esteco 1692 de même que Villa Rica et Santa Fe

[110] Pongo (1676) Nestra Señora de Rosario de Ledesman 1711 et San Esteban de Balbuena

[111] Le traité de Madrid ou "traité des Limites" est un document signé en 1750 par l'Espagne et le Portugal au sujet de leurs empires coloniaux, et en particulier des plantations du Brésil actuel. Par des traités antérieurs, dont le Traité de Tordesillas, les deux pays avaient établi que l'empire portugais en Amérique du Sud ne pourrait dépasser le 46e méridien. Le traité de Madrid autorise l'expansion de l'empire portugais au détriment de l'empire espagnol ; dans les faits, il s'est traduit par la formation de l'empire du Brésil. Lors des opérations par lesquelles les troupes espagnoles et portugaises ont fixé la nouvelle frontière, elles se sont heurtées à la résistance de sept missions jésuites dans l'actuel Uruguay, au cours de ce qu'on appelle aujourd'hui la guerre guarani (1754-1756).

rive gauche du Paraná (Maeder, 1960). La population d'Entre Rios augmente notablement dans la zone de l'Uruguay et de la Banda Oriental.

Le processus de peuplement se fait parallèlement aux décisions politiques prises par la Couronne espagnole qui est incapable de contrôler le commerce et de répondre aux demandes des populations. Les processus d'ajustement politique, bien que nombreux n'ont pas permis à la métropole de conserver les colonies. Au moment de l'indépendance de l'Argentine, en 1810, les mouvements d'expansion territoriale sont en grande partie achevés. La caractéristique fondamentale de ce système est fondée sur un usage intensif des fleuves du fait de la précarité du transport terrestre. Les routes de commerce et de transport prennent ainsi quatre directions principales depuis Asunción : la route du Sud dessert les ports de Villeta et Villa del Pilar en bord de fleuve, la route du Nord utilise le fleuve reliant Asunción, San Pedro et Concepcion. Puis dans les dernières décennies du XIXe siècle les relations entre les ports rioplatenses s'intensifient. Certains d'entre eux se développent rapidement, comme celui de San Lorenzo où dès 1882 se réalisent les opérations de chargement de céréales et de viande, ou celui de Diamante qui commence à embarquer des céréales en 1881.

Les ports du Paraná s'appuient sur la formation de centres agricoles dans la région du Chaco à partir des années 1880. Deux grands systèmes de colonisation se fondent sur la loi d'Immigration et de Colonisation de 1876 : (1) les exploitations directement à la charge de l'État et (2) les exploitations concédées à des particuliers sous certaines conditions. Ainsi entre 1878 et 1884, le gouvernement national fonde onze colonies le long des Rio Paraná et Paraguay, qui alimentent en viande et en céréales les ports du Paraná. En 1880, le gouvernement argentin abandonne le système de colonisation directe et octroie des concessions aux entrepreneurs. Malgré le grand nombre de concessions, il ne se forme que peu de colonies particulières. Un peu plus tard, dans la dernière décennie du XIXe siècle, est promulguée la Loi de liquidation (1891) par laquelle une importante partie des concessions est récupérée par l'Etat National tandis que le reste devient définitivement des propriétés privées. Dans les Misiones, les actions de colonisation organisent l'installation des peuplements agricoles à la place des anciennes missions jésuites et les déplacements forcés de population permettent de créer seize colonies réunissant les populations *criollas*[112] dispersées dans la campagne.

Le Paraná est un lien indispensable à la survie des jeunes colonies puisqu'il permet de relier les différents noyaux de peuplement entre eux et qu'il constitue la route indispensable aux échanges avec la métropole. Cette immense autoroute fluviale difficilement maîtrisée et maîtrisable est la clé du développement du bassin versant. Jusqu'au moment des indépendances, le Paraná ne représente pas une barrière dans

[112] Métisses

l'organisation territoriale. Les systèmes archipélagiques profitent de la configuration du fleuve et des bras navigables pour entretenir un commerce de cabotage et débuter un commerce à plus grande échelle. Avec l'augmentation des richesses produites, les mouvements d'immigration s'accélèrent et la structure territoriale le long du mégafleuve se met en place. En parallèle, les convoitises et les conflits augmentent dans le bassin versant. Les affrontements sur le fleuve trouvent leur origine dans les tensions géopolitiques grandissantes. L'organisation politique à l'issue de la construction des Etats-nations du Cône Sud, donne un pouvoir démesuré à la ville de Buenos Aires. Dans ce contexte, le Paraná change de statut et commence à représenter une véritable barrière, un marqueur de l'individualisation territoriale des nouveaux Etats. Avec ce nouveau découpage, les tensions s'attisent autour du partage de la ressource devenue hautement stratégique. Les intérêts divergent sur l'utilisation de la voie d'eau et le fleuve est intégré dans des visions géopolitiques plus vastes. L'organisation des points de contrôle et de passage devient nécessaire (Levington, 2007).

8.2 Le Paraná, un fleuve barrière ?

Les conflits avec les pays voisins et les peuples indigènes n'ont pas modifié beaucoup les frontières intérieures de l'Argentine qui conserve l'organisation territoriale héritée de la colonisation. La cause des tensions relève souvent de questions relatives aux fleuves du bassin car celui qui contrôle ces portes d'entrée et de sortie est le leader incontesté de l'Amérique du Sud (Faerman, 1998). Les batailles pour l'espace passent donc par la conquête du fleuve et c'est sur le Paraná que se sont jouées de nombreuses victoires et défaites décisives dans la configuration politique du continent et le tracé des frontières.

Après l'unification du pays, l'Argentine délaisse momentanément l'axe du Paraná pour occuper l'espace pampéen grâce aux nouveaux territoires d'élevage de la région de Buenos Aires et de celle du Nord-Est de Santa Fe[113]. Ce processus s'accélère entre 1876 et 1881 avec la Guerre du désert conduite par Julio A. Roca[114]. Pour sa part, la frontière du Chaco avance jusqu'au dix-huitième parallèle et intègre la totalité des terres indiennes riveraines du Paraná. La domination nationale se consolide avec la création des territoires nationaux du Chaco en 1872 et de Misiones en 1881. Dès lors, la distribution de la population le long du littoral fluvial se caractérise par une

[113] Dans un premier temps la ville de Paraná est décrétée capitale de la Nation tandis que Buenos Aires se maintient en tant qu'Etat autonome. Cette situation se conclue en 1861 avec la bataille de Pavon et la réunification du pays à la fin de la présidence de Bartolomé Mitre.

[114] Cette opération militaire permet en 1879 l'occupation des espaces pampéens et patagoniens jusqu'au Rio Negro, étendu au Neuquen en 1881.

densification de la partie orientale des fleuves Paraguay et Paraná. La structure urbaine et sociale du pays se renforce et les pays du bassin de la Plata commencent à reconsidérer la place du fleuve dans la géopolitique du bassin.

8.2.1. Un nouveau visage donné au Cône Sud : combats navals sur le Paraná

Il est indiscutable que les Espagnols ont les premiers délimité consciemment une région autour de l'estuaire de la Plata, mais la création des Etats-Nations provoque la division de toutes les références géographiques articulant jusqu'alors le bassin versant (avec le découpage des rives de tous les cours d'eau importants, du Pantanal, des zones humides du Sud-est du Brésil et de l'Uruguay). Seul fut conservé dans son ensemble le delta du Paraná approprié par l'Argentine. De ces découpages naissent quelques situations pernicieuses (comme l'isolement paraguayen) qui sont la source de conflits interétatiques[115]. En effet, s'il existe des conflits d'intérêt entre les empires espagnols et portugais, l'organisation des Etats nationaux renvoie à ces problèmes de manière accentuée dans les territoires frontaliers. A l'histoire de la conquête et de la colonisation s'ajoute au XIXe siècle l'histoire de l'administration politique des nouvelles entités territoriales (Guibert, Carrizo *et al*., 2009). Il ne s'agit pas ici de réécrire l'histoire des guerres d'indépendance mais d'analyser la place du Paraná dans la construction des Etats-Nations du Cône sud. En effet, l'historiographie des indépendances montre l'importance tenue par le fleuve dans la création de l'Argentine et la délimitation des frontières nationales et comment, à partir des premières décennies du XXe siècle, le fleuve est à nouveau intégré dans le fonctionnement socio-économique des Etats indépendants.

Si le Paraná a joué un rôle géopolitique important dans la prise de possession du territoire par la société issue de la colonisation, c'est sans doute à cause de sa taille. En effet, le lit majeur du Paraná a connu lors des guerres d'indépendance de nombreux combats navals dignes d'affrontements de haute mer. Les techniques militaires sont directement transférées sur le fleuve qui accueille des flottes de guerre. La victoire des troupes révolutionnaires de la Junte de Buenos Aires, qui marque la véritable indépendance de l'Argentine, est obtenue par les affrontements sur le fleuve. Un parallèle peut d'ailleurs être fait avec la Guerre de Sécession au Etats-Unis (1861-1865). Les batailles fluviales sur le Mississippi ont été des épisodes capitaux dans la configuration géopolitique du pays. Le contrôle du fleuve représente en effet un enjeu majeur. En 1863, après un siège de quarante jours, la ville de Vicksburg est prise par le

[115] Un conflit interétatique est une « opposition grave de vues ou d'intérêts entre États, donnant lieu ou risquant de donner lieu à l'emploi par ces États de mesures de force en vue de faire prévaloir leurs prétentions respectives » (Encyclopedia Universalis)

Général Grant (FIGURE 57 P. 317). Cette action, combinée à la capitulation de Port Hudson quelques jours plus tard, aboutie à la maîtrise du conflit par les forces de l'Union, qui le détiennent pour le reste du conflit. La reddition des confédérés à la suite du siège de Vicksburg est parfois considérée, lorsqu'elle est combinée avec la défaite de Gettysburg le jour précédent, comme le tournant de la guerre. Elle coupe en effet la communication avec les forces confédérées du théâtre Trans-Mississippi pour le reste de la guerre.

FIGURE 57 LITHOGRAPHIE REPRESENTANT LE « MISSISSIPPI SQUADRON » FORÇANT LE BLOCUS DES CONFEDERES A VICKSBURG PENDANT LA GUERRE DE SECESSION EN 1863 (US NAVAL ACADEMY MUSEUM, COLLECTION BEVERLY R. ROBINSON)

Bien que le Paraná ait été utilisé durant trois siècles comme artère principale de communication entre Asunción et Buenos Aires, ce n'est qu'au début des années 1810 que les Espagnols se rendent compte de leur puissance sur les eaux du fleuve et pensent pouvoir par ce biais contrecarrer les espérances révolutionnaires (Ensick, 1965). C'est à cette date que débutent les affrontements sur le Paraná entre d'une part les troupes royalistes, fidèles à la Couronne et occupant Montevideo et Asunción, et d'autre part les troupes révolutionnaires, dispersées dans les villes de la rive droite du Paraná de Buenos Aires à Corrientes. Sans le Paraná, les territoires du Nord ne sont en effet ni reliés entre eux, ni à l'Océan et le fonctionnement économique mis en place autour de l'exportation de viandes et de céréales est paralysé : ceux qui contrôlent le fleuve contrôlent les territoires en amont de Buenos Aires.

C’est dans ce contexte que se développe la première flotte argentine comprenant cinq embarcations. Pour sa première sortie, elle s’arrête au niveau de San Nicolas pour tendre une embuscade à la flotte royaliste sillonnant le fleuve. C’est en ce lieu que se déroule la première bataille navale sur le Paraná entre les trois brigantines royalistes et les embarcations révolutionnaires. Durant les trois jours de bataille, les capacités de manœuvre et de navigation des équipages sont mises à rude épreuve. Les embarcations à voiles utilisées ne sont en effet pas conçues pour la navigation fluviale et les vents violents qui accompagnent les combats n’aident pas aux manœuvres. Les combattants finissent par s’affronter sur les ponts des embarcations échouées et les troupes patriotiques fortement affaiblies se rendent finalement aux troupes royalistes victorieuses. Ce premier affrontement sur le Paraná fait prendre conscience aux deux camps de l’importance de posséder de bonnes connaissances sur le fleuve. Il démontre la nécessité de dominer la navigation, de maîtriser les vents et les courants fluviaux pour consolider le nouveau système politique (Ensick, 1965). Après la bataille de San Nicolas, les troupes royalistes et révolutionnaires réagissent simultanément en installant des batteries de canons le long des rives du Paraná, la zone de Rosario devenant ainsi un « véritable champ de bataille » (Alvarez, 1943).

La défaite de San Nicolas ne reste cependant pas impunie et c’est encore par le Paraná qu’arrive la vengeance. Les troupes royalistes s’installent dans un bras du Colastiné pour contrôler le transit des bateaux de marchandises, percevoir les taxes. Par vengeance, ils assiégent également la ville de Santa Fe qui se retrouve coupée du monde. Au début du XIXe siècle, les Espagnols sont donc les maîtres du Paraná, attaquant n’importe quelle « urbanisation » depuis le fleuve pour se réapprovisionner en vivres. En 1811, il suffit aux Espagnols de maintenir dix-huit bateaux sur le Paraná pour contrôler quasi-totalement le fleuve depuis Asunción jusqu’à Montevideo. Malgré les patrouilles, les troupes révolutionnaires traversent le Paraná par les passes les plus étroites, grâce à des canoës plus rapides et plus manœuvrables que les bateaux de guerre espagnols.

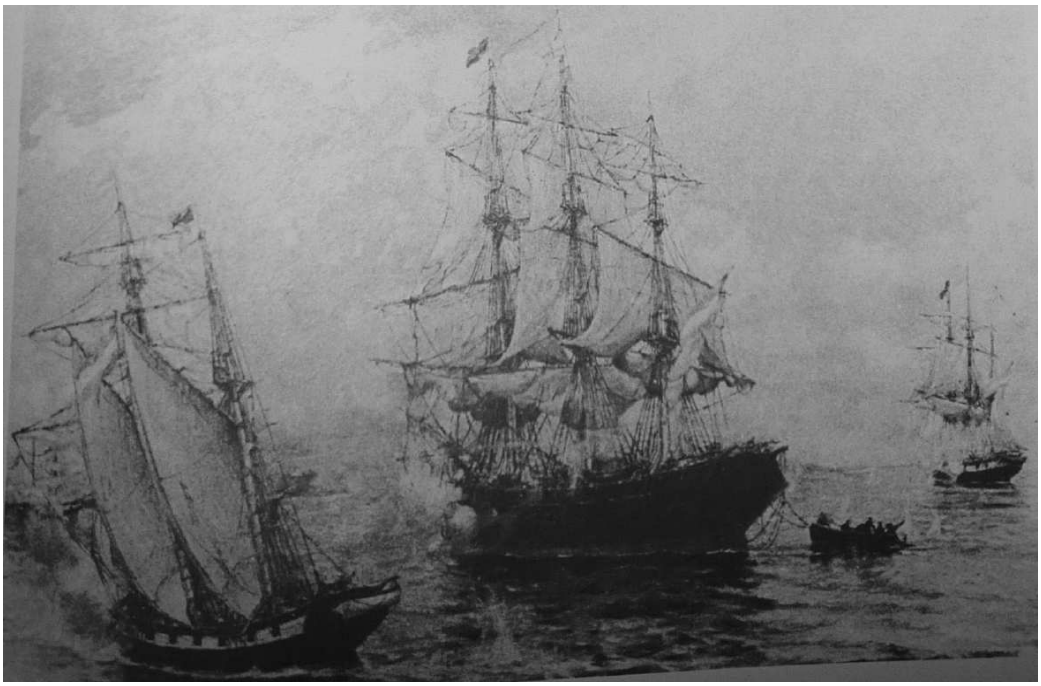


FIGURE 58 COMBAT DE MARTIN GARCIA, TABLEAU DE E. BIGGERI, MUSEO NAVAL DE LA NACION

En réponse à cette situation, les Espagnols envoient des embarcations assiéger la ville de Corrientes pour prendre possession du Paraná dans son intégralité. Le fleuve est alors « inondé de bateaux » (Alvarez, 1943). La flotte espagnole, sous les yeux terrorisés des habitants des rives du Paraná fait route vers le Nord. La ville, refusant de se soumettre est partiellement détruite par les canons de la flotte de guerre (FIGURE 58). Le siège dure peu à Corrientes à la différence de celui de Buenos Aires déjà bloquée depuis plusieurs mois.

Plus les querelles progressent, plus le Paraná tient une place importante dans le contrôle du territoire. La situation est défavorable à la cause révolutionnaire et « *tant que l'esprit de la révolution argentine ne se sera pas dilatée dans les eaux du fleuve, les opérations à terre seront infructueuses pour consolider définitivement la cause de la liberté* » (Basavilbaso, 1961). Les révolutionnaires tentent alors de maîtriser une des passes les plus importantes du fleuve et installent une batterie de canons sur la rive droite du Paraná au niveau de Rosario et une autre sur l'île de milieu de chenal afin de contrôler de manière absolue le passage des navires. Ces travaux se révèlent vains car la méconnaissance du fleuve empêche les révolutionnaires de maîtriser sa morphologie et d'y adapter leur stratégie de guerre.

En effet, durant cette période le Paraná est en crue. Le bras secondaire, alors mis en eau, permet momentanément de contourner par l'Est le point de passage contrôlé par la batterie de canons. Les bateaux de la flotte royaliste passent donc par le *riacho* Los Marinos, retournant dans le lit principal hors de portée des tirs de canons. En réponse à cet événement, les premiers travaux d'aménagement apparaissent sur le Paraná, avec le

positionnement d'une chaîne empêchant le passage dans le bras secondaire et la mise en place de piquets dans le fond du chenal pour diminuer sa profondeur. Ces aménagements restent cependant inusités, mais les batteries de canons gardent une importance symbolique car c'est à cet endroit que flottent pour la première fois les couleurs blanc et bleu du drapeau argentin (Ensick, 1965).

Pour empêcher les Espagnols de pénétrer sur le Paraná, les canons sont déplacés de ville en ville. D'abord installées à Santa Fe, ils se retrouvent ensuite dans la ville de Diamante au lieu-dit Punta Gorda. En complément de l'armement lourd, est installée une chaîne permettant de prévenir toute intrusion sur le fleuve. Ces installations n'ont aucune efficacité mais elles révèlent la volonté de freiner la progression des embarcations « étrangères » sur le Paraná.

Cette appropriation du fleuve par la force ne gêne par la flotte espagnole qui continue de descendre et de remonter le fleuve à son aise, commettant des actes de piraterie dans les ports où elle s'arrête. Le commerce de la couronne n'est donc que très peu perturbé par les installations des révolutionnaires, le tabac, le maté et le coton continuant d'arriver dans le port de Montevideo pour l'exportation. Toutefois, cette situation conflictuelle devient de plus en plus opprimante car dans les murs de Montevideo la situation des colons est désastreuse et les forces royalistes ont besoin d'une brèche vers le Chaco et le Nord argentin où se localisent les armées du Haut Pérou. Contrôler le Paraná et l'Uruguay est indispensable pour la survie des royalistes car ces deux fleuves sont les uniques voies de communication permettant l'approvisionnement en vivres et en armes. Lorsque les Espagnols perdent la bataille de San Lorenzo en 1814, leurs incursions sur le fleuve s'arrêtent. Les Argentins contrôlent alors le Paraná sur toute la longueur de leur territoire, laissant derrière eux trois siècles de suprématie espagnole.

Le Paraná ne perd cependant pas sa situation stratégique. Le nouveau gouvernement de la Confédération argentine a dès le début compris la place du fleuve dans la politique socio-économique du pays. Après l'indépendance, en effet, la situation politique ne s'apaise que partiellement et c'est encore une fois par le fleuve que s'expriment les nouvelles tensions entre les protagonistes des guerres civiles qui surviennent entre 1815 et 1821. Les guerres du Littoral, comme elles sont appelées, se déroulent sur le même schéma que la guerre d'indépendance. Durant six ans les eaux du fleuve sont contrôlées tour à tour par les différentes factions pour être finalement conquises par les forces navales de Buenos Aires. De plus Santa Fe et Corrientes, obligées de lever des armées pour se défendre, perdent une bonne partie de leur puissance et abandonnent temporairement le commerce qui faisait leur prospérité. Au contraire, les Anglais de Buenos Aires profitent du désordre provoqué par la guerre civile pour prendre le contrôle de la flotte marchande et accumuler des fortunes considérables.

Dans ce climat d'insécurité totale, les producteurs ruraux vendent leurs terres en bord de fleuve pour une bouchée de pain. Durant la décennie 1820, des immigrés italiens, anglais et nord-américains s'embarquent sur des petits navires de commerce et dans les années 1830, les étrangers possèdent plus d'un quart de la flotte commerciale de la Confédération Argentine. Pour les nouvelles provinces du Littoral le contrôle du commerce et de la voie navigable du Paraná est vital et la « libre navigation » leur permettrait de réaliser un commerce direct avec l'extérieur. Toutefois, Buenos Aires maintient un verrou sur la navigation fluviale et ne renonce jamais aux énormes bénéfices générés par les taxes du commerce ultramarin.

En 1828, lors de la Convention de Paix qui officialise l'indépendance de l'Uruguay, la navigation est ouverte aux Brésiliens pendant quinze ans (Zugaib, 2006), ce qui va à l'encontre de la doctrine du Président Rosas pour qui le Paraná est la propriété exclusive des Argentins. Il impose d'ailleurs un blocus fluvial en 1845. Les enjeux sont cependant plus larges que la simple utilisation du fleuve. Pour l'Argentine, l'eau est un outil politique qui permet de contrôler l'accès maritime du Paraguay et la liaison de la capitale brésilienne avec l'intérieur des terres (Rodrigues Schausteck, 2009). Pour le Paraguay, l'eau est un outil de développement économique et pour le Brésil, les fleuves du bassin sont à la fois un outil politique et un outil d'aménagement du territoire.

Le développement du commerce et la situation politique en Europe provoquent une lutte féroce entre le port de Montevideo et celui de Buenos Aires et paralysent un moment le commerce dans le Río de la Plata. Une solution doit être trouvée pour que l'économie des deux grandes puissances tournées vers l'extérieur ne sombre pas dans une crise insurmontable. La pression du marché mondial produit de nombreuses modifications dans la navigation marchande. En 1852 la libre navigation du Paraná est décrétée mais Buenos Aires monopolise toujours l'interface fluviomaritime (FIGURE 59).

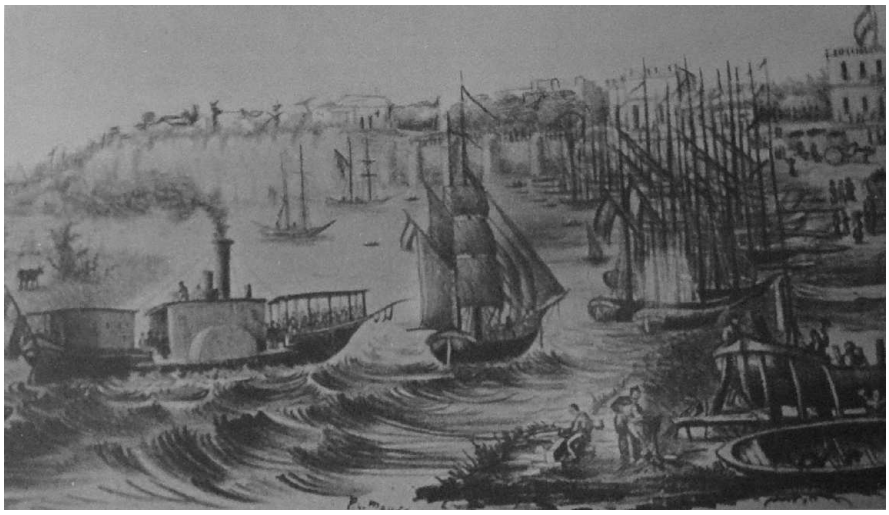


FIGURE 59 VUE DU PORT DE PARANA AUX ALENTOURS DE 1870, GRAVURE DE P. MOUSSE, MUSEO NAVAL BUENOS AIRES D'APRES NARANJO, 1973

A la fin du XIXe siècle, grâce à l'invention de la navigation à vapeur et au développement industriel de l'Europe, le Paraná redevient un axe incontournable pour le commerce et pour le transport des immigrants qui commencent à arriver en masse (FIGURE 60) La production de céréales exportées sur le Vieux continent crée en effet un fort besoin de main d'œuvre. Les céréales deviennent la nouvelle richesse des terres qui encadrent le Paraná et remplacent bientôt toutes les autres tentatives de culture. Les exigences mondiales différencient ainsi fortement les provinces profitant de la croissance de celle en déclin. Le développement des réseaux de transport et l'avancée des cultures à l'intérieur du continent ont comme conséquence un abandon partiel de la voie fluviale.

FIGURE 60 LES FAMILLES IMMIGRANTES PERMETTENT LE DEVELOPPEMENT DE L'AGRICULTURE DE L'HINTERLAND ET DEVELOPPENT LE COMMERCE DE BLE AVEC L'EUROPE, MUSEE DE L'IMMIGRATION, ESPERANZA

En 1865, cette organisation territoriale est fortement perturbée par la déclaration de guerre du Paraguay à l'Argentine. Le conflit opposant l'Argentine, le Brésil, l'Uruguay et le Paraguay, dit guerre de la Triple Alliance[116] ou Guerre du Paraguay, provoque la dernière confrontation fluviale sur le Paraná. Les délimitations territoriales entre les trois Etats sont alors redessinées, menaçant la fluidité des relations internationales dans le Cône Sud. Durant cette guerre (1865-1870), le Paraná permet des manœuvres militaires dignes de celles de haute mer. Les forces alliées font le siège d'Asunción : les flottes de guerre remontent le Paraná et encerclent la ville par le Paraguay (FIGURE 61 P.323). Les batailles navales qui se succèdent donnent finalement la victoire à l'armée argentine. contribuant à la restructuration géopolitique du Cône Sud. La défaite du Paraguay marque la fin de sa présence sur la scène internationale, et la domination de plus en plus importante du Brésil et de l'Argentine (Alberdi, 1962; Gonzales, 1968;

[116] La « triple alliance » regroupe l'Argentine, le Brésil et l'Uruguay pour affronter le Paraguay.

Bataillon, Deler *et al.*, 1994; Bandeira, 1998). En effet, avant le début de la Guerre de la Triple Aliance, le Paraguay constitue la deuxième puissance économique et militaire du continent (Bataillon, Deler *et al.*, 1994). Lors de la signature du Traité de Paix, ce pays a été économiquement, démographiquement[117] et politiquement détruit. Comme le commente E. Reclus dans la Revue des deux Mondes datée de décembre 1867, le Brésil et l'Argentine « s'acharnent contre cette petite République dont dépend l'ordre géopolitique de l'Amérique du Sud ».

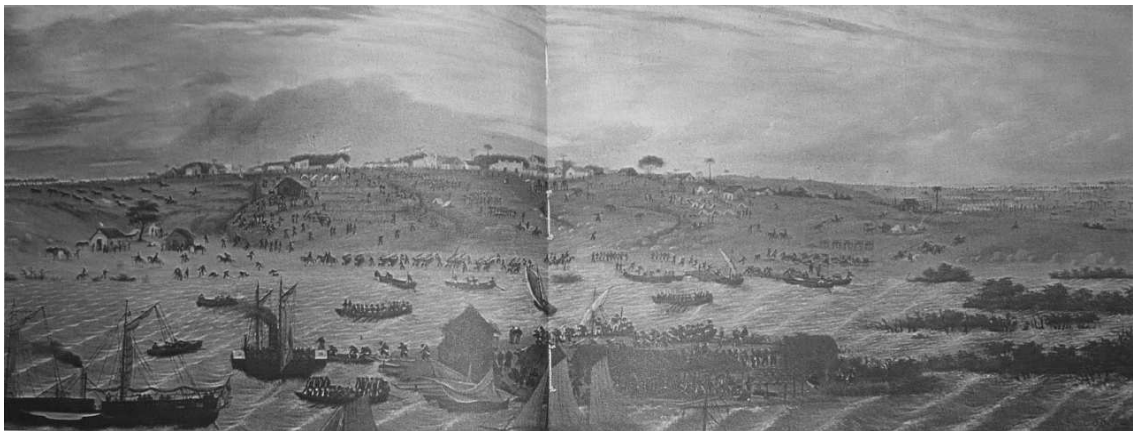


FIGURE 61 EMBARQUEMENT DES TROUPES ARGENTINES A PASO DE LOS LIBRES, HUILE DE CARIDIDO LOPEZ, MUSEO NACIONAL DE BUENOS AIRES

Le Brésil et l'Argentine conquièrent de nouveaux territoires tandis que le Paraguay perd près de 40% du sien (Thual, 1996; Candeas, 2006). Ce conflit révèle l'importance géopolitique des systèmes fluviaux dans la structuration du bassin de la Plata (Doratioto, 2002; Capdevila, 2007). En effet, le contrôle du continuum fluvial Paraná-Paraguay est vital pour les intérêts brésiliens et argentins mais, entre les deux grandes puissances alliées, les gains réciproques ne font qu'augmenter les tensions sous-jacentes. Avec cette guerre, l'Argentine s'assure un meilleur contrôle des cours d'eau du bassin qui lui permet de verrouiller le cours du Paraguay, du Paraná et de l'Uruguay. Le Brésil ne sort pas perdant car il prend le contrôle de la rive droite du Paraná dominant ainsi l'intégralité du haut bassin. Par la même occasion, les Brésiliens s'offrent le monopole du commerce du maté et s'assurent la possibilité d'exporter leurs marchandises par le Paraguay (Bandeira, 1998; Chauprade et Chauprade, 2007). La guerre de la Triple Alliance (1865-1870) satisfait donc aux prétentions territoriales et commerciales du Brésil et de l'Argentine en leur permettant de se consolider politiquement et militairement.

La construction géopolitique du continent se fait par et pour le fleuve qui tient une place centrale dans les stratégies nationales. Jusqu'alors considéré comme un lien

[117] Les trois quarts de la population paraguayenne succombent en effet durant cette guerre Bataillon, C., J.-P. Deler and H. Théry (1994). *Géographie Universelle. Tome Amérique Latine.* Paris: Belin,

indispensable pour les communications, le Paraná change de statut : il devient une frontière. Une courte section du Paraná matérialise la frontière internationale entre le Paraguay et l'Argentine, mais l'intégralité du fleuve sert de frontière intra-étatique séparant différentes provinces.

8.2.2. Transversalités frontalières

Les délimitations territoriales du bassin sont établies selon le modèle européen de la ligne diplomatique et par le biais de dynamiques pionnières du type nord-américain[118](Foucher, 1994). Au sens strict, **le terme frontière** détermine la limite qui borde le territoire d'un État, c'est-à-dire sépare deux territoires contigus ; à la fois séparation et contact (Foucher, 1994). Dans le Cône Sud, les délimitations territoriales reprennent de plus les découpages issus de la colonisation espagnole. Les frontières latino-américaines fonctionnent donc selon des spécificités propres.

Les revendications frontalières ne sont pas toutes relatives au Paraná, mais le fleuve a cristallisé les enjeux. La démarcation des limites entre le Brésil, le Paraguay et l'Argentine s'appuie ainsi sur son tracé. Dès la signature du Traité de Tordesillas en 1494, les découpages ne semblent pas satisfaire les deux parties et les Portugais, conscients de l'importance stratégique du Paraná tentent de se l'approprier, en repoussant ses frontières plus au Sud. Dès lors et jusqu'au XVIIIe siècle, ce territoire est mal approprié et hautement stratégique. Plusieurs traités ont été signés pour résoudre le problème des frontières dans le bassin : les Traités d'Utrecht (1713), de Madrid (1750), du Pardo (1761), de Saint Ildefonse (1777) et de Badajoz (1801), montrant inexorablement l'instabilité des tracés et l'insatisfaction des deux parties (Rodrigues Schausteck, 2009).

L''importance donnée aux systèmes fluviaux est l'héritage de la formation territoriale des différents Etats. C. Pradeau considère que : « Le cas est d'autant plus net que la région est fortement marquée par le dynamisme spatial brésilien et à l'opposé, le processus implosif de l'Argentine » (Pradeau, 2003). En effet, la principale caractéristique géopolitique de la région est d'avoir permis la formation des Etats-Nations sans que leurs limites soient clairement définies. Ils ont cherché à se fixer des limites territoriales au moyen de guerres et d'accords diplomatiques. Comme l'écrit F. Thual, « à la différence de l'Europe Orientale, les nationalismes sud-américains ne se sont pas forgés à partir de la langue puisqu'elle était la même pour tout le monde, encore moins dans une reconquête de l'histoire passée, car il n'y en avait pas suffisamment de matière pour cela. Les consciences identitaires latino-américaines se

[118] « frontier » de Turner

sont donc nourries de leurs propres incertitudes et des ambitions territoriales de leurs nouvelles élites. C'est là un processus tout à fait particulier de formation du sentiment national, qui demeure une clef de compréhension majeure du continent » (Thual, 1996).

M. Foucher souligne également la situation particulière des Etats en formation et de leur démarcation territoriale : « cette production idéologique traduit une certaine objectivation des pratiques spatiales des États ». Cela y explique la force du nationalisme qui se fonde en grande partie sur un territoire considéré comme substrat du sentiment national (Foucher, 1994; Amilhat-Szary, 2005). Le tracé des frontières se fait donc dans des zones de faible densité et trois quarts de celles-ci prennent appui sur des supports naturels, en particulier les cours d'eau (Foucher, 1994). Les très grands fleuves n'ont pas pu être relégués dans la position périphérique de support frontalier. C'est pour cette raison que seulement un quart de la longueur totale du Paraná (550 km environ) constitue une frontière internationale.

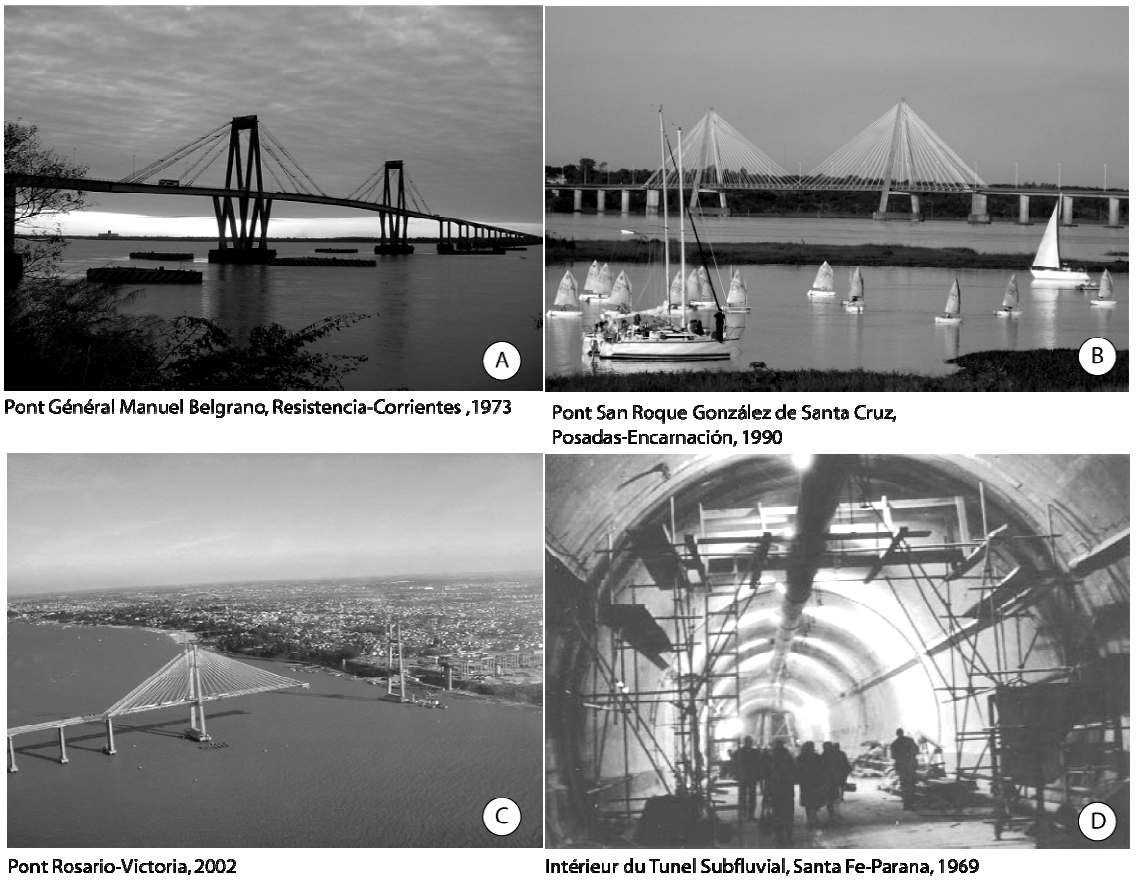


PHOTO 19 PHOTOS DES OUVRAGES DE FRANCHISSEMENT DU PARANA (SOURCE A. SKYSCRAPERCITY.COM ; B. E-CIENCIA.COM ; C.ELOBSERVADORDELLITORAL.COM ; D. UNL.EDU.AR.)

Si sur cette distance le fleuve fait frontière entre l'Argentine, le Paraguay et le Brésil, la plus grande partie de son cours argentin constitue une frontière entre les Etats fédéraux. Lors de l'indépendance, les limites entre provinces reprennent la base cadastrale initialement conçue perpendiculairement au fleuve (Velut, 2002). Avec

l'unification de l'Argentine, on cherche à franchir le Paraná, car si le franchissement du fleuve s'est toujours effectué au niveau des passages les plus étroits grâce à l'usage d'embarcations légères, de bacs tractés depuis le rivage ou encore de ballots de cuirs tirés par des chevaux, ces méthodes ne suffisent plus à soutenir le dynamisme économique du pays au milieu du XXe siècle. Les années 1970 marquent ainsi la première étape d'un aménagement à grande échelle reliant les villes littorales en plein développement. La stabilisation politique du Cône Sud créé de nouvelles nécessités de franchissement au cœur du pays (PHOTO 19 P.325).

Peu d'infrastructures sont toutefois construites, car les difficultés techniques et les coûts engendrés sont extrêmement importants. A cela s'ajoute le choix stratégique de la localisation des points de franchissement. Les principales liaisons transversales sont mises en chantier dans les années 1970, comme le pont reliant la province de Corrientes et celle du Chaco (PHOTO 19A P.325), et le tunnel sous-fluvial entre les villes de Santa Fe et de Paraná (PHOTO 19D P.325). Il faut cependant attendre les années 1990 pour que ces liaisons s'étoffent avec le pont reliant Posadas (Argentine) et Encarnacion (Paraguay) (PHOTO 19B P.325). Dans les années 2000, la stabilité politique retrouvée entre l'Argentine et le Brésil permettent d'envisager d'une autre manière les liaisons transversales Est-Ouest, avec la construction d'un pont entre Rosario (Santa Fe) et Victoria (Entre Rios) (PHOTO 19C P.325) dans une zone ayant longtemps servi de glacis militaire aux deux pays.

Le Paraná ne forme pas de véritable barrière physique, mais il reste un obstacle pour les relations Est-Ouest. Les questions frontalières étant en grande partie résolues après la Guerre de la Triple Alliance, les tensions persistent autour des questions de souveraineté sur la ressource que représente le fleuve. Les tensions géopolitiques, présentes dans le bassin dès les indépendances, se cristallisent alors autour des questions relatives à l'exploitation hydroélectrique opposant les intérêts des grandes puissances argentine et brésilienne. Le début de la véritable exploitation de la ressource a coïncidé avec l'arrivée au pouvoir des dictatures militaires, rendant plus difficile la médiation permettant la résolution des conflits. Dans les années 1950, des discours de propagande se mettent en place de part et d'autre de la frontière. Les eaux du Paraná, qui jusqu'alors faisaient le lien entre les cinq pays du bassin, deviennent un sujet de discorde difficilement surmontable. Du côté brésilien le gouvernement cherche à imposer sa souveraineté sur l'utilisation des eaux du Paraná. Du côté argentin, cette action est perçue comme une manière de rompre avec le schéma historique dans lequel Buenos Aires est le centre décisionnel incontestable du bassin. Les tensions apparaissent donc entre l'amont et l'aval, et non entre rive droite et rive gauche.

8.3. Le continuum fluvial : amont versus aval ?

Dans le même continuum fluvial, les modèles de développement des deux grandes puissances ont très tôt abouti à des configurations territoriales différentes, où l'exploitation de la ressource devient vite contradictoire (Asseff, 1980). La nation argentine, construite depuis l'amont vers l'aval, s'est structurée autour de la navigation fluviale pour exporter les produits de son hinterland de dimensions colossales. Le port de Buenos Aires devient alors hégémonique tant politiquement qu'économiquement. Les principes de négociation et de dialogue actuels sont le fruit de longues périodes de tension où l'aval cherche à dominer l'amont et réciproquement. Aujourd'hui ces tensions sous-jacentes n'ont pas totalement disparu, mais les relations de pouvoir ont évolué.

Les premiers textes de géopolitique montrent le développement d'un déséquilibre au profit du Río de la Plata du fait de réseaux routiers et fluviaux rapides et sûrs (Travassos, 1931). La réponse à la domination de l'aval sur l'amont se fait par une véritable course économique entre les deux puissances du Cône Sud qui, loin de collaborer, cherchent à se prendre de vitesse. C. De Meira l'écrit d'ailleurs dans son livre : « Nous sommes en train de transformer un pays de grandes dimensions en un grand pays (…) dans ce monde de fusées et de satellites, qui ne marche pas avec rapidité sera dépassé et irrémédiablement encerclé. C'est l'heure des forts et des audacieux [119]» (de Meira Mattos, 1971). Il se réfère également aux problèmes politiques du bassin versant, en écrivant que le Paraguay et la Bolivie sont des « prisonniers géopolitiques » de l'Argentine et que la zone frontière de Misiones uruguayennes doit être particulièrement surveillée du fait de sa grande proximité avec les centres de forces potentiellement antagonistes.

L'Argentine est toujours considérée entre 1970 et 1990 comme un rival possédant des intérêts contradictoires. Il faut néanmoins mentionner que les discours sont équivalents du côté argentin (Muniz, 1979). En conséquence, les relations entre les deux pays se caractérisent par une absence quasi-totale de collaboration et de diplomatie. Les contacts entre l'Argentine et le Brésil se font par d'autres canaux de communication : principalement la presse et la signature d'accords et de traités binationaux avec les autres pays du bassin. Si aujourd'hui les tensions ont diminué et la diplomatie a retrouvé des voies plus classiques, l'histoire des antagonismes entre ces deux pays reste toujours très présente.

L'exploitation de l'hydroélectricité du Haut Paraná a mis en évidence les désacords entre les deux pays. Les malentendus, en plus d'être incompréhensibles aujourd'hui,

[119] « Estamos transformando un pais grande en un gran pais (…) En este mundo de cohetes y de satellites quien no ande con prisa sera ultrapasado e irremiediablemente cercado. Es la hora de los fuertes y de los audaces" de Meira Mattos, C. (1971). *Projeçao Mundial do Brasil.* São Paulo: Grafica Lead Ltda , pp. 34

révèlent l'erreur provoquée par l'absence de relation entre l'Argentine et le Brésil. De ces relations dépendent les dynamiques de l'ensemble du bassin versant : lorsque ces deux pays coopèrent, les décisions prises sont effectives, alors que dès qu'un désaccord apparaît, elles se dégradent (Rodrigues Schausteck, 2009)

Période	Relations politiques entre l'Argentine et le Brésil
1810-1898	Instabilité structurelle avec prédominance de la rivalité
1898 - 1961	Instabilité conjoncturelle et recherche de la coopération, avec moments de rivalité
1962-1979	Instabilité conjoncturelle avec prédominance de la rivalité
1979 - 1988	Construction de la stabilité structurelle à travers la coopération
1988-2009	Construction de la stabilité structurelle à travers l'intégration

TABLEAU 11 NATURE DES RELATIONS ARGENTINE-BRESIL D'APRES ALESSANDRO CANDEAS, 2006

Pour ne pas nous perdre dans le récit des nombreux épisodes de tension entre les deux grandes puissances, nous avons choisi de retenir cinq grandes phases de relations entre l'amont et l'aval du bassin versant, en nous inspirant d'un tableau créé par le diplomate brésilien Alessandro Candeas (2006) et modifié par Rodrigues-Schausteck (2009), qui définit les relations changeantes entre le Brésil et l'Argentine (Candeas, 2006; Rodrigues Schausteck, 2009). Ces relations, souvent conflictuelles, se fondent sur l'alternance de principes opposés entre autonomie, isolationnisme et hégémonie, pour aboutir à une « construction partagée du pouvoir » (TABLEAU 11).

La première phase, entre 1810 et 1865, correspond aux indépendances et à la recherche d'une identité nationale. Elle passe par le contrôle des fleuves. Cette période se caractérise principalement par l'instabilité des relations et la résolution des différends de manière belliqueuse. La phase qui suit (1865-1961) s'ouvre sur les premières tentatives de coopération induites par la Guerre de la Triple Alliance, avec l'apparition des discours sur l'importance de la gestion commune des fleuves transfrontaliers. Cette perspective dure peu, car durant la période suivante (1962-1979), les deux puissances reviennent à des relations conflictuelles. Le manque de vision multinationale et la signature de nombreux traités bipartites ravivent les tensions entre le Brésil et l'Argentine. À cette phase succède une lente amélioration des relations des pays du bassin (1979-1988). En 1979, le Brésil, l'Argentine et le Paraguay signent un accord qui met fin au conflit sur les barrages hydroélectriques, instaurant une période de coopération sans précédent dans l'histoire des relations internationales des pays concernés. C'est à cette époque que nait le projet de la voie navigable qui tente de lier les principaux fleuves du bassin de La Plata. La phase actuelle (1988-2011) se

caractérise quant à elle par des tentatives d'intégration régionale, qui ne parviennent cependant pas diminuer le désir d'hégémonie des deux puissances.

Ce tableau nous renseigne sur les relations entre les deux pays sans toutefois préciser les causes des tensions qui les séparent. Le Paraná est continuellement au centre des affrontements, l'organisme fluvial est un facteur de puissance et d'hégémonie politico-économique du fait de sa taille et de son rôle dans le fonctionnement des deux pays. L'« hydropolitique »[120] se met en place dans le bassin. La Paraná est ainsi intrinsèquement porteur d'enjeux politiques plus larges que sa simple exploitation. Il sert souvent de prétexte dans l'affirmation de la puissance des Etats-Nations. Il existe en effet une « interdépendance hydrologique »[121] qui ne peut être négligée (Elhance, 2000). Dans les conflits qui opposent le Brésil et l'Argentine ; l'eau du Paraná est la cause apparente des affrontements mais le problème vient principalement de la définition de l'identité nationale. La souveraineté sur les ressources naturelles à l'intérieur des limites territoriales est en effet le fondement de l'identité nationale (Kalpakian, 2004). F. Lasserre l'exprime en ces termes : «l'eau ne peut être la cause unique ou principale d'un conflit, mais elle doit être analysée comme un facteur de tension supplémentaire, dans le cadre de relations déjà dégradées, qui catalyse la tentation du recours aux armes » (Lasserre, 2007). Nous ne pouvons donc pas dissocier la seule «géopolitique de l'eau» (Lacoste, 2001) de l'ensemble des tensions géopolitiques.

Durant les décennies 1950-1970, les affrontements les plus extrêmes entre les deux puissances ont lieu. Le Brésil et l'Argentine ne se sont toutefois jamais affrontés militairement après les indépendances bien qu'elles cherchent continuellement à asseoir leur souveraineté sur le fleuve : le Brésil exploite le potentiel hydroélectrique tandis que l'Argentine tente de maintenir le débit naturel du fleuve. Avec la naissance de la première compagnie hydroélectrique nationale dans les années 1950, l'exploitation du Paraná brésilien s'accélère. Elle s'appuie sur les technologies et les capitaux nationaux qui assurent l'expansion continuelle de l'offre énergétique.

La naissance de l'électricité publique inaugure l'ère des grands barrages (Vainer, 2003). Les relations entre l'Argentine et le Brésil auraient pu être différentes si elles

[120] Jacques Bethemont définit l' « hydropolitique » comme « l'ensemble des projets, actions, stratégies et tensions qu'implique la gouvernance de l'eau». L'eau est ainsi au cœur de la géopolitique entre les pays partageant une même ressource. L'eau, dans ce champ disciplinaire est vue comme un « élément de la sécurité nationale ». Les enjeux de l'eau dans cette perspective sont particulièrement visibles dans les relations en milieu semi-aride comme au Moyen Orient ou en Afrique du Nord. En revanche, en Amérique latine ce sont uniquement les mégafleuves qui cristallisent les tensions géopolitiques, l'eau étant présente en abondance sur le continent pour les cultures et pour sa consommation quotidienne. Les mégafleuves sont donc seuls porteurs d'enjeux plus larges relatifs aux aménagements politico-économiques.

[121] L'usage qu'un pays fait de l'eau a une incidence sur les autres pays frontaliers, en amont et en aval. Cette interdépendance est donc susceptible d'occasionner des conflits et la coopération entre pays.

n'avaient pas coïncidé avec la période des dictatures militaires dont la conception du pouvoir est essentiellement conflictuelle. Les discours manichéens se radicalisent de part et d'autre de la frontière et l'accent est mis sur les menaces constantes et réciproques (Caubet, 1991). Les théories développées par les géopoliticiens argentins soulignent la « vocation à l'hégémonie et à l'expansionnisme » du Brésil, alors que du côté brésilien, les théoriciens développent des discours mettant en avant l'importance de l'intégrité territoriale et la nécessité d'attirer les pays voisins[122] dans leur zone d'influence. De ce fait, entre 1962 et 1979 une instabilité politique s'instaure entre les deux pays. La stratégie du Brésil est alors de bloquer la pénétration de l'Argentine dans le Rio de la Plata et d'altérer l'organisation spatiale du Cône Sud en ouvrant des axes transversaux (Est-Ouest) afin d'affaiblir le traditionnel Nord-Sud plus favorable à l'Argentine. L'Argentine a, quant à elle, l'ambition d'isoler le Brésil dans le continent sud-américain en monopolisant les réseaux de transport.

Territorialement, les relations entre l'Argentine et le Brésil se résument au contrôle des deux extrémités du Paraná : le Brésil souhaite conserver les sources du fleuve alors que l'Argentine s'intéresse à son embouchure. La recherche d'un équilibre territorial limitant l'isolement et le retard économique des zones périphériques (Nord argentin et Mato Grosso brésilien) provoquent les confrontations géopolitiques de la deuxième moitié du XXe siècle. Ces régions, susceptibles d'entrer dans l'aire d'influence du pays voisin, doivent donc être intégrées dans les territoires nationaux respectifs (Zugaib, 2006).

Economiquement, la matrice énergétique des deux pays explique l'augmentation des tensions dans le bassin versant. Pour le Brésil, la décision d'exploiter l'énergie du Paraná est logique, car le pays ne couvre pas même un quart de ses besoins en pétrole et son programme nucléaire est en phase initiale (Caubet, 1991). La situation de l'Argentine est différente car les lobbies pétroliers sont puissants et les ressources permettent de couvrir la majorité de la demande. De plus, le pays a très tôt fait le choix du nucléaire pour répondre à ses besoins énergétiques. L'Argentine s'est dotée de technologies de pointe, devenant ainsi le spécialiste latino-américain dans le domaine (Carrizo et Velut, 2006). Les deux pays ont donc choisi deux chemins opposés pour répondre à la forte augmentation de la demande énergétique, choix dont les enjeux se cristallisent autour de l'exploitation énergétique du Paraná.

Le principal problème est qu'il n'existe entre les deux pays aucun rapport de médiation et aucune collaboration diplomatique. Les Argentins n'ont pas été consultés pour l'inauguration de la première turbine du barrage expérimental d'Itaipu en 1960, bien que le remplissage du lac de barrage ait des répercussions sur le débit du Paraná en

[122] le Paraguay, l'Uruguay et la Bolivie plus faibles démographiquement et économiquement

aval. A la même époque, la retenue de Jupiá, situé à 1900 km de la ville de Santa Fe, est également inaugurée. Le retentissement dans la presse illustre bien le manque de dialogue et les tensions internationales entre les deux pays. Dans son livre *Intereses argentinos en la Cuenca del Plata* (1975), Rojas relate la perception argentine de l'incident diplomatique. Il cite un article de presse qui rapporte qu'« en différentes occasions ces derniers temps, ont été écrits plusieurs articles traitant de l'incidence de la construction d'une série de grands barrages dans la partie amont du bassin versant brésilien. Pour la première fois, lors du remplissage de cette retenue, les hauteurs d'eau sont devenues extrêmement basses dans le port de Santa Fe. La diminution du débit correspond à une perte de 6000 m^3/s, ce qui représente une diminution du niveau théorique de 2.10 m. Les bateaux tankers atteignant le port de Santa Fe ne peuvent alors repartir qu'avec une cargaison correspondant à 70% de leur charge maximale. Tout le pays dépend du bassin versant du Paraná et de la possibilité de maintenir le débit du fleuve. Il faut donc savoir le défendre mais également l'utiliser » (Milia, 1968).

En réponse à cet article, les auteurs brésiliens publient leur point de vue dans la revue *Banas* du 20 mai 1968: « les préoccupations argentines montrent jusqu'à quel point la méfiance atavique peut amener. Capables d'obscurcir jusqu'au comptes rendus techniques (…), certains courants d'opinion argentins vont à contre-sens de l'évolution générale pour ne regarder rien que leurs intérêts marginaux et immédiats. Certes le niveau du Paraná à la hauteur de Rosario passera temporairement de 23 à 12 pieds et à la hauteur de Santa Fe de 18 à 9 pieds, mais le motif de querelle est tellement petit en comparaison de l'importance des barrages pour la construction d'un ensemble économiquement plus fort. Finalement l'eau finira par revenir. (...) La rivalité pour ces motifs est d'un autre temps » (Rojas, 1975). Après ce désastre diplomatique, la décision conjointe du Paraguay et du Brésil de construire la retenue d'Itaipú au niveau des Sete Quedas est violemment contrée par l'Argentine. Celle-ci considère qu'avec un barrage d'une telle envergure le débit du Paraná serait diminué en aval, ce qui créeait un préjudice pour la navigation et ses propres projets d'exploitation hydroélectrique.

Le Brésil ignore cependant les revendications argentines et refuse de négocier. Pour le ministère des Affaires Étrangères du Brésil, la construction d'Itaipu ne regarde pas l'Argentine. De son côté, l'Argentine développe des arguments clairs : le Brésil est le pays qui dépend le moins du bassin de La Plata car il a la possibilité d'exploiter le bassin de l'Amazone qui se trouve sur son propre territoire et qu'il ne dépend pas du Paraná pour l'exportation de ses produits (Zugaib, 2006). L'Argentine a donc théoriquement plus de droits sur le Paraná que son voisin moins vulnérable. Face au durcissement de la position du Brésil, l'Argentine organise en 1967 une réunion des Ministres des Affaires Etrangères des cinq pays riverains pour résoudre les différends sur le partage des ressources des fleuves internationaux. La création d'un Comité de

Coordination Intergouvernementale est proposée. Ces initiatives donnent naissance au *Traité du Bassin de la Plata* (1979) qui marque le début d'une réelle coopération multilatérale entre les pays du bassin.

Les décisions unilatérales au sein du bassin sont toutefois favorisées par les différents groupes de pression, les nationalismes et la valeur économique croissante de l'eau. Le manque de médiation se traduit par la construction d'ouvrages hydrauliques incompatibles et à la montée de tensions dans la région (Elhance, 2000). Les mesures unilatérales sont toutefois rapidement épuisées et les Etats sont obligés de reconnaître leur interdépendance hydrologique. Le Brésil et l'Argentine sont contraints de chercher une forme de coopération pour que les tensions géopolitiques n'aboutissent pas à un affrontement militaire, solution qu'en définitive aucun des deux pays ne souhaite (Dinar, 2000; Elhance, 2000). Décidés à coopérer, les pays créent une ébauche de système de gestion partagée et des projets bilatéraux naissent de cette collaboration. L'ancienne logique de rivalité sur les fleuves est remplacée par une coopération. Néanmoins, ces tentatives n'ont pas réussi à effacer les conflits économiques et diplomatiques régionaux (Rodrigues Schausteck, 2009). Les relations sont encore parfois antagoniques, démontrant que le conflit et la coopération sont des phénomènes indissociables qui existent de manière synchrone, l'un nourrissant l'autre (Smouts, Battistella *et al.*, 2006).

Conclusion du huitième chapitre

Le développement de la coopération dans le bassin de la Plata naît ainsi des relations conflictuelles entretenues entre l'amont et l'aval du bassin (Candeas, 2006; Pochat, Natenzon et al., 2006). Ces rivalités ont fortement diminué dès la signature de l'Accord Tripartite de 1979, aboutissant à un début de coopération entre le Brésil et l'Argentine. Les acteurs étatiques et leur propagande ont longtemps été les protagonistes des relations belliqueuses qui ne pouvaient trouver d'autre solution que la diplomatie pour éviter un affrontement armé. Les auteurs géopoliticiens brésiliens et argentins ont beaucoup écrit entre 1930 et 1980 afin de démontrer la menace que représente le pays voisin. Le Paraná est donc affecté par ce que J. Béthemont appelle l'« effet frontière » (Béthemont, 2003). La situation hégémonique tour à tour partagée entre le Brésil et l'Argentine a créé un climat de grande tension géopolitique continentale. La formation tardive des Etats-Nations a longtemps fait du bassin de la Plata une terre d'affrontements aux frontières disputées.

Comme sur d'autres très grands fleuves, les négociations se sont ouvertes à la fin des années 1960. A titre d'exemple il est possible de citer le cas de l'Amour qui fait frontière entre la Russie et la Chine. Le lit du fleuve et ses îles ont longtemps fait l'objet

de violents litiges auxquels succède maintenant une coopération dans laquelle les Russes jouent surtout le rôle de fournisseurs de matières premières transformées par la Chine. Cette évolution n'a été possible qu'une fois résolue la question de la sécurité nationale qui a longtemps empêché la réalisation d'accords coopératifs (Smouts, Battistella *et al.*, 2006). En effet, l'ouverture à une coopération semblait devoir diminuer le pouvoir de chaque état sur les ressources fluviales.

L'Argentine et le Brésil ont chacun eu une politique frontalière différente pour asseoir leur sécurité nationale. La stratégie argentine a longtemps été marquée par les rivalités relatives aux limites de juridiction avec tous les pays voisins, associée à une diplomatie défensive pour l'utilisation des ressources hydroélectriques et pour le maintien des structures territoriales avantageuses pour le développement économique. Les principes de coopération n'ont pu se mettre efficacement en place qu'une fois le dialogue rétabli entre les deux grandes puissances, l'Argentine cédant au Brésil la capacité d'aménager le haut bassin du Paraná pour la production électrique, mais sous certaines conditions. Elle engage également les négociations sur l'aménagement de corridors de transport Est-Ouest, venant concurrencer la maîtrise territoriale Nord Sud jusqu'alors contrôlée uniquement à travers la navigation fluviale sur le Paraná. Le centre vital du bassin localisé au niveau du Río de la Plata est donc aujourd'hui concurrencé par l'attraction des exportations paraguayennes et boliviennes vers les ports de Santos, Paranaguá et Rio Grande, au Brésil. Ces questions aujourd'hui discutées par les voies diplomatiques sont loin d'être résolues : le développement de l'Hidrovia Paraná-Paraguay ne satisfaisant pas les deux pays de la même manière.

Si l'Argentine est favorable au développement de cette autoroute fluviale, le Brésil est beaucoup plus réservé, voire réticent. Le centre de gravité du Cône Sud se situe aujourd'hui au niveau de la mégalopole en formation entre São Paulo et Santos et la construction d'une route navigable efficace entre le Centre-Ouest du Brésil et le port de Buenos Aires représente une menace pour la puissance du port de Santos, qui pourrait perdre une bonne partie des charges destinées à l'exportation. La modification des flux de transport au profit de la zone de Rosafe provoquerait un basculement du centre de gravité du continent vers l'Argentine, ce que désire éviter le Brésil. En conséquence, bien qu'ayant signé les projets du Mercosur, le Brésil cherche à ralentir les aménagements de la voie fluviale, pour continuer à exporter ses productions céréalières par le port de Santos. En parallèle, le Brésil tente d'accélérer le développement des liaisons Est-Ouest pour diminuer le poids de l'axe Nord-Sud du Paraná.

De façon remarquable, le Brésil utilise aujourd'hui d'autres moyens pour imposer sa vision territoriale. En effet, la mise en place de « comités de frontières », prétexte à des évènements réunissant les acteurs décisionnels de régions limitrophes, marque au niveau régional la volonté de relaye<r des dynamiques à la fois globales et nationales.

La construction de « corridors biocéaniques » sert à structurer les initiatives transfrontalières de façon multiscalaire en favorisant la vision stratégique du Brésil. Les processus de coopération qui se mettent en place à l'échelle mondiale dans les années 1980, inaugurent des nouveaux schémas de coopération auxquels participent de nouveaux acteurs. Les acteurs privés et publics au niveau local, national et international sont ainsi mobilisés (Amilhat-Szary, 2005). Aujourd'hui, l'analyse stratégique de l'espace ne peut donc plus faire l'économie des processus complexes qui, dans un contexte donné, définissent les ressources et les degrés de liberté des différents acteurs. En l'occurrence, les politiques publiques et les entrepreneurs privés jouent un rôle qui ne peut plus être ignoré. En termes de stratégie, l'étude des dynamiques spatiales nous oblige à construire des systèmes d'attitudes et d'interactions, impliquant une grande quantité d'opérateurs (Levy et Lussault, 2003).

Chapitre 9. Les modèles d'action et de gestion : une diversité d'acteurs

Depuis une vingtaine d'années, le climat de confrontation entre l'Argentine et le Brésil semble avoir fait place à un système de coopération[123] permettant d'intégrer les pays les moins puissants du bassin dans le jeu des négociations et ainsi gérer au mieux la ressource partagée. A l'image des tentatives d'intégration régionale qui se mettent en place à l'échelle mondiale, les deux hégémons du Cône Sud sont arrivés à dépasser leur point de vue national pour mettre en avant les intérêts communs des cinq pays du bassin.

En apparence seulement, car malgré les efforts de coopération qui se révèlent efficaces, les deux grandes puissances n'ont pas abandonné leurs stratégies territoriales individuelles. En revanche, la mise en œuvre des politiques d'aménagement a changé : les gouvernements appuient certains projets communs si ces derniers les intéressaient. De plus, dans tous les pays du bassin, on assiste à une disjonction des discours officiels et de leur application sur le terrain. Ce phénomène est par ailleurs renforcé par les processus de décentralisation qui dépossèdent les États fédéraux de certaines prérogatives. L'imbroglio d'institutions qui en résulte ne simplifie pas la compréhension du système.

A cette tendance s'ajoute la montée en puissance de deux autres processus ayant une incidence sur l'organisation territoriale des régions riveraines du Paraná. Ainsi en Argentine, la tendance est à la concession des « pôles de dynamismes » au profit des entreprises privées et au développement des politiques sectorielles. Au au Brésil, les institutions se territorialisent, faisant intervenir un grand nombre de nouveaux acteurs dans la gestion et l'aménagement du grand fleuve.

La modification des contextes socio-économico-politiques a permis la transformation des relations conflictuelles en relation de coopération, grâce à la formation d'entités de gestion bi-, tri-, voire multinationales (WWAP, 2007) (ANNEXES 3.2 P.544). En ce sens, la mise en place d'un système de consultation entre l'Argentine et le Brésil dans les années 1950[124] représentait une avancée qui amènait à la création d'entités de gestion

[123] Il est possible de définir la coopération comme l'absence de guerre et la capacité des acteurs à gérer leurs conflits de manière à ce qu'ils ne dégénèrent pas Smouts, M., D. Battistella and P. Vennesson (2006). *Dictionnaire des relations internationales: Approches, concepts, doctrines.* Paris: Dalloz, .

[124] La première réunion des Ministres des Affaires étrangères de l'Argentine et du Brésil a lieu à Buenos Aires en 1959, Muniz, C. M. (1979). *Las relaciones entre la Argentina y Brasil.* Buenos Aires: Museo Mitre, 75

communes. Des projets binationaux permettent la consolidation des accords signés entre 1979 et 1994. Ce système de consultation a non seulement permis d'éviter les interprétations erronées mais a aussi permis de trouver des positions communes sur un certain nombre de sujets sensibles. Les autres pays du bassin rallient rapidement ce système qui permet de parler d'une même voix dans les Conférences Internationales.

Malgré les désaccords qui persistent, la formation d'entités régionales supranationales dans le reste du monde oblige les pays du Cône Sud à trouver des directions de développement communes pour peser sur la scène internationale (Muniz, 1979; Prévôt-Schapira et Rivière d'Arc, 2001; Carroué, 2004). Un Accord d'Amitié et de Consultation est signé en 1961. Celui-ci précise que tous les sujets d'intérêt commun doivent être discutés pour coordonner les actions des différents pays sur les scènes continentale et mondiale (Ministerio de Relaçoes Exteriores, 1961). Ces déclarations auraient pu rester purement instrumentales mais de grands efforts ont été fait pour les appliquer. Leur efficacité a d'ailleurs pu être appréciée lors des échanges d'informations sur les retenues du Haut Paraná et l'« élimination définitive des rivalités et du manque de confiance entre les pays signataires » (Muniz, 1979).

9.1. Le dialogue rétabli et l'intégration du Bassin de la Plata

Malgré la mise en place de consultations, les tensions remontent rapidement quand les thèmes stratégiques et symboliques sont abordés. La construction du barrage d'Itaipú est l'exemple emblématique des limites du dialogue rétabli. Grâce aux avancées et aux reculs dans les relations diplomatiques, les pays du bassin parviennent à une intégration avancée même si la gestion intégrée des ressources n'a pas abouti et reste un objectif du XXIe siècle. Dans ce processus qui fait intervenir toutes les échelles géographiques, les acteurs supranationaux et privés jouent un rôle important.

9.1.1 Traités et institutions internationales

La mise en place de réseaux de médiation entre les gouvernements n'empêche pas les situations conflictuelles. Cette autre forme de dialogue aboutit généralement à la signature de traités internationaux, généralement entre deux ou trois pays. Dans le cas du bassin du Paraná, les signataires préfèrent les coopérations bilatérales et trilatérales (douze recensées jusqu'en 2008) aux accords multilatéraux plus vastes (trois traités recensés). Les accords restreints semblent plus opérationnels puisqu'ils « diffusent les

conflits potentiels et amplifient les efforts de collaboration [125] » (Gilman, Pochat *et al.*, 2008). La théorie de la « stabilité hégémonique » explique l'utilisation massive des accords bilatéraux au détriment des accords multilatéraux. L'*hégémon* adopte des accords dont les règles sont plus faciles à définir face à des pays moins puissants. Dans le bassin versant du Paraná, le Paraguay et l'Uruguay sont donc des alliés recherchés, car ils possèdent moins de marge de manœuvre politique face aux deux grandes puissances. Ces deux Etats jouent ainsi parfaitement leur rôle d'« États tampons », car dans les traités binationaux conclus tour à tour avec le Brésil et l'Argentine sur les questions d'exploitation hydroélectrique et de navigation, ils favorisent la coopération indirecte entre les deux grandes puissances. Notons toutefois que les objectifs des traités signés (le développement, l'intégration, la gestion de l'eau, l'environnement) semblent compatibles sur le papier mais s'avèrent souvent inapplicables (Laborde, 1999).

A partir des années 1970, un grand nombre d'institutions et de comités sont créés. Ils permettent d'envisager les problématiques continentales et de faire le lien entre les différents Etats. Les pays mettent progressivement en place un « régime international »[126]. Ces comités, comme le CIC (Comité intergouvernemental Coordinateur des Pays du Bassin de la Plata, constitué en 1968), la COMIP (Commission Mixte Argentino-Paraguayenne du Río Paraná datant de 1971), ou le CIH (Comité Intergouvernemental de l'Hidrovia Paraná-Paraguay fondé en 1989), créent un cadre légal clair. Les différentes parties peuvent ainsi identifier les gains conjoints dans l'utilisation des eaux transfrontalières de façon équilibrée et équitable. Les trois commissions citées sont directement liées à la gestion du Paraná, mais elles ne sont pas les seules, comme en témoigne le tableau des agences bi-, tri- ou multilatérales du bassin de la Plata en ANNEXES 3.2 (P.544).

Ces commissions, créées de manière ponctuelle, sont généralement conçues pour la gestion de la navigation et le développement de l'exploitation énergétique. Il est d'ailleurs intéressant de remarquer que ces deux thèmes stratégiques ne sont que tardivement intégrés (1991) au *Traité des Pays du Bassin* pourtant signé en 1969. Les-dits pays préfèrent généralement régler ces questions au travers d'accords bi- ou trilatéraux pour ne pas avoir à concevoir un cadre de négociation à une échelle plus large qui impliquerait des intérêts plus complexes et moins compatibles.

---

[125] "diffuse potential conflict and amplify future cooperation efforts"Gilman, P., V. Pochat and A. Dinar (2008). "Whither La Plata? Assessing the state of transboundary water resource cooperation in the basin", *Natural Resources Forum*, vol. 32, n° pp. 203-214

[126] Un régime international peut être défini comme « un ensemble de principes, implicites ou explicites, normes, règles et procédures de décisions » autour d'un domaine concerné par les relations internationales (Krasner, S. D.,1982). "Structural causes and regime consequences: Regimes as intervening variables", *International Organization*, vol. 36, n° 2, pp. 185-205.

Ces institutions sont une façon de parvenir à la coopération, tout en laissant libre jeu aux Etats qui peuvent continuer à agir selon leur propre intérêt. Dépasser les intérêts nationaux et les stratégies unilatérales est aujourd'hui le grand enjeu de la gestion partagée du fleuve. Il y a quarante ans, lors de la signature du *Traité des pays de la Plata* (1969), chacun des cinq pays possèdait une approche différente du développement régional, répondant à leurs différences historiques, géographiques, sociales et politiques. Les analystes dégagent deux conceptions différentes du traité : L'Argentine et l'Uruguay espèrent avoir une gestion conjointe et intégrale du bassin, tandis que le Brésil, le Paraguay et la Bolivie cherchent à définir une liste ponctuelle de travaux à réaliser dans le bassin (Assef, 1980 ; Caubet, 1983 ; Rojas, 1975 ; Schiling, 1974).

Les premiers s'intéressent donc à la ressource en eau alors que les seconds s'attachent surtout au développement de la région (Laborde, 1999). Pour favoriser le fonctionnement pratique, les gouvernements ont cherché à consolider le caractère non-contraignant du Traité, le non respect des accords n'entraînant aucune réprimande administrative ou légale. Il s'agit d'un « agreement to agree » fondé exclusivement sur la volonté de coopération des pays signataires. Les pays signataires ne sont pas prêts à s'engager davantage : pour renforcer la confiance entre entités nationales, le traité intègre d'ailleurs plusieurs questions secondaires. En effet, d'autres questions moins polémiques ont été ajoutées à la question très sensible des fleuves. Les consensus sur ces points secondaires fournissent dès lors les bases d'une coopération sur les questions plus délicates.

Les sujets relatifs à la navigation, à l'établissement de nouveaux ports, à l'amélioration des infrastructures existantes et à l'intégration énergétique sont abordés lors de la création du Comité Intergouvernemental de la Cuenca de la Plata (CIC) (Laborde, 1999). Cet organisme, chargés des projets portés par les Etats nationaux (Pochat, 1999), organise la réalisation des objectifs définis par le premier traité de coopération international signé en 1969[127]. Ce dernier établit que les efforts de développement concernant les ressources partagées doivent promouvoir le développement harmonieux et l'intégration physique du bassin. Dans cette tâche, le CIC est assisté par la Conférence des Ministres des Affaires Etrangères et son Secrétariat.

A la fin des années 1960, les tensions autour des projets binationaux d'Itaipú, de Corpus et de Yacyretá montrent les limites de ce Traité. Les conflits d'intérêts soulèvent alors les points de négociation les plus sensibles et révèlent les conceptions différentes de la coopération. Dans le modèle défini, celle-ci semble toujours donner l'avantage au pays le plus puissant, en position hégémonique (à l'époque le Brésil). Cette situation est renforcée par les points de discorde qui jouent en faveur du pays lusophone. En effet,

[127] Tratado de la Cuenca de la Plata

les négociations, en cas d'échec, n'affectent pas directement le Brésil qui conserve un Paraná intact. Les négociations les plus virulentes concernent le préjudice sensible[128] né de la coupure partielle du Paraná à seulement dix-sept kilomètres de la frontière. Elles soulèvent la question de la consultation préalable des pays du bassin lors de la réalisation d'un projet susceptible d'avoir des impacts sur l'aval, ainsi que la question de la compatibilité de l'exploitation hydroélectrique de part et d'autre de la frontière. Les discussions sont donc à la fois générales, sur les questions juridiques relatives à la « dépendance hydraulique » (Elhance, 2000), et particulières sur les problèmes d'aménagement du fleuve dans une période de crise énergétique.

C'est l'Argentine qui cherche à trouver une solution pacifique avec le Brésil, ne pouvant pas se permettre un troisième conflit armé. A ce moment, elle affronte déjà le Chili sur les problèmes relatifs au Canal de Beagle et la Grande Bretagne aux îles Malouines. Après un premier refus d'étude multilatérale du projet d'Itaipú, le Brésil admet de longues négociations tripartites. Il accepte dans un premier temps de fournir des informations sur les ouvrages réalisés et de compenser financièrement les préjudices provoqués par les travaux (de Camargo, 1985). Après près de deux ans de négociations, l'Accord d'Itaipú-Corpus est signé en 1979 à Ciudad del Este (Paraguay) (ANNEXES 3.3 P.545). Cet accord souligne la recherche de la « convergence effective d'intérêts et l'obtention d'avantages mutuels ». Cependant le Brésil a su profiter de sa position dominante pour établir un accord à son avantage (de Camargo, 1985). Le barrage de Corpus doit ainsi pouvoir opérer à la cote 105 m alors que le barrage d'Itaipú a la possibilité de « fonctionner avec la flexibilité correspondant à sa meilleure utilisation (…), tout en maintenant en aval des débits qui ne dépassent pas (…) les paramètres relatifs à la navigation déterminés, conformément à la pratique internationale ». La variation horaire du niveau doit ainsi être inférieure à cinquante centimètres et à deux mètres par jour. Cependant, en cas de « conditions hydrologiques défavorables », le pays se réserve une augmentation de ces seuils de 20%. Notons que le Traité ne définit pas clairement ce que sont ces « conditions hydrologiques défavorables ». De plus, le point 5c du Traité indique que le barrage fonctionnera avec dix-huit turbines alors qu'aujourd'hui il en compte vingt.

Malgré la multiplication des agences multinationales et des accords relatifs à l'utilisation du fleuve, la coopération ne se fait pas sur un pied d'égalité entre les pays du bassin. Les Accords d'Itaipú-Corpus sont en effet plus proches de la résolution d'une question technique que de principes de fond promouvant une réelle collaboration (de Camargo, 1985). Le traité de coopération signé dix ans plus tôt posait en effet de

[128] Préjudice sensible : si les travaux d'un pays entraînent une modification sensible et notable du régime d'un fleuve, l'État qui prétend faire des travaux n'exécutera l'ouvrage qu'après s'être mis en accord avec l'autre État.

meilleures bases de collaboration mais, malgré la création d'un fond économique soutenant les projets à l'échelle du sous-continent[129], ces objectifs semblent avoir été oubliés. De fait, « l'intégration physique et le développement harmonieux » de l'ensemble continental sont omis durant une décennie puisque ces idéaux sont incompatibles avec le modèle géopolitique en vigueur dans le bassin (Zugaib, 2006). Il faut donc attendre les années 1990 pour voir apparaître des projets véritablement intégrateurs posant de réelles bases de collaboration et développant des objectifs communs.

Ce n'est donc qu'une vingtaine d'années après le premier accord multinational que les pays du Cône Sud prennent conscience de leur appartenance à la même région supranationale, seule capable de défendre leurs intérêts communs sur la scène mondiale. Le Paraná passe alors du statut de ressource convoitée à celui d'instrument au service du développement de l'économie régionale.

9.1.2 Des grands projets intégrateurs

La collaboration dominée par les intérêts nationaux s'est aujourd'hui transformée en une « coopération exemplaire » (Amilhat-Szary, 2005). Bien que dans le contexte actuel on ne puisse comparer les régions dynamiques aux Euro-régions, la mise en place d'une collaboration de plus en plus efficace donne aux projets de coopération transfrontalière une ampleur inespérée dans les années 1970. L'écrivain Antonio Varela, décrit bien ces nouvelles constructions territoriales du Haut Paraná : *« certains disent que le Paraná sépare les côtes de trois pays. Mais en réalité, c'est un fil liquide qui les unit, les transformant en un quatrième pays de légende, isolant les autres, différent. Il prend des morceaux des trois, mais il n'appartient à personne. C'est une terre puissante, immense, sauvage. C'est la patrie de la Yerba Maté. C'est le Haut Paraná* [130]» (Varela, 1986).

La vision poétique de l'auteur illustre une coopération transfrontalière qui se met peu à peu en place dans certaines régions du bassin. Les mécanismes de coopération et de conflit ont permis de créer des accords économiques qui sont une solide base d'échange et de convergence. Le projet hydroélectrique d'Itaipú est d'ailleurs aujourd'hui présenté comme un exemple concret de la construction d'une région transfrontalière (Amilhat-

[129] Le FONPLATA (Fondo Financero para el Desarollo de la Cuenca de la Plata) est en effet créé en 1976, sur la base du Traité des Pays de la Plata pour soutenir financièrement les activités décrites dans ce dernier WWAP, W. W. A. P. (2007). *La Plata Basin Case Study: Final Report.* 537 pp. p.

[130] "Algunos dicen que el Paraná separa las costas de los tres paises. Pero en realidad es un hilo liquido que las une, convirtendolas en un cuarto pais de leyenda, aislado de los otros, diferente. Toma trozos de los tres, pero no pertenece a nadie. Es una tierra poderosa, immensa, salvaje. Es la patria de la yerba mate. Es el Alto Parana"

Szary, 2005), bien que dans la réalité ce projet ait créé plus de confrontation que de véritable collaboration.

A titre d'exemple, les accords sur le partage des bénéfices tirés de la production électrique d'Itaipú sont considérés comme un modèle de négociation (ils sont d'ailleurs copiés lors de la construction de la centrale de Yacyretá). Le Paraguay les conteste vigoureusement aujourd'hui. Sur le papier, la production d'énergie est partagée entre les deux pays mais dans les faits, elle est avant tout destinée au marché brésilien auquel le Paraguay vend le surplus qu'il ne consomme pas, selon des tarifs établis il y a quarante ans.

Si l'implantation des deux grandes retenues hydroélectriques n'a pas permis le développement de l'industrialisation des régions où elles sont localisées, leur présence a eu des impacts importants sur le fonctionnement territorial. Le barrage d'Itaipú a fait entrer la région dans une dynamique tri-frontalière, et la région transfrontalière de Yacyretá (bien que moins intégrée) se développe rapidement. La frontière Argentine/Paraguay où le fleuve sépare deux territoires, n'a pas supprimé l'identité historique de la région transfrontalière en dépit de toutes les configurations géopolitiques (Martinez Estrada, 1983). De fait, l'intégration politique engendrée par les accords liant les gouvernements argentins et paraguayens a permis le développement du tourisme international qui met en valeur les sites naturels et culturels de la région de *Misiones* (territoire des missions jésuites). L'embryon d'intégration est d'ailleurs souligné avec vigueur dans les derniers livres parus sur Yacyretá (Levinton, 2007; Levington, 2010). La construction d'un grand barrage n'est pas en soi un facteur suffisant pour former un territoire spécifique de part et d'autre de la frontière, mais elle renouvelle profondément les enjeux géopolitiques des régions frontalières (Amilhat-Szary, 2005).

9.1.2.1 Les étapes de l'intégration

Les processus de coopération sont véritablement initiés lors de la signature de l'Accord Tripartite (Accord Itaipú-Corpus). Cet accord permet une prise de conscience de l'inefficacité du Traité de Bassin et de ses organes (Caubet, 1991). La modification des contextes géopolitiques autorise les « trois petits » (Bolivie, Paraguay et Uruguay) à signer la convention URUPABOL. Celle-ci leur permet de coordonner leurs demandes auprès de la Banque Interaméricaine de Développement (BID). Cette coalition équilibre les relations entre les pays du bassin, donnant un pouvoir supplémentaire à ces pays qui jusqu'alors étaient manipulés par les deux grandes puissances. En parallèle, le retour à la

démocratie de l'Argentine et du Brésil fait évoluer l'intégration régionale[131]. Celle-ci suppose le partage de la souveraineté étatique et la mise en commun des procédures institutionnelles. Les accords commerciaux du Mercosur et l'intégration physique grâce aux nouvelles voies de transport (Hidrovia Paraná-Paraguay, IIRSA) consolident la solidarité entre les cinq pays et les jeunes systèmes démocratiques[132] (Candeas, 2006). Le Cône Sud se repositionne ainsi sur la scène commerciale mondiale par rapport aux autres grands blocs continentaux.

L'Acte de Buenos Aires, signé en juillet 1990 entre le Brésil et l'Argentine définit les bases de la construction d'un marché commun régional auquel adhèrent le Paraguay et l'Uruguay. Cette dynamique aboutit en 1991 à la signature du Traité d'Asunción, constitutif du Mercosur. La signature en 1994 du Protocole d'Ouro Preto, donne une personnalité juridique internationale à ce nouveau bloc. C'est le début de l'union douanière assurant la libre circulation des biens, services, personnes et capitaux, en établissant un tarif extérieur commun (TEC). La structure institutionnelle du Mercosur s'installe donc à Montevideo et se dote d'un Conseil du Marché Commun (CMC) qui conduit la politique d'intégration ; d'un Groupe du Marché Commun (GMC) responsable des négociations qui fixe l'agenda de travail et d'une Commission de commerce s'occupant de la politique commerciale du bloc. En outre, il existe une commission parlementaire qui a pour objectif d'inclure la société civile dans la coopération et un tribunal pour la résolution des litiges[133].

Après sa création, et jusqu'à 1998, le Mercosur se consolide avec l'accélération des échanges commerciaux et le lancement de grands travaux d'aménagement à l'échelle continentale car les infrastructures sont insuffisantes pour permettre une bonne communication entre les pays signataires. La crise argentine de 1999 provoque la récession économique de l'ensemble constitué mais renforce la nécessité de collaboration bien que la peur de la supranationalité continue d'exister. Elle empêche l'approfondissement de la coopération au-delà des questions commerciales. Le Mercosur compte aujourd'hui 6 États membres[134] et 4 pays associés[135], dont les relations

[131] « (…) la coopération régionale revêt un caractère plutôt ponctuel et temporaire, défini par des formules contractuelles établies dans le cadre de projets présentant intérêt mutuel ; l'intégration régionale est conçue de façon plus permanente » in Lavergne, R. (1996). *Intégration et coopération régionales en Afrique de l'Ouest.* Paris: Khartala,

[132] Le protocole d'Ushuaia de 1996 stipule officiellement la clause en affirmant que le système démocratique est une condition d'appartenance à ce bloc régional.

[133] Les organes du Mercosur sont très nombreux et nous avons fait le choix de ne mentionner que ceux ayant un pouvoir de décision.

[134] Argentine, Bolivie, Brésil, Paraguay, Uruguay et Venezuela

[135] Chili, Colombie, Équateur et Pérou

sont fondées sur le concept d'« alliance stratégique » officialisé par les présidents Fernando Henrique Cardoso (Brésil) et Carlos Menem (Argentine). Lors d'une rencontre à Rio de Janeiro (1997), les deux présidents déclarent que le bloc continental ne peut fonctionner que grâce à la mise en place d'un Mécanisme Permanent de Consultation et Coordination. Le grand défi du Brésil et de l'Argentine est donc de dépasser la simple « alliance tactique » ou « amitié intéressée » (Gonçalves et Lyrio, 2003) et de construire une relation stratégique consolidée, avec des objectifs communs.

Les résultats du Mercosur sont aujourd'hui positifs et cette coopération a permis aux Etats de mettre en place des systèmes d'intégration approfondis. Les échanges commerciaux ont été multipliés par quatre entre 1991 et 1999, mais l'intégration y est relativement lente. De plus, l'avenir du Mercosur dépend en grande partie de l'état des rivalités entre Argentine et Brésil, la crise argentine ayant renforcé la position brésilienne (Sberro, 2001). Pour ne pas nous perdre dans les tentatives plus ou moins fructueuses de coopération à l'échelle du continent, recentrons nous sur le Paraná. Nous avons vu que les eaux du Paraná ont longtemps été source de relations conflictuelles entre les pays partageant son bassin. De ces confrontations sont nés les prémices de l'intégration régionale. On peut alors se demander quelle est la place donnée au fleuve par les différents gouvernements. Continue-t-il à être perçu comme un terrain d'affrontement ou son statut a-t-il fondamentalement changé durant la dernière décennie ? Quelles sont les dynamiques d'intégration par le fleuve ?

Les enjeux actuels sur le Paraná (développés dans la première partie de la thèse) ne semblent pas être très différents de ceux de la première moitié du XXe siècle. Les questions relatives à la navigation et à l'hydroélectricité restent toujours sensibles. Cependant le changement d'échelle de prise en compte du Paraná semble avoir modifié les projets d'aménagement. Si la fermeture du Haut Paraná par un nombre important de constructions hydroélectriques est toujours une des problématiques essentielles, la mise en place de certaines structures de développement a permis d'établir les bases de la coopération. Sont ainsi traitées conjointement les questions relatives à l'Hidrovia Paraná-Paraguay-Tiêté et celles de l'intégration énergétique des pays du bassin.

L'approfondissement de l'intégration régionale à travers la construction et la modernisation des infrastructures de transport et d'énergie se fait par le biais de L'IIRSA (Initiative d'Intégration pour l'Amérique du Sud) que nous avons déjà mentionnée (PARTIE 1 P 74). L'IIRSA, dont les groupes d'experts harmonisent les législations nationales, est constituée par un Comité de Direction (formé par les ministres des infrastructures), un Comité Technique et des Comités Nationaux. Afin que tous les objectifs soient réalisés, les projets sont financés par la Banque Interaméricaine de Développement (BID), par le FONPLATA, par la Corporation Andine de Financement (CAF), et par la Banque brésilienne de développement économique et

social (BNDES). Actuellement 29 projets reçoivent des financements de ces quatre entités, avec un budget total dépassant 3,8 milliards de dollars en 2008[136]. Le projet le plus abouti est sans doute le « couloir bi-océanique » reliant les pays de la côte du Pacifique au Brésil face à l'Argentine en concurrence directe avec l'axe de navigation Nord-Sud de l'Hidrovia Paraná-Paraguay. Sous couvert de politiques d'intégration, les intérêts brésiliens et argentins s'affrontent. Le Brésil cherche en effet aujourd'hui à conquérir les marchés asiatiques grâce aux connexions de transport le reliant à la côte Pacifique. L'Argentine, quant à elle, cherche à consolider la structuration Nord-Sud du continent, faisant une place de choix à la zone de Rosafe et au port de Buenos Aires. Au final, les deux grandes puissances cherchent de la même manière à contrôler les productions du Centre-Ouest brésilien et du Paraguay pour asseoir leur hégémonie sur le commerce de grains du continent (Auroi, 2009).

Bien que jusqu'à présent le corridor bi-océanique terrestre soit le plus avancé, les nouveaux paradigmes relatifs au changement climatique semblent jouer en faveur du développement de la voie fluviale. En effet, celle-ci représente à la fois une solution plus respectueuse de l'environnement (si l'on excepte les controverses sur la chenalisation du Pantanal) et une solution plus économique à aménager (PARTIE 1 P. 87). Mais c'est l'efficience économique immédiate, plus que sa rentabilité, qui est source de discussions.

L'Argentine, la Bolivie et le Paraguay veulent croire au développement du système de transport par voie fluviale, contré par le lobby pétrolier et les grandes firmes de fabrication de biodiesel (essentiellement brésiliennes). L'analyse des grands systèmes de transport par voie fluvial montre les difficultés à intégrer des territoires partagés. L'échec relatif du « système des Cinq Mers » de l'ex-Union Soviétique et de l'aménagement de la Volga fournissent des scénarios peu enviables (Marchand, 1990; Dussouy, 2003). En revanche, les exemples du Mississippi et du Saint-Laurent illustrent la faisabilité d'une telle entreprise (Lasserre, 1980; Lubinski et Barko, 2003; Galat, Barko *et al.*, 2007).

9.1.2.2 L'intégration régionale, un nouvel horizon pour l'Hidrovia Paraná-Paraguay ?

L'idée de faire du système Paraná-Paraguay un axe intégrateur des pays du Bassin de la Plata naît au milieu du XXe siècle. A son origine, le « Programme Hidrovia Paraná-Paraguay » est pensé comme un moyen de renforcer les dynamiques économiques du Marché Commun en création (Roccatagliata, 1988). Aujourd'hui, loin d'être achevée,

[136] Pour connaître les projets financés via l'IIRSA :http://www.iirsa.org

l'Hidrovia connaît un regain d'intérêt et commence à être considérée comme un outil indispensable au développement de l'économie des pays du Cône Sud. Sa construction ainsi que son organisation sont complexes et évolutives car elles dépendent aussi bien du commerce international que du jeu des acteurs dans le domaine du transport fluvio-maritime. L'exportation des produits agricoles est un facteur-clé des économies argentines et brésiliennes (Velut, 2004) (PARTIE 1 P. 60) et le développement de la voie fluviale est indirectement contrôlé depuis l'aval par les acteurs du système agro-industriel.

Les protocoles législatifs relatifs à la libre navigation sur le Paraná apparaissent dès les années 1960, mais l'actualité montre que l'ouverture des frontières fluviales ne suffit pas à créer un transport concurrentiel à petite échelle : le fonctionnement du système de transport dans son ensemble doit être unifié (Amiune, 2005). Dès les années 1960, les scientifiques commencent à penser ces questions à l'échelle du bassin. De nombreux travaux, toutes disciplines confondues, commencent alors à analyser le Paraná en l'intégrant à son bassin versant (Castellanos, 1959; Illies et Botosaneanu, 1963; CONADE Consejo Nacional de Desarollo Sector Transporte y Comunicaciones, 1965; Golbery do Couto e Silva, 1967; Cabral, 1973; Naranjo, 1973). Sans que les relations entre les sphères scientifiques et politiques soient évidentes, les idées circulent.

La réunion des Chanceliers des cinq pays en 1987à Santa Cruz (Bolivie) entérine la résolution 210 déclarant d'intérêt prioritaire le développement du système Paraná-Paraguay. En 1988, les Ministres des Travaux Publics et du Transport des pays membres se réunissent à Campo Grande au Brésil où ont lieu les premières rencontres internationales pour le développement de l'Hidrovia Paraná-Paraguay. L'objectif est d'identifier les options les plus adéquates pour faire de la voie fluviale un couloir de transport régional qui serait la colonne vertébrale d'une future intégration. Il est suivi, l'année d'après, de la mise en place d'un Comité Intergouvernemental de l'Hidrovia (CIH[137]) accompagné d'un programme d'action nommé *Programa Alto Paraná*.

Ce programme a pour but de fournir des études sur les ouvrages nécessaires à la navigation du Haut Paraná et de développer une voie navigable de jour comme de nuit sur l'intégralité du Paraná et du Paraguay. Au sein du CIH, les premières discordes apparaissent autour des différentes modalités financières du transit des matières transportées sur la voie navigable. Pour permettre aux aménagements de suivre la programmation, les pays signataires du Traité se réunissent pour signer les Accords de Santa Cruz de la Sierra en 1992. Promulgués en 1995 pour une durée de dix ans, ces accords ont été renégociés en 2005 et ils ont été reconduits pour une durée de quinze

[137] http://www.sspyvn.gov.ar/hparana_paraguay.html

http://www.fonplata.org/integracionregional/1/CIH.aspx

ans. Ils permettent la liberté du transit fluvial, du transport de personnes et de biens ainsi que la libre navigation sur l'Hidrovia Paraná-Paraguay pour les bateaux battant le pavillon national d'un des cinq pays signataires[138]. Ces accords cherchent à (r)établir une continuité longitudinale sur la voie fluviale en traitant de manière identique[139] toutes les embarcations circulant sur la voie fluviale. Pour cette raison, il a été décidé qu'aucune taxe ne pourrait être demandée pour le simple transit fluvial sur l'Hidrovia.

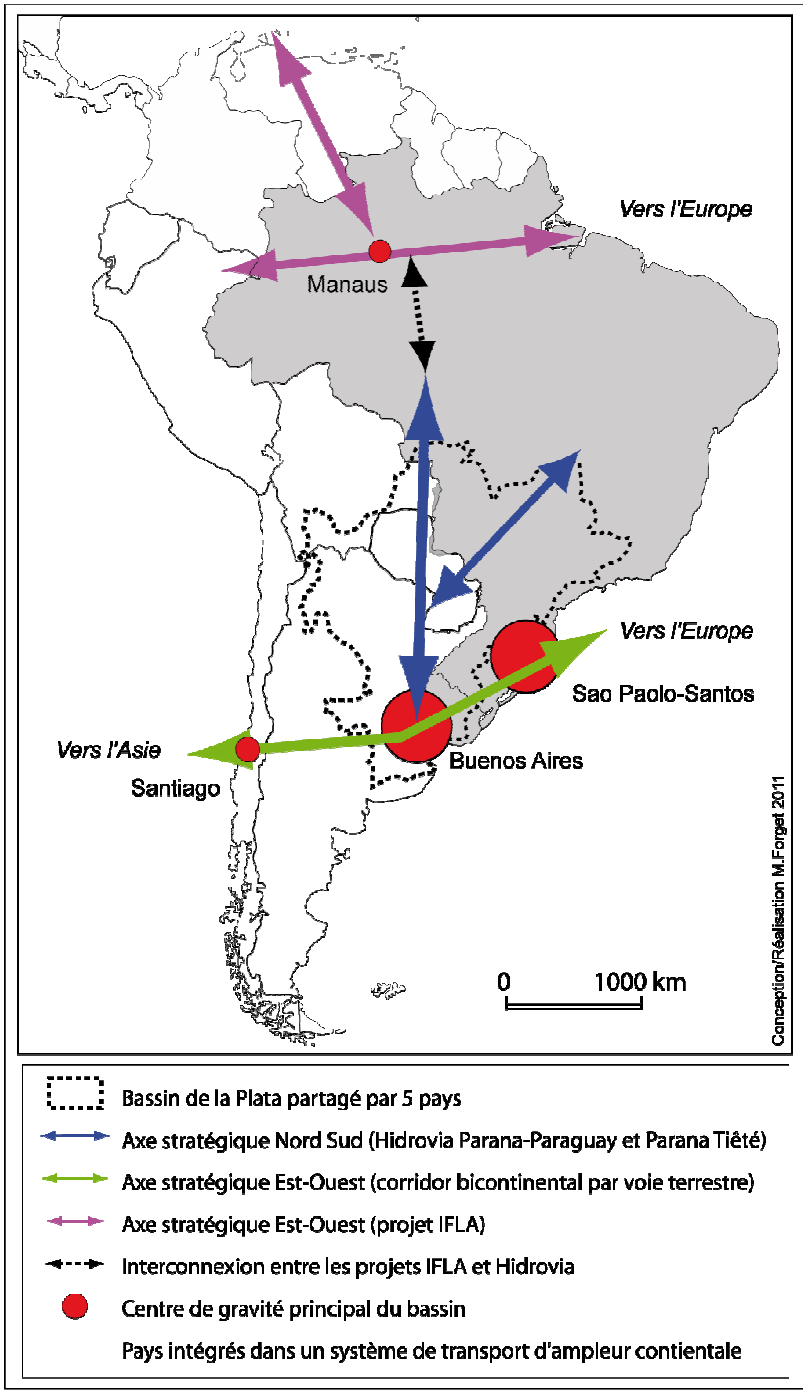
Les pays signataires se sont accordés sur l'harmonisation de leurs législations respectives et sur la libéralisation du marché pour engendrer une plus grande compétitivité. Pour cela ils se sont également engagés à réduire les coûts de pilotage qui reste nécessaire dans de nombreux tronçons de la voie fluviale. Les Accords de Santa Cruz ont donné naissance à la Commission de l'Accord, qui a pour but de faire appliquer les résolutions, de résoudre les conflits entre les différents acteurs, de proposer l'adoption des moyens facilitant la tenue des différents objectifs et de recommander les ajouts et les modifications nécessaires au CIH. Dans cette commission composée par des représentants des différents pays membres, les décisions sont prises à l'unanimité et en présence de tous les pays signataires. Toutefois, les dispositifs d'application de ces accords rendent difficiles les actions sur le terrain. En effet, les pays signataires peinent souvent à trouver les meilleures conditions de réalisation de l'Hidrovia, d'autant plus que les études de faisabilité ont été concédées à une firme de consultation internationale (Consorcio de Intergracion Hidrovia) en 2004. Cette firme propose diverses alternatives d'action pour chaque terme de référence de l'étude ; de ce fait les pays impliqués ne sont parvenus à aucun accord. Devant cette situation, et jusqu'à ce qu'elle soit résolue, l'Argentine et le Paraguay ont signé un accord bilatéral leur permettant de poursuivre les aménagements de la voie navigable traversant leurs pays (Comision de Uso et Fomento de las Hidrovias, 2010).

Le Brésil semble freiner l'avancée des négociations car le programme Hidrovia Paraná-Paraguay-Tiêté évoque moins une infrastructure de transport interne au Cône Sud qu'une stratégie de développement intégral qui modifierait les centres géostratégiques du sous-continent. En effet, à terme, la navigation sur l'axe Paraná-Paraguay serait bien plus efficace et moins coûteuse que l'acheminement des grains par route vers le port de Santos. Le Brésil craint donc que l'Hidrovia Paraná-Paraguay capture une grande partie des grains produits dans les États du Paraná et du Mato Grosso pour les exporter par la zone de Rosafe. L'aboutissement des travaux de l'Hidrovia Paraná-Paraguay aurait donc des impacts directs sur l'organisation spatiale

[138] De ces accords sont exclus la navigation de bateaux militaires et autres embarcations sans but commercial, tout comme le transport transversal entre les rives des tronçons frontaliers ainsi que le cabotage national qui sont régis par d'autres traités.

[139] Que ce soit pour les taxes, les droits, le pilotage, le remorquage ou les services portuaires.

du sous-continent. A terme, le bon fonctionnement d'une grande voie fluviale pourrait entraîner le basculement des centres de contrôle et de gestion logistiques depuis le pôle de São Paulo -Santos vers celui du Río de la Plata (Riveiro, 2000; Amiune, 2005). Le Brésil n'est pas opposé au développement d'une grande voie mais à son tracé proposé par l'IIRSA. Il préférerait la création d'une Interconnexion Fluviale Latino-Américaine (IFLA), autrement dit la liaison Paraguay-Amazone-Río Negro-Orénoque dont la principale branche serait celle de l'Amazone (Dussouy, 2003) (CARTE 30).



CARTE 30 CARTE DU PROJET D'INTEGRATION DE L'AMERIQUE LATINE SELON LA VISION GEOPOLITIQUE DU BRESIL. L'HIDROVIA SERT DE CONNEXION AUX PRODUCTIONS CONTINENTALES MAIS SUR UN PIED D'EGALITE AVEC LA VOIE NAVIGABLE DE L'AMAZONE ET LES ECHANGES EST-OUEST

Chimère ou non, l'idée d'une telle voie monumentale, navigable de l'Argentine au Venezuela (CARTE 30 P.347), s'inscrit dans le « régionalisme stratégique » du Brésil qui, malgré les crises des années 1970 à 1990, n'a jamais renoncé à entraîner derrière lui les autres pays sud-américains dans un processus d'autonomisation régionale. Il poursuit à sa façon la vision géopolitique de Golbéry Couto e Silva qui affirme que « le Brésil ne doit pas se contenter de ce qu'il a déjà accompli, mais doit arriver de façon hégémonique jusqu'au Pacifique, (…) pour le Brésil à l'heure actuelle il n'y a qu'un seul chemin : s'étendre ou périr » (Golbery do Couto e Silva, 1967).

Chaque pays possède la responsabilité de l'exécution des aménagements dans ses eaux juridictionnelles selon la méthode qu'il juge la plus opportune. Cela laisse libre cours aux pressions sectorielles exercées par les producteurs et les armateurs utilisant la voie fluviale. La même idée d'intégration aboutit donc au paradoxe présenté plus tôt : d'un côté, une organisation supranationale dont la planification permettrait de donner corps à une voie fluviale continue et de l'autre une multiplicité d'acteurs privés, trouvant leurs intérêts dans des aménagements ponctuels qui ne répondent à aucun plan d'ensemble. L'aménagement de la voie fluviale ne joue que très peu le rôle d'intégrateur dans le bassin versant.

En 2005, FONPLATA a lancé une étude sur la dynamique territoriale de l'aire d'influence de l'Hidrovia (AIHPP). Cette dernière possède une superficie totale de 3.1 millions de kilomètres carrés centrée autour de la zone de Rosafe (Koutoujdan, 2007). Les résultats de l'étude montrent que les systèmes ferrés et routiers doivent également être développés pour mieux desservir les complexes portuaires. Un bon accès aux terminaux est en effet une des clés du fonctionnement général du système. En d'autres termes, il s'agit de donner au transport fluvial la même attention que celle donnée au transport routier (investissements, subventions, planification).

La création des commissions internationales et le lancement de projets d'intégration sont un premier pas vers l'intégration des pays du bassin de la Plata, mais les projets ne se réalisent pas systématiquement. Généralement, les modes de transport déjà privilégiés reçoivent plus de subventions pour leur planification et leur mise en œuvre. Dans ce contexte, la modernisation des terminaux portuaires se poursuit grâce aux investissements privés, sans bénéficier d'un plan d'aménagement global. La voie fluviale est donc aujourd'hui fortement fragmentée. Toutefois, d'autres projets d'intégration semblent avancer plus rapidement.

9.1.2.3 Le rôle clé des barrages hydroélectriques

L'intégration énergétique des pays se partageant le Paraná passe par la connexion des nœuds des systèmes électriques brésilien (Itaipú), argentin (Yacyretá) et paraguayen

(Asunción). Les législations nationales, modifiées dans les années 1990, permettent aujourd'hui ce type d'intégration. Tous les pays de la région ont, à cette époque, procédé à la privatisation des systèmes électriques nationaux pour permettre des transactions simplifiées avec les régions voisines.

Cette coopération est fondée sur la différenciation croissante des besoins énergétiques, car il existe de fait une complémentarité entre les Etats : certains sont largement déficitaires (Brésil, Argentine) et d'autres produisent bien plus d'énergie qu'ils ne sont capables d'en consommer (Bolivie, Paraguay). Les matrices de production énergétiques sont également complémentaires (PARTIE 1 P. 118) : un pays comme l'Argentine dispose d'une importante production d'énergie thermique et nucléaire alors que le Paraguay, le Brésil et l'Uruguay ont une matrice énergétique fondée sur la production hydroélectrique. A titre d'exemple, pour les pays comme l'Uruguay, il est important de se connecter à un système plus large, car si le Brésil, par sa taille, peut produire de l'hydroélectricité à toutes les périodes de l'année, l'Uruguay, lui, est capable d'exporter en période de hautes eaux, mais n'est pas auto-suffisant lors des périodes sèches.

Projets	Pays impliqués	Coût (millions de dollars)	Provenance des investissements	Avancement du projet
Ligne de transmission Yacyretá Ayolas	Argentine Paraguay	130	Trésor National	Non débuté
Barrage hydroélectrique de Garabi	Brésil Argentine	400 ---------- 900 ----------	Public Privé	En exécution
Barrage hydroélectrique de Corpus Christi	Argentine Paraguay	100 ---------- 2 000 ----------	Public Privé	Non débuté
Interconnexion électrique NOA (Nooerste) NEA (Noreste)	Argentine	558 ---------- 145 ----------	BID Trésor National	En exécution
Ligne de transmission Itaipu Asunción	Brésil Paraguay	125	A définir	Non débuté
Station de transformation à Mercedes	Paraguay	25	Trésor National	Non débuté
Ligne de haute tension Mercedes	Argentine Paraguay	25	A définir	Non débuté
Ligne de haute tension Mercedes de los libres	Argentine Paraguay	15	FOCEM	Approuvé

TABLEAU 12 PRINCIPAUX PROJETS POUR L'INTEGRATION ENERGETIQUE DANS LA REGION (SOURCE IIRSA, 2011)

Dans une moindre mesure, le Brésil et l'Argentine doivent également diversifier leurs matrices énergétiques. Bien qu'ils parviennent le plus souvent à répondre à la demande énergétique, les coupures d'électricité sont assez fréquentes (PARTIE 1 P. 123).

Pour cela, différentes institutions[140] sont chargées de développer des projets d'intégration électrique qui, sur le Paraná, prennent la forme de nouvelles centrales hydroélectriques binationales et de réseaux de transmission de part et d'autre des frontières (TABLEAU 12 P. 349). Malgré ces initiatives, l'intégration énergétique est toujours difficile et reste très superficielle car les modalités opérationnelles se font au cas par cas (Neves, 2007). Les projets sont nombreux, comme le montre le tableau ci-dessus, mais peu d'entre-eux sont en cours d'exécution.

La dynamique de construction de nouveaux barrages binationaux a été relancée ces dernières années, avec les études de faisabilité du barrage de Corpus Christi et le début de la construction du barrage de Garabí sur l'Uruguay en 2010. Ce dernier devrait pouvoir générer 1800 MW à partir de 2015 et illustre les nouvelles relations entre le Brésil et l'Argentine. En effet, dans le contexte actuel, le gouvernement argentin privilégie la collaboration avec le Brésil plutôt qu'avec le Paraguay. Les problèmes qu'ont connus le Paraguay et l'Argentine lors de la construction du barrage de Yacyretá ralentissent de fait le lancement de nouveaux projets communs. De plus, le manque de liquidité du Paraguay et les problèmes de redistribution de l'électricité entre les deux pays empêchent la mise en œuvre des accords binationaux passés en 2006 pour la construction de Corpus.

On assiste aujourd'hui à la modification des relations entre les pays du bassin : les deux « grands » profitent moins de la relation inégale établie avec les quatre « petits ». Ainsi « les barrages binationaux (qui) ont entériné la dépendance du Paraguay et de l'Uruguay face à leurs deux grands voisins (…)» (Carrizo et Velut, 2006) permettent aujourd'hui une nouvelle collaboration entre les deux grandes puissances qui partagent les coûts de construction d'ouvrages monumentaux. Cette collaboration permet de simplifier la recherche de fonds auprès des institutions internationales et des investisseurs privés. Si jusque dans les années 1990, les pays agissaient par l'intermédiaire de leurs propres sociétés publiques, la privatisation des services à l'échelle du continent a concédé l'exploitation hydroélectrique[141] à des consortiums d'entreprises privées. Celles-ci répondent aux appels d'offre publics et restent soumises à l'autorité des organismes de réglementation des gouvernements nationaux, mais possèdent de plus en plus de marges de manœuvre.

[140] Les initiatives pour le développement de l'intégration électrique de la région sont gérées et développées par l'IIRSA, l'OLADE (Organisation Latino-Américaine de l'Energie) et la CIER (Commission d'Intégration Énergétique Régionale)

[141] Les différentes étapes de l'exploitation hydroélectrique englobent la planification du barrage, sa construction, sa mise en service et son exploitation à proprement parler. Celle-ci regroupe donc le transport, la distribution et la vente de l'électricité produite par les centrales électriques.

De nombreux acteurs sont apparus grâce à la décentralisation progressive des prérogatives jusqu'alors réservées aux Etat-Nations et à la mise en place des concessions par les acteurs privés. Avec quelques décennies de retard par rapport à l'Europe ou aux Etats-Unis, les organisations non gouvernementales (ONG) et de protection de l'environnement ont également pris de l'importance et complexifient les relations établies entre les pays du bassin. Les échelles d'analyse et d'action utilisées par ces nouveaux acteurs sont très différentes de celles généralement employées. Par exemple, les découpages employés par les études environnementales rendent obsolète le découpage territorial fondé sur les frontières nationales. Les territoires d'analyse de ces nouveaux acteurs sont largement internationaux et renforcent les concepts de dépendance hydraulique et de continuum fluvial. L'exploitation du Paraná à des fins économiques ne peut plus faire l'impasse sur les questions sociales et environnementales qui dépassent les échelles nationales et les questions de souveraineté.

9.2 Un nouveau jeu d'acteurs : vers une proto-maîtrise des emboîtements d'échelles

L'analyse stratégique et géopolitique des ressources du Paraná ne peut pas faire l'impasse sur la complexification des échelles et des acteurs : le jeu géopolitique a, à ce jour, dépassé les frontières nationales, et le financement des ouvrages est fortement conditionné par l'obtention de fonds internationaux et de subsides privés.

9.2.1 Un système institutionnel en mutation

Dans le bassin du Paraná, le morcellement des prérogatives étatiques et l'apparition de nouveaux acteurs engendrent des schémas de gestion complexes et difficilement articulables. Nous avons choisi de présenter ce système en nous attachant particulièrement à son aménagement et au développement territorial qui permettent d'appréhender les nouvelles modalités de sa gestion. De nouveaux découpages spatiaux apparaissent, répondant aux problématiques actuelles (conciliation des principes de développement soutenable croisant les données économiques, sociales et environnementales). Se développe alors un territoire fluvial le long du Paraná, prenant la forme d'un couloir de part et d'autre du fleuve (FIGURE 56 D P 303).

Revenons tout d'abord sur la définition de la gestion intégrée des très grands fleuves. Cette question est très présente en Europe mais le contexte politique et institutionnel y est différent. Pour cette raison, les principes de gestion intégrée européens ne sont pas transférables dans le Nouveau Monde. L'Argentine et le Brésil sont en effet caractérisés

par l'omniprésence d'un important appareil d'État qui se compose d'un ensemble de ministères sectoriels relayés par des structures déconcentrées. Le tout opère par zones et périmètres spécialisés ou prioritaires, éventuellement définis par un organe de planification. Depuis la fin des années 1980, ce type d'organisation connaît toutefois de profondes mutations. Les appareils étatiques ont été réduits par la mise en place de politiques d'ajustement structurel et par les processus de démocratisation. De ce fait, la présence de l'État a fortement reculé dans les champs de l'aménagement et du développement.

Dans le cas du Paraná argentin, ce recul est toutefois resté relatif, car le gouvernement central a conservé une grande partie de ses prérogatives (notamment dans le secteur de l'énergie). Il a néanmoins concédé des secteurs entiers (comme celui de la navigation) à des entreprises privées. Le recul de l'État s'accompagne ainsi d'une redistribution des rôles au profit d'autres acteurs parmi lesquels on compte les gouvernements locaux, les ONG, la société civile et le secteur privé. Ces nouveaux acteurs sont différents de ceux que nous connaissons en Europe, car sur le Vieux continent les acteurs intéressés par la question du partage de l'eau (agriculteurs, industries, producteurs d'énergie) sont encadrés par les gouvernements. En revanche, en Argentine, l'interventionnisme des bailleurs de fonds et des sociétés multinationales augmente sans que les limites de leur actions soient clairement définies. Enfin, dans le Cône Sud, les constructions supranationales apparaissent timidement dans le champ de l'aménagement et du développement (Rodrigues Schausteck, 2009).

Selon l'étude comparée des politiques d'aménagement du territoire proposée par l'UMR PACTE-Territoires de Grenoble, cinq tendances non exclusives et/ou combinées traduisent les mutations et évolutions des dispositifs nationaux dans les pays du Sud : Décentralisation, Concession, Participation, Autonomisation et Régionalisation (Schipper, Langumier *et al.*, 2006). Nous avons choisi de fonder notre analyse du territoire *paranense* en suivant la trame proposée par cette étude. Elle nous semble en effet convenir pour définir les nouveaux jeux d'acteurs sur les questions les plus délicates (navigation, énergie et protection de l'environnement). Des cinq dispositifs nationaux proposés, deux sont effectivement à l'œuvre (la décentralisation et la concession) et un troisième (la participation) se développe lentement (FIGURE 62 C P.353). On assiste tout d'abord à une tendance à la décentralisation[142] qui renforce le couple Etats-fédérés-municipalités (FIGURE 62 A P.353) (Velut, 2002). La seconde tendance est celle de la concession qui identifie les périmètres stratégiques pour le développement d'infrastructures et pour l'accueil d'investissements étrangers. Nous reviendrons plus

[142] La décentralisation est entendue comme le transfert des compétences d'aménagement et de planification vers gouvernements locaux des provinces et des municipalités.

loin sur ces deux processus au cœur du fonctionnement institutionnel de l'Argentine (pp. 357 - 369).

A ces deux tendances s'ajoutent des approches complémentaires dont l'importance relative confère son fonctionnement général aux dispositifs de gestion et d'aménagement. La première approche, sectorielle, renvoie à la distribution d'équipements et d'infrastructures spécifiques dans l'espace national. Elle est complétée par l'approche territoriale, qui implique un découpage du territoire en entités locales ou régionales. L'approche zonale distingue, quant à elle, certaines portions du territoire, en fonction de leurs aptitudes particulières (Schipper, Langumier *et al.*, 2006). En Argentine, les approches setcorielles se maitiennent tandis que les approches zonales reculent au profit des approches territoriales.

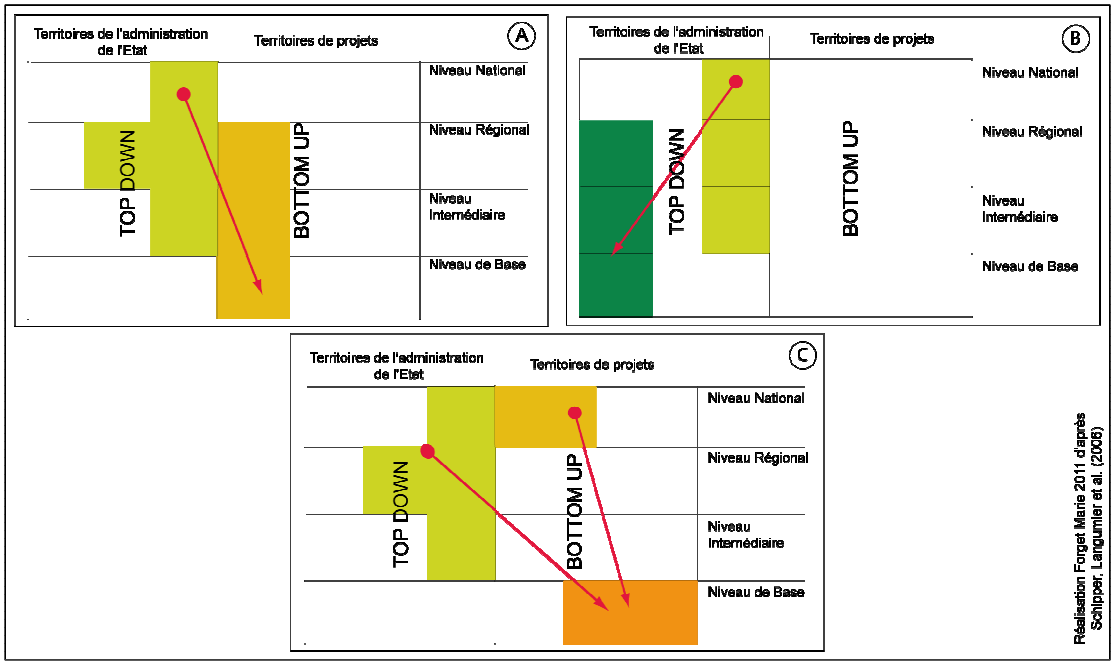
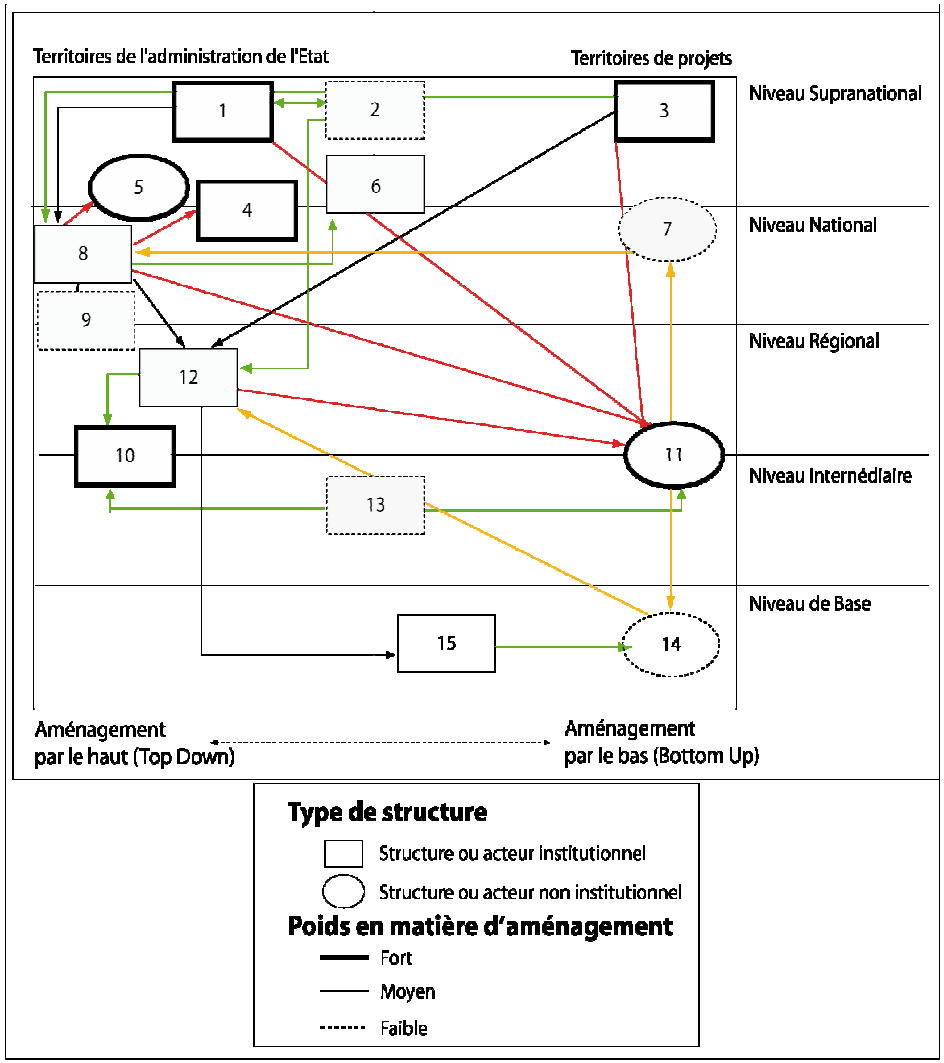


FIGURE 62 LE PROFIL INITIAL (EN VERT) PRIVILEGIE LES MINISTERES CENTRAUX, LEURS RELAIS DECONCENTRES ET LES ZONAGES DE L'INTERVENTION ETATIQUE. A PARTIR DE LA S'EXERCENT 3 TENDANCES REDISTRIBUTIVES: A. DECENTRALISATION, B. CONCESSION, C. PARTICIPATION

L'approche sectorielle semble prendre de nouvelles formes grâce à l'association des secteurs privé et public pour la réalisation, le pilotage et parfois la gestion de grands équipements portuaires et énergétiques. La concession de périmètres d'aménagement, particulièrement développée dans le secteur de la navigation, confirme cette tendance. L'approche sectorielle reste très ponctuelle et mono-thématique, comme en témoignent les projets des grands chantiers d'aménagement hydraulique destinés à la fourniture d'énergie (Corpus Christi, Garabí).

Ces projets de très grande ampleur remodèlent le fonctionnement territorial de régions entières. D'une manière explicite ou implicite, la «logique territoriale» augmente, avec la volonté affichée de faire participer la société dans les périmètres de

développement (Levinton, 2007). Cette évolution s'accompagne d'une forte décentralisation au profit du gouvernement local. Le transfert de compétences dans les champs de la gestion, de l'aménagement et du développement, fait de chaque collectivité territoriale (municipalité, district et province) un territoire de projet, qui prend le relais des grands programmes de planification étatique. Les institutions supranationales en charge d'homogénéiser l'intégration du Paraná à l'échelle du bassin versant interviennent, elles aussi, de plus en plus fréquemment. Les échelles régionales (infra- et supra-nationales) comblent ainsi progressivement le vide laissé par le recul de l'État central (FIGURE 63 P.355).



Territoires de projets supranationaux subventionnés

1 et 3 Financement internationaux des projets (FONPLATA - FMI - BID)

2 Programmes internationaux (GWP - PHI - CATHALAC)

6 Commissions internationales (CIC - CIH- COMIP)

Territoires de l'Administration de l'Etat

4 Entreprises de gestion et d'exploitation des barrages hydroélectriques EBY

8 Etat national Ministerio de Planificacion Federal, Inversion Publica y Servicios/ Subsecretaria de Puertos y Vias Navigables/ Secretaría de Energía/ Secretaría de Obras Públicas / Subsecretaría de Recursos Hídricos / INA - Instituto Nacional del Agua

9 IARH (Instituto Argentino de Recursos Hídricos)

Territoires de "libre administration" (collectivités territoriales)

10 Entités portuaires autonomes argentines

12 Provinces riveraines du Parana

13 Chambres de commerce

15 Municipalités

Territoires émergents

5 Entreprises privées de dragage des chenaux de navigation

7 Associations, opinion publique

11 Entités portuaires privées concessionnées

14 Associations municipales

Jeux d'acteurs

Relations hiérarchiques (vers le subordonné)

Partenariat/contractualisation

Concession

Influence

FIGURE 63 LE PARANA AU CŒUR D'UN SYSTEME COMPLEXE D'ECHELLES ET D'ACTEURS (FORGET, M SELON LE MODELE PROPOSE PAR SCHIPPER *ET AL.*, 2006)

La hiérarchie des acteurs se modifie : les pouvoirs publics reculent progressivement au profit des bailleurs de fonds et/ou de l'aide multilatérale. Les territoires de projet[143] sont appuyés par les processus de décentralisation et de privatisation, qui assurent la promotion d'un aménagement par le bas (*bottom up*) (Schipper, Langumier *et al.*, 2006). Aussi cohérent soit-il, le primat accordé à «la logique territoriale» pose toutefois la question de la coordination des différentes actions : les projets intervenant sur les mêmes espaces risquent de se concurrencer et de voir l'action des collectivités territoriales sapée par l'influence des groupes privés (Schipper, Langumier *et al.*, 2006).

De plus, les stratégies spatiales des acteurs sont différentes, et si les institutions publiques commencent à prendre conscience de la nécessité de travailler à l'échelle du bassin versant, les acteurs privés ont une vision de l'espace beaucoup plus réduite, tournée vers la maximisation de la rentabilité des aménagements. La distinction entre la sphère publique et la sphère privée se fait de nos jours en fonction de leur stratégie territoriale[144]. Ces acteurs possèdent chacun des compétences différentes et/ou similaires, indifféremment de leur sphère d'appartenance. Ils se différencient principalement par leur capacité à déployer les moyens financiers nécessaires à la concrétisation de leur stratégie. En trente ans, le système d'acteurs s'est beaucoup complexifié, faisant de plus en plus intervenir les extrêmes des échelles géographiques. La FIGURE 63 (P.355) indique que les acteurs les plus influents se concentrent dans les échelles supranationales et régionales.

La structure des relations montre par ailleurs une modification des stratégies territoriales, qui se développent selon une dynamique « bottom-up » dont les demandes émanent des collectivités territoriales et de la société civile. Elles remontent vers les échelles provinciales et nationales et bénéficient généralement d'un financement provenant principalement de fonds internationaux. En effet, l'État (central) a décentralisé un grand nombre de compétences aux collectivités locales mais leur budget ne couvre pas les coûts de l'aménagement fluvial. Cette dynamique augmente même si elle est encore peu développée en Argentine. Si l'on observe la FIGURE 63 (P.355), seules les entités portuaires privées forment de véritables territoires de projets. Les autres acteurs, comme les associations municipales et celles vouées à la démocratie participative n'ont pas encore l'importance qu'on leur connaît en Europe ou aux Etats-Unis. Tous les acteurs restent toutefois influencés par les structures d'aménagement et

[143] Un territoire de projet est défini par l'association Entreprises Territoires et Développement comme un « espace économique, social et physique sur lequel un projet de territoire s'élabore. Organisé, il est en capacité de contractualiser sur un projet global avec les autorités chargées de l'aménagement et du développement territorial ».

[144] La « stratégie territoriale » est définie par Lévy et Lussault comme étant une représentation intentionnelle explicite et organisée d'un acteur visant à la valorisation de son capital spatial Levy, J. et M. Lussault (2003). *Dictionnaire de la géographie er de l'Espace des sociétés.* Paris: Belin, 1033

de gestion héritées. En effet, grand nombre de réalisations territoriales relèvent encore d'un aménagement « par le haut » (*Top Down*).

9.2.2 La décentralisation au cœur du débat

Depuis la nouvelle constitution de 1994 et les crises économiques qui l'ont touchée en 1991, 1999 et 2002, l'Argentine est dominée par trois processus institutionnels : la privatisation, la décentralisation et la démocratie participative. Le modèle d'aménagement qui en découle peut être défini comme « balkanisé-centralisé » (selon l'expression de J. Arocena (2010)). Les deux composantes se complètent et proviennent de l'inachèvement des processus de décentralisation. La présence encore très forte de l'État central dans les projets territoriaux produit la « balkanisation » des différents territoires d'action. L'action territoriale sur le Paraná est encore généralement pensée au bénéfice de l'État central et non pas à l'échelle locale. Les acteurs actuels utilisent de nouveaux réseaux socio-politico-économiques qui sont, pour la plupart, hérités du fonctionnement centraliste hérité des indépendances (Velut, 2002; Prévot-Schapira, 2003).

Le problème vient du statut légal du Paraná : la gestion des ressources en eau a été décentralisée mais la navigation et la production hydroélectrique sont restées des prérogatives régaliennes. La réforme constitutionnelle (1994) garantit en effet de nouveaux droits relatifs aux ressources naturelles (Pochat, Natenzon *et al.*, 2006) : l'article 124 explicite que « *les responsabilités principales en regard de la gestion des ressources en eau sont exercées par les provinces* » et que « *les provinces ont un droit originel sur les ressources naturelles existantes sur leur territoire* ». Les efforts décentralisateurs n'ont toutefois pas permis une prise de possession totale du fleuve au niveau local.

La mise en place des processus de décentralisation permet-elle de comprendre les limites des structures institutionnelles actuelles ? Quelle est la place donnée au territoire fluvial dans un pays où la vision décentralisée est imposée par les *caudillos* ruraux et où la vision unitaire d'un État fort est celle de l'élite urbaine ?

Il semble que le mégafleuve soit pris entre deux fronts ; les *caudillos* ruraux d'aujourd'hui fondent leur richesse sur les exportations de viande et de céréales dont l'avenir est la voie fluviale en construction ; et les élites urbaines, principalement *porteñas*, fondent leur puissance sur l'industrie qui repose en grande partie sur la production énergétique fournie par l'hydroélectricité et sur le commerce extérieur des produits des provinces. La ville de Buenos Aires est le vrai centre du pouvoir décisionnel pour l'aménagement du fleuve. Pour preuve, toutes les entreprises privées

exerçant sur le Paraná possèdent leur siège social dans la capitale, et les institutions décentralisées suivent souvent les prérogatives données par les Ministères nationaux.

La structure héritée permet peu l'expression des institutions locales, car l'État central est resté le gardien de l'unité politique et de l'organisation du territoire (Borja, Calderon *et al.*, 1989; Arocena, 2002). Les institutions locales peinent alors à devenir des agents capables de conduire des processus d'intégration territoriale (Arocena, 2010). A titre d'exemple les rapports intermunicipaux ou interprovinciaux n'existent presque pas dans le territoire du Haut Paraná : les organisations auxquelles participent les gouvernements locaux ont toutes un caractère national. Malgré les processus de décentralisation et de concession, le fonctionnement de l'État central semble décalquer sa logique « verticale-sectorielle » sur les nouveaux acteurs (Arocena, 2010). Chaque institution fonctionne en conservant une logique de rationalité sectorielle, issue de la structure des différents ministères de l'État National et reproduite au sein des différentes provinces. Chaque secteur contrôle d'une manière absolue son domaine spécifique et admet peu d'initiatives en dehors de son système décisonnel centralisé. Pour cette raison, jusque dans les années 1990 les relations supranationales se sont développées par le niveau central qui ne permet pas aux niveaux décentralisés d'avoir des contacts supranationaux.

Un exemple est donné par le projet de Corpus Christi, dont le début de la construction a été programmé en 2010, mais dont la mise en chantier n'a pas encore débuté (Comision Mixta Argentino-Paraguaya del rio Paraná, 2005)[145]. Dans les discours officiels, la production électrique est destinée à couvrir les besoins en énergie des provinces de Misiones et de Corrientes. Mais l'analyse objective du projet montre que la quantité d'énergie produite[146] serait plutôt adaptée à l'approvisionnement de la région capitale. La réalisation d'un tel ouvrage devrait donner aux provinces un poids décisionnel important, mais le caractère stratégique du projet a créé une situation de conflit entre les gouvernements provinciaux et nationaux, qui ne parviennent pas à trouver un accord sur leurs prérogatives respectives. En effet, la province de Misiones prétend traiter directement avec son homologue paraguayen, prérogative que le gouvernement national ne souhaite pas lui déléguer. Un référendum local, organisé en 2006, demande ainsi une plus grande implication des provinces dans les prises de

145 "Ubicado en el río Paraná, a la altura de la población misionera de Corpus, en el paraje denominado Pindo-í (kilómetro 1656 del río), este aprovechamiento, compartido con la República del Paraguay, presenta condiciones excepcionales en términos de su eficiencia energética, una limitada afectación del ambiente y puede actuar como un factor de importancia en el proceso de integración eléctrica regional » Comision Mixta Argentino-Paraguaya del rio Paraná (2005). "Corpus Christi, una opcion para el mediano plazo", *Proyecto Energetico*, vol. 74, n° pp. 8-11

146 Sa puissance installée est estimée à 2900 MW, sa production moyenne annuelle de l'ordre de 20 000 GWh et son coût de construction d'environ 2 ,4 milliards de dollars.

décisions et des bénéfices locaux plus importants. Ce projet a ainsi été bloqué par l'État national qui exclut *de facto* les provinces des négociations internationales (Comision Mixta Argentino-Paraguaya del rio Paraná, 1983).

Dans le domaine de l'énergie, l'État central préserve ses prérogatives : la centrale hydroélectrique de Yacyretá en fournit un autre exemple.

Par le passé, la politique de nationalisation a laissé aux mains du gouvernement argentin la gestion de l'énergie nationale (Sternberg, 1999; Carrizo et Velut, 2006). Les grands travaux résultent des politiques publiques appliquées par les compagnies nationales qui ont déterminé l'architecture globale des réseaux. En Argentine, jusqu'au coup d'État de 1976, tous les gouvernements s'inscrivent dans la lignée d'une économie planifiée. C'est notamment le cas des gouvernements dits *desarollistas*, développementistes (Velut, 2002). La politique de développement repose sur la réalisation de grands investissements dans le domaine des transports et de l'hydroélectricité (Roccatagliata, 1988). L'évolution conjointe des contextes politique et économique a créé de manière fortuite une structure de gestion extrêmement stable. La structure binationale de Yacyretá n'a pas été touchée par la dérégulation et la libéralisation de l'économie[147]. Les accords signés entre l'Argentine et le Paraguay consacrent l'EBY (Entité Binationale Yacyretá) comme unique gestionnaire de la retenue et de la production électrique. L'EBY, fondée en 1973, possède des capacités juridiques, financières, administratives et techniques pour étudier, diriger et exécuter les ouvrages, les mettre en fonctionnement et les exploiter (FIGURE 64 P.360).

En 1996, la privatisation de la centrale souhaitée par le gouvernement argentin est contrée par le Congrès (Diaz de Hasson, 1996). L'État argentin en faillite cherche le moyen de soulager la dette d'EBY (9 milliards de dollars). Les travaux à réaliser pour la période 1996-1998 sont estimés à une valeur de 879 millions de dollars, mais de ce total, seuls 293 millions de dollars ont alors un financement. Les gouvernements argentins et paraguayens lancent l'analyse des « bases techniques, économiques et financières pour la participation du capital privé dans les ouvrages et les services à la charge d'EBY ». Ce document anticipe la réalisation d'un appel d'offres public international qui a pour objectif de contractualiser la mise en service et la maintenance du complexe pour une durée de 30 ans. Toutefois, le Congrès juge que les sommes à trouver pour l'achèvement du projet sont minimes par rapport aux investissements déjà réalisés (1973-2008). Selon les calculs, il faudrait une vingtaine d'années pour rembourser les dettes lorsque la centrale tournera à plein (2011) (EBY, 2004). Les

[147] La dérégulation et la libéralisation de l'économie ont par ailleurs provoqué une privatisation générale des barrages brésiliens dans les années 1970.

travaux parlementaires concluent que l'opération de privatisation partielle de l'entité EBY ne serait économiquement pas rentable (*Comision Directiva del IAE*, 1996).

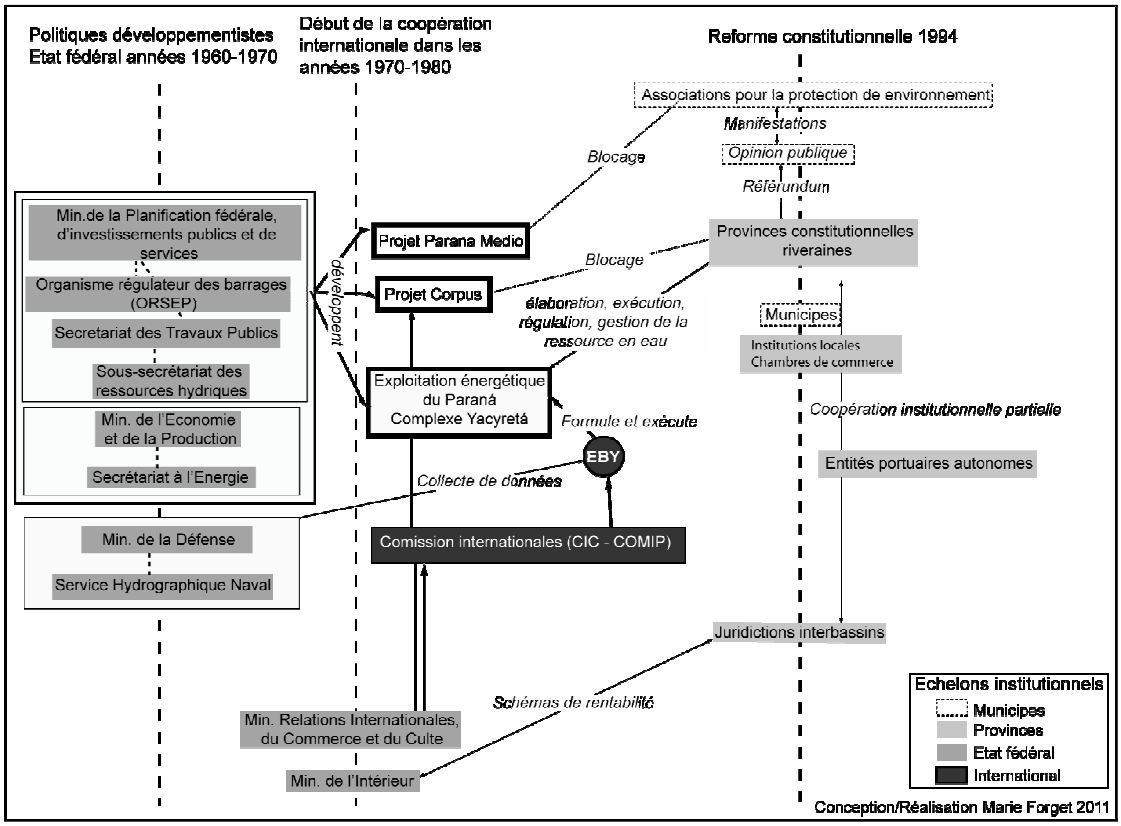


FIGURE 64 EVOLUTION DU PAYSAGE INSTITUTIONNEL DANS LA GESTION DES PROJETS HYDRAULIQUES SUR LE PARANA : STRUCTURE DE GESTION ET JEUX D'ACTEURS DANS LE PROJET YACYRETA

La gestion et l'exploitation du barrage de Yacyretá échappent donc à la concession, mais entrent dans une nouvelle dynamique. Comme le montre la FIGURE 64, la réforme constitutionnelle (1994) ouvre le dialogue avec des nouveaux acteurs, qui influencent les décisions de l'EBY (notamment sur les questions sociales et environnementales). Avec l'apparition des phénomènes de changement climatique, le turbinage du Paraná est présenté comme un moyen de produire une énergie propre, renouvelable et peu coûteuse (Magnani, 2001; United Nations Environment Programme (UNEP) et Global Environment Facility (GEF), 2003). Mais les impacts sociaux doivent également être pensés et corrigés.

L'apparition timide des acteurs de la société civile semble ouvrir une nouvelle phase dans la restructuration de l'appareil étatique. Certains auteurs comme C. de Mattos soulignent les effets pervers de la décentralisation, liés à la pénétration du capital transnational dans les actions territoriales (de Mattos, 1989, 1990). Selon lui, les processus de décentralisation, outre qu'ils favorisent l'arbitraire, reproduisent les inégalités par l'absence d'instances centrales fortes et régulatrices. En même temps, la décentralisation apporte démocratisation et développement local en augmentant le contrôle exercé par les secteurs populaires sur les administrations publiques (Borja,

Calderon *et al.*, 1989). En définitive, ceux qui défendent le secteur public doivent reconnaître que les institutions montrent des déficiences importantes ; et ceux qui veulent en finir avec le monopole public ne peuvent pas défendre la seule privatisation.

Ces processus ont profondément modifié le fonctionnement de l'État central, le système de décision, et le rapport public-privé : le mode de régulation « vertical-sectoriel » domine encore mais on assiste à l'émergence de la logique « horizontale-territoriale » (TABLEAU 13) (Arocena, 2010). Ces dimensions de la décentralisation expriment deux conceptions différentes de la relation global-local. Le TABLEAU 13 représente la nature du clivage qui divise les paradigmes culturels de la centralisation et de la décentralisation (bien que dans la réalité les deux parties du tableau soient généralement mélangées). Une moitié du tableau valorise l'initiative, sous toutes ses formes, la considérant comme un outil de renforcement de la société civile, de l'identité locale et de l'instauration d'une démocratie participative. L'autre moitié du tableau se raccroche aux principes rationnels d'une culture de la centralisation et de l'ordre. C'est la limite floue entre les deux paradigmes qui rend le système institutionnel si complexe. L'Argentine est historiquement tourné vers le paradigme centralisateur, de nos jours, remis en question par le développement d'un consensus mondial tourné vers la démocratie participative. Les municipalités sortent ainsi renforcées dans leur action territoriale (FIGURE 63 P.355).

	PARADIGMES CULTURELS	
Axes thématques	de la centralisation	de la décentralisation
Agent du développement	Etat	Etat et société civile
Institutions	Sphère publique est privilégiée	Concertation public-privé est favorisée
Système de décision	appartient à une élte	Plus large participation est favorisée
Fonctionnement	Vertical-sectoriel	Horizontal-territorial
Organisation du territoire	Hégémonie du gouvernement central	Autonomies régionales et locales
Mode de développement	Central-Global	Local-central-global
Intégration des territoires	Affirmation de l'Etat-Nation	Ouverture à la supranationalité

TABLEAU 13 DIMENSIONS CULTURELLES DU DEBATS SUR LA DECENTRALISATION SELON AROCENA (2010)

9.2.3 Quand les municipalités réinvestissent le champ de l'aménagement

A partir de 1994, les municipalités prennent en charge la promotion du développement, de l'aménagement et de la protection de l'environnement. La réforme constitutionnelle induit une nouvelle « municipalisation » des questions territoriales (Arocena, 2002). La gestion décentralisée des ressources en eau (entre régions, provinces et communes, ou *municípios*) aboutit à un modèle extrêmement complexe, d'autant qu'il n'existe pas de système de régulation nationale (Calcagno, 2001). Les institutions argentines connaissent une importante fragmentation sectorielle, associée à un manque de coopération et de communication entre ces secteurs.

Les acteurs locaux (privés et publics) développent de nos jours leurs propres réseaux, comme l'illustre l'exemple du complexe logistique de la route de navigation Paraná-Paraguay (PARTIE 1 P. 85). De ce fait, il est intéressant d'analyser les nouveaux aménagements projetés par les villes de Santa Fe et de Rosario. Ceux-ci montrent le poids données aux municipalités dans l'aménagement local. Santa Fe et Rosario. Elles sont toutes deux affectées par les évolutions du système de transport, mais ont élaboré des stratégies divergentes pour se connecter à la voie fluviale. Leur situation géographique ainsi que leur histoire ont donné un poids inégal aux différents acteurs du système logistique. Santa Fe, dont le port est inactif depuis 2006, mise sur un nouveau port pour reconnecter la ville et le fleuve. Ce projet est porté par les acteurs publics, qui jouent sur le passé historique de la ville-port pour promouvoir un nouveau développement des activités de transport. Au contraire, Rosario a su construire son dynamisme grâce à la présence d'acteurs privés, dont la stratégie de développement se fonde sur la compétitivité des installations.

Même s'ils apparaissent nécessaires pour beaucoup, les investissements dans le nouveau port de Santa Fe provoquent de fortes controverses. En effet, le mouvement de charge actuel du port est nul et la délocalisation de celui-ci sur le bras principal du Paraná risque de ne pas être suffisante pour rendre le trafic fluvial rentable. La question est de savoir si les infrastructures sont à même de créer une demande de transport ou si elles doivent seulement permettre de répondre à une activité déjà établie (Glazebrook, 1964; Damien, 1997; Marcadon, E. *et al*., 1997; Bavoux, Beaucire *et al*., 2005). La ville de Santa Fe a dans le passé obtenu le titre de capitale provinciale grâce à son port. Aux XVIIe et XVIIIe siècles, l'escale dans ce port est déclaré obligatoire (« Puerto Preciso ») avec la consécration des taxes qui doivent lui être payées pour toutes les marchandises transitant sur le Paraná. Le port croît alors rapidement pour devenir la première ville-port d'Argentine. Au XVIIIe siècle, le renvoi des missions jésuites par les autorités du pays fit baisser considérablement le commerce de la ville, ainsi que les impôts perçus sur la Yerba Maté de sorte qu'à la fin du siècle le port perdit son statut. Il

connut ensuite un déclin progressif, avec le développement de la route et de la voie ferrée. Aujourd'hui la ville cherche à retrouver son activité passée. La localisation des infrastructures portuaires sur un canal artificiel, dont la profondeur est insuffisante, a été repensée et le transfert du complexe vers un bras principal du Paraná a été décidé. Les plans de ce nouveau complexe portuaire ont déjà été réalisés, faisant sortir les zones d'activités portuaires de la ville, tout en cherchant les meilleures connexions multimodales avec les réseaux existants. Le site choisi, Paso Tragadero, se situe entre les km 579 et 584 de la voie navigable. Cette délocalisation s'accompagnera de la construction d'un nouveau pont et de quatorze kilomètres de chemin de fer supplémentaires reliant la ville aux provinces du Nord.

La transformation et la relocalisation du port de Santa Fe font partie du Plan Stratégique Provincial. Aujourd'hui le projet[148] commencé en 2003 entre dans l'étape de recherche d'investissements auprès des entreprises privées. Après avoir approuvé le projet, FONPLATA[149] accorde à la ville un financement de vingt-cinq millions de dollars et lui demande d'apporter quinze millions de dollars additionnels, ce qui permettrait d'envisager un total de quarante millions de dollars. Il manquerait donc environ soixante-dix millions de dollars pour couvrir l'intégralité des dépenses relatives à la construction du nouveau port (estimées à cent dix millions de dollars). Dans ce cadre, les administrations se préparent à lancer un appel d'offre au travers duquel se manifesteront les acteurs privés qui souhaitent participer au projet. Les investisseurs intéressés pourront ainsi discuter de l'intégralité du projet[150]. Selon les plans qui leur sont présentés, le nouveau port devrait être multi-usages avec des mouvements de conteneurs, de minéraux, de grains et une zone logistique (FIGURE 65 P. 364) (El Santafesino, 2010). Le projet du terminal céréalier devrait pouvoir recevoir des embarcations de type Panamax avec trois quais d'une calaison comprise entre 28 et 32 pieds (dont un pour les convois de barges). Ces profondeurs permettraient le transport de 1,3 à 3,2 millions de tonnes par an. L'emprise portuaire devrait quant à elle s'étendre sur environ seize hectares, avec un parking supplémentaire pour les camions et posséder un accès routier et ferroviaire en site propre.

148 Santa Fe conectada y accessible

[149] Fondo Financiero para el Desarrollo de la Cuenca del Plata. Il s'agit du fond financier de l'IIRSA pour le développement du Bassin de la Plata.

[150] C'est d'ailleurs dans ce but que les représentants de la ville de Santa Fe se sont rendus à Dubaï en février 2011 pour proposer à l'entreprise DPWorld, en charge de l'opération du port de Dubaï, de participer au projet de relocalisation.

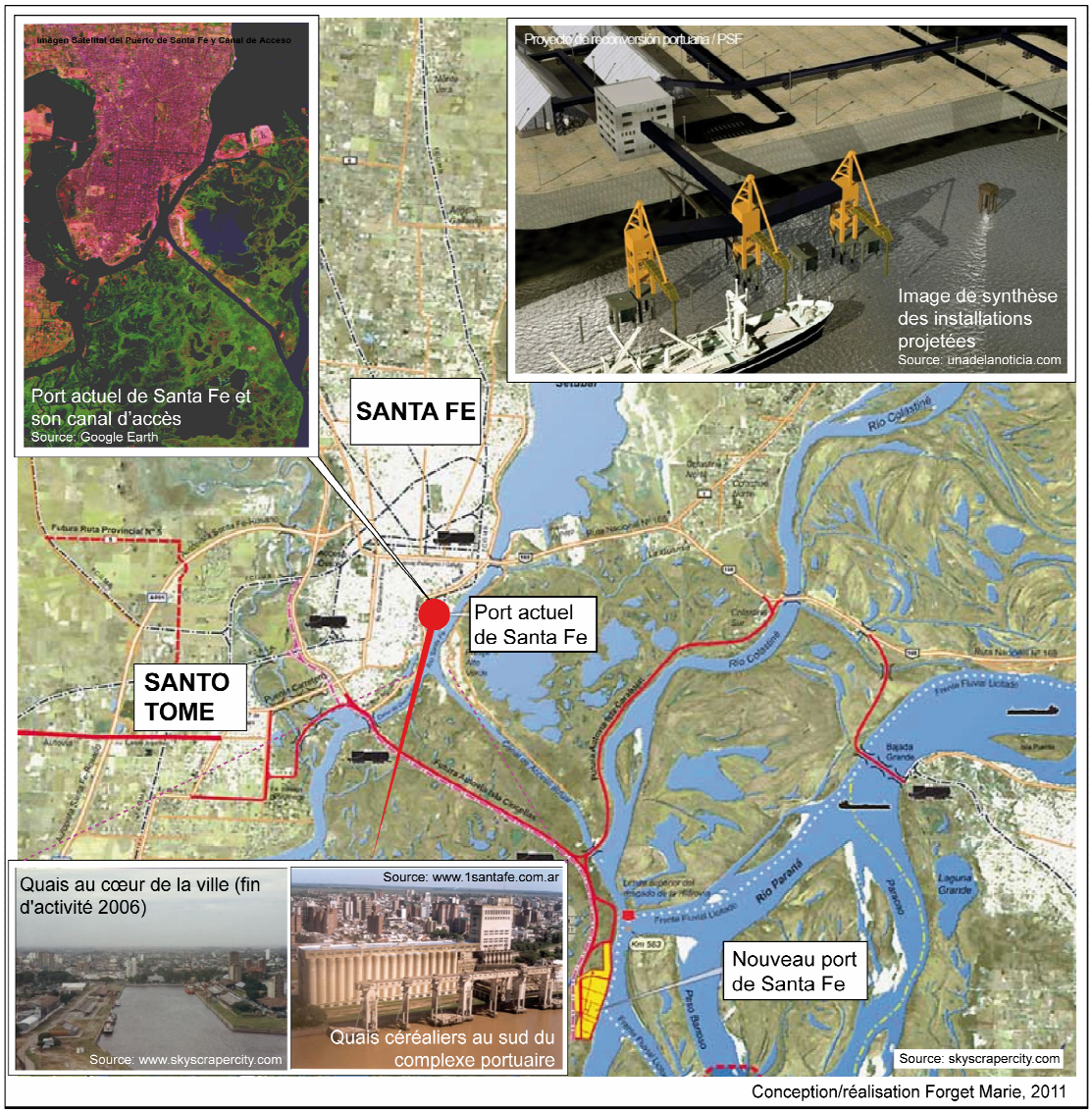


FIGURE 65 PLAN DE LOCALISATION DE LA RECONSTRUCTION DU NŒUD LOGISTIQUE DE SANTA FE

Le projet de délocalisation du port devrait ainsi pouvoir répondre à la croissance de la demande de transport depuis le haut bassin du Paraná. Si celui-ci aboutissait, Santa Fe retrouverait sa place dans la hiérarchie des villes portuaires du Paraná, bien que les zones d'activité se retrouvent exclues de l'aire urbaine. Il resterait donc dans la ville les traces de l'ancien port comme dans les autres villes fluvio-portuaires argentines, et les relations entre ville et port seraient réduites aux retombées économiques et sociales de la relance du trafic fluvial. Le nouveau port n'est pas encore construit et le vieux port attend aujourd'hui sa réhabilitation en une zone de loisirs. Cinquante hectares des soixante-dix hectares de l'ancien port ont d'ores et déjà été attribués à des usages publics de l'espace, à l'image de la ville de Rosario dont le port a progressivement été transféré au sud de la ville (FIGURE 66 P. 365).

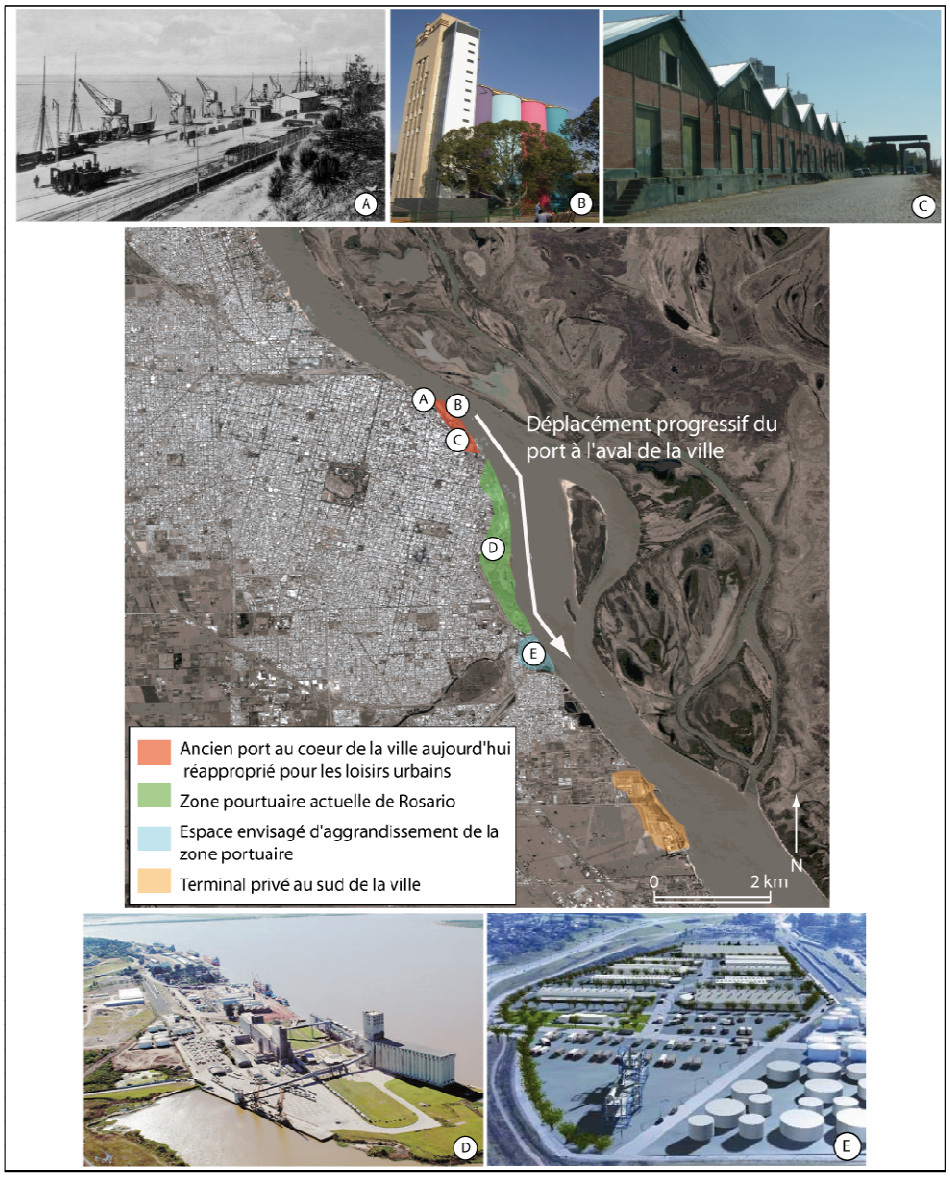


FIGURE 66 DEPLACEMENT ET MODERNISATION PROGRESSIF DU PORT DE ROSARIO

Dans le cas de la ville de Rosario, il y a une trentaine d'années, de fortes décisions politiques ont approuvé la concentration des activités portuaires au sud de la ville, permettant de récupérer progressivement de vastes emprises ferroviaires et portuaires qui faisaient écran entre la ville et le Paraná, au profit de la recomposition d'un front de fleuve voué en priorité aux équipements culturels et de loisirs insérés dans des parcs (Gotlieb, 2003) (PARTIE 1 P. 48). Suite au transfert de l'administration portuaire, la ville de Rosario devient propriétaire d'une partie importante du port désaffecté dans la partie centrale de la ville. Le front d'eau qui se développe est destiné à devenir l'emblème de l'animation urbaine. Le premier tronçon développé se compose d'une promenade en bord de fleuve et d'un musée d'art contemporain dans un ancien silo à grains. Les anciens hangars de la station du chemin de fer Belgrano sont maintenant réservés aux activités culturelles et au développement d'activités de restauration (FIGURE 66 C ET D).

Le visage du port a donc bien changé en un siècle, avec un transfert progressif des zones d'activités au sud de la ville depuis le début des années 1970, période à laquelle une nouvelle loi portuaire autorise la création d'entités portuaires spécialisées gérées par des acteurs privés (FIGURE 66). La chance du port de Rosario face aux complexes privés est d'avoir su conserver, en plus des infrastructures de stockage et de chargement de grains, des installations permettant de charger des matériaux en vrac et des conteneurs. Comme la zone sud de la province de Santa Fe exporte 97,7% de huiles végétales, et 90% des céréales et des minerais, il semble qu'il y ait une marge importante de développement pour le port urbain de Rosario, sans créer de grande concurrence avec les complexes privés.

Ces deux exemples mettent en exergue le développement de stratégies territoriales différentes par des municipalités qui s'investissent dans l'aménagement local d'un projet international. La décentralisation partielle de l'appareil étatique à donné à cet échelon administratif les moyens juridiques de développer leur territoire. En revanche, les municipalités doivent chercher le financement de leur projet auprès des investisseurs privés et des grandes institutions multinationales. La réalisation d'un projet local relève donc simultanément de plusieurs échelles géographiques.

Un deuxième processus vient appuyer la décentralisation partielle des compétences : la concession de pans entiers de l'aménagement sectoriel à des acteurs privés (FIGURE 63 P. 355).

9.2.4. Privé/public, le dialogue retrouvé

Le processus de concession touche particulièrement l'Argentine et le Brésil (FIGURE 63 P.355). Dans le domaine de l'eau, les privatisations ont débuté par les services de distribution dans les grandes villes argentines. La triste histoire de la Lyonnaise des Eaux, qui s'est vue remerciée par le gouvernement argentin après treize années de service, illustre les dérives possibles de l'intervention des entreprises privées dans un domaine jusqu'alors géré par la sphère publique.

La Lyonnaise des Eaux s'est implantée en Argentine dans un climat ultra-libéral : en 1993[151] dans la province capitale, en 1995 dans quinze villes de la province de Santa Fe[152] et en 1998 à Cordoba[153]. Les treize millions d'habitants concernés constituent le plus grand marché de l'eau du monde et représentent le summum des engagements mal tenus : violations systématiques de clauses contractuelles, procédés arbitraires à

151 10 millions d'habitants concernés

152 2 millions d'habitants

153 1 million d'habitants

l'encontre d'usagers, bénéfices financiers exorbitants pour le service concédé[154]. La concession du service de l'eau a ét accordée à titre gratuit car elle oblige l'entreprise à investir 1300 millions de dollars pour élargir le service d'eau potable et des eaux usées. Le contrat initial prévoit le maintien du même tarif pendant dix ans (qui a de fait augmenté de 45% de 1993 à 2001). Après quatre années d'affrontement dans les tribunaux internationaux, le Centre international pour le règlement des différends relatifs aux investissements (Cirdi[155]) a rendu, le 30 juillet 2010, une décision favorable à Suez à propos de la rupture du contrat de concession de distribution et d'assainissement de l'eau des villes de Buenos Aires et Santa Fe (Rey-Lefebvre, 2010).

Ces déboires entre l'État argentin et cette multinaltionale, n'a cependant pas ralenti les processus de concession dans le pays. Actuellelment, la navigation est le secteur le plus concerné par les privatisations (Sanchez et de Gimbatti, 1999).

Le premier pas vers la concession du système fluvio-portuaire se fait par l'adjudication des travaux de dragage de la voie fluviale à l'entreprise Hidrovia SA[156]. Cette concession se traduit par une véritable révolution dans l'organisation légale du système. En effet, les lois argentines ont été modifiées pour cette concession : l'aide à la navigation et le dragage ayant été historiquement portés par État national à travers la Direction Nationale des Voies Navigables. A partir de 1995, les usagers (armateurs nationaux et internationaux) ont la possibilité de naviguer sur le fleuve sans avoir à payer de péage. En contrepartie l'Etat National s'engage à verser à l'entreprise concédée une somme annuelle de quarante millions de dollars. En 2001, le système menace de disparaître du fait de la crise financière. La somme fixe versée à l'entreprise par l'Etat est supprimée et le système de péage rétabli. Ce mécanisme de financement du dragage de la voie d'eau devient alors largement favorable à l'entreprise qui investit moins que ce que lui rapportent les péages sur le Paraná. La rentabilité des grands travaux pousse l'entreprise à demander l'élargissement de la zone de dragage concédée. Cette entreprise concédée, en partie encadrée par l'État central, n'est pas la seule à réaliser des travaux de dragage sur le fleuve. Les entrepreneurs privés, notamment les grandes firmes multinationales agro-alimentaires dans la zone de Rosafe (Puerto San Martin / Villa Constitución PARTIE 1 CARTE 5 P.74), réalisent des aménagements ponctuels permettant l'accès aux grands complexes agro-portuaires.

154 Augmentation des bénéfices de 43% entre 1994 et 1998, de 68% entre 1998 et 1999, alors que le nombre d'usagers connectés a augmenté respectivement de 20,7% et 31,5%. Le taux de bénéfice net sur ventes a ainsi atteint 8,7% en 1994, 27,6% en 1999, alors qu'il est de l'ordre de 6% pour les USA, la Grande Bretagne et la France.

155 Une cour arbitrale qui, sous l'égide de la Banque mondiale, tranche les conflits entre les Etats et les sociétés privées

156 EMEPA Argentine et JAN DE NUL N.V Belgique

Ces zones portuaires ont été concédées au secteur privé sous la forme du BOT (*Build, Operate, Transfer*[157]) (FIGURE 62 B P. 353). Véritables enclaves, ces périmètres ne sont plus seulement dévolus à des secteurs d'activité spécifiques mais incluent l'intégralité du fonctionnement du complexe logistico-productif : les ports, leurs industries et les infrastructures d'accès passent aux mains des acteurs privés. Ces concessions se conjuguent parfois avec des statuts de zones franches pour accueillir les investissements directs étrangers autour d'infrastructures inscrites dans la globalisation du commerce. La privatisation partielle du système logistique de la voie navigable soulève des questions relatives au maintien du continuum fluvial. En effet, le complexe logistique qui structure la partie aval de la voie navigable a été aménagé selon une logique propre aux acteurs privés, indépendamment des autres acteurs (PARTIE 1 CARTE 5 P.74) La privatisation du système a permis d'accomplir de grands progrès, mais de manière anarchique (Goldsby, 2000). Ce mode d'aménagement a contribué à former une mosaïque d'enclaves le long du Paraná.

Les investissements ponctuels permettent la construction de complexes logistiques qui répondent aux besoins spécifiques des multinationales, comme Cargill SACI dont les deux terminaux sont situés dans la région de Rosafe. Les activités de cette firme comprennent la commercialisation et la transformation du soja venu de l'hinterland. Une usine de transformation est implantée dans le terminal portuaire située au Nord de Rosario et produit des huiles végétales, des farines et une quantité importante de fertilisants. Son terminal portuaire, nommé *El Quebracho,* est situé dans la localité de Puerto General San Martin sur la rive droite du Paraná (PARTIE 1 CARTE 5 P.74). Il possède des quais capables d'accueillir des bateaux *Cape size* avec une capacité de déchargement de 730 000 tonnes. Les capacités de réception quotidiennes du terminal sont estimées à 1000 camions et 12 *barcazas,* et celles d'embarquement sont de l'ordre de 2000 tonnes/heure. Tout comme pour le terminal *Timbues* de l'entreprise Dreyfus, des plans de réaménagement et d'extension sont en cours.

L'efficacité de l'Hidrovia Paraná-Paraguay doit beaucoup aux entrepreneurs privés qui construisent, *ex nihilo,* des complexes logistiques modernes (PARTIE 1 P. 74). Le coût de transfert de charge est passé entre 1990 et 2004 de 7,5 dollars/tonne à 2 dollars/tonne, ce qui est remarquable si l'on compare ce coût à celui pratiqué au Brésil (8 dollars/tonne). Cette amélioration des conditions de navigation ne doit cependant pas masquer l'enjeu d'une gestion commune des différents investissements. En effet, au début des années 2000, des problèmes de sapement de berges sont apparus sur les quais de l'unité VI du port de Rosario qui, après enquête, ont été attribués au dragage réalisé dans les ports privés de l'amont. Avec l'approfondissement des passes d'accès de ces

157 Réaliser, exploiter, restituer

ports, le schéma d'écoulement du Paraná a été modifié et a engendré une accélération du courant, érodant alors les quais du port public de la ville. Le quai nord de cette unité logistique se sont partiellement effondrés.

Les relations entre acteurs publics et privés sont en train d'évoluer avec la mise en place de groupes de réflexion et d'action. Les acteurs privés sont invités à respecter les plans d'aménagement développés à plus petite échelle (Ministerio de Planificacion Federal Inversion Publica y Servicios, 2008; Unidad de Renegociacion y Analysis de Contratos de Servicios Piblicos et Ministerio de Planificacion Federal Inversion Publica y Servicios, 2008). Ils se sont également organisés pour promouvoir leur expérience et influencer la planification publique (FIGURE 67).

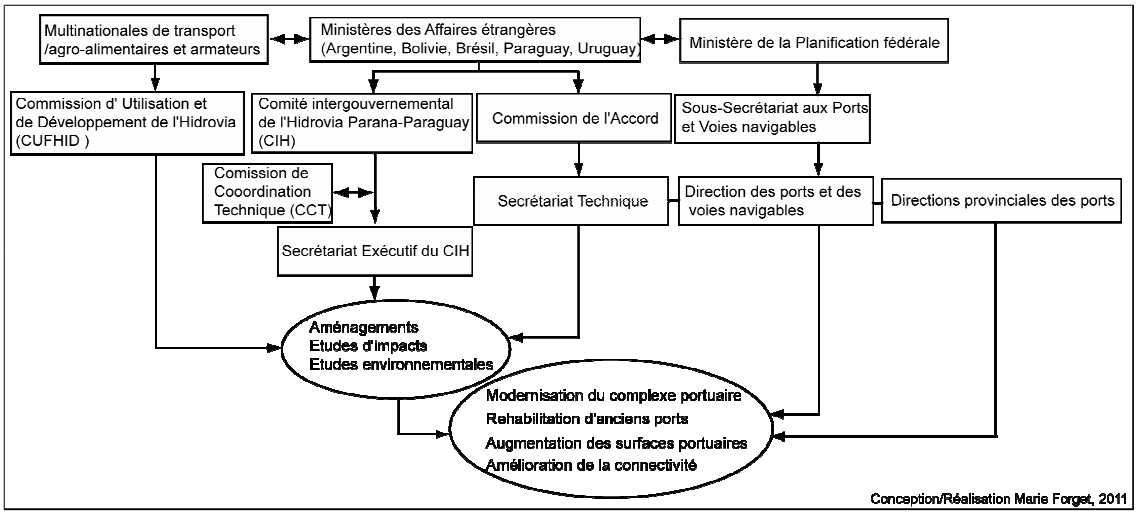


FIGURE 67 ORGANIGRAMME DES DIFFERENTES COMMISSIONS DE REGULATION ET DE PLANIFICATION DE L'HIDROVIA PARANA-PARAGUAY.

Après vingt ans d'aménagements non planifiés, les acteurs privés ont besoin de mettre en commun leurs cahiers des charges pour mieux défendre leurs intérêts et donner forme à une voie navigable à l'image de leurs besoins qui ne cessent d'évoluer. C'est pour cela qu'a été formée la Commission d'Utilisation et de Promotion des Voies Navigables (CUFHID), groupe de travail qui à travers des analyses, des rapports et des recommandations cherche à trouver des solutions aux problèmes opérationnels et techniques. Un dialogue d'égal à égal peut se développer.

Conclusion du neuvième chapitre

Grâce à l'évolution des contextes politiques et économiques, les oppositions géopolitiques ont diminué dans le bassin et le dialogue entre les grandes nations a été rétabli. A travers les différents traités et accords, la gestion et l'intégration des différents secteurs d'activité est devenue une alternative aux modèles de développement restés jusqu'à maintenant très localisés. L'exploitation de plus en plus poussée du Paraná

oblige à s'interroger sur la continuité amont-aval du fleuve et sur les impacts générés par les aménagements.

Aujourd'hui la donne institutionnelle est en train de changer et l'on voit apparaître les premiers effets de la décentralisation grâce à la montée en puissance de l'échelle locale dans l'aménagement du grand fleuve. Ces évolutions s'accompagnent de nouvelles prérogatives laissées aux acteurs privés qui ont su profiter des larges concessions faites par l'État central. Ces évolutions institutionnelles fragmentent la gestion du fleuve. Toutefois, depuis une dizaine d'années, les Etats collaborent pour intégrer le fleuve dans de grands projets communs. La dynamique institutionnelle est double : la latitude d'action laissée aux collectivités locales et aux acteurs privés engendre des aménagements ponctuels alors que les institutions multinationales tentent de créer un cadre d'ensemble pour l'aménagement et la gestion du bassin. Le territoire du Paraná se retrouve ainsi soumis à des tendances complémentaires et concurrentes favorisant les deux extrêmes des échelles géographiques. La gouvernance multi-niveaux qui en découle a toutefois laissé un flou dans la structure de prise de décision ce qui peut être facteur de blocage.

Les évolutions dans le paysage institutionnel se traduisent par une recomposition des territoires riverains du Paraná et de son aire d'influence. Le fleuve fait le lien entre les différents pays qui en partagent la ressource. Le jeu d'acteur doit être renforcé par la prise en compte du continuum fluvial.

Le concept de mégafleuve pourrait guider les actions locales et régionales sur le territoire *paranense* en les intégrant à l'échelle du bassin. Penser l'aménagement et la gestion en termes de « mégafleuve » oblige à remettre le Paraná dans son contexte à chaque étape des projets. Cette démarche applicable quelque soit le secteur d'aménagement permet de fournir une grille d'analyse prenant en compte les enjeux sociaux, économiques, environnementaux et politiques de chaque territoire au sein du bassin.

Quel avenir est alors réservé au Paraná dans un pays neuf où le manque de liens et de concertation entre les acteurs risque d'affaiblir les perspectives de gestion intégrée ?

Chapitre 10. Entre dommages nécessaires et préservation

La multiplication des échelles d'intervention sur le Paraná est une chance : les problèmes posés pour articuler les projets à l'échelle du bassin et les aménagements locaux obligent à repenser les méthodes et les cadres de gestion. Ceux-ci doivent prendre en compte les dommages nécessaires (liés à l'exploitation du fleuve) et la protection indispensable (à la conservation de ce grand espace de nature).

L'aménagement du Paraná est trop récent pour que les études d'impact déjà réalisées fournissent des informations complètes sur les modifications environnementales qu'elles ont provoquées. Malgré les impacts pressentis et l'augmentation des protestations environnementales contre les aménagements, c'est à travers d'autres problématiques qu'apparaissent les principes d'une gestion intégrée de la ressource. Les problèmes liés à la qualité de l'eau ont amené les chercheurs à adopter l'échelle du sous-continent dans l'étude des grandes nappes souterraines d'Amérique du Sud. L'appréhension des questions environnementales a fait évoluer les échelles d'analyse. De fait, bien que les travaux sur la connexion des nappes phréatiques avec le Paraná soient peu nombreux, l'idée que le système *paranense* doit être abordé dans son ensemble est apparue. D'autres problématiques mondiales ont eu une influence sur les études des très grands fleuves. Notons par exemple l'importance des questions relatives au changement climatique.

10.1. Le défi de la petite échelle introduit par les questions environnementales

La prise en compte des questions environnementales à l'échelle planétaire a introduit un changement d'échelle dans l'analyse des très grands fleuves. Dans les années 1990, de nombreux pays doivent faire face à la pollution de leurs eaux continentales. C'est à la même époque qu'en Argentine le gouvernement fédéral délègue les compétences législatives et de contrôle des eaux aux provinces. Celles bordant le Paraná n'ont jusqu'à ce jour établi aucune norme officielle concernant les taux de pollution « acceptables », mais l'expansion des grandes cultures céréalières inquiète les environnementalistes : les nitrates et les pesticides utilisés en abondance dans les cultures de soja, rejoignent généralement le fleuve par le biais des écoulements souterrains depuis les nappes phréatiques polluées. Dans cette perspective, l'UNESCO-PHI (Gestion des Ressources

aquifères Partagées) a lancé le projet SAG : « Protection Environnementale et de Développement Durable du Système Aquifère Guarani » pour déterminer les connexions d'un des plus grands aquifères du monde avec le Paraná. Ce projet de recherche attise l'intérêt des gouvernements qui y voient l'occasion de créer un système de gestion commun.

10.1.1 Le bassin du Paraná possède l'un des plus grands aquifères du monde

L'Aquifère Guarani passe pour être la troisième réserve souterraine d'eau douce du monde. Centré sur le bassin du Paraná il couvre une superficie d'environ 1,2 M km^2 [158] (ANNEXES 3.4 P.548). Son alimentation se fait par les pluies et par l'infiltration d'une partie du débit des cours d'eau. Le nom qui lui a été donné divise depuis une vingtaine d'années la communauté scientifique : les **hydrogéologues** pensent que « le Guarani » n'est qu'un seul et même aquifère dans les quatre pays et qu'il doit être traité comme tel ; alors que les **géologues** considèrent que l'aquifère est compartimenté en plusieurs centaines de « boîtes » d'eau indépendantes les unes des autres. Selon de nombreux géologues de la région, il faudrait donc appeler l'aquifère en fonction de ses formations géologiques[159]. Géologiquement, la compartimentation est indiscutable, mais elle implique que l'aquifère, bien que transfrontalier, ait peu d'interdépendances d'un pays à l'autre. C'est pourquoi le projet d'étude et de collaboration GAS (Guarani Aquifer System, 2000) a choisi de se fonder sur les analyses fournies par les hydrogéologues.

Peu d'études ont pour l'instant été réalisées sur les connexions existant entre le Paraná et l'aquifère Guarani, mais M. Fili a montré que le long du fleuve se succèdent des zones de recharge et des zones de restitution de l'eau souterraine (Fili, Tujchneider *et al.*, 1994; Fili, 1999)(ANNEXES 3.5 P.548). Cependant, avec un temps de séjour moyen de l'eau souterraine d'une trentaine d'années, il est difficile de fournir un modèle de fonctionnement du système (Panarello et Albero, 1983). Même si le corridor fluvial a pu être compatimenté en fonction des formations géologiques, leurs relations entre elles et

158 On ignore aujourd'hui son étendue exacte. Au Brésil, l'aquifère recouvre les états de Goiás, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina, la plus grande partie du Rio Grande do Sul, et le sud du Mato Grosso, soit plus d'un million de km² correspondant à l'ensemble de la superficie du bassin du Paraná. Au Paraguay, bien que ses limites occidentales soient floues, il est probable qu'il recouvre la totalité du territoire. En Argentine, les limites du l'aquifère sont également incertaines. Cependant il recouvre l'essentiel des provinces de Santa Fe. Compte tenu des données géologiques, la recharge est impossible au centre de l'aquifère, car celui-ci est recouvert de basaltes imperméables. La recharge se fait donc uniquement à travers des zones d'affleurement, c'est-à-dire Fe, Córdoba, Santiago del Estero, Entre Rios, Corrientes, Chaco et Misiones.

159 Botucatu et Piramboia au Brésil, Misiones au Paraguay, Tacuarembo en Argentine et Buena Vista-Tacuarembo en Uruguay

leur environnement ne sont pas maîtrisées. Nous ne savons pas à l'heure actuelle quelle est la quantité d'eau fournie par les aquifères semi-confinés ou libres de Santa Fe et d'Entre Rios au fonctionnement du Paraná. La seule observation concrète est la perte de près de 10% du débit du Paraná lorsqu'il traverse une zone de recharge de l'aquifère entre Corrientes et Santa Fe.

Les études portant sur l'aquifère Guarani sont extrêmement intéressantes pour le fonctionnement fluvial. Elles le sont également pour la gestion de l'eau dans les pays du bassin. En 2004, les Etats riverains ont adopté une déclaration commune menant à un accord de gestion visant à lutter contre la pollution grâce à une gestion rationnelle durable et équitable de l'eau (2008). Toutefois cette initiative doit faire face à de nombreux blocages : les états partageant la ressource continuent d'affirmer leur souveraineté sur leur part d'aquifère et la réalisation du projet n'a pas encore été effectuée (il est donc difficile de savoir si le cadre régional défini pour la gestion de la ressource est adéquat). En 2010 un accord a été signé dans le cadre du Mercosur avec de nouveaux engagements pour une gestion durable. Même si ces accords marquent l'avancée de la coopération, ils n'établissent aucune norme d'application des engagements. Cette expérience montre les difficultés de la mise en place d'une gestion commune. Une dizaine d'années se sont écoulées depuis les premiers accords, mais aucune action concrète n'a été mise en place.

La collaboration sur les questions relatives à l'aquifère Gaurani, même si elle n'a pas eu les résultats espérés, a permis de mettre en évidence l'importance d'aborder les ressources en eau à petite échelle et de mettre en relation les thématiques relevant des eaux souterraines et de surface.

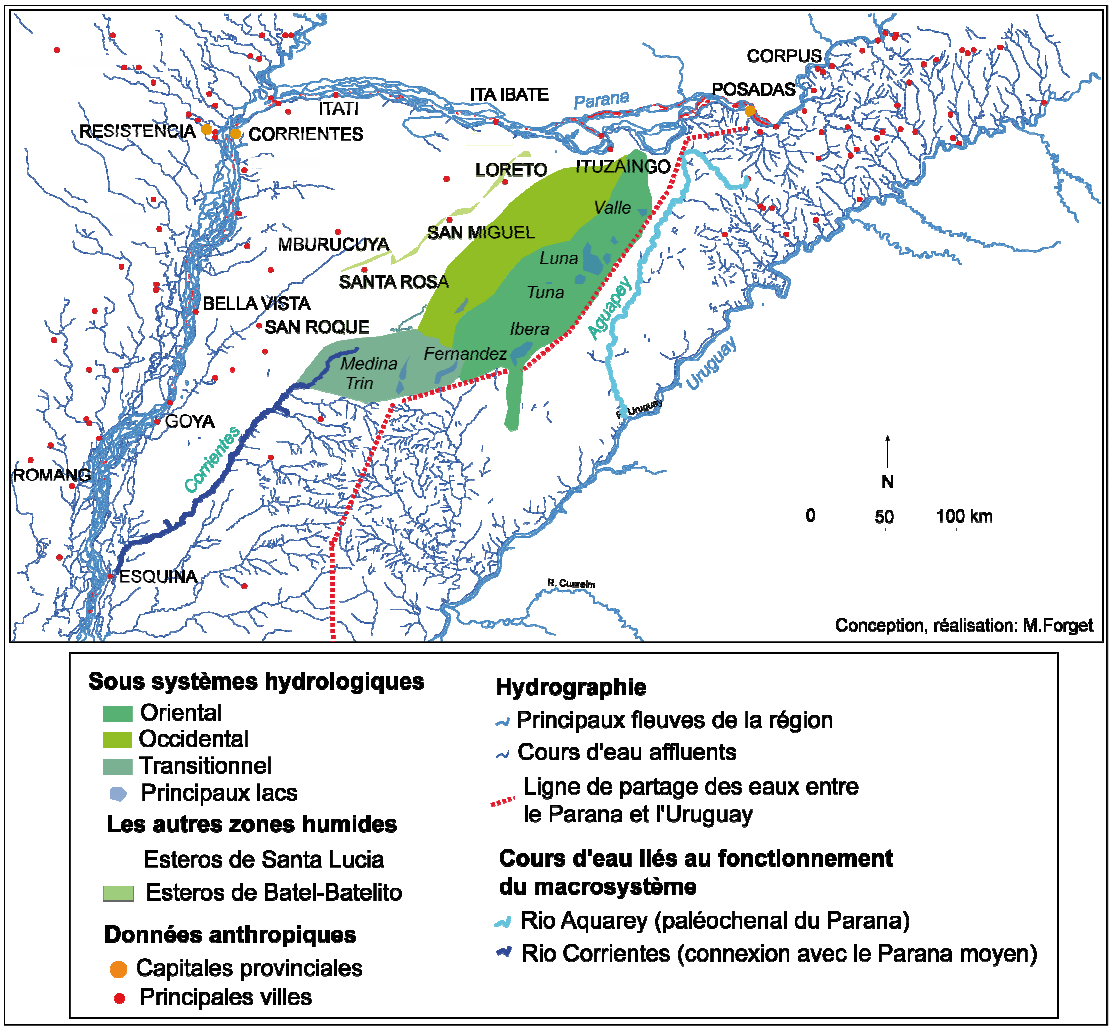
10.1.2 Quand les questions locales rejoignent les préoccupations mondiales : l'exemple de la laguna Iberá

Les problèmes de pollution de l'aquifère Guarani révèlent l'insuffisance de la connaissance dans le domaine du fonctionnement hydrogéologique du système Paraná. La connaissance des flux souterrains échangés entre le Paraná et les nappes phréatiques est encore médiocre. Un problème similaire a été rencontré lors de l'analyse des impacts du barrage de Yacyretá sur le complexe Iberá. Cette immense zone humide[160] située dans les provinces de Misiones et Entre Rios semble aujourd'hui être menacée par la modification des écoulements superficiels et souterrains occasionnés par la mise en eau du barrage de Yacyretá. Bien que les faibles pentes et les relations entre les facteurs

[160] Plus de 70% de sa surface est inondée en permanence ou temporairement par une oscillation saisonnière de l'eau qui peut atteindre un mètre.

morphologiques, hydrologiques, climatiques et édaphiques rendent le complexe Iberá plus sensible aux échanges verticaux (précipitations, évapotranspiration) qu'aux flux superficiels et souterrains, les impacts liés aux actions anthropiques sur le Paraná sont possibles.

Ce macrosystème, dont le fonctionnement reste encore largement énigmatique, a été subdivisé en trois sous-bassins opérationnels fondés sur son fonctionnement hydrologique (CARTE 31) (Bonetto et Lancelle, 1981; Neiff, 2004; Cozar, Garcıa et al., 2005).



CARTE 31 CARTE DE DELIMITATION DES SOUS-ENSEMBLES FONCTIONNELS DU MACROSYSTEME IBERA, D'APRES (BONETTO ET LANCELLE, 1981; NEIFF, 2004; COZAR, GARCIA *ET AL.*, 2005)

1. Le sous-système oriental est caractérisé par un faible écoulement. Les plus grandes profondeurs sont observées dans la partie Est, selon l'ancien axe de drainage Paraná-Miriñay (là où se situent les plus grands lacs : Conte, Luna, Galarza, Naranjito et Iberá). Des petits systèmes de drainage entrent et sortent de ces lacs mais ne les connectent pas entre eux.

2. Le sous-système occidental est caractérisé par une topographie irrégulière. La présence de levées sableuses (qui séparent ce système du système oriental) et celle de sols hydromorphes permettent une circulation souterraine de l'eau. Les lacs *Paraná*, *Medina* et *Trin* collectent et convoient le flux vers le sous-système transitionnel.

3. Le sous-système transitionnel est localisé à la terminaison Sud-Ouest. Il reçoit les eaux du système oriental et du système occidental.

Le drainage de ces régions semble être responsable des différences observées dans les caractères de la zone humide (Neiff, 1977; Orfeo, 2003). Depuis la construction du barrage de Yacyretá, les environnementalistes et les scientifiques craignent que l'équilibre entre les précipitations alimentant le complexe et les infiltrations depuis le lac de barrage ne soit modifié (Neiff, 1975, 1977; Neiff, 1981a, 1994; Neiff, 2004; Canziani et Ferrati, 2006). De fait, des modifications du régime hydrologique du complexe ont été observées depuis 1989 (Canziani et Ferrati, 2006). Pour évaluer les impacts du lac de barrage, les niveaux d'eau mensuels sont mesurés depuis 1999. L'équilibre hydrologique est déduit de la formule suivante :

$P-E-((V+\lambda S)/A) = 0$ (mm)[161] (Ferrati et Canziani, 2005)

R. Ferrati et G. Canzani ont démontré que le complexe Iberá a connu d'importantes modifications, le niveau moyen de la surface en eau passant de 61 mètres (1970-1988) à plus de 62 mètres (1991-2000). L'analyse des précipitations montre un accroissement des volumes de l'ordre de 40% depuis 1970, alors que les écoulements de surface ont, eux, augmenté de 55%. Les écoulements souterrains utilisant les paléotracés du Paraná (PARTIE 2 P. 250) et les fractures dans le substrat ont également été modifiés. La construction du barrage de Yacyretá a élevé le niveau de base local du Paraná d'environ quatre mètres. De ce fait, le complexe Iberá se situe à huit mètres au dessus du système fluvial au lieu de douze mètres avant la construction du barrage (Ferrati, Ruiz Moreno et al., 2000). De plus, le débit moyen du Paraná est passé de 12 000 à 19 000 m^3/s durant les trente dernières années (PARTIE 2 P. 279) (Goniadzki, Carballo *et al.*, 2002).

Ces modifications, dont le rôle relatif est difficile à établir, ont eu des incidences sur les dynamiques hydrologiques existant entre le Paraná et le complexe Iberá. Les eaux s'écoulent aujourd'hui préférentiellement du fleuve vers les marais alors qu'historiquement les flux possédaient une direction inverse. Les chercheurs estiment que la modification du niveau de l'eau souterraine explique une grande partie des changements observés dans le complexe Iberá. La construction du barrage de Yacyretá

[161] Où P sont les précipitations nettes par unité de surface ; E l'évapotranspiration nette, λS le changement dans le stockage de l'eau, V l'écoulement de surface sortant du système et A la superficie totale.

a donc eu un impact non négligeable, mais sa quantification est difficile (Instutito Correntino del Agua y el Ambiente (Angerili), 2000; Panel de Expertos EBY, 2000; Blanco et Parera, 2003)

Ces résultats ont engendré une modification du dialogue des différents acteurs agissant sur ce territoire. En réponse à la publication d'un livre de synthèse par les associations écologistes Fundacion Vida Silvestre Argentina (FVSA) et WWF (Blanco et Parera, 2003), l'EBY demande la formation d'un groupe de travail sur les effets du barrage de Yacyretá. Les différents acteurs cherchent alors des consensus pour répondre aux problèmes observés mais toujours discutés. Une table-ronde est créée, regroupant les représentants de l'EBY, du Sous-Secrétariat à l'Environnement et au Développement durable, de la province de Corrientes et des principales ONG. En 2005, la réalisation d'études indépendantes sur le possible transfert d'eau depuis le lac de retenue de Yacyretá vers le système Iberá a été décidé (Walsh, 2004).

Ces problèmes environnementaux ont permis une évolution des relations entre les différents acteurs régionaux. Des recherches et des collaborations du même ordre sont par ailleurs entreprises sur d'autres tronçons du Paraná affectés par le développement de l'Hidrovia Paraná-Paraguay.

10.1.3 L'Hidrovia Paraná-Paraguay, un cauchemar écologique ?

Depuis une dizaine d'années, des voix dénoncent les projets d'approfondissement des chenaux à travers la grande zone humide du Pantanal, qui risquent de perturber les écosystèmes, de diminuer la disponibilité en eau potable et de détruire les modes de vie des communautés indigènes (de Monserrat Llairó, 2009). Malgré ces critiques, les gouvernements ont décidé de commencer l'aménagement de la grande voie fluviale, affirmant qu'aucun impact négatif ne viendrait perturber le fonctionnement hydrologique du Paraná et du Pantanal.

Des associations de protection de l'environnement, comme la WWF, affirment que les études d'impact et que la viabilité technique des aménagements comportent des erreurs. Selon cette institution, l'étude réalisée par les entreprises concédées pour la construction de l'Hidrovia Paraná-Paraguay sous-estime les problèmes occasionnés par la chenalisation du Paraná et ses conséquences pour la région du Pantanal[162]. D'autres

162 Le Pantanal est un immense marais qui s'étend sur 200 000 km² dans les Etats brésiliens du Mato Grosso et du Mato Grosso do Sul et sur une partie des territoires boliviens et paragayens. Son inondation s'explique par les faibles pentes du bassin du Paraguay qui ne peuvent évacuer les eaux durant la saison des pluies. A l'échelle internationale, les préoccupations concernant les impacts de l'Hidrovia Paraná-Paraguay semblent se réduire aux conséquences possibles du dragage du Pantanal. En effet, peu d'études ont été publiées sur les autres régions pouvant être affectées (David Rockfeller Center For American Studies, 1996: "Hidrovia: Bright Future or Development

études ont été présentées au Congrès dans lesquelles sont signalées les faiblesses méthodologiques du projet. T. Pannayotou, économiste de l'Harvard Institute of Developement affirme d'ailleurs que : « *les bénéfices (de cette voie navigable) ont été surestimés alors que les problèmes sociaux et les impacts environnementaux et les moyens compensatoires ont été sous-estimés* » (David Rockfeller Centre For American Studies, 1996). La question est controversée.

Récemment les opinions techniques ont disqualifié les pronostics catastrophiques des écologistes, qui persistent à pronostiquer l'assèchement du Pantanal et des zones humides du Chaco, l'inondation des villes côtières, la pollution produite par la mise en mouvement des sédiments, les dommages faits à la biodiversité et à la productivité littorale du fait (David Rockfeller Centre For American Studies, 1996). Notons que l'impossible dialogue entre les acteurs est fondé sur des questions terminologiques. En effet « démontrer » la probabilité des impacts n'est pas chose aisée. Dans les méthodes aujourd'hui proposées, les écologistes cherchent à confirmer ou à infirmer les prédictions d'une hypothèse théorique. Leurs conclusions ne permettent donc pas de démontrer de manière certaines que leurs projections se réaliseront. La trame écosystémique est si complexe, si riche, qu'elle articule pratiquement tous les éléments du système. Il est donc impossible de quantifier avec exactitude les conséquences d'une perturbation anthropique. C'est pour cela que le « principe de précaution » commence à faire consensus dans le bassin du Paraná. Pour contrer les arguments écologistes, les protagonistes de la construction de l'Hidrovia Paraná-Paraguay répliquent que toute la charge qui n'est pas transportée par voie d'eau, le sera par route, impliquant une plus grande pollution environnementale (consommation de carburant et d'émission de gaz à effet de serre).

Dans un schéma de développement qui donne la priorité à la centralisation et aux mécanismes économiques sur l'équité sociale et la soutenabilité écosystémique, les marchandises doivent circuler, que ce soit par terre ou par eau. De fait, le développement de la voie navigable ne profiterait pas à la majorité de la population des provinces riveraines, mais plus probablement à des multinationales d'exportation. La réalisation de l'Hidrovia Paraná-Paraguay renforcerait la structure commerciale d'un modèle économique centralisé sur lequel est fondé la prospérité économique de l'Argentine. Les pays exportateurs du Cône Sud ne peuvent pas être privés des

---

Nightmare?" International Conference. Cambridge, Massachusetts, Harvard University.. De fait, les inrventions humaines sur cette grande zone humide pourraient modifier fondamentalement le régime fluvial du Paraná. Les eaux de crue estivale du Paraguay sont en effet retenues dans les marais du Pantanal et quand les précipitations arrivent dans le bassin, l'eau monte et stagne dans la zone humide jusqu'aux premières semaines de l'hiver Orfeo, O. (1995). *Sedimentologia del rio Parana en el area de confluencia con el rio Paraguay*. La Plata, Doctorat, 286 p., Sarubbi, A., M. G. Pittau and A. N. Menéndez (2004). *Delta del Parana: balance de sedimentos* Buenos Aires, 49 p... Les pics de crue sont donc écrêtés et la zone humide soutient les basses eaux en période sèche.

exportations faites par la voie d'eau, et les régions riveraines ne peuvent certainement pas se passer des revenus tirés de ce commerce.

Pour répondre à ces conflits d'intérêts entre les différents modèles de développement, il s'agirait de proposer d'autres options techniques. En effet, le continuum fluvial du Paraná doit être conservé et les impacts environnementaux réduits, la réalisation de l'Hidrovia Paraná-Paraguay semblant être une solution incontournable en termes économiques. Ce projet est au cœur d'importants enjeux, auxquels il conviendrait de trouver une nouveau modèle de développement, ne favorisant ni seulement l'environnement ou l'économie, mais tentant de répondre aux deux impératifs en y intégrant la donnée sociale.

Les impacts de la construction de la retenue de Yacyretá sur les marais de l'Iberá et les conséquences possibles de la réalisation de l'Hidrovia Paraná-Paraguay ont fait prendre conscience de l'importance de l'environnement dans le fonctionnement fluvial. Ces projections ne peuvent toutefois pas être envisagées sans introduire les données sociales et économiques découlant de l'exploitation du Paraná. Le compartimentage des actions et des sphères sectorielles représente un danger pour les grands espaces de nature encore présents sur le Paraná. Les aménagements sont indispensables. Ils ont par ailleurs déjà produit des impacts sur certains territoires.

Paradoxalement, ces territoires impactés sont présentés comme des espaces naturels alors que leurs écosytèmes sont le résultat de l'ajustement du fleuve aux impacts anthropiques. Quels sont alors les impacts que la société argentine jugent acceptables pour répondre aux nécessités économiques et quels sont les environnements à protéger ? Nous proposons un état des lieux du système environnemental du Paraná permettant de déterminer l'état initial du système, les tronçons impactés et ceux dont il faut impérativement préserver la naturalité.

10.2. Le Haut Paraná, un tronçon aménagé et déjà perturbé

Les impacts environnementaux et les risques sociaux des grands barrages ont depuis longtemps été décrits (Barrow, 1987; Mc Cully, 2004; Blanc et Bonin, 2008; Schmidt et Wilcock, 2008). En revanche dans le cas du Paraná, les impacts à l'échelle du bassin sont assez mal connus (Pinto Martins, 2008). Aucun travail de synthèse n'a encore été réalisé sur les modifications de la dynamique fluviale à une échelle plus large que celle de la région située en aval de chaque retenue. Il est donc intéressant d'analyser le compartimentage du Paraná en abordant les impacts produits sur le continuum fluvial.

10.2.1. Compartimentages et impacts

Le Paraná argentin est relativement peu perturbé par l'unique barrage se trouvant sur son cours. En revanche, la succession des barrages qui barrent le cours du Haut Paraná brésilien est responsable d'une superficie inondée dépassant 20 000 km² (PARTIE 1).

Nous nous intéresserons au Paraná en aval de la retenue de Puerto Primavera, dernier tronçon brésilien où il coule dans son chenal naturel. En amont de ce tronçon, le fleuve a totalement perdu son profil naturel. Ce tronçon est devenu une « zone atelier » pour la réalisation d'une étude sur les impacts des barrages sur un mégafleuve (Stevaux, Martins *et al.*, 2008). A ce niveau les perturbations fonctionnelles liées aux lacs de retenues peuvent être précisément appréhendées. La pente y est très faible (0,09 mètre/kilomètre) et le chenal est divisé par des îles et des bancs de sable qui témoignent d'une forte accumulation. Les caractéristiques d'écoulement et de transport sédimentaire sont par ailleurs très proches de celles enregistrées à l'entrée du lac de barrage de Yacyretá. Cette analyse permet ainsi de caractériser la dynamique fluviale au début du parcours du fleuve en territoire argentin.

10.2.1.1 Modification du régime hydrologique et du transport sédimentaire

P. Rocha, E. Souza Filho *et al*. (1998) ont identifié l'influence des barrages sur la variabilité du régime du Paraná. Pour cela, ils distinguent les facteurs du comportement « naturel » et les facteurs de « contrôle » du régime hydrologique. Leur méthode prend en compte des paramètres de magnitude, fréquence, durée, périodicité et taux d'altération décrits comme Indicateurs d'Altération Hydrologiques IAH (Poff, Allan *et al.*, 1997; Richter, Baumgartner *et al.*, 1997; Pinto Martins, 2008). Quatre classes de débits sont ainsi identifiés : **1. les basses eaux** <9 500 m^3/s ; **2. les débits « moyens»** entre 9 500 et 17 000 m^3/s ; **3. le débit à pleins bords** compris entre 17 000 et 23 000 m^3/s et enfin **4. le débit de « périmètre mouillé maximal »** supérieur à 23 000 m^3/s. Le régime du Paraná a ensuite été séparé en trois périodes : **1. avant 1972**, comme référence au régime naturel, **2. entre 1972 et 1981**, période considérée comme une période de transition et **3. 1982-2000**, période qui caractérise le régime contrôlé.

Les résultats de l'étude montrent que le régime du Paraná à l'aval du bassin versant brésilien a été régulé par les barrages installés sur son cours. En effet, l'analyse des données montre une augmentation de la durée de l'écoulement moyen et une diminution des périodes de basses eaux. D'une manière générale, le débit du Paraná est plus régulier (le débit est augmenté pendant les basses eaux et les écoulements maximaux sont diminués) (Crispim, 2001). De plus, les pics de crue ont été écrêtés, ce qui a pour conséquence une diminution des connexions entre le fleuve et la plaine alluviale (Corradini, 2006).

Pour répondre à ces modifications, l'Opérateur National du Système Electrique brésilien (ONS) a élaboré un document qui établit les directives d'un aménagement hydro-énergétique intégré du bassin. Ce document est destiné à garantir l'opérationnalité de toutes les usines, à optimiser la production énergétique, à réduire les coûts d'opération et à assurer de bonnes conditions pour les écosystèmes aquatiques et pour les populations dépendantes du cours d'eau. Trois débits de référence ont été déterminés. Ces débits minimum sont ceux qui arrivent à l'entrée dans le cours du Paraná argentin. L'ONS distingue les débits d'intérêt hydraulique, les débits pour usages multiples (navigabilité, contrôle des inondations, approvisionnement public et loisirs) et les débits résiduels d'intérêt environnemental. Le débit minimum sortant a été déterminé à 4 600 m^3/s et la valeur du débit moyen à 8 780 m^3/s. Le débit sortant est largement diminué. Pour répondre à l'impératif de navigation, entre 5 heures du matin et minuit le débit sortant de Porto Primavera doit atteindre 5 500 m^3/s. Aucune mention n'est cependant faite des conditions de navigabilité de l'Hidrovia Paraná-Paraguay (Pinto Martins, 2008).

En conséquence, les sédiments arrivent en quantité réduite au niveau du barrage de Yacyretá, qui lui-même retient une certaine quantité de sédiments en suspension. Dans la plupart des cas, les barrages n'ont pas de système de passage des sédiments. Les mesures sur les sédiments en suspension faites par l'Itaipú International depuis 1990 indiquent que sur la période 1993-1995, la concentration sédimentaire a été réduite de 38% par rapport aux données antérieures. Entre 2000 et 2001, la diminution des sédiments en suspension est de 5% (Pinto Martins, 2008).

Peu de données sont disponibles quant aux modifications du transport solide en aval de la retenue de Yacyretá. Si elles existent, elles ne sont pas encore rendues publiques. De plus, le faible temps de recul depuis la mise en eau du barrage ne permet pas de quantifier avec précision les changements intervenus (Bonetto, Wais *et al.*, 2006). Nous pouvons toutefois nous baser sur les pronostics réalisés par C. Thorne lors de son analyse géomorphologique du Paraná (PARTIE 1 P. 113) (Thorne, 2002). Cet auteur affirme que si les impacts attendus par la mise en eau d'un lac de retenue de la taille de celui de Yacyretá sont grands, le barrage n'a pas produit de modifications drastiques dans l'écoulement. Cela s'explique par la régulation et le stockage des sédiments en amont. De plus, le barrage n'est pas utilisé pour réguler le régime hydrologique du fleuve. De ce fait, son impact sur le régime des débits morphogènes ne devrait pas être significatif. Malgré cela le barrage devrait stocker une partie de la charge sédimentaire, notamment des fractions les plus grossières (Motor Columbus y Asociados, 1979). De ce fait, une incision du Paraná dans son lit immédiatement à l'aval du barrage est à prévoir. Les sédiments arrachés au lit permettraient alors d'équilibrer le déficit créé par le réservoir

et le Paraná continuerait à divaguer à l'intérieur de la ceinture de méandres du Paraná Moyen selon un équilibre dynamique.

L'expérience suggère que les impacts générés par le barrage de Yacyretá pourraient se propager sur une distance de l'ordre de cent à cent cinquante kilomètres en aval du barrage (Thorne, 2002; Zapata et Orfeo, 2007). Il semble que le tronçon du Paraná Moyen ne soit pas significativement modifié par la présence des retenues installées sur le Haut Paraná, d'autant plus qu'il semble que la baisse de la charge sédimentaire en provenance du bassin brésilien soit compensée par la charge en provenance du Bermejo (PARTIE 2 P. 275).

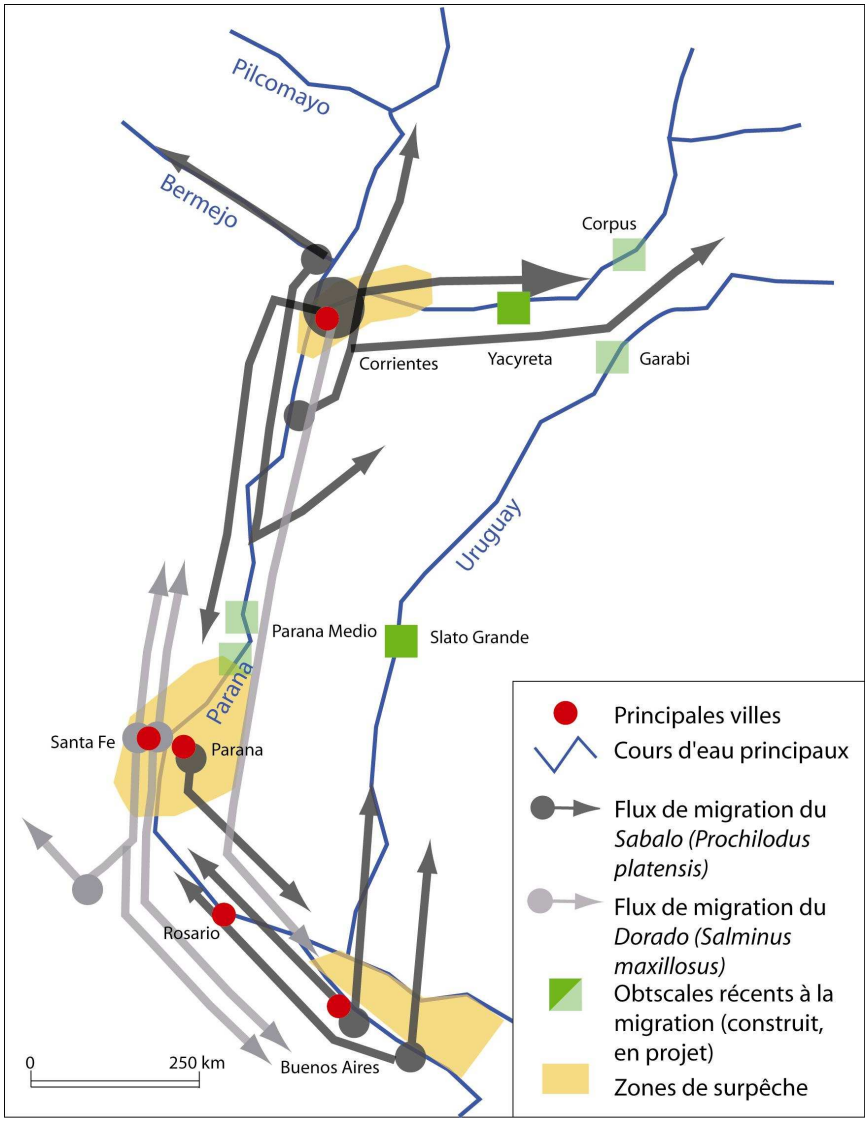
10.2.1.2 Les impacts environnementaux et leurs répercussions sociales : le cas de la pêche

Conséquence de la modification du transport sédimentaire dans le bassin, de nombreux habitats naturels de la faune et de la flore native du Paraná sont en train de disparaître. Il serait long d'énumérer les impacts pour chaque espèce dont l'habitat a été modifiée. Nous nous intéresserons particulièrement à l'étude de la piscifaune du Paraná dont l'évolution a retenu l'attention de nombreux chercheurs. Bien que les projections écologistes prédisent la disparition de nombreuses espèces de poissons avec la construction de Yacyretá, il a été démontré qu'il n'y a pas eu de diminution de la biodiversité piscicole dans le fleuve (Drago, 2003). Il semble cependant beaucoup trop tôt pour conclure sur l'évolution de l'ichtyfaune, les travaux lui étant consacrés manquant encore de perspective temporelle. En revanche, une forte diminution de l'effectif de différentes espèces, notamment des espèces migratoires, a été constatée.

Le compartimentage du Paraná a eu des conséquences graves sur la population des *sabalos*, espèce clé du fonctionnement écosytémique. Leur reproduction est aujourd'hui menacée par la discontinuité crée par les grands barrages. Malgré les mesures prises pour permettre la migration des poissons vers leur zone de fraie, leur mouvement migratoire a été fortement perturbé (CARTE 32 P.378).

Lors d'une expérimentation faite pour faciliter le passage des poissons d'un côté et de l'autre du barrage de Yacyretá, l'EBY a mis en place une passe à poissons originale. Le système est composé de deux stations de transfert de poissons, chacune munie d'un ascenseur permettant de faire franchir la chute aux poissons capturés en aval du barrage. La survie des poissons dans l'ascenseur est important car environ 99% des poissons capturés survivent au transfert. En revanche, des études ont montré la relative inefficacité du système car seulement 7% des populations remontant le fleuve trouvent l'entrée de la passe. La diminution importante du *sabalo* est particulièrement alarmante,

car de cette espèce dépendent beaucoup d'autres (Teskey et Hinckley, 1977; Drago, Ezcurra de Drago *et al.*, 2003).



CARTE 32 MOUVEMENTS DE MIGRATION DES DEUX ESPECES PRINCIPALES DU PARANA : LE DORADO ET LE SABALO, D'APRES BONETTO (1984)

La pêche est particulièrement importante dans un pays comme l'Argentine, où elle est la source principale de protéine animale pour les communautés riveraines et pour les familles urbaines à faibles revenus (PARTIE 1 P.50). La diminution de la disponibilité en poissons peut conduire à la sous-alimentation des populations dépendentes du fleuve. La « crise de la pêche », comme elle est appelée en Argentine, a des impacts directs sur les communautés les plus vulnérables (Oldani, 2006). Plus de cent mille personnes dépendant de la pêche pour leur alimentation ont été identifiées le long du Paraná. Le mode de vie de ces populations a par ailleurs été fortement modifié par la construction des grands ouvrages hydroélectriques, ne bénéficiant aux communautés locales que par la création de postes de travail temporaires et de faible qualification. Elle entraîne en

contrepartie des migrations importantes de personnes dont les terres ont été noyées par les lacs de retenue.

Les aménagements et le manque de prise en compte de leurs impacts aboutissent conjointement à des conséquences graves aussi bien dans le domaine environnemental que social.

10.2.2 De nouveaux impacts à prévoir ? Les projets de Corpus et de Paraná Medio

Malgré les impacts négatifs des barrages, l'Argentine propose d'agir « en faveur de l'environnement » en construisant deux nouveaux ouvrages sur le Paraná, qui permettraient de diminuer les émissions de gaz à effet de serre produits par les centrales thermiques. D'autre part, les campagnes de communication affirment que la construction de barrages sur des tronçons déjà pertubés n'aurait pas beaucoup plus d'impacts négatifs sur l'environnement. Toutefois l'effet cumulatif des impacts de trois barrages consécutifs pourraient transformer le Paraná en un gigantesque réservoir (APPENDICE 1 CARTE 34 P. 500) (World Commission on Dams, 1999; Organizacion Latinoamericana de Energia, 2010).

Lors de son évaluation écologique du projet Paraná Medio, R. Margalef souligne que sa mise en oeuvre est « sans doute inévitable pour l'approvisionnement énergétique » du pays (Margalef, 1983). Selon lui, l'importance donnée aux impacts écologiques de la retenue est excessive, car *a posteriori*, les éléments impactés ont « généralement peu d'intérêt ». Dans le cas du projet Paraná Medio, les changements de niveau de l'eau seraient globalement assez faibles (sans doute inférieur à 2 mètres) inondant l'espace du lit majeur et reconnectant uniquement les méandres et les lagunes marginales. Cela signifie cependant la destruction d'un écosystème unique. Grâce à ce projet, il est possible de voir les évolutions de la conscience écologique de la population argentine. En effet, lors des réunions visant à étudier la faisabilité économique du projet, la mobilisation de la société civile par un rassemblement citoyen a montré que l'intérêt à une cause écologique permet de contrer les décisions présidentielles. Ce rassemblement composé d'universitaires, de professionnels et de la population a vigoureusement dénoncé les impacts sociaux et environnementaux que générerait la construction d'un barrage d'une telle ampleur. Les lettres, les pétitions et les recours en justice donnent raison aux opposants du barrage. Quand le gouvernement publie le second décret de mise en œuvre du projet en 1996, les organisations non gouvernementales obtiennent un verdict juridique empêchant l'exécution des premières étapes de réalisation de Paraná Medio. En trois mois, la cour juridique déclare ainsi le décret anticonstitutionnel et fait passer la loi « Anti-barrages » (la seule de ce type dans le monde) qui interdit toute

construction de barrage sur les fleuves Uruguay et Paraná sur le territoire de la province d'Entre Rios (World Commission on Dams, 1999).

Le projet de Corpus Christi, en amont de la retenue de Yacyretá, n'a pas eu le même retentissement. La population est moins sensible aux dommages écologiques potentiels. En revanche, elle est beaucoup plus préoccupée par les impacts sociaux que provoquerait la mise en eau d'un second lac de retenue. De ce fait, la construction de ce nouveau barrage est conditionnée par la mise en place de politiques efficaces permettant de diminuer les impacts sociaux.

10.2.3 Impacts locaux d'une gestion nationale de la ressource

Le projet de Corpus Christi (lancé dans les années 1970) a été relancé en 2006 avec la réunion des présidents argentin et paraguayen. La mise en œuvre aurait dû commencer en 2010 mais aucun travail n'a débuté à ce jour. Le principal objectif de cette centrale serait, selon les sources officielles, d'approvisionner en énergie les provinces de Misiones et de Corrientes. Cependant l'analyse des plans montre que l'échelle du projet et la quantité d'énergie produite ne sont pas adaptés à la couverture locale des besoins en électricité. En revanche les impacts sociaux seraient nombreux. Nous proposons d'analyser les impacts qu'a eu le barrage de Yacyretá sur les populations locales et ceux que pourrait avoir le barrage de Corpus s'il est construit.

10.2.3.1 Délocalisations et pathologies infectieuses …

Au nombre des impacts locaux, les inondations provoquées par la mise en eau du barrage sont souvent mentionnées par les médias. Des conséquences directes ont été observées : les relocalisations des habitants riverains, la pollution des eaux et les impacts environnementaux. Selon les statistiques officielles de l'EBY, près de 40 000 personnes ont perdu leurs terres et leurs logements lors de la construction du barrage, des deux côtés de la frontière. D'autres sources parlent de 100 000 personnes (No más daño en Yacyretá, 2009). Selon les chiffres annoncés par les associations, seulement 2 300 maisons et 1000 appartements ont été prévus par les autorités pour reloger plus de 17 000 foyers. Avec le plan d'achèvement de Yacyretá, les personnes affectées pourraient être encore plus nombreuses. Aucune étude synthétique ou globale n'est disponible sur les impacts locaux du barrage à l'exception du rapport de la Banque Mondiale (Quintero Sagre, Ronderos *et al.*, 1992), que vient compléter le plan de gestion socio-environnemental de l'EBY suite au rapport du Panel d'Inspection de la Banque Mondiale lancé en 1996 par les associations de défense des personnes affectées par le barrage (World Bank, 1999; Entidad Binacional Yacyreta, 2002).

En 1996, la demande de l'ONG paraguayenne Sobrevivencia faite au Panel d'Inspection de la Banque Mondiale a permis de faire le point sur les impacts environnementaux et sociaux causés par la retenue. Les effets de ce rapport sont aujourd'hui visibles avec la mise en œuvre du Plan d'achèvement de Yacyretá (PTY), qui, dans une certaine mesure, vise à compenser les manques enregistrés. La requête faite par l'ONG a également permis une participation active de la population civile dans le projet, alors qu'elle en avait été écartée. Le président du Panel d'Inspection a d'ailleurs déclaré que « le manque de participation de la part des populations affectées et des autorités locales aux activités liées au projet ainsi qu'une tendance des missions de supervision de la Banque à ignorer ou à prendre à la légère les préoccupations de la population de la zone pourraient bien être à la racine du mal ».

En dénonçant les impacts directs et indirects du barrage sur le niveau de vie, la santé et le bien-être économique de la population de la région, elle a également permis de médiatiser le sort réservé aux communautés riveraines du fleuve. Les résultats du Rapport d'Inspection viennent confirmer les allégations de l'ONG : **1.** L'eau du lac de retenue est polluée par le rejet des eaux usées dans l'eau devenue stagnante, **2.** Il existe une perte d'emploi et de sources de revenu et **3.** Les problèmes de santé répertoriés (infections respiratoires et parasites dermiques et intestinaux) sont apparus avec la mise en eau du lac.

L'un des problèmes fondamentaux du Projet de Yacyretá identifié par le Panel est le déséquilibre entre l'exécution des travaux de génie civil et électromécaniques d'une part et les mesures environnementales et de réinstallation d'autre part. Si les premiers étaient, au moment de l'examen du Panel (1997), réalisés à 99,8 %, moins d'un tiers des plans avaient été exécutés en matière d'environnement et de réinstallation[163]. Ce déséquilibre peut en partie être expliqué par le manque de ressources financières du Projet de Yacyretá. En 1979, le rapport d'évaluation prévoyait des coûts estimés à 3,7 milliards de dollars alors qu'en 1997 ils étaient de plus de 8,5 milliards de dollars. Les dépenses relatives aux mesures d'atténuation des impacts avaient largement été sous-estimées. Les difficultés financières du projet se sont aggravées au milieu des années 1990, quand le Gouvernement argentin a dû faire face à une situation économique

[163] « Ce déséquilibre est remarquablement illustré par le fait que le lac de retenue a été rempli avant que les mesures environnementales et de réinstallation convenues soient exécutées, ce qui a entraîné des impacts négatifs sur l'environnement et a fait courir de grands risques, pendant une période prolongée, aux populations vivant dans les basses terres des deux côtés du lac de retenue. Cette façon de faire — à laquelle la Direction de la Banque n'a pas émis d'objection, déclenchant ainsi la Demande d'enquête et l'intervention du Panel — a provoqué des risques de graves problèmes de santé par le biais d'une exposition à des conditions sanitaires désastreuses et à une eau de piètre qualité. Au nombre des autres risques, citons la perte potentielle de moyens d'existence viables à cause de la disparition d'une argile de haute qualité et des ressources halieutiques. »

délicate. Il a alors décidé de suspendre tout appui financier au projet, ce qui a conduit à une paralysie complète des travaux auxiliaires pendant près de deux ans.

Cette paralysie a engendré des retards dans les travaux de construction des quartiers permettant de reloger les populations délocalisées. Des quartiers comme celui de Virgen de Fatima sortent de terre, mais ils ne permettent pas le relogement de l'ensemble de la population, d'autant plus que l'immigration de travail, provoquée par la construction du barrage, a amené de nombreux travailleurs extérieurs. La production de deux Plans d'action en 1998 pour la réinstallation des personnes affectées et pour la préservation de l'environnement constitue l'aveu implicite du non-respect des clauses préalablement établies. Les effets socio-environnementaux négatifs provoqués par le barrage sont-ils compensés par le développement régional ?

10.2.3.2. …compensées par des impacts positifs ?

L'intérêt manifesté en général par certaines entreprises pour une installation à proximité d'une source énergétique fournissant de l'électricité à bas coût, a laissé penser que les régions de Misiones et de Corrientes pourraient s'industrialiser et connaître une forte croissance des emplois et des revenus provinciaux[164]. A ce jour, aucune installation industrielle n'a été réalisée. En effet, cette source d'énergie peu coûteuse est située loin des marchés de consommation et le développement actuel de l'Hidrovia Paraná-Paraguay ne permet un transport transport concurrentiel des marchandises[165].

Indépendamment de l'énergie produite, le barrage de Yacyretá permet toutefois un certain développement territorial. Des effets positifs ont été ressentis dans la région. Dans un premier temps, sa construction a permis d'employer plus de 8 000 personnes locales ou immigrées. Cela a permis à ces travailleurs de trouver leur place dans un marché du travail difficile. Aujourd'hui encore, l'EBY emploie plus de 3 000 personnes pour les travaux d'achèvement de Yacyretá des deux côtés de la frontière. Selon Oscar Thomas, directeur exécutif de Yacyretá (Argentine), ces travaux d'achèvement lors qu'ils s'achèveront, devraient réduire les effectifs employés à 900 personnes en 2011 (Thomas, 2009). Compte tenu des problèmes de chômage qui peuvent résulter de la fin des travaux de Yacyretá, sa construction a tout de même permis de doter le territoire

[164] Par exemple l'entreprise Río Tinto analyse la possibilité d'installer une usine de transformation d'aluminium du côté paraguayen

[165] Le Paraguay n'a pas réussi à attirer d'investissements industriels significatifs, car 86 % de l'électricité consommée (6.000 GWh) est absorbée par la consommation domestique. En revanche en Argentine, l'industrie consomme quasiment la moitié (47.200 GWh) du total produit (98.000 GWh). Le Paraguay utilise prioritairement l'électricité générée par le barrage d'Itaipu pour son propre approvisionnement, préférant exporter la quasi-totalité de l'électricité produite à Yacyretá. Ainsi, sur les 164.000 GWh produit par Yacyretá entre 1994 et 2008, 160.000 GWh –98%- ont été dérivés vers le système interconnecté argentin.

local de structures sociales (écoles, centres de santé). En ce sens, l'EBY a contribué à construire des infrastructures de base dans de nouveaux lotissements construits pour reloger les personnes affectées par la retenue.

Si le dynamisme de l'emploi a été un phénomène provisoire, le développement local à travers la promotion du tourisme est quant à lui plus pérenne. Les visiteurs du barrage, bien qu'ils soient nettement moins nombreux que ceux visitant la centrale d'Itaipú, permettent le développement d'un commerce et d'une hôtellerie locale. De plus les visiteurs sont de plus en plus nombreux à faire le voyage jusqu'à la zone d'Iberá. En effet, les gestionnaires de l'Iberá ont su profiter de la médiatisation des impacts possibles du barrage pour attirer des visiteurs dont le nombre s'élèvait à 8000 en 2005 (Proyecto GEF / PNUD, 2005). L'image d'un milieu naturel en danger fait recette. Le tourisme se développe également aux abords plus immédiats du barrage car, suite aux efforts réalisées par l'EBY, la superficie des terres inondées a été compensée par la création de sept réserves écologiques dont certaines sont accessibles au public (Entidad Binacional Yacyreta, 2000). L'exemple donné par l'EBY, les ouvrages du plan d'achèvement et les éléments mis en place pour la protection de la nature favorisent de plus le développement d'une région transfrontalière entre l'Argentine et le Paraguay avec l'apparition de discours régionalisants (Levinton, 2007; Levington, 2010).

Le Haut Paraná est un tronçon largement perturbé par les interventions humaines. Ce couloir est aujourd'hui entré dans une dynamique de développement territorial fondée sur la réparation des dommages causés et la préservation des zones encore non impactées. En revanche, le Paraná Moyen est resté un grand espace de nature qu'il s'agit de préserver.

10.3. Le Paraná Moyen : une naturalité à préserver

Le territoire du Paraná Moyen possède une naturalité unique au monde qui est souvent prise comme modèle pour les projets de restauration d'autres très grands fleuves. Toutefois, ce tronçon est menacé par des impacts anthropiques moins visibles que ceux touchant le tronçon du Haut Paraná. Ces impacts ne sont pas encore irréversibles. Si les questions liées à la pollution des eaux par les intrants agricoles, aux problèmes de surpêche et à la fragmentation des écosystèmes naturels sont traitées à temps, la résilience du système pourrait être suffisante pour absorber les perturbations. D'autres systèmes fluviaux tels que le Mississippi n'ont plus cette chance.

10.3.1 Apprendre des erreurs du passé

Les mégafleuves constituent des écosystèmes d'une valeur singulière pour les interrelations et la variabilité des processus géomorphologiques, hydrologiques, biologiques et écologiques qui se manifestent à différentes échelles temporelles et spatiales. Le Mississippi est un cas remarquable de la non prise en compte de cette richesse et du manque de perspective dans l'usage des ressources, qui ont conduit a un état de dégradation sévère de l'intégrité écologique. Cela est paradoxalement une chance pour le Paraná, qui a ,pour le moment, involontairement conservé de vastes espaces de nature (Baigun, Oldani *et al.*, 2005).

L'exemple de la dégradation du Mississippi permet de donner des pistes sur les aménagements et les modèles de gestion de l'environnement à éviter. Son bassin versant, d'une superficie de plus de 3 millions de km², sa longueur supérieure à 3700 kilomètres, ses conditions climatiques tropicales à tempérées et sa dynamique fluviale en font un mégafleuve comparable au Paraná. Le Mississippi a souffert d'importantes modifications et altérations du fait de la construction de plus de 3500 kilomètres de digues et de terre-pleins. Ces aménagements ont directement ou indirectement conduit à la perte d'importantes zones humides et à la réduction des inondations de la plaine alluviale en période de crue. Cela a eu pour corollaire l'avancée de l'agriculture sur les terrains fertiles de la plaine alluviale. On estime à 66% la superficie de la vallée d'inondation originelle du Mississippi modifiée par les pratiques agricoles. Seulement 23% de la plaine alluviale a conservé ses caractéristiques naturelles (Baigun, Oldani *et al.*, 2005). Le mégafleuve est également barré par une trentaine de barrages qui modifient son comportement hydrologique et sédimentaire[166](West Consultant, 2000). Une réduction de 75% du taux de transport des sédiments a été observée à l'embouchure du fleuve, favorisant la salinisation des zones humides littorales du Golfe du Mexique (Martin, Reyes *et al.*, 2002). De plus, la rectification de son cours, pour améliorer la navigation, a réduit la longueur du fleuve de plus de 230 kilomètres et la chenalisation dirige le flux d'écoulement vers le thalweg du fleuve, produisant la contraction des bras secondaires.

Si l'on compare le fonctionnement du Mississippi à celui du Paraná, on s'aperçoit que la sous-exploitation du fleuve permet d'analyser les conséquences potentielles de son aménagement (Gore et Shields, 1995). Le concept pionnier de « continuum » introduit par R. Vannote *et al.* a permis de mettre en évidence l'importance des processus de transport longitudinal de matière organique et de nutriments (Vannote,

166 Les retenues réduisent en effet les variations du niveau hydrométrique, les vitesses du courant et augmentent le temps de résidence de l'eau dans la plaine alluviale, favorisant ainsi le fragmentation du paysage

Minshall *et al.*, 1980) ; celui de « pulsation d'inondation » introduit par W. Junk met en évidence l'importance des relations entre la plaine alluviale et le fleuve (Junk, Bailey *et al.*, 1989). Ces processus sont interrompus quand les fleuves sont régulés par des barrages (Ward et Stanford, 2006). Pour preuve, la plaine alluviale du Mississippi isolée du chenal principal comporte moins d'espèces de poissons (64%) que celles ayant une connexion périodique avec le fleuve (Bayley, 1995). Les tentatives de réhabilitation et de restauration doivent permettre de récupérer ces processus et doivent donc être en priorité destinées à retrouver un bon état écologique de la plaine alluviale (Lewis, Hamilton *et al.*, 2000).

Bien qu'il existe de nombreuses études sur la restauration de fleuves de plus petite dimension (Rhin ou Danube par exemple), leurs résultats sont difficilement extrapolables aux mégafleuves (TABLEAU 14). Cela oblige à établir des critères de restauration différents, qui ne sont pas encore bien déterminés (Gore et Shields, 1995).

Variables	Moyens et grands fleuves	Mégafleuves
Végétation	Régule la température de l'eau et contrôle l'érosion des berges	Source de matière organique et habitat des invertébrés
Cycles hydrologiques	Brefs et prévisibles	Etendus et complexes
Composition de la matière organique	Majoritairement du carbone en particules	Majoritairement du carbone en particules et dissous dans la plaine alluviale
Cycles de formation de la matière organique	Cycles courts	Cycles longs
Transport de sédiments	Dépend pricipalement de la structure longitudinal du fleuve	Fortement influencé par les processus latéraux survenant dans la plaine alluviale
Diversité biotique	Faible nombre d'espèces adaptées à suporter une grande variabilité hydrologique	Grand nombre d'espèces adaptées aux conditions environnementales extrêmes
Complexité des habitats	Principalement défini par la longueur et la profondeur du fleuve. hétérogénéité des habitats à petite échelle	Définis par la longueur, la profondeur et la largeur du fleuve. Hétérogénéité des habitats à grande échelle
Influence de l'écosystème terrestre	Très important du fait de l'occupation du sol et de la gestion hydrologique du bassin	Se manifeste au niveau régional
Récupération des caractéristiques écologiques d'avant les perturbations	De 5 à 50 ans	De 10 à ? ans

TABLEAU 14 COMPARAISON DES PROCESSUS FONCTIONNELS ET DES CARACTERISTIQUES STRUCTURELLES DES MOYENS A GRANDS FLEUVES ET DES MEGAFLEUVES DANS LEUR PLAINE D'INONDATION, D'AP. BAIGUN *ET AL.* (2005)

Sur le Mississippi ont été adoptées différentes stratégies de restauration fondées sur la réhabilitation de certains tronçons sur lesquels le plus grand problème est l'impossibilité de retrouver une écologie proche de l'état initial du bassin. Seuls les événements extrêmes, comme la grande inondation de 1993, permettent d'approcher le fonctionnement naturel du système (Galat, Fredrickson *et al.*, 1998). Dans ce contexte, la compréhension des impacts anthropiques sur les mégafleuves demande

nécessairement la comparaison avec des systèmes non-altérés (Sparks, Bayley *et al.*, 1990). Le Paraná peut alors servir de référence pour déterminer l'état initial du système et les dynamiques que l'on cherche à retrouver sur les mégafleuves fortement impactés.

Les barrages du Haut Paraná, les routes qui traversent la vallée alluviale et la construction de polders dans certaines aires urbaines sont les perturbations les plus importantes. Leurs impacts restent modérés et sont réversibles grâce à la capacité de résilience du système (Baigun, Oldani *et al.*, 2005). En revanche, le Mississipi se trouve dans une situation d'équilibre instable dans laquelle les conditions écologiques sont dramatiquement perturbées. Il peut représenter un véritable contre-modèle de développement (FIGURE 68).

Seule une gestion rationnelle et conservatrice permettra d'éviter la même détérioration. Quelles sont alors les solutions mises en place pour un développement soutenable dans le bassin du Paraná ?

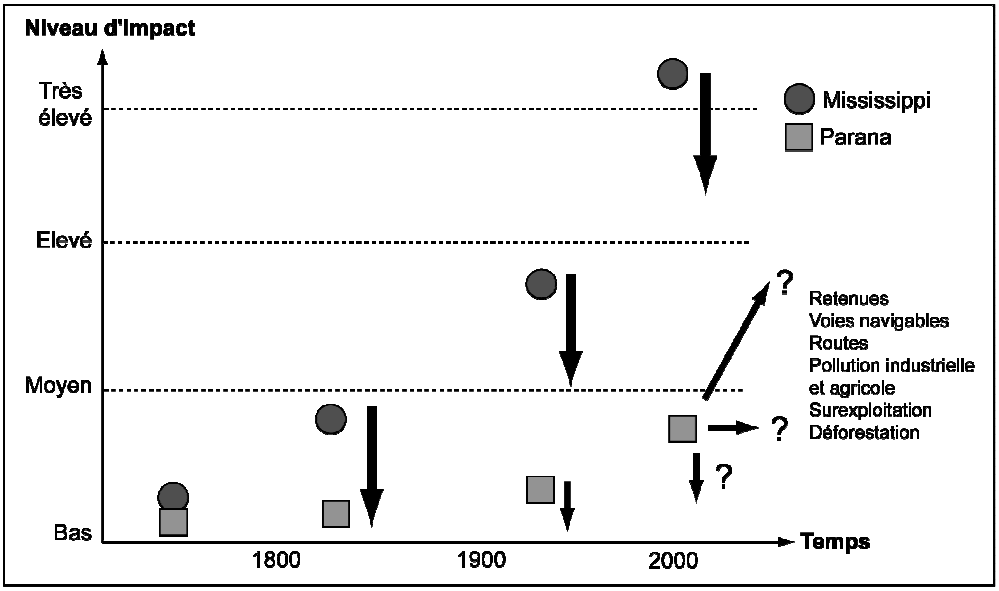


FIGURE 68 EVOLUTION TEMPORELLE COMPAREE DES IMPACTS SUR LE MISSISSIPPI ET LE PARANA. LES FLECHES INDIQUENT LE NIVEAU DE RECUPERATION QUI PEUT ETRE ATTEINT, D'APRES BAIGUN ET AL. (2005)

10.3.2 Quelles solutions pour le développement soutenable du Paraná Moyen ?

La perte de l'intégrité écologique des mégafleuves implique des pertes économiques importantes pour de nombreux secteurs d'activité. La préservation des écosytèmes permet de mettre en place des boucles de rétroaction positive entre l'environnement et le développement économique local (Lugo, Brinson *et al.*, 1984). A l'heure actuelle, les études réalisées sur les écosystèmes du Paraná sont disjointes. Au fur et à mesure que les connaissances s'accumulent, il serait souhaitable de réaliser des recherches sur

l'ensemble des processus de l'écosystème, comme proposé par la classification hiérarchique de A. Lugo (1984) (FIGURE 69).

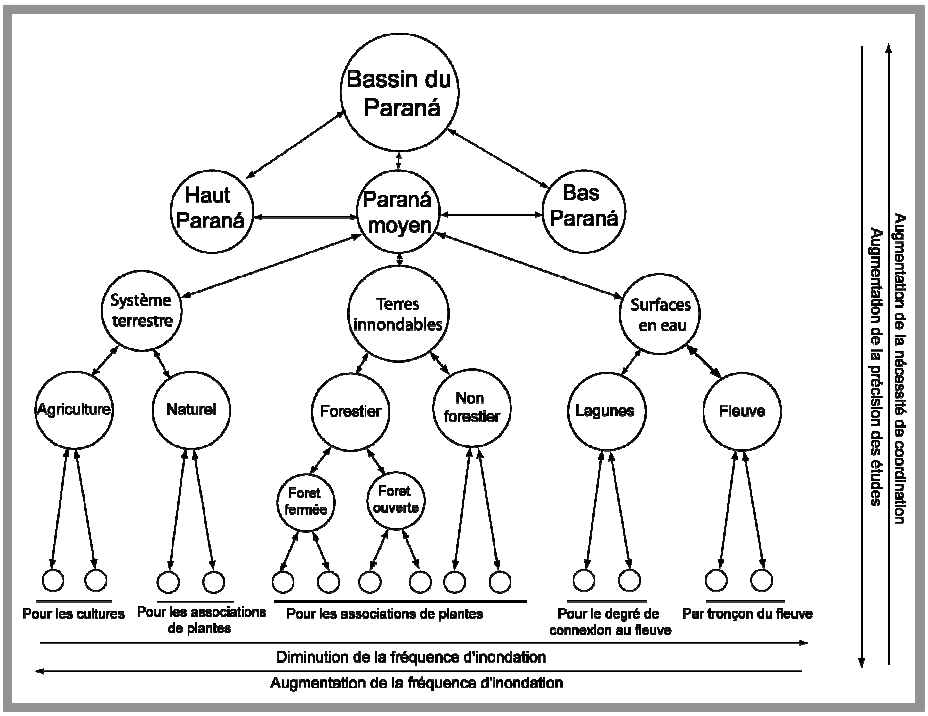


FIGURE 69 CLASSIFICATION HIERARCHIQUE DES ECOSYSTEMES D'APRES LUGO, BRINSON *ET AL.*, 1984

La FIGURE 70 (P.392) permet de replacer l'écosystème *paranenese* dans un schéma d'organisation° possible des projets de conservation. La collecte de données physiques y est importante car la compréhension des processus fluviaux permet d'orienter la gestion vers un plus grand respect de l'environnement. Ces données, collectées par les groupes de recherche, sont transmise aux administateurs de terrain agissant directement sur le système naturel. Les directives politiques sont ainsi équilibrées par des données scientifiques objectives.

Des groupes de travail à l'échelle du bassin versant permettraient de fournir des synthèses fonctionnelles entre l'amont et l'aval, et entre le fleuve et sa plaine alluviale. A. Lugo (1984) propose également la création de comités de consultation externes chargés de réviser les travaux proposés par les rapports scientifiques en y intégrant les nécessités de l'aménagement. La préservation du Paraná Moyen ne peut pas être envisagée comme une protection intégrale ; elle doit permettre de répondre aux demandes sociales et au fonctionnement économique du pays. Le comité de consultation vise à concilier la vision économique de l'exploitation avec le niveau de préservation environnemental adéquat.

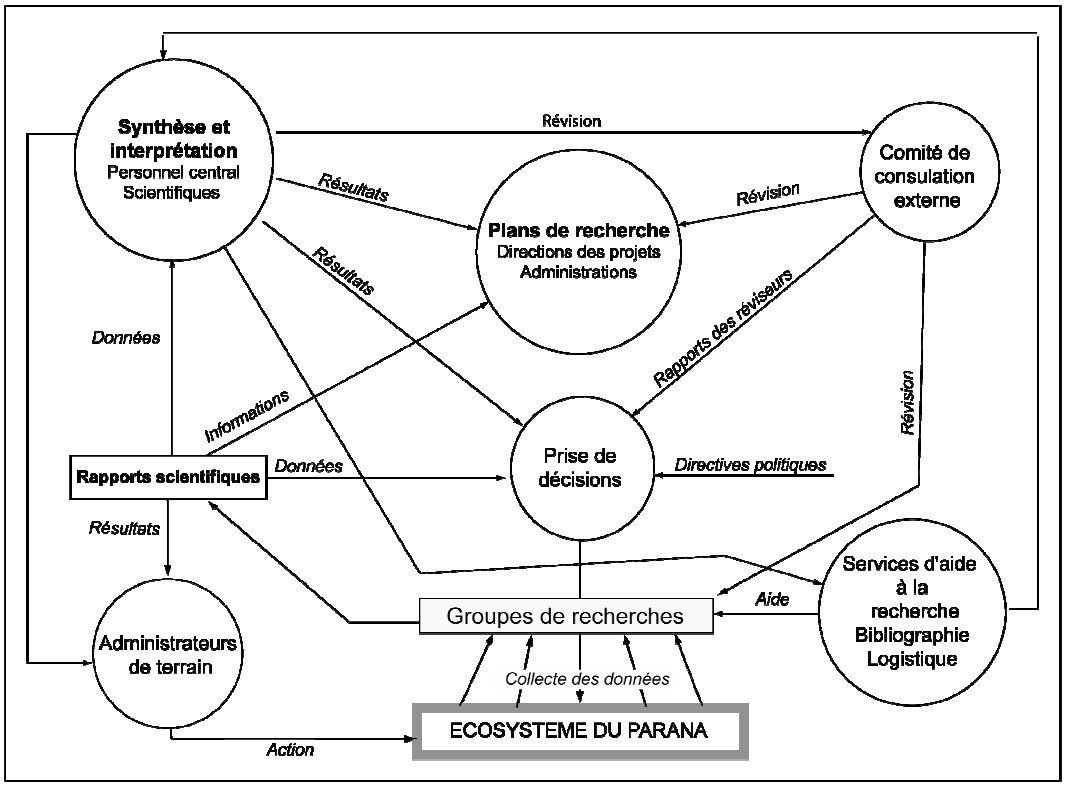


FIGURE 70 SCHEMA D'UNE ORGANISATION POSSIBLE DES PROJETS DE CONSERVATION

La réussite de ce type de fonctionnement en réseau est illustrée par les plans de dragage au droit de Santa Fe. Pour ces travaux, les chercheurs de la FICH[167] ont été invités à réaliser une expertise des plans de dragage proposés par Hidrovia SA (Prendes et Huespe, 1999). Les travaux scientifiques réalisés aboutissent à une modification sensible des plans d'aménagement. Des schémas de dragage permettant l'auto-entretien du dragage des passes sensibles sont proposés. La modification des flux, dans les passes stratégiques, diminue le volume dragué ainsi que les impacts sur les berges situées à l'aval (Paoli et Schreider, 2000; Prendes, Huespe *et al.*, 2005).

La maîtrise de la dynamique fluviale a permis de réduire les interventions sur la voie navigable : grâce à l'orientation spécifique du courant, le Paraná ajuste son écoulement, en approfondissant naturellement les chenaux de navigation. Les impacts de l'aménagement sont réduits et le système continue à fonctionner sans être fortement pertubé. Ce groupe d'experts a, par ailleurs, été récemment contraté pour analyser les plans de dragage dans le port de Barranqueras (Prendes, Huespe *et al.*, 2009).

Ces aménagements en harmonie avec le fonctionnement naturel du fleuve sont encore rares. Si l'on considère la construction du barrage de Yacyretá, peu de place a été faite à la réduction des impacts environnementaux. En revanche une autre politique est utilisée : celle de la compensation. Cette politique a pour but de calculer les surfaces

167 Facultad de Ingeneria y de Ciencias Hidrolicas qui fait partie de l'Université du Litoral de Santa Fe

impactées par le barrage et son lac de retenue pour créer *ex nihilo* des zones dites de « compensation ». Ces zones deviennent des aires naturelles protégées. Lors de la construction de Yacyretá, neufs « réserves compensatoires » ont été créées pour fournir à la faune et à la flore des « refuges » et pour conserver les conditions écologiques antérieures à la construction du barrage, sur cette mosaïque de territoires.

La carte des zones naturelles protégées (FIGURE 81 APPENDICE 3 P. 512) montre que la majorité des parcs naturels (provinciaux et régionaux), des réserves de biosphère et des réserves naturelles se situent sur le tronçon du Haut Paraná (déjà fortement impacté par les interventions humaines). En revanche le Bas Paraguay, le Paraná Moyen et son delta ne comptent que trois réserves naturelles de faible dimension. Ce mode de protection est actuellement dénoncé car il conduit à former des unités de mosaïques dans lesquelles les territoires sont indépendants les uns des autres.

Sur le modèle d'autres grands fleuves, comme le Río Grande, la création du Corridor du Littoral Fluvial Pantanal-Paraguay-Paraná (CLFPP) a été lancée en 2002 grâce à l'appui des organisations non gouvernementales WWF[168], Redepesca[169] et US Fish and Wildlife Service. Ces associations projettent de construire un corridor de protection regroupant une partie du système des zones humides Pantanal-Paraguay-Paraná en y incluant de grandes superficies de la plaine alluviale (trois millions d'hectares au total) (Petean et Cappato, 2005).

Comme la majorité des initiatives de création de corridors fluviaux identifiés en Amérique du Sud, le CLFPP est entré dans une phase de planification grâce à l'action de nombreux acteurs (ministères, agences gouvernementales, ONG et société civile). De sa propre initiative, la fondation PROTEGER articule aujourd'hui ces acteurs[170] pour promouvoir la conservation et l'utilisation rationnelle des ressources du corridor. Pour cela elle a choisi d'appliquer une approche écosystémique qui permet d'articuler les trois champs principaux du développement durable : environnement, économie et société.

Ce macrosystème fonctionne comme une entité complète et demande à être géré comme telle. Cette gestion doit permettre l'usage soutenable et la conservation des systèmes naturels sur le long terme, en considérant les besoins de la société. La majorité des grands fleuves du monde ont été altérés par les effets de la chenalisation, de la construction de grands barrages ou encore du drainage des zones humides. Le CLFPP avec sa riche diversité biologique et ethnique constitue une unité hydrologique,

[168] Dans son programe "Living Waters Programme y Wetlands International"

[169] Red de Trabajo sobre Pesca Fluvial

[170] Organisations sociales et d'utilisateurs, associations de défense de l'environnement, communautés locales et organismes scientifiques et académiques

écologique, culturelle et humaine qui est en soi une condition fondamentale pour le maintien des cycles hydrologiques, de la qualité environnementale, de la conservation de la biodiversité et de la soutenabilité des écosystèmes. De ce fait, la convention Ramsar fait une référence spéciale au bassin versant comme le territoire-clé pour la gestion de cette zone. L'approche écosystémique utilisée est un cadre conceptuel permettant de rendre compatibles les intérêts de tous les acteurs. En ce sens, la déclaration du Conseil Directeur de l'Evaluation des Ecosystèmes du Millénaire[171] affirme qu'il « est plus probable que les moyens destinés à conserver les ressources naturelles aient du succès s'ils sont accordés aux communautés locales qui pourront ainsi se répartir les bénéfices et s'ils sont inclus dans les décisions ».

La protection du corridor fluvial au travers de la convention Ramsar ne concurrence pas les autres catégories de conservation. Au contraire, elle tente de donner les réponses aux limitations résultant des approches traditionnelles. Il propose la simplification de la reconnaissance et de la désignation de zones d'importance pour le maintien de la biodiversité[172] et la stimulation de la recherche d'alternatives dans l'usage rationnel des ressources dans les territoires interstitiels. Dans le cas du Paraná, les aires protégées servent de noyaux centraux dans le fonctionnement du CLFPP, qui les articule à d'autres aires de gestion particulières (terres indigènes, aires protégées privées).

Dans les deux premières parties, nous avons établi que les échelles d'analyse doivent être suffisamment vastes pour prendre en compte tous les éléments du système et réintroduire le continuum fluvial dans le bassin versant. Cette échelle ne sert qu'à la création d'un cadre conceptuel général pour déterminer les impacts des aménagements. Pour la gestion des sites reconnus comme nécessitant un certain degré de protection, une autre échelle spatio-temporelle doit être trouvée, permettant d'articuler les problématiques locales et les échelles de gestion.

Des liens doivent être créés entre ces échelles pour permettre une gestion intégrée, Au niveau local, par exemple, il serait utile de prévoir un agenda de coopération entre les différentes unités de gestion. L'objectif est d'atteindre un développement de la région *platense* diminuant la dégradation des grandes zones humides et ses conséquences sur les niveaux de pauvreté et de qualité de vie des communautés riveraines. La démarche adoptée pour la gestion du CLFPP est particulièrement intéressante. Le cadre de référence général de l'aire de protection a tout d'abord été sélectionné. Il semble que la région NEA (Nordeste Argentino) permette d'englober les principales problématiques au sein d'une entité administrative existante, dont les

[171] http://www.millenniumassessment.org

[172] Comme les aires naturelles protégées, les réserves provinciales, les Parcs Nationaux et les réserves de la biosphère.

institutions sont à mêmes d'en organiser la gestion. En effet, lorsque cela est possible, il est préférable de se fonder sur des découpages administratifs existants pour éviter la multiplication des entités et des organismes se concurrençant. Dans l'absolu, la création d'une unité de gestion *ex nihilo* permettrait d'ajuster l'aire définie au plus près des problématiques. Si cela est possible pour la protection de l'environnement, il est plus difficile de faire fonctionner un système intégrant des données environnementales, sociales et économiques qui relèvent chacune de niveaux de gestion différents.

Les mécanismes d'harmonisation des nombreux intérêts, des juridictions et des compétences ont ensuite été établis. La diversité des problématiques et des acteurs ainsi que l'extension de la région de référence, oblige à déterminer des aires de gestion locales articulées entre elles. Les niveaux de gestion les plus appropriés sont identifiés pour chaque objectif. Selon la législation argentine, les ressources naturelles se trouvent sous juridiction provinciale, mais dans la plupart des cas, les gouvernements locaux ne possèdent ni l'expérience ni les ressources pour une gestion adéquate de l'aire de conservation. C'est pourquoi la collaboration entre toutes les échelles de gouvernement est indispensable.

10.4 La complexité amont-aval, essai de synthèse

Pour promouvoir une gestion intégrée, l'échelle de référence générale doit être déterminée avec précision. Dans le cas du Paraná, l'échelle la plus adéquate semble être celle du bassin versant. Ce cadre de référence englobe l'intégralité du système. Tous les éléments physiques, sociaux et économiques caractérisant le territoire *paranense* y sont inclus. De toute évidence, cette échelle est trop vaste pour répondre aux principales problématiques. Les régions de références propres à chaque enjeu doivent être proposées et leurs recoupements/recouvrements analysés. Nous choisissons d'établir cette régionalisation pour les deux enjeux qui nous ont servis de fil directeur : la navigation et l'énergie.

Ces deux grandes thématiques ont des cadres de référence inscrits dans le bassin versant du Paraná. En revanche, il existe une différenciation entre les tronçons en fonction des aménagements réalisés ou projetés et des questions locales de développement et de protection de l'environnement. La FIGURE 71 (P.396) synthétise les différents usages du fleuve et les impacts provoqués par les aménagements.

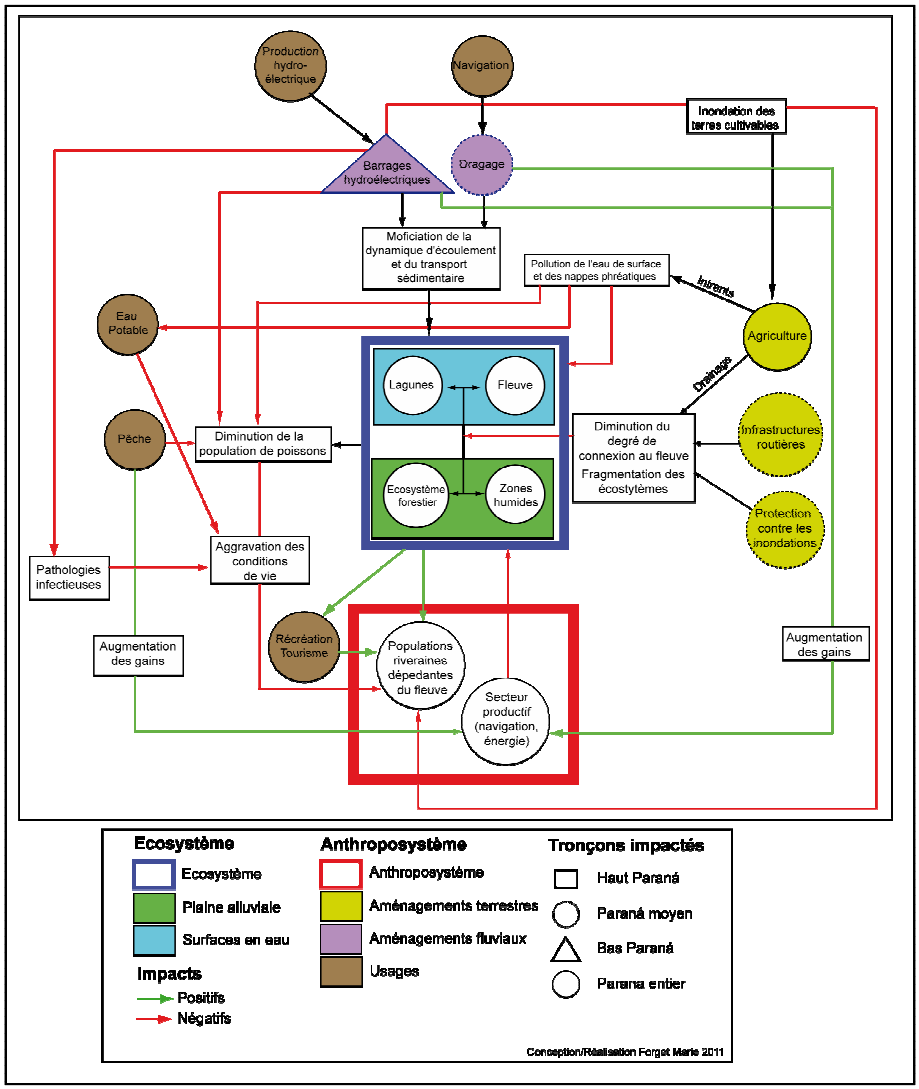


FIGURE 71 SCHEMA DES INTERACTIONS ENTRE L'ECOSYSTEME ET L'ANTHROPOSYSTEME ET MISE EN PLACE DE RETROACTIONS POSITIVES ET NEGATIVES

Le découpage spatial du Paraná ne peut pas être envisagé sous la forme de dagramme sagital, car les sous-ensembles y sont trop nombreux. Nous avons donc choisi de représenter la complexité du système en synthétisant graphiquement les problématiques (FIGURE 72 P. 397, FIGURE 73 P. 399, FIGURE 74 P.400) pour proposer une sectorisation du Paraná en fonction de sa vulnérabilité (FIGURE 75 P. 401). LA FIGURE 72 (P. 397) résume les données géologiques, édaphiques et climatiques du bassin. Ces facteurs de contrôle externes ont un rôle fondamental dans la dynamique fluviale. Nous avons largement décrit la géologie du bassin dans la Partie 2. En revanche il convient de s'attarder sur la couverture végétale du bassin que nous avons peu abordé. La partie Nord-est de l'Argentine, dans la province de Misiones, est caractérisée par une forêt subtropicale dense. Cette forêt a connu une forte dégradation lors de l'implantation des missions jésuites au XVIIe siècle. De nos jours, elle fournit une protection aux sols tropicaux facilement érodables. Son exploitation est régulée pour permettre la conservation de sa riche biodiversité.

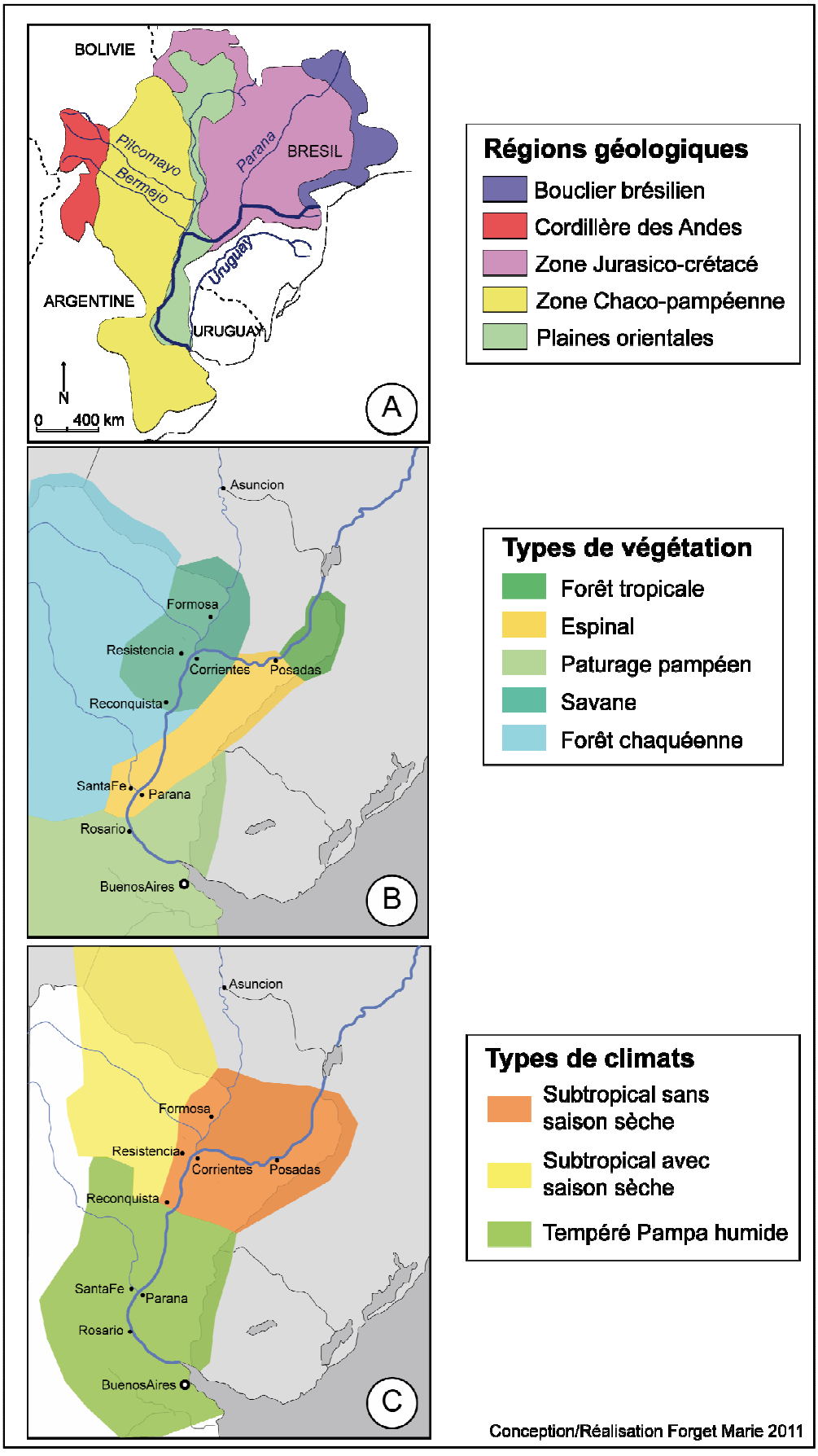


FIGURE 72 SCHEMA DES DECOUPAGES SELON LES CRITERES PHYSIQUES GENERAUX DU BASSIN VERSANT

La forêt de Misiones laisse place au centre de la province de Corrientes et au Nord de celle d'Entre Rios à une couverture végétale d'*espinal*. Cette formation s'étend jusqu'au sud de Buenos Aires en passant par le centre des provinces de Santa Fe et de Córdoba. Ce milieu est fortement dégradé par les activités humaines. Il est originellement composé par des forêts caducifolées xérophiles, dans lesquelles l'arbre dominant est l'*algarrobo*, généralement accompagné par des buissons épineux dits *espinillos*. Au début du siècle, ces forêts couvraient 40% du territoire argentin alors qu'aujourd'hui elles ne représentent plus que 12% de la superficie du pays. La dégradation de l'*espinal* a donné naissance aux types dégradés représentés par la forêt arbustive xérophile du Chaco et à des régions de savanes arborées dans les régions de Corrientes et de Formosa. Le bas bassin est bordé par les immenses patûrages de la Pampa humide.

Les formations végétales témoignent directement des climats du bassin : subtropical sans saison sèche, subtropical avec saison sèche et tempérée. Cette répartition zonale induit une pluviométrie qui va diminuant de l'Est vers l'Ouest et du Sud au Nord du bassin.

La combinaison de ces facteurs de contrôle détermine en grande partie la morphologie fluviale et le transport sédimentaire (FIGURE 73 P. 399). Les sols dans les régions où la couverture végétale est dégradée sont plus facilement mobilisables (d'autant plus que les précipitations y sont plus intenses et concentrées sur quelques mois de l'année). La végétation forestière subtropicale du haut bassin protège mieux les sols. De ce fait, le Pilcomayo et le Bermejo fournissent la majorité de la charge sédimentaire en suspension au Paraná Moyen (PARTIE 2 P. 270). La charge de fond sableuse est, quant à elle, fournie par le haut bassin brésilien. Dans son tronçon médian, le Paraná possède un fonctionnement complexe, érodant son lit dans certains sous-tronçons et en déposant les sédiments superflus dans d'autres. De ce fait, l'écoulement est caractérisé par des chenaux multiples. Plus au Sud, il acquiert un fonctionnement deltaïque dans lequel domine l'accumulation (Farnsworth et Milliman, 2003).

Le Paraná ajuste sa forme à son débit et à sa charge sédimentaire. Ce schéma général est modifié par la présence d'un substrat basalitique dans le haut bassin : le Paraná s'y écoule dans un chenal unique incisé jusqu'au niveau de Posadas. En aval des chutes d'Apipé, le lit s'élargit et les conditions géologiques perdent en importance. Le Paraná acquiert alors un style anastomosé à chenaux multiples séparés par des îles boisées de grande dimension et des bancs de sable très mobiles.

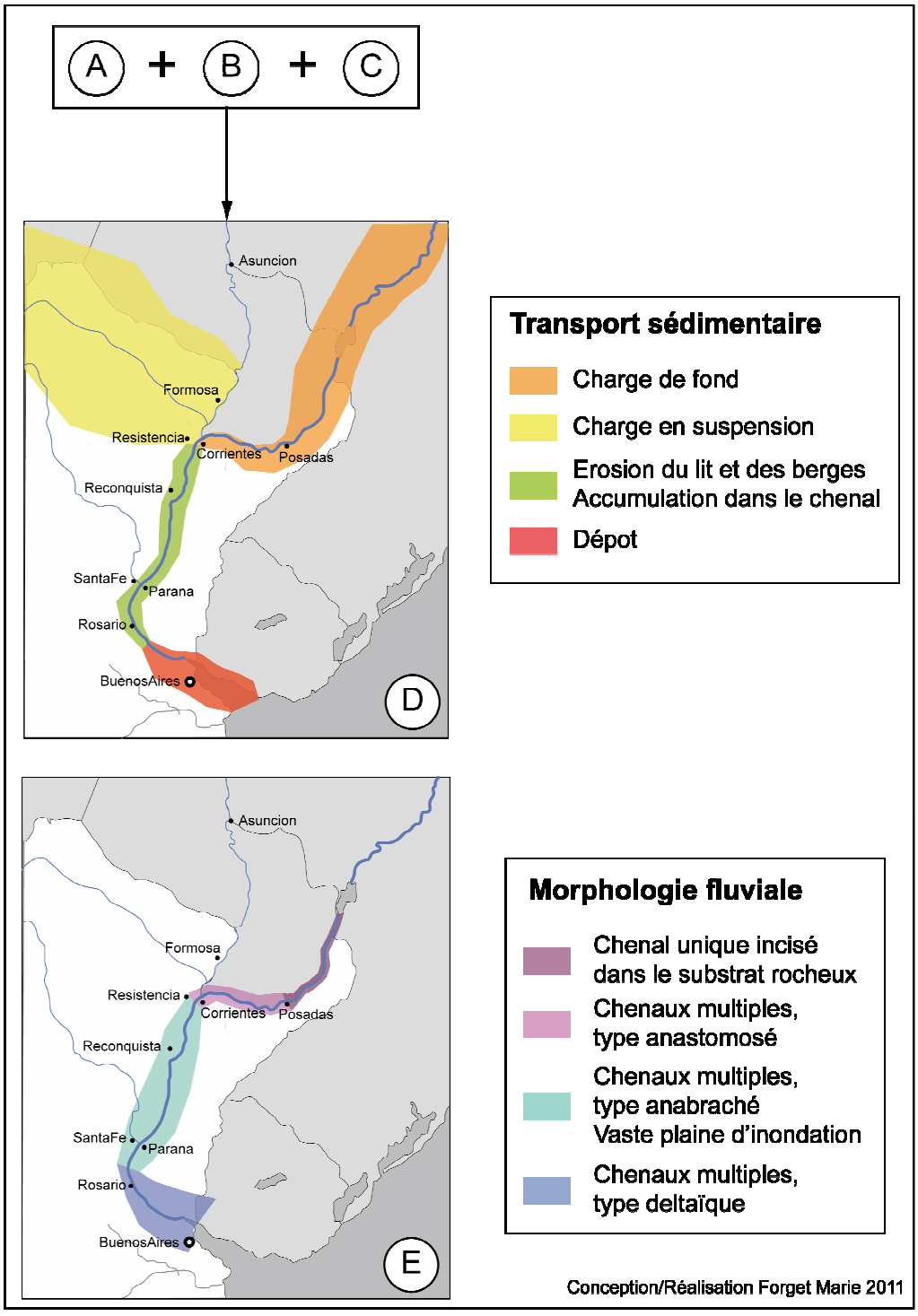


FIGURE 73 DECOUPAGES EN TRONÇONS DU PARANA EN FONCTION DE LA DYNAMIQUE FLUVIALE

En aval de la confluence avec le Paraguay, l'augmentation de son débit et de la charge en suspension créé un style anabranché. Le fleuve s'écoule alors dans une vaste plaine alluviale. C'est dans ce tronçon que le Paraná peut être considéré comme l'archétype des mégafleuves : le système fluvial possède une largeur atteignant cinquante kilomètres. Au Sud de Rosario, après un tronçon de transition, le Paraná se transforme en un immense delta jusqu'à son embouchure au niveau de Buenos Aires.

Le fonctionnement fluvial est influencé par les activités humaines. Les trois modes principaux d'occupation du sol (cultures intensives de céréales, extraction de bois et élevage extensif) le rendent plus sensible à l'érosion et induisent une pollution prononcée des nappes phréatiques. Les aménagements fluviaux directs (dragage, endiguement, constructions hydroélectriques) produisent également des perturbations dans la dynamique fluviale.

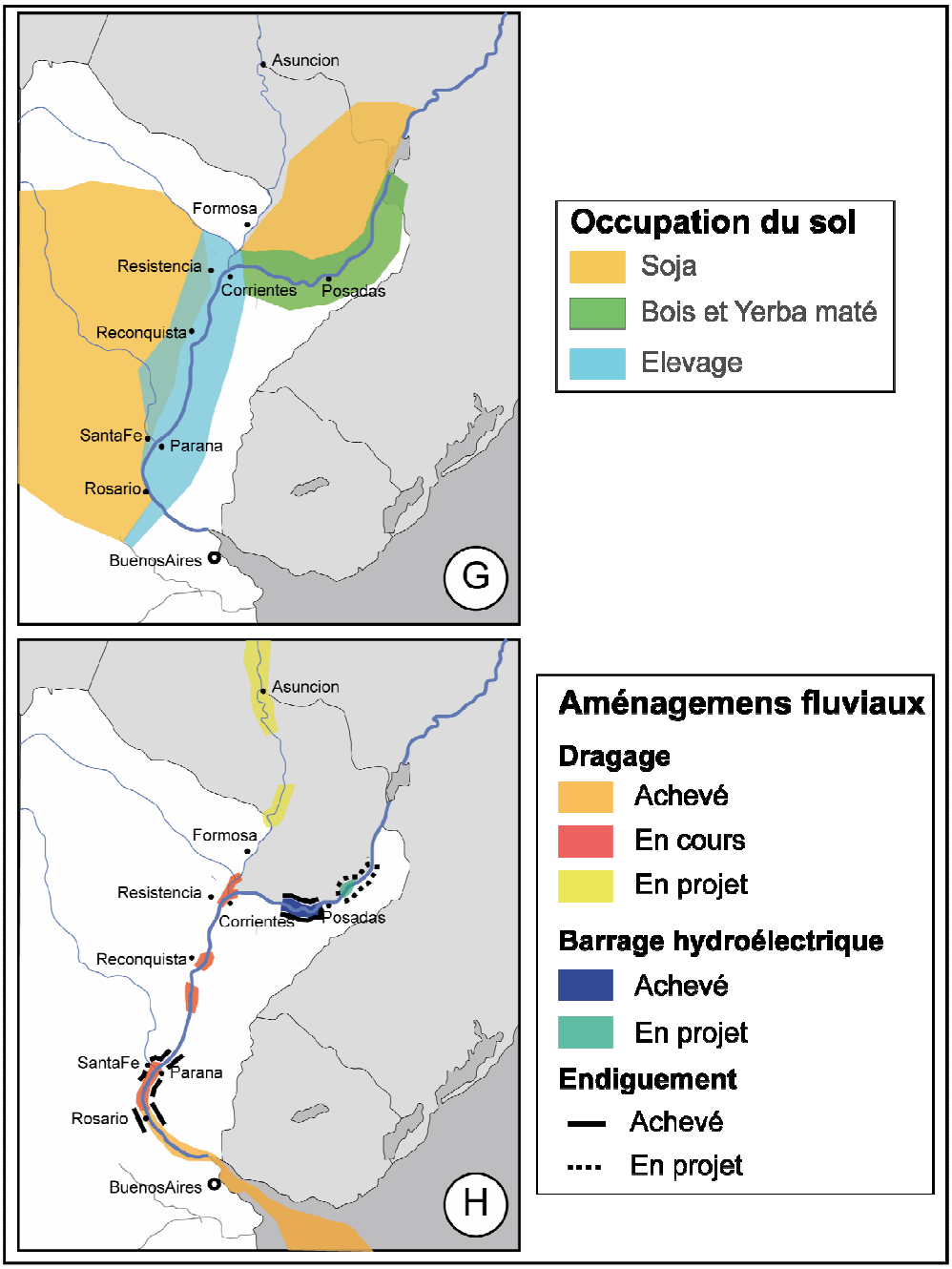


FIGURE 74 L'OCCUPATION DU SOL ET LES AMENAGEMENTS FLUVIAUX PRODUISENT UNE AUTRE SECTORISATION

La combinaison des interventions anthropiques fragilise le système et impacte plus ou moins profondément les différents tronçons. Le Paraná peut ainsi être divisé en quatre tronçons : **1. le Haut Paraná** (barrage de Yacyretá) et **2. le delta du Paraná**

(fortes pressions immobilières) sont les tronçons les plus impactés ; **3. le Paraná en aval de Rosario** est moyennement impacté par les nombreux ouvrages de dragage ; **4. le Paraná entre Corrientes et Santa Fe** semble avoir conservé un fonctionnement naturel (FIGURE 75 I P. 401).

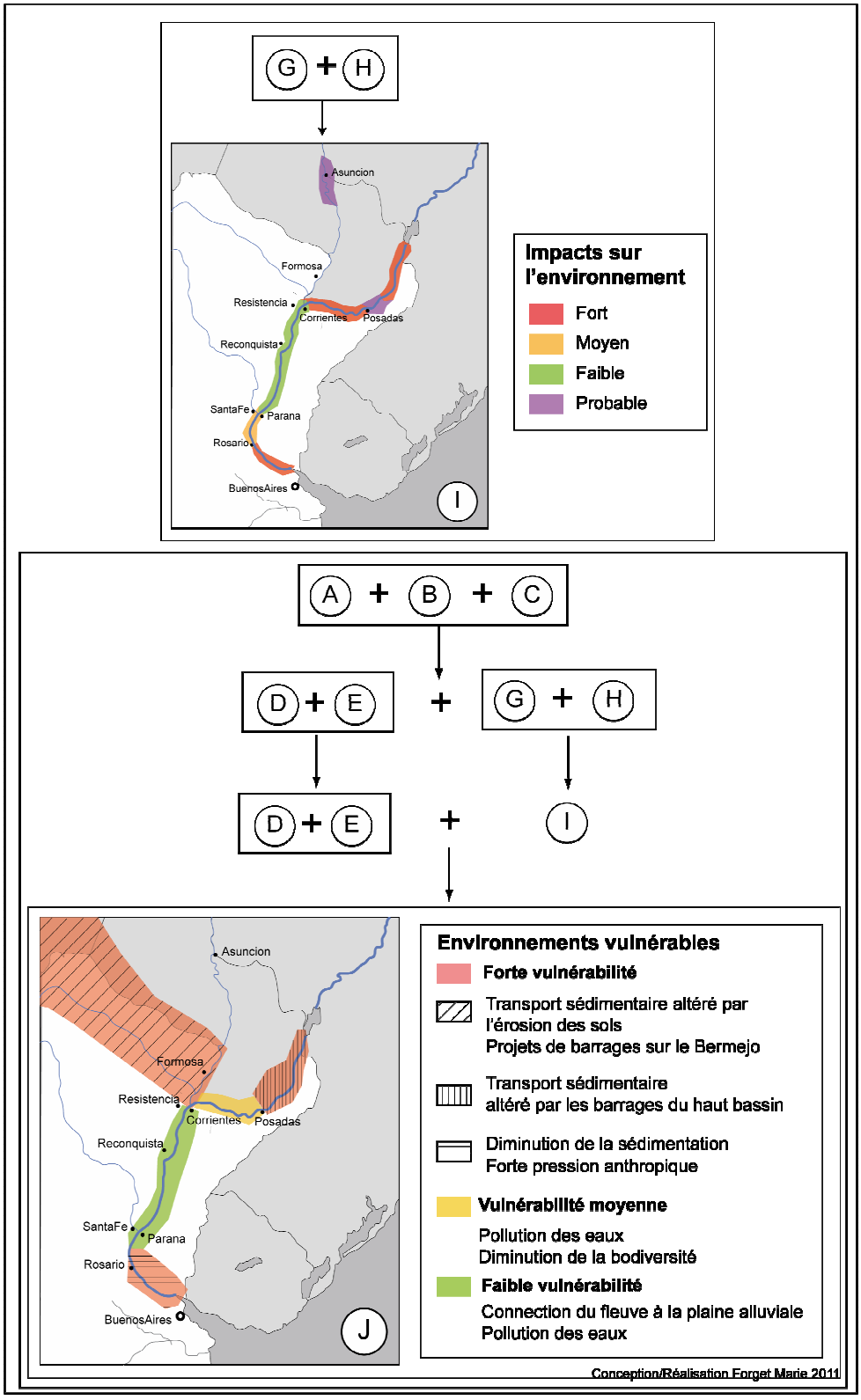


FIGURE 75 TRONÇONS IMPACTES ET VULNERABILITE DES DIFFERENTS TRONÇONS DU PARANA

Un découpage en fonction de la vulnérabilité de chaque tronçon peut être proposé. Ce découpage pourrait être la base nécessaire pour penser le développement et la gestion du Paraná de manière plus respectueuse de l'environnement. Chaque tronçon est affecté par un dégré de vulnérabilité défini grâce au crosiement des éléments de l'écosystème et de l'anthroposystème.

- **Le tronçon du Paraná de Corrientes à Santa Fe** est peu impacté et le fonctionnement du système peut absorber les perturbations introduites par l'Homme. Sa vulnérabilité est donc faible. Dans ce tronçon, la gestion devrait être orientée vers la recherche de normes réduisant les perturbations liées à la pollution des eaux et à la perte de connectivité du système, en s'assurant que le transit sédimentaire reste stable. Cette gestion doit être intégrée à une échelle plus vaste pour prendre en compte les causes de la dégradation du système (principalement l'usage des nitrates et des pesticides, l'érosion des sols, le dragage des passes de navigation et le stockage sédimentaire des barrages de l'amont).
- **Le tronçon Posadas–Corrientes** est fortement impacté par le barrage de Yacyretá, mais la situation écologique ne devrait pas s'aggraver. La vulnérabilité de ce tronçon est moyenne. La gestion devrait être dirigée vers la réduction des impacts permettant de retrouver le bon équilibre écologique du fleuve et d'améliorer les conditions de vie des populations riveraines.
- **Sur le tronçon Puerto Iguazú–Posadas,** le projet de construction de Corpus Christi augmente la vulnérabilité car la construction d'un troisième barrage de grande taille finirait par transformer le Haut Paraná en un escalier de retenues continu entre les chutes de Gayra et d'Apipé.
- **Le système du Bermejo** est lui aussi particulièrement vulnérable car de nombreux barrages hydroélectriques y sont projetés. Ces constructions doivent être pensées pour permettre de maintenir la quantité de sédiments en suspension alimentant actuellement le Paraná, au risque de perturber tout le système *paranense* situé en aval.
- **Enfin la zone du delta** est très vulnérable du fait de la pression immobilière qui s'y exerce : de nombreux projets immobiliers et la construction des nouveaux complexes portuaires menacent l'écosystème de cette zone. La diminution de la charge sédimentaire affecte égamement les mécanismes d'agradation caractéristique de la région (Farnsworth et Milliman, 2003).

10.5 Une vulnérablité complexifiée par le changement climatique

Il n’est aujourd'hui plus possible d’envisager les aménagements futurs sans prendre en compte le changement climatique. Comme abordé dans les chapitres précédents, il a d’hors et déjà été démontré que le climat s’est modifié depuis les années 1970. Les modifications de la pluviométrie sur le bassin versant du Paraná s’est traduit par une variation importante du débit du fleuve à son embouchure. Toutefois, les effets du changement climatique sont très différents selon la localisation géographique. En effet, la rive droite du Paraná aurait plutôt tendance à connaître des sécheresses prolongées alors que sa rive gauche serait préférentiellement touchée par les inondations. Si l’on ajoute les effets contradictoires d’El Niño et de la Niña sur le territoire *paranense*, les scénarios prévisionnels du changement climatique sur le bassin versant de la Plata peuvent aboutir à des conclusions contradictoires. C’est pourquoi, des études approfondies ont été lancées par le groupe CLARIS LPB (Institut de Recherche pour le Développement) mené par J.P Boulanger.

Ce programme (2008-2012) a pour but d’améliorer la description et la compréhension de la variabilité climatique sur une échelle de temps de l’ordre de la décennie (2010-2040), à une échelle régionale. Il cherche également à améliorer la capacité de prédiction du changement climatique à travers un ensemble de scénarios régionaux coordonnés à l’échelle du bassin versant, afin de quantifier l’amplitude et les sources d’incertitudes dans l’évolution future du climat. L’horizon 2010-2040 devrait permettre de proposer des stratégies d’adaptation et l’horizon 2040-2070 devrait permettre de déterminer les impacts à plus long terme. Ces scénarios, serviront de base à l’élaboration de stratégies permettant de répondre localement aux perturbations en adaptant une approche multidisciplinaire et trans-sectorielle.

Des modifications du climat ont déjà ont été enregistrées dans le bassin versant de la Plata et leurs impacts ont souvent augmenté la vulnérabilité des populations, des activités économique et des écosystèmes aux événements climatiques extrêmes. Ces vulnérabilités sont principalement dues aux changements climatiques qui regroupent :

- une augmentation des précipitations moyennes annuelles dans toute l’Argentine et plus particulièrement dans l’Argentine du Nord-ouest et de l’Ouest,
- une augmentation de la fréquence des précipitations extrêmes dans le Centre et Est du pays
- une augmentation des températures dans la zone de la cordillère de la Patagonie et de Cuyo avec le retrait général des glaciers

- une augmentation des débits des fleuves et des inondations dans tout le pays à l'exception de la province de San Juan, Mendoza, Comahue et le Nord de la Patagonie
- et, la diminution du débit des fleuves originaires des cordillères de San Juan, Mendoza et Comahue.

Les vulnérabilités projetées pour la période 2020-2040 sont évaluées en termes de :

- diminution du débit des cours d'eau du bassin et augmentation du stress hydrique dans le nord et l'ouest du pays du fait de l'augmentation des températures,
- de crise potentielle de la ressource en eau dans les provinces de Mendoza, San Juan et Comahue,
- de fréquence accrue des précipitations intenses et des inondations dans les zones actuellement affectées,
- de retrait accéléré des glaciers andins,
- et d'augmentation du niveau de la mer qui vulnérabilise les régions côtières notamment celle de l'estuaire du río de la Plata.

La vulnérabilité du Paraná ne peut donc pas être pensée sans prendre en compte les évolutions du climat. Les aménagements programmés dans le bassin doivent être particulièrement vigilants aux scénarios possibles. Il est cependant regrettable qu'aucune étude spécifique ne soit dédiée à l'étude de l'évolution hydrologique et morphologique du Paraná. Etant donné les enjeux sociaux et environnementaux présents sur le fleuve, nous déplorons en effet que les études scientifiques ne l'ait pas intégré plus directement aux nombreuses analyses réalisées en Argentine, d'autant plus qu'il existe un réseau d'appareils de mesures hydrologique et météorologique en bord de fleuve. Les registres, dont les relevés les plus anciens datent de 1901, demandent à être analysées avec plus d'attention. D'autre part, il est possible de proposer une densification des appareils de mesure pour avoir une meilleure appréhension des évolutions du fleuve et de mieux extrapoler les données. Les modèles numériques proposés pour la simulation des scénarios climatiques sur le bassin de la Plata utilisent toutes les données quantitatives disponibles pour affiner leur résolution. Il serait donc intéressant de s'intéresser sur l'avenir du Paraná en fonction des changements à venir.

Nous n'avons pas eu le temps d'entreprendre les analyses relatives à ces questions de prospection. Ce n'était pas l'objet de cette thèse. En revanche, nous envisageons de poursuivre nos recherches dans cette direction, qui nous semble essentielle.

Conclusion du dixième chapitre

Le compartimentage du Paraná est un problème qu'il convient de résoudre par la mise en place d'une gestion innovante prenant en compte les besoins de la société et le fonctionnement écosystémique naturel. Le cadre général de prise en compte de ces relations doit être assez vaste pour rétablir la continuité amont-aval du fleuve. L'échelle globale du bassin versant semble toutefois insuffisante pour promouvoir l'aménagement local. C'est pourquoi il est nécessaire de déterminer des échelons intermédiaires permettant de concilier les interventions sur le fleuve, de réduire leurs impacts et de permettre une plus grande participation de la population locale.

L'apparition de la démocratie participative a permis de faire émerger de nouvelles échelles de gestion qui ont abouti à des recompositions territoriales favorisant les régions locales et supranationales. L'enjeu se situe principalement dans la mise en place des relations entre ces échelles complémentaires. Ces recompositions se fondent sur la mise en réseau de tout ou partie des territoires nationaux grâce à la convergence d'intérêts entre les différents acteurs (Taillard, 2009). L'objectif est d'aboutir à des coopérations ouvertes fonctionnant en réseau.

Le chemin est encore long, car la gestion du Paraná est morcelée par la logique « verticale-sectorielle » qui prédomine dans le bassin et par le manque de coopération entre les différents acteurs. La sectorisation multi-critère proposée tente d'intégrer la complexité amont-aval du continuum fluvial et d'apporter une réponse à la sectorisation actuelle défaillante.

Conclusion de la troisième partie

Après avoir analysé les usages et les grands enjeux du Paraná et étudié les caractéristiques physiques du fleuve, cette troisième partie nous a permis d'examiner le passage de l'espace fluvial à celui de territoire. Cette évolution s'inscrit sur le temps long et n'est pas encore achevée. Les territoires hérités se recomposent sous l'effet du jeu des nouveaux acteurs et des paradigmes de gestion en perpétuelle mutation. L'objectif est de conjuguer le fonctionnement de l'écosystème *paranense* et les nécessités d'aménagement de la société argentine.

A travers l'appropriation du territoire par les populations indigènes et la société coloniale, l'Argentine s'est dotée de structures de gestion « verticales-sectorielles » qui sont, de nos jours, un frein à la gestion intégrée du territoire fluvial. Les ressources naturelles sont aujourd'hui soumises à une exploitation de plus en plus intense qui risque de perturber profondément le fonctionnement naturel du fleuve.

Récemment, les relations géopolitiques du bassin ont évolué en passant progressivement de situations d'affrontement à des situations de coopération. La création d'organismes de régulation à l'échelle du bassin versant introduit une perspective globale dans le fonctionnement du système. Ces avancées permettent de rétablir le continuum fluvial involontairement fragmenté par les interventions nationales sur le fleuve : la construction des très grands barrages hydroélectriques a été l'élément déclencheur de cette nouvelle coopération. Cela ne s'est pas fait sans heurts et à l'heure actuelle, les collaborations dans le bassin revêtent encore des formes conflictuelles. Les relations entre les pays se partageant le bassin sont accompagnées par l'évolution des acteurs intervenant sur le fleuve. Ceux-ci se constituent en groupes de pression permettant d'établir des rapports d'égal à égal entre acteurs privés et acteurs publics. Leurs réseaux se complexifient et se densifient, mais les barrières sectorielles sont difficilement franchies.

Le concept de mégafleuve doit intégrer les relations sociales : la taille et la dynamique fluviale du Paraná induisent la mise en place de systèmes sociaux complexes. Le cadre géographique incluant les interrelations entre anthroposystème et écosystème est d'autant plus vaste que le fleuve est grand. Dans tous les cas, l'échelle d'analyse privilégiée semble être celle du bassin versant, dans lequel s' emboîtent les différentes échelles de l'aménagement et des données naturelles. La déclinaison de ces échelles nous a permis de proposer un découpage du fleuve orientant les modalités de gestion de chaque tronçon en fonction de leur degré de vulnérabilité. La gestion intégrée ne peut être réalisée que si les échelles locales sont connectées les unes aux autres et si les objectifs fixés par les différents acteurs sont harmonisés.

Chaque secteur d'aménagement possède ses propres objectifs regroupés selon deux approches différentes : **1. l'approche territoriale** qui a pour objectif le développement local ; **2. l'approche centralisée** qui pense les aménagements à l'échelle nationale. Avec les lois de décentralisation de l'Argentine, la première approche tend à prendre de l'importance, bien que l'État central conserve la planification des secteurs stratégiques.

La donne institutionnelle est cependant en train de changer et les premiers effets de la décentralisation apparaissent (montée en puissance des échelons locaux). Ces évolutions s'accompagnent des nouvelles prérogatives laissées aux acteurs privés ayant su profiter des concessions faites par l'État central. La dynamique institutionnelle est double et le territoire du Paraná se retrouve soumis à des tendances favorisant les deux extrêmes de l'échelle géographique.

D'une manière involontaire, le système naturel du Paraná a été conservé dans son tronçon médian. Le passage d'un espace de nature à celui de territoire fluvial n'a pas détruit son fonctionnement naturel, à la différence de ce que l'on peut observer sur d'autres mégafleuves comme le Mississippi. Le Paraná, présenté comme l'archétype des mégafleuves, est d'ailleurs souvent pris comme modèle lors de la mise en place des schémas de restauration de l'environnement sur les très grands fleuves impactés. La faible exploitation du cours argentin du Paraná est une chance et le grand enjeu du XXIe siècle sera de créer une gestion innovante permettant de conserver le fonctionnement naturel du fleuve, tout en offrant une chance à l'Argentine de l'exploiter en fonction de ses besoins.

La sectorisation multi-critères, fondée sur les principes de préservation de l'environnement, apporte une réponse partielle aux problèmes posés par la sectorisation actuelle du mégafleuve. En ce sens, le cas du Paraná est particulièrement intéressant, car la société argentine possède tous les éléments permettant de mettre en place des réseaux articulant les différentes échelles géographiques. Une telle marge de manœuvre est unique, car il ne s'agit pas de restaurer un environnement impacté, mais de préserver le fonctionnement actuel, en articulant la nouvelle donne institutionnelle et les connaissances sur le système naturel qui ne cessent de s'accroître.

CONCLUSION, UN PARADOXE A LEVER PAR UNE GESTION INNOVANTE

D'espace naturel qu'il était, le corridor fluvial du Paraná devient progressivement un territoire construit. Sur le temps long, la société a créé un archipel dans lequel les flux connectent des isolats territoriaux séparés par des grands espaces de nature. Il en résulte une gestion fragmentée du bassin que la récente volonté d'intégration manifestée par la création de comités tels que la COMIP ou le lancement de grands projets comme le Corridor Fluvial. Ces initiatives peinent toutefois à corriger la fragmentation intrinsèque du bassin. En dépit de l'apparition de nouvelles structures de gestion multinationales, les processus de décentralisation et de concession, à l'œuvre dans les cinq pays du bassin, conduisent à la construction d'un système complexe au sein duquel les intérêts des nouveaux et anciens acteurs divergent. Le manque de recul et de maîtrise des différentes échelles du fleuve (pour son étude et son aménagement) rend difficile l'harmonisation des actions.

Cette thèse a proposé une nouvelle approche de cet imbroglio institutionnel par une analyse sur le temps long et à petite échelle. Il en découle une proposition de découpage du fleuve en différents tronçons dans lesquels pourrait être mise en place une gestion harmonieuse de la ressource prenant en compte les grands enjeux et les différents acteurs qui interviennent sur le territoire. Pour proposer une telle sectorisation, nous avons commencé par établir les plus forts enjeux du bassin en les intégrant à l'histoire du continent Sud-américain. Il nous a ensuite fallu comprendre le fonctionnement fluvial du Paraná. Enfin, une fois précisée la dynamique fluviale des différents tronçons, nous avons entrepris l'analyse des jeux d'acteurs et les fondements de la coopération à l'échelle du bassin. Les questions relatives à l'environnement ont servi à illustrer l'évolution du regard porté par la société argentine sur la maîtrise de la ressource fluviale. Cette évolution préfigure l'intégration nécessaire des différents points de vue au fondement d'une gestion intégrée et concertée.

Les apports de la thèse

L'état des lieux du bassin fluvial du Paraná au lendemain du bicentenaire de l'indépendance de l'Argentine a mis en exergue les nombreux paradoxes qui caractérisent le fleuve. En effet, le cinquième plus grande fleuve du monde est un fleuve méconnu et « sous-exploité ». Bien qu'il ait constitué une formidable porte d'entrée et de pénétration dans le continent sud-américain, le Paraná n'est jamais devenu un axe

structurant du Cône Sud. Ce constat évolue avec rapidité depuis une vingtaine d'années en raison de l'apparition de nouveaux enjeux.

Les deux enjeux principaux que constituent la navigation et la production hydroélectrique ont fortement contribué à l'éclatement des interventions et à la fragmentation de la gestion du fleuve. En effet, les processus de décentralisation et de concession (qui sont apparus en Argentine dans les années 1990) ont conduit à multiplier les aménagements locaux sur le fleuve, sans qu'ils soient intégrés dans un cadre plus général qui permettrait d'analyser les impacts amont-aval. L'apparition des acteurs privés et les nouvelles prérogatives déléguées aux échelons administratifs locaux, corolaires de la décentralisation, complexifient la mise en œuvre d'infrastructures à l'échelle du bassin versant. Toutefois, depuis une dizaine d'années, les Etats collaborent pour tenter d'intégrer le bassin dans de grands projets communs. La dynamique institutionnelle est donc double : la latitude d'action laissée aux collectivités locales et aux acteurs privés engendre des aménagements souvent ponctuels alors que les institutions multinationales tentent de créer un cadre d'ensemble pour l'aménagement et la gestion du bassin. Le territoire du Paraná se retrouve ainsi soumis à deux tendances complémentaires et concurrentes, favorisant les deux extrêmes des échelles géographiques. La gouvernance multi-niveaux qui en découle a toutefois laissé un flou dans la structure de prise de décision, ce qui peut être facteur de blocage.

En effet, alors même que l'État central délègue ou concède certaines prérogatives à d'autres acteurs, il n'est pas prêt à abandonner sa souveraineté dans d'autres domaines et c'est souvent à lui que revient la charge d'organiser la planification des aménagements. Il a en outre réussi à conserver un des principaux secteurs d'intervention sur le Paraná à travers la structure binationale du barrage de Yacyretá. L'hydroélectricité produite est ainsi gérée par l'EBY qui a (involontairement) préservé ce domaine productif de la privatisation proposée en 1996. La coopération entre l'Argentine et le Paraguay a ainsi permis de stabiliser un secteur d'intervention extrêmement important pour les deux pays. Elle marque de plus une avancée dans les relations géopolitiques et permet de construire une ébauche de gestion intégrée. Cette entente bilatérale est toutefois relative (si l'on en juge par les renégociations des accords signés en 1979) et masque d'autres tensions géopolitiques plus importantes.

Le développement de la coopération dans le bassin de la Plata naît des relations conflictuelles entretenues entre l'amont et l'aval du bassin (Candeas, 2006; Pochat, Natenzon *et al.*, 2006). Les acteurs étatiques et leur propagande ont longtemps été les protagonistes de relations belliqueuses n'évitant l'affrontement armé que par la diplomatie. Les géopoliticiens brésiliens et argentins ont largement démontré et souligné, entre 1930 et 1980, le danger représenté par le pays voisin. La situation hégémonique tour à tour partagée entre le Brésil et l'Argentine a créé un climat de

grande tension géopolitique continentale. La formation tardive des Etats-Nations a longtemps fait du bassin de la Plata une terre d'affrontements aux frontières disputées. L'Argentine et le Brésil ont chacun adopté une politique frontalière différente pour asseoir leur sécurité nationale : la stratégie argentine fait appel à une diplomatie défensive concernant l'utilisation des ressources hydroélectriques et le maintien de structures territoriales avantageuses pour son développement économique. Les principes de coopération n'ont pu se mettre efficacement en place qu'une fois le dialogue rétabli entre les deux grandes puissances, l'Argentine cédant au Brésil le droit d'aménager le haut bassin du Paraná pour la production électrique, sous certaines conditions.

Cette coopération est le fruit de longs affrontements pour le contrôle des fleuves du bassin dont l'importance stratégique a été révélée au XIXe siècle par la guerre du Paraguay dans laquelle les deux grandes puissances ont combattu dans le même camp. Ce conflit souligne l'importance géopolitique des systèmes fluviaux dans la structuration du bassin : le contrôle du continuum fluvial Paraná-Paraguay est vital pour les intérêts brésiliens et argentins. Par cette guerre, l'Argentine s'est assurée un meilleur contrôle des fleuves lui permettant de verrouiller le cours du Paraguay, du Paraná et de l'Uruguay. Le Brésil a conservé, pour sa part, la rive droite du Paraná et la domination sur le haut bassin. La construction géopolitique du continent se fait par et pour le fleuve, les gains réciproques exacerbent les tensions sous-jacentes. Ainsi, après la guerre de la Triple Alliance, les conflits se sont amplifiés autour des questions de souveraineté nationale sur la ressource en eau.

Les tensions géopolitiques, bien que présentes dans le bassin dès les indépendances, se sont cristallisées initialement autour des questions relatives à l'exploitation hydroélectrique, lesquelles opposent les intérêts des grandes puissances argentine et brésilienne. Dans les années 1950, se sont exprimés des discours de propagande de part et d'autre de la frontière, et les eaux du Paraná, qui jusqu'alors faisaient le lien entre les cinq pays du bassin, sont devenues un sujet de discorde difficilement surmontable. Du côté brésilien, le gouvernement a cherché à imposer sa souveraineté sur l'utilisation des eaux du Paraná, ce qui du côté argentin a été considéré comme une manière de dénier à Buenos Aires son rôle historique de centre décisionnel du bassin. Les tensions sont donc apparues entre l'amont et l'aval, et non entre la rive droite et la rive gauche.

De fait, la continuité amont-aval du système a longtemps été menacée par les relations conflictuelles entre des Etats-Nations en formation et par la revendication de la souveraineté nationale. Après avoir aménagé la totalité de sa partie du bassin versant, le Brésil a été obligé de prendre en considération les revendications des pays d'aval, lesquels réclamaient des conditions d'écoulement leur permettant également de développer leurs activités. Le premier pas vers la mise en place d'une gestion harmonieuse de la ressource est à notre avis essentiellement géographique. En effet,

nous pensons que la société argentine n'a pas encore atteint la maîtrise nécessaire des échelles de gestion et d'aménagement du Paraná, qui permettrait de construire un système institutionnel à même de gérer durablement le fleuve s'écoulant sur son territoire. Il n'existe pas de découpage spatial idéal à même de traiter d'une question aussi complexe, mais le fait de déterminer les échelles adaptées à chaque secteur d'intervention et celles qui relèvent de la planification d'ensemble pourrait être une clé du développement durable du Paraná.

Le cadre général des relations entre acteurs publics et privés doit être assez vaste pour rétablir la continuité amont-aval du fleuve, mais l'échelle globale du bassin versant semble toutefois insuffisante pour promouvoir l'aménagement local. C'est pourquoi il est nécessaire de déterminer des échelons intermédiaires permettant de concilier les interventions sur le fleuve et de mesurer leurs impacts, tout en permettant une plus grande participation de la population locale.

L'enjeu se situe principalement dans la mise en place des relations entre les échelles locales et supranationales, ce qui induit des recompositions territoriales. Ces dernières se fondent sur la mise en réseau de la totalité ou d'une partie des territoires nationaux, permettant de construire de nouvelles architectures régionales grâce à la convergence des intérêts des différents acteurs. L'objectif visé est d'aboutir à des coopérations ouvertes permettant de diminuer l'approche verticale-sectorielle qui prédomine de nos jours.

Pour permettre cette avancée dans le champ de la collaboration, il s'est avéré indispensable d'analyser la perception du Paraná et sa place dans la société au cours de son histoire. En effet, bien qu'il ait connu un aménagement tardif, le fleuve a depuis toujours été considéré comme une ressource pour les populations riveraines. Par le biais de la navigation, les communautés indigènes ont mis en place un territoire en réseau dont la structure a été utilisée lors de la conquête de l'Argentine. Les premiers colons ont largement utilisé les potentiels naturels du fleuve, l'intégrant ainsi progressivement au fonctionnement de la société en construction. L'adaptation des embarcations témoigne du progrès dans la connaissance du fonctionnement fluvial. Archétype des mégafleuves, le Paraná possède une dynamique caractérisée par un style fluvial en « anabranches » qui rend le fleuve très mobile à l'échelle de la dizaine d'années. Les routes de navigation doivent ainsi être réinventées en fonction de la création et de la disparition des chenaux les plus profonds. Ainsi, l'architecture des bateaux s'adapte-t-elle à cette mobilité. Plus tard, l'apparition de la technologie des bateaux à vapeur en Amérique du Nord amène les convois poussés à se développer rapidement dans les eaux du Paraná, pour devenir la norme actuelle. Les évolutions du commerce mondial induisent également des changements progressifs dans la navigation fluviale avec l'utilisation de vraquiers qui nécessitent des chenaux de navigation plus profonds.

L'homme intervient alors largement dans le tronçon du Bas Paraná pour adapter la morphologie fluviale aux nouvelles normes de la navigation mondiale et programmer de nouveaux dragages jusqu' à la capitale paraguayenne.

L'avènement des nouvelles technologies d'analyse spatiale ont permis de comparer entre eux de manière synchronique les très grands fleuves du monde. L'étude de leur fonctionnement naturel est venu éclairer les besoins d'aménagement global, qui jusqu'alors n'avaient trouvé que des solutions locales. En effet, avec l'apparition des grandes problématiques mondiales sur le changement climatique et sur la préservation des écosystèmes sensibles, la très petite échelle est apparue dans le champ de l'aménagement (pour prendre en compte les impacts générés à l'échelle du bassin).

Les théoriciens de l'environnement ont bien remarqué le saut épistémologique dans les échelles d'analyse qui font des fleuves dont le débit moyen annuel dépasse 17 000 m^3/s des objets d'analyse spécifiques. Le fonctionnement des mégafleuves n'est pas aujourd'hui complètement élucidé et théorisé, mais les connaissances progressent. En tant que géographe, nous proposons donc d'élargir le concept de mégafleuve en y intégrant le champ des relations sociales qui s'inscrivent dans l'espace fluvial. Nous avons au fil de la thèse fait le point sur la construction du concept de « mégafleuve » en nous servant du modèle fourni par le Paraná. Les analyses sur le temps long de la géohistoire nous ont permis de mettre en évidence des différences significatives avec les fleuves plus modestes en ce qui concerne la constitution de systèmes sociaux complexes. Ces systèmes sociaux sont en effet très paradoxaux. Ils ne peuvent pas faire abstraction du mégafleuve qui traverse leur territoire, mais dans la majorité des cas, le système socio-spatial n'est pas fondé sur une exploitation directe. La société ne peut se passer du mégafleuve, mais elle tente, à chaque fois que cela est possible, de trouver des solutions lui permettant de contourner les difficultés liées à l'aménagement du fleuve. C'est pourquoi le Paraná argentin est faiblement aménagé pour la navigation et que le transport se fait principalement par la route. Les rapports entretenus avec le fleuve ne sont pas proportionnels aux potentialités du fleuve. De fait, la maîtrise incomplète des échelles et des aménagements n'a pas permis au Paraná de devenir un axe structurant du territoire. Si le Paraná retrouve cependant sa place dans le fonctionnement socio-économique de l'Argentine, c'est que la société est aujourd'hui prête investir dans la compréhension et l'exploitation du fleuve. D'une manière générale, nous avons constaté que l'exploitation des organismes fluviaux de très grande taille est récente. Les premiers aménagements de grande ampleur ont généralement été réalisés durant la seconde moitié du vingtième siècle.

Le « retard » dans l'aménagement des très grands organismes fluviaux peut être expliqué par les difficultés techniques d'aménagement et par la méconnaissance de leur fonctionnement. Dans la catégorie des très grands fleuves, les mégafleuves ont une

position plus particulière encore, car leur morphologie est à la fois stable sur le temps long[173] mais très instable sur le temps court[174], ce qui les rend encore plus difficilement aménageables. En effet, leur fonctionnement n'est pas encore aujourd'hui bien maîtrisé et les connaissances actuelles ne permettent pas de modéliser leur comportement, ni de prévoir leur réactions aux perturbations survenant dans le système (qu'ils soient naturels ou anthropiques).

Il est difficile de donner une définition exacte de ce qu'est un mégafleuve. Si les sciences environnementales ont proposé des limites, des seuils quantitatifs différenciant les très grands fleuves des mégafleuves, une séparation aussi nette est difficile à établir dans le champ des sciences sociales et des relations qu'entretiennent une société et son fleuve.

Quelles avancées ?

Nous l'avons vu, le concept de mégafleuve correspond dans une certaine mesure à la réappropriation des idées des grands géomorphologues du siècle passé. Ces derniers considéraient déjà le Paraná comme un fleuve aux caractéristiques différentes de celles auxquelles ils étaient habitués sur leurs terrains européens. En effet, leur approche du terrain, à l'échelle des bassins géologiques, leur a permis de considérer d'autres facteurs que ceux couramment employés pour étudier le fleuve. Les géomorphologues du XIXe siècle ont également été fortement influencés par les écrits des premiers explorateurs. Ces derniers traitent de l'immensité des paysages et des territoires du Nouveau Monde. Il faut toutefois attendre la fin du XXe siècle (1970-1990) pour que les questions relatives à la taille et à l'échelle du Paraná soient posées de manière explicite.

Ces questions ont constitué la base de notre analyse du Paraná. C'est pourquoi le concept de mégafleuve nous a paru pleinement géographique, c'est-à-dire apte à regrouper des caractéristiques à la fois physiques et humaines permettant d'appréhender son exceptionnalité et d'en proposer une définition plus complète. Cette définition n'est pas arrêtée et n'est que le premier résultat d'une réflexion que nous souhaitons poursuivre. Revenons d'abord sur les critères faisant consensus, qui permettent de différencier les mégafleuves des très grands fleuves.

1. La taille du bassin versant dans lequel le fleuve s'inscrit doit être supérieure à 10^5 km² (Inman et Nordstrom, 1971) et sa **longueur doit dépasser deux mille kilomètres** (Potter, 1978; Gupta, 2007; Latrubesse, 2008). Récemment, un seuil a

[173] Aucune métamorphose fluviale n'a été reconnue sur le Paraná sur le temps long, malgré les différentes phases climatiques qu'il a connu. E.Latrubesse fait d'ailleurs de cette stabilité une des caractéristiques des mégafleuves et de leur style anabranché qui demeure inchangé sur le temps long.

[174] Les chenaux principaux et secondaires voient leur hiérarchie se modifier à l'échelle de temps annuelle

également été défini pour le **débit moyen annuel, lequel doit en principe être supérieur à 17 000 m^3/s** (Latrubesse, 2008).

Ces éléments de définition rendent compte des caractéristiques physiques des mégafleuves et les inscrivent spatialement dans un bassin versant gigantesque avec des conditions climatiques qui permettent de soutenir un débit important. Toutefois la somme de ces caractéristiques est insuffisante pour constituer en soi un concept et il convient donc de s'intéresser au fonctionnement du système qui en découle.

A quelles échelles temporelles doivent être étudiés des systèmes aussi vastes ? S. Baker considère que la taille de l'objet d'étude doit être proportionnelle à l'échelle temporelle : plus l'objet d'étude est de taille importante, plus l'échelle temporelle doit être grande. Par conséquent, pour l'analyse du Paraná, nous ne nous sommes pas limités aux temporalités de l'ordre du siècle généralement utilisées en géomorphologie fluviale. L'approche géohistorique adoptée, à travers l'examen du corpus de cartes, permet d'élargir les échelles afin d'étudier la stabilité de sa forme en plan. Les comparaisons entre cartes anciennes et récentes fournissent une base temporelle et spatiale élargies. Il faut toutefois souligner les limites de cette méthode : les cartes sont toujours une représentation de l'espace puisqu'elles sont la traduction de la représentation mentale d'un cartographe dont le travail est orienté par la demande du commanditaire. De plus, les représentations dépendent fondamentalement de l'avancée de la science cartographique et des méthodes de travail du cartographe, qui peut se contenter de compiler les informations sans jamais avoir été sur le terrain. Enfin, une dernière limite se retrouve dans les échelles des cartes que nous avons rassemblées, car aucune d'entre elles ne représente le Paraná à grande échelle. L'analyse géohistorique est néanmoins un outil efficace pour déterminer les modifications du style fluvial à l'échelle du bassin, bien qu'elle renseigne peu sur la dynamique locale du cours d'eau. Elle vient en revanche compléter les micro-échelles d'analyse actuellement employées, ces dernières ne donnant que de faibles indices sur la question plus large des entrants et des sortants du système.

2. Le fonctionnement fluvial qui découle des caractéristiques physiques hors normes des mégafleuves est marqué par la présence d'importantes anabranches. Ces dernières possèdent un écoulement permanent. Elles évacuent un pourcentage non négligeable du débit du fleuve (entre 15 et 30 % du débit moyen du Paraná par exemple). Le complexe fluvial qui en résulte est **très stable sur le long terme, mais les facteurs d'ajustement rendent les lits fluviaux très mobiles sur le court terme** (Latrubesse, 2008). De ce fait, les études à grande échelle permettent de prendre en compte des changements peu importants au regard du système dans son entier.

La morphologie du Paraná est en effet abordée de manière différente depuis quelques années et son style fluvial, longtemps décrit comme « **anastomosé à thalweg divagant** » (Amsler et Ramonell, 2002; Amsler et Ramonell, 2003; Amsler et Drago, 2007), est devenu plus récemment « **anabranché** » (Latrubesse, 2008). Cette évolution marque bien l'évolution dans la prise en compte de ces très grands fleuves qui ne peuvent plus être décrits avec les classifications proposées pour d'autres types de cours d'eau. Toutefois, les connaissances manquent encore pour donner une définition exacte du style « anabranché », aussi bien dans ses processus de formation que dans les sous-types qui le caractérisent (Latrubesse, Stevaux *et al.*, 2005; Latrubesse, 2008). On sait néanmoins que les cours d'eau tendent vers ce style fluvial, car ils sont incapables d'ajuster leurs faibles pentes aux besoins de l'écoulement. L'augmentation du nombre de chenaux peut produire une diminution de l'efficience du transport mais cette perte est contrebalancée par la diminution de la largeur des chenaux lors de la formation des îles végétalisées. Un système en équilibre dynamique est en place, donnant au fleuve une grande stabilité (Huang et Nanson, 2007). Les mégafleuves sont ainsi caractérisés par une morphologie **de chenaux multiples, séparés par des îles alluviales boisées**.

3. Le fonctionnement des mégafleuves ne peut pas être compris sans prendre en compte leur espace fluvial dans son ensemble. Il a en effet été démontré que l'écoulement dans un système anabranché connecte largement le fleuve à sa plaine alluviale et que le continuum fluvial ne peut pas être appréhendé sans considérer les connexions qui existent entre leurs chenaux et les grandes zones humides périphériques. (Vannote, Minshall *et al.*, 1980; Junk, Bailey *et al.*, 1989). Les impacts négatifs des aménagements anthropiques sur le lit principal du Mississippi viennent illustrer l'importance de ces connexions. Aujourd'hui les gestionnaires cherchent à rétablir les connexions entre le mégafleuve et sa plaine alluviale, pour qu'il retrouve un fonctionnement plus naturel. Un **écosystème riche et complexe, spécifique,** découle des fortes connexions existant entre les mégafleuves et leur environnement : une faune et une flore exceptionnelles sont abritées dans ces immenses espaces de nature. Nous avons de manière succincte décrit une partie de l'écosystème en nous intéressant aux ressources piscicoles, mais de nombreuses études décrivent la biodiversité de la faune et de la flore et mettent en avant la méconnaissance des espèces non encore répertoriées.

Les caractéristiques physiques et environnementales des mégafleuves sont les plus facilement identifiables. Les seuils quantitatifs proposés par les géomorphologues fluviaux, bien qu'ils soient toujours discutables, ont l'avantage de permettre une séparation entre mégafleuves et très grands fleuves. Cette grille d'analyse permet de proposer une liste de dix mégafleuves, regroupés dans le tableau ci-après : l'Amazone, le Congo, l'Orénoque, le Yang-Tsé, la Madeira, le Río Negro, le Brahmapoutre, le Paraná, le Mississippi et le Japura.

Fleuve	Débit moyen annuel (m^3/s)	Longueur (km)	Superficie du bassin versant (Mkm^2)	Style fluvial	Connexions conservées avec la plaine alluviale Ecosystème riche et complexe	Pays partageant le bassin versant	Navigabilité	Exploitation hydro-électrique
1. Amazone	205000	6500	6,9	Anabranché	oui	Pérou, Colombie, Brésil	Grande voie navigable en construction	Oui
2. Congo	42000	4700	3,6	Anabranché	oui	République du Congo, République démocratique du Congo	Navigable par section	Oui
3. Orénoque	31000	2740	1	Anabranché	oui	Venezuela,Colombie	Grande voie navigable en construction	sur ses principaux affluents
4. Yang-Tsé	34000	6300	1,8	Anabranché	Perturbées	Tibet, Chine	Grande voie navigable	Oui
5 .Madeira	32000	3380	1,4	Anabranché	oui	Bolivie, Brésil	Grande voie navigable en construction	Oui
6.Río Negro	28400	2250	0,7	Anstomosé	oui	Colombie, Venezuela,Guyane, Brésil	Navigable par section	Oui
7.Brahmapoutre	22160	2900	0,9	Anabranché	oui	Tibet, Chine, Inde, Bengladesh	Grande voie navigable	en projet
8. Paraná	17000	2200	3,2	Anabranché	oui	Bolivie, Brésil, Paraguay, Argentine, Uruguay	Grande voie navigable en construction	Oui
9. Mississippi	18000	3780	3,2	Anastomosé	Perturbées	Etats-Unis	Grande voie navigable	Oui
10. Japura	14000	2800	1	Anastomosé	oui	Colombie, Brésil	Navigable par section	Oui

TABLEAU 15 GRANDES CARACTERISTIQUES DES DIX PLUS GRANDS FLEUVES DU MONDE

Ces dix organismes fluviaux possèdent les caractéristiques physiques des mégafleuves telles que définies par les théoriciens de l'environnement et les géomorphologues fluviaux. Bien que les seuils quantitatifs soient franchis, il faut toutefois noter que certains d'entre eux ne possèdent pas (ou plus) un type d'écoulement anabranché, mais plutôt un style anastomosé. Etant donné que ces deux styles fluviaux sont très proches, les anastomoses du Río Negro, du Mississippi et du Japura ne sont pas considérées comme un facteur suffisant pour les écarter de la catégorie des mégafleuves.

Afin d'élargir le concept et de le rendre pleinement géographique, nous nous sommes également penchés sur les caractéristiques socio-spatiales de ces fleuves aux dimensions extraordinaires. Comme évoqué en introduction, la « grandeur » d'un fleuve peut également être définie en termes culturels, identitaires et patrimoniaux. Cette définition est toutefois plus délicate car la limite entre très grand fleuve et mégafleuve est souvent floue. Tout au long de la thèse, nous nous sommes interrogés sur la place des mégafleuves dans le fonctionnement des territoires qu'ils traversent, ainsi que sur l'originalité de leur exploitation et de leur intégration dans la société.

Les mégafleuves entretiennent avec leurs sociétés riveraines des relations complexes et hétérogènes. Les territoires fluviaux qui les caractérisent peuvent être fortement peuplés et/ou quasiment déserts, très aménagés et/ou laissés à l'état de nature, exploités à la hauteur de leur potentiel et/ou totalement délaissés…La grande variété des situations ne permet pas de proposer une silhouette-type de l'adaptation sociale et de l'exploitation de ce type de fleuve. Les critères de définition d'un « mégafleuve humain », ne peuvent de ce fait être ni trop précis, ni trop nombreux. Nous avons retenu certaines grandes caractéristiques permettant de faire la distinction entre grand fleuve et mégafleuve, en gardant néanmoins à l'esprit qu'il existe des exceptions.

L'exploitation de ces fleuves hors du commun est, selon nous, la principale composante humaine du concept de mégafleuve. Nous nous sommes longuement interrogés sur l'exploitation réalisée et potentielle du Paraná. En élargissant nos conclusions, nous pouvons affirmer que les domaines du transport et de l'énergie sont ceux portant le plus d'enjeux. Ils permettent en outre de discriminer les mégafleuves, des très grands fleuves, par les aménagements réalisés et projetés, au regard de la taille des fleuves. En effet, sur les dix mégafleuves mentionnés dans le TABLEAU 15, seuls deux peuvent être considérés comme aménagés à la hauteur de leur potentiel : le Mississippi et le Yang-Tsé. Les huit autres sont sous-exploités à l'image du Paraná, du Brahmapoutre ou encore de l'Amazone pour n'en citer que trois. Les mégafleuves ont quasiment toujours un potentiel bien plus grand que celui actuellement exploité, bien que cela soit en train de changer. Depuis une vingtaine d'années, on assiste en effet à la

naissance de projets d'aménagement pharaoniques, à la dimension des fleuves, pour la production électrique et pour la navigation.

4. Etre une grande voie de communication semble être un point de définition commun aux mégafleuves. Tous, sans exception, ont été des grandes voies de pénétration à l'intérieur des continents qu'ils traversent. Leur morphologie a par ailleurs été à la fois un moteur de la découverte et un frein vis-à-vis de l'exploitation des hinterlands qu'ils desservent. Si elle a permis aux explorateurs de faire de nombreuses haltes et de se réapprovisionner en gibier et en fruits dans les îles parsemant leur cours, elle a aussi considérablement ralenti l'avancée des premières embarcations. En effet, les premiers bateaux n'étaient pas adaptés à la faible profondeur de ces organismes fluviaux et le système de hallage utilisé sur les fleuves plus modestes ne pouvait être utilisé sur les berges occupées par de vastes zones de marais. Avant l'arrivée des bateaux à vapeur, les embarcations qui parcouraient ces fleuves étaient essentiellement dépendantes de la force et de la direction des vents. Aujourd'hui, la possibilité de créer ou d'améliorer des voies navigables de très grande dimension semble être un critère de définition commun à tous les mégafleuves répertoriés. L'avancée de l'aménagement des mégafleuves diffère d'un organisme à l'autre, mais de l'Amazone au Mississippi les projets d'amélioration de la navigabilité existent. Les caractéristiques physiques des mégafleuves se traduisent en effet dans le fonctionnement socio-économique de la société :

- Les bassins versants des mégafleuves ont une surface dépassant en général un million de kilomètres carrés. Cette superficie induit une importante variété dans les productions, dont certaines peuvent être transportés par voie d'eau car elles ne sont pas périssables et possèdent une faible valeur ajoutée. Les volumes produits sont également importants. Le système de transport fluvial devient compétitif si les productions sont regroupées dans des complexes fluvio-portuaires efficaces. Leur localisation dépend généralement des caractéristiques morphologiques du fleuve, privilégiant l'accès des embarcations de grande taille.
- Le seuil de débit moyen annuel, étant fixé à 17 000 m^3/s (Latrubesse, 2008), sans que ce soit essentiel, la navigation est garantie toute l'année sur les mégafleuves. La calaison des embarcations qui peuvent y circuler est cependant assez faible si aucun travail de dragage n'est entrepris. En effet, l'écoulement dans un système anabranché est caractérisé par une faible profondeur. A la différence des grandes voies navigables établies sur des cours d'eau plus modestes, seuls des aménagements ponctuels sont nécessaires à l'amélioration de la navigation. Le Mississippi est l'unique mégafleuve à être aménagé à

l'image des cours d'eau européens et à être endigué sur une grande partie de son parcours. Les neuf autres sont très peu aménagés pour la navigation.

- Les sociétés riveraines ont d'ailleurs souvent fait le choix d'adapter les embarcations à la morphologie du fleuve et non l'inverse. Ce paradigme est toutefois en train de changer sous la pression de la mondialisation. Le transport maritime a tôt compris l'intérêt de l'approfondissement des voies d'eau dans la partie aval des mégafleuves, permettant aux bateaux transocéaniques de remonter directement le cours d'eau sans transfert de charge. L'organisation du transport des pays traversés par un mégafleuve est fortement conditionnée par son tracé. La plaine alluviale canalise les grandes voies de transport telles que la route et le chemin de fer. Ainsi de manière indirecte, les mégafleuves conditionnent la construction et le fonctionnement des infrastructures de transport, formant des corridors souvent vulnérables lors des périodes de fortes crues durant lesquelles les terres adjacentes sont inondées. La particularité des mégafleuves se lit dans les projets de développement des grandes voies fluviales. Aujourd'hui il semble que ce mode de transport retrouve sa place dans les routes commerciales, après avoir été abandonné durant plusieurs décennies. En termes de navigation, les mégafleuves ont tous d'énormes potentialités dans leurs tronçons médians et aval, si des solutions sont trouvées pour diminuer le temps de transit des marchandises à chaque rupture de charge (camions/péniche/bateau de haute mer). En effet, il s'agit d'un mode de transport peu coûteux, peu polluant et économe en énergie. Grâce aux techniques modernes de transport à l'aide de « barges porte-conteneurs », le problème posé par la faible profondeur des chenaux semble partiellement résolu et le transfert des marchandises vers les bateaux transocéaniques est simplifié car ils utilisent les mêmes types de chargement (conteneurs).

5. L'exploitation des mégafleuves passe également par l'utilisation de leur potentiel hydroélectrique. La mise en place de barrages et la création de lacs de retenue est dans un premier temps destiné à la production hydroélectrique, mais sert également, dans certains cas, à l'approvisionnement en eau potable et à l'irrigation des cultures de bord de fleuve. En cela, rien ne permet de différencier les mégafleuves des autres fleuves mondiaux, si ce n'est la jeunesse des aménagements et des projets. En effet, de par leur taille, **les mégafleuves posent de grands problèmes techniques pour la construction de centrales électriques, qui obligent à créer des ouvrages pharaoniques, dont la taille n'est pas proportionnelle à la production réelle de l'usine hydroélectrique**. Les sociétés ont commencé à aménager le cours amont des mégafleuves, car leur pente est plus forte et leur largeur plus faible. A l'aval, leurs caractéristiques morphologiques ne sont généralement pas adaptées à la production

hydroélectrique. En effet, la morphologie de ces très grands fleuves de plaine est généralement caractérisée par des pentes très faibles, ce qui implique la création de lacs de retenue surdimensionnés par rapport à l'énergie produite.

L'exemple des barrages d'Itaipú et de Yacyretá illustrent l'ennoiement des terres en amont des usines de production hydroélectrique. Il existe d'autres exemples dans le monde qui viennent confirmer les impacts environnementaux provoqués par ces retenues, comme celui du barrage des Trois Gorges en Chine, archétype des aménagements qui détruisent en grande partie le fonctionnement naturel d'un système fluvial. La présence de ces aménagements modifie le continuum fluvial du système et perturbe le fonctionnement naturel et les écosystèmes situés à l'aval. De nombreux barrages de très grande dimension sont projetés sur les mégafleuves comme sur le Brahmapoutre ou sur les affluents de l'Amazone. **La dimension des ouvrages ainsi que les moyens financiers et techniques nécessaires à la mise en exploitation des mégafleuves pourraient également servir de critère de discrimination entre très grands fleuves et mégafleuves.** En effet, leur particularité morphologique (découlant directement de leurs caractéristiques physiques) engendre des constructions nécessitant un temps de construction de l'ordre de la vingtaine d'années[175], des moyens financiers se chiffrant en centaines de milliards de dollars et des impacts sociaux très importants avec le déplacement de centaines de milliers de personnes.

Les changements dans l'appréhension des potentiels est un élément important dans la définition humaine des mégafleuves. Jusque dans les années 1950, ces derniers sont considérés comme un frein au progrès. La société n'avait pas, à cette époque, les moyens techniques de modeler le fleuve pour en exploiter les potentialités car elle ne maîtrisait ni son fonctionnement ni sa puissance. Il semble que la situation soit en train de changer : les sociétés riveraines prennent pleinement conscience de ce que pourrait apporter l'exploitation des eaux continentales des mégafleuves. Le plus souvent, leur mise en exploitation permet de soulager l'incapacité des Etats à répondre à la forte demande sociale des pays dans lesquels ils se situent. Le Brésil, l'Argentine, le Venezuela, la Colombie, la Chine et l'Inde cherche à répondre à la forte croissance de la consommation électrique alors que la République du Congo et la République Démocratique du Congo nécessitent prioritairement des barrages destinés à irriguer les terres de culture. Tous ces pays sont aujourd'hui prêts à investir dans des aménagements à très grande échelle ; il suffit de mentionner les barrages hydroélectriques projetés sur le Brahmapoutre ou sur les affluents de l'Amazone pour s'en convaincre.

[175] A titre d'exemple la construction de Yacyretá a duré de 1984 à 2011 et celle des Trois Gorges sur le Yang-Tsé de 1992 à 2008.

Dans la plupart des cas, ces grands projets menacent l'environnement et le mode de vie des populations indigènes. Les répercussions médiatiques des conflits opposant les enjeux locaux et nationaux ont cependant permis de sensibiliser le grand public à la richesse environnementale et culturelle des mégafleuves.

6. L'exploitation des ressources, si elle est souvent nécessaire, pose la question des impacts qu'elle engendre et que les sociétés sont prêtes à assumer. Quel est alors le degré de naturalité que les sociétés riveraines souhaitent conserver ? Les écosystèmes des mégafleuves se composent généralement de vastes zones d'inondation de part et d'autre du fleuve. Ces vastes étendues amphibies renferment une richesse écologique perturbée par les interventions humaines. Dans la plupart des cas, les écosystèmes ont **conservé de grandes espaces de nature, car les perturbations sont relativement faibles au regard de la taille des organismes fluviaux capables d'amortir les impacts.**

Il faut toutefois noter que l'aménagement des dix mégafleuves mondiaux retenus se trouve à des stades différents. L'analyse du degré de naturalité montre que dans leur majorité, les mégafleuves sont caractérisés par un **continuum fluvial relativement préservé. Ils représentent encore des grands espaces de nature, grâce à leur capacité d'absorption des perturbations du système.** Cette affirmation admet toutefois des contre-exemples, comme le Mississippi qui a été aménagé jusqu'à être totalement dénaturé. Les problématiques environnementales y sont d'ailleurs très différentes que celles rencontrées sur les autres mégafleuves : sur le Mississippi, la priorité est donnée au rétablissement de son fonctionnement naturel et de ses espaces de liberté. Malheureusement, il n'existe pas de registre permettant de connaître avec précision l'état de référence antérieur aux aménagements. Le fonctionnement des autres mégafleuves, notamment celui du Paraná, sert de repère pour rétablir le bon état écologique du fleuve. En effet, les mégafleuves du continent sud-américain fonctionnent encore largement à l'état naturel, ils ont jusqu'à aujourd'hui réussi à absorber un grand nombre d'impacts grâce notamment à leur taille et aux nombre peu important d'ouvrages qui les caractérisent. Les grands aménagements qui y ont vu le jour depuis les années 1950 et qui se sont accéléré depuis une vingtaine d'années, même s'ils ont localement perturbé les systèmes fluviaux, n'ont pas (encore) eu de répercussion sur l'intégralité de leur système. Les impacts observés s'étendent rarement au-delà de la centaine de kilomètres en aval des ouvrages. En quelque sorte, la richesse des mégafleuves du « Nouveau Monde » se situe dans le potentiel encore non exploité de ces territoires fluviaux. Le Cône Sud par exemple, prend seulement aujourd'hui conscience du potentiel du Paraná.

Au XXIe siècle, le Paraná reste un fleuve dit du « Nouveau Monde » car le territoire fluvial n'est pas encore totalement approprié, l'exploitation de la ressource est loin

d'être achevée et il persiste une fragmentation du corridor fluvial. Cet inachèvement, tant dans l'exploitation que dans la construction et la connexion des territoires intermédiaires, constitue une des caractéristiques communes aux fleuves tardivement colonisés. Il est d'ailleurs curieux de remarquer que la majorité des dix mégafleuves se trouvent dans des « Nouveaux Mondes ». En effet, sept d'entre eux sont localisés sur le continent américain (six en Amérique latine et un en Amérique du Nord). Le Brahmapoutre et le Congo ont une position intermédiaire entre Ancien et Nouveau Monde car ils ont été colonisés tôt par les européens et appartiennent au monde « connu » du XVIème siècle. Seul le Yang-Tse appartient au « Très ancien Monde » asiatique. Localisés dans des « mondes » en construction, le Paraná et ses semblables sud-américains, africains et indiens sont des systèmes uniques dont le faible développement peut aujourd'hui leur permettre d'échapper aux erreurs commises sur le Mississippi.

L'histoire et la géographie du Paraná l'ont involontairement préservé des aménagements abusifs. Il doit sa naturalité à sa taille et aux difficultés rencontrées pour son aménagement, mais également à sa localisation dans le Nouveau Monde. Les connaissances relatives au Paraná ont en effet été construites sur le modèle européen mais s'en sont progressivement détachées. Son altérité a été reconnue tardivement bien qu'il ait, dès le début de la colonisation, servi de grande voie de pénétration et de peuplement du sous-continent. L'organisation spatiale de l'Argentine reflète encore aujourd'hui les étapes de cette colonisation, le corridor fluvial regroupant près de trente-cinq pour cent de la population dans son delta entre Rosario et Buenos Aires. Sa situation dans le Nouveau Monde lui a également permis d'être toujours au cœur de l'économie du pays sans y être véritablement intégré. Son potentiel naturel a longtemps suffit à la société, qui ne l'a aménagé que de manière très ponctuelle. En outre, jusque dans les années 1950, la majorité des exportations céréalières de l'Argentine, transitait par le fleuve et par le port de Buenos Aires, mais aucune voie fluviale n'était véritablement aménagée.

La géohistoire du Cône Sud a ainsi permis l'intégration du fleuve dans une société en construction, en mêlant la perception de l'altérité du Nouveau Monde et celle des héritages de l'Ancien. La localisation du Paraná dans le « Nouveau Monde » n'est donc pas neutre. Les problèmes d'aménagement liés à la géomorphologie du fleuve révèlent la difficulté d'intégrer la taille du Paraná dans l'action humaine. Dès le début, les conquistadors ont pris en compte, tant bien que mal, l'immensité du fleuve dans leurs représentations : implicitement, les premiers cartographes ont eu conscience de la taille non conventionnelle du Paraná. Son immensité n'a toujours pas été maîtrisée cinq siècles plus tard.

Le qualificatif de « méga » cherche à combler la lacune terminologique qui fait que l'on peine à caractériser cette immensité. La catégorie des « mégafleuves » fait ainsi rentrer le Paraná dans un groupe de fleuves partageant les mêmes grandes problématiques environnementales et sociales, bien qu'à des stades d'évolution différents. Deux dimensions y sont fondamentales : les mégafleuves sont récemment devenus à la fois ressource et patrimoine. L'équilibre entre ces deux dimensions est de plus en plus difficile à trouver avec l'augmentation de la pression anthropique dans les différents sous-bassins versants.

Quel avenir est désormais réservé au Paraná dans un pays neuf où seuls les défauts de liens et le manque de concertation entre les acteurs sont en mesure d'affaiblir les perspectives de gestion intégrée ?

Un monde amphibie en devenir

Les grandes tendances de l'économie mondiale ont en partie restructuré les territoires productifs du Cône Sud, avec le développement de grandes surfaces de production céréalière soutenues par le réseau logistique dont les débouchés se situent à l'étranger. Le Paraná a retrouvé en ce XXIème siècle son rôle d'axe structurant de l'ensemble supranational. Jusqu'alors, cet axe Nord-Sud permettait d'exporter par voie fluviale les produits du bassin, mais à l'heure de rendre cet axe plus compétitif, le Brésil craint de voir se renforcer le contrôle de l'Argentine sur le fleuve. Le centre de gravité du Cône Sud se situe aujourd'hui au niveau du pôle économique et social en formation entre São Paulo et Buenos Aires. La réalisation d'une route navigable efficace entre le Centre-Ouest brésilien et le port de Buenos Aires, si elle est favorable au commerce, représente une menace pour le port de Santos, lequel perdrait vraisemblablement une bonne partie des charges destinées à l'exportation. Le Brésil développe aujourd'hui le projet d'un grand axe navigable permettant de faire sortir sa production via l'Amazone pour contrer ce glissement vers le río de la Plata.

Ces projets géostratégiques, que ce soit l'Hidrovia Paraná-Paraguay ou l'IFLA, sont toutefois freinés par la montée en puissance des mouvements écologistes qui ont réussi à imposer le principe de précaution. Certes le poids des associations et des organisations environnementales est plus faible que celui que nous leur connaissons en Europe, mais leurs actions ont permis de rendre incontournable la réalisation d'études d'impacts avant le lancement de grands projets. En outre, cette pression pour la préservation des écosystèmes composant le complexe fluvial a suscité le développement de projets de conservation d'un corridor fluvial intégrant les « îles de conservation », formées par les parcs naturels. Cette approche globale, en gestation, constitue un premier pas vers la gestion intégrée du Paraná. Dans cette perspective, l'exploitation reste possible, voire

même encouragée sous la forme de projets de développement ; ils sont certes locaux, mais développés en considération du fonctionnement de l'ensemble du système. Ces évolutions sont encourageantes. En effet, alors qu'il y a vingt ans l'économie nationale primait sur toutes autres considérations, il semble qu'aujourd'hui un équilibre soit sur le point d'être trouvé entre une exploitation raisonnée de la ressource et le respect du fleuve. Il faut toutefois nuancer, car les étapes à franchir restent nombreuses pour que soient appliqués les principes énoncés dans les plans de création du Corridor Fluvial Littoral du Paraná.

Le pire semble donc avoir été évité sur la majorité des mégafleuves mondiaux qui ont su conservé une grande partie de leur naturalité. Il faut néanmoins exiger des efforts substantiels en direction de la population locale, pour intégrer celle-ci aux projets de développement. Les communautés indigènes de bord de fleuve et les populations vulnérables sont en effet encore très dépendantes des mégafleuves pour leur quotidien.

Que reste-t-il à faire ?

Cette thèse ne prétend pas à l'analyse complète des grandes problématiques pesant sur le système *paranense*. De nombreux travaux scientifiques et techniques restent en suspens et doivent faire l'objet d'études postérieures. Il conviendrait ainsi de déterminer de manière plus précise le comportement du Paraná sur le temps long et proposer une modélisation de la dynamique fluviale dans les tronçons-clés du Paraná. Les évolutions du fleuve et ses dynamiques renseigneraient sur l'ajustement potentiel du fleuve aux changements climatiques et aux interventions humaines. Les zones les plus sensibles et les plus vulnérables seraient ainsi plus aisément identifiées et les aménagements pourraient être pensés pour réduire les impacts au maximum.

1. Dans un premier temps, nous proposons de valider nos hypothèses relatives aux changements de la provenance de la charge sédimentaire et d'approfondir les études réalisées dans ce travail en déterminant quantitativement les changements survenus durant les quatre siècles suivant la découverte du Paraná. Cette thèse a fourni une analyse qualitative des évolutions du style fluvial du Paraná. Les cartes du XVIIIe siècle que nous avons analysées montrent que celui-ci est variable à des échelles temporelles de l'ordre du siècle : le tracé en tresses du Haut Paraná et le lit du Bas Paraguay, libre de tout dépôt, témoignent très probablement d'une morphologie bien différente de celle que l'on connaît aujourd'hui. La dynamique fluviale actuelle indique un fonctionnement inverse, avec le Haut Paraná où les dépôts sont plus rares et le cours inférieur du Paraguay encombré d'îles. Aujourd'hui, le Bermejo, tributaire du Paraguay, fournit environ 80% de la charge sédimentaire du Paraná, alors que sur les cartes anciennes, la morphologie du fleuve à l'aval de la confluence prouve que très peu de

sédiments arrivaient depuis le Paraguay. Au XVIIIe siècle, la charge sédimentaire venait donc préférentiellement des Misiones, ce qui coïncide avec la détérioration climatique du Petit Age Glaciaire et le début des défrichements dans le haut bassin.

Les changements climatiques des XVIIIe et XIXe siècles permettent d'expliquer partiellement le changement de la provenance de la charge sédimentaire. En effet, à cette époque, la cartographie jésuite montre d'importantes modifications dans les systèmes fluviaux (réduction de la longueur des cours d'eau actifs, changement de chenaux, bifurcations) et la diminution, voire la disparition, de lacs et de marais. De plus, les pulsations climatiques n'affectent pas les régions riveraines du Paraná de manière identique : les systèmes fluviaux de la rive gauche du Paraná semblent s'être étendus lors des épisodes froids, bénéficiant toujours d'un climat subtropical, alors que le système de rive droite s'est fortement réduit. L'hypothèse selon laquelle le Haut Paraná fournissait à cette époque une charge sédimentaire plus forte que celle du Paraguay semble donc être validée par les conditions climatiques de l'époque. L'approfondissement des connaissances sur les changements climatiques passés fournirait des éléments de référence pour l'étude du comportement fluvial ultérieur du Paraná.

Les changements climatiques seuls ne suffisent cependant pas à comprendre et à expliquer la modification du style fluvial. Il faut également faire intervenir le rôle de l'homme et de ses activités. En effet, de manière synchrone aux changements climatiques, l'exploitation du haut bassin dans les missions jésuites (selon des techniques de culture sur brûlis de la Yerba maté, de blé, de sorgho et autres céréales) peut expliquer la déstabilisation des sols rouges tropicaux facilement érodables. Il resterait toutefois à déterminer les surfaces mises en culture et à quantifier les sédiments exportés par les pluies importantes qui continuent d'affecter le haut bassin.

Curieusement, l'augmentation actuelle des précipitations sur le bassin versant, concomitante de l'augmentation des surfaces cultivées en soja et autres céréales, tend également à augmenter l'érosion des sols. Les préoccupations actuelles sont en réalité assez proches de celles suscitées par les évolutions observées au XVIIIe siècle. L'article de E. Latrubesse *et al.* (2009) rapporte des processus similaires sur le río Araguaia au Brésil, dont le bassin versant est affecté par les déforestations dues au soja brésilien. Dans cette grande rivière alluviale, les signes morphologiques démontrent une altération dans les budgets sédimentaires et une réponse importante de la rivière qui adopte un style en tresses. Le cours moyen tend à s'engraisser et indique un rapide ajustement fluvial en réponse à la déforestation sur une période de l'ordre d'une décennie.

Sur cette base, il est possible de proposer des analyses sédimentologiques, chimiques et granulométriques ainsi que des datations absolues pour valider ou infirmer

l'hypothèse du basculement de la charge sédimentaire. La quantification des modifications du système sédimentaire du XVIIIe siècle permettrait d'élaborer des modèles quantitatifs des changements provoqués. Il s'agirait de rechercher des paléoformes de déforestation et d'érosion verticale et d'obtenir des datations absolues dans le cœur des îles. Une étude de la structure des îles anciennes permettrait ainsi de matérialiser les héritages du XVIIIe siècle par la mise en évidence de sédiments de granulométrie et de composition hétérogènes. Les résultats de ces études pourraient alors être comparées avec les sédiments actuels composant la charge de fond du Paraná et avec ceux présents sur les principales zones de dépôt et d'engraissement. Outre les sondages manuels qui pourraient être réalisés dans les îles héritées et dans les paléochenaux, il serait également possible d'envisager des analyses OSL destinées à dater les différents échantillons de la base des îles.

2. Dans un deuxième temps, nous envisageons d'aborder les questions relatives aux changements climatiques, que nous avons peu abordés dans cette thèse. Il nous semble cependant important d'analyser avec attention ces problématiques qui sont essentielles pour comprendre les évolutions passées et futures du Paraná. Cette thématique est centrale dans les questions d'aménagement et d'exploitation du fleuve, et elle demande à être intégrée dans un projet de recherche pluriannuel et pluridisciplinaire. Comme nous l'avons évoqué plus haut, ces questions sont abordées dans le bassin de la Plata par le programme CLARIS LPB. Ce programme se compose de quatre axes de recherches que pourraient venir compléter nos travaux sur le Paraná. Au cœur des interrogations mondiales sur le changement climatique, il regroupe des chercheurs travaillant en réseau sur les scénarios et sur les impacts de la modification du climat à l'horizon 2070. Le projet CLARIS LPB a été divisé en quatre sous-projets complémentaires : le premier regroupe les problématiques relatives à la gestion, la répartition et la coordination des activités ; le second s'occupe de l'étude des hydro-climats passés et futurs[176] ; le troisième analyse les interfaces possibles pour l'amélioration des prédictions et de l'adaptation des sociétés aux impacts potentiels ; le quatrième et dernier sous-projet a pour objectif l'analyse des scénarios socio-économiques et des stratégies de prévention des impacts des changements climatiques[177]. Nos études sur les évolutions hydrologiques et morphologiques du Paraná s'inscrivent donc pleinement dans ces thématiques de recherches, mais sur un

[176] Le premier axe cherche à améliorer la description des changements récents et passés dans le bassin de la Plata, le second axe a pour objectif la détermination des tendances passées et futures des événements de faible fréquence, le troisième axe regroupe les questions relatives aux changements climatiques régionaux dans le bassin, et le dernier axes interroge les processus et les évolutions des extrêmes climatiques.

[177] Le premier axe a pour but l'étude des implications socio-économiques, agricoles et d'occupation du sol des prédictions climatiques, et le second s'intéresse aux ressources en eau du bassin.

terrain neuf. En effet, aucune étude ne s'intéresse aux évolutions de l'écoulement du Paraná ou à l'évolution des écosystèmes riverains, thématiques que nous considérons essentielles pour répondre aux grandes problématiques du bassin.

3. Pour s'intégrer dans la recherche prospective visant à déterminer le meilleur chemin à suivre pour l'exploitation, le développement et l'aménagement du fleuve et de son bassin, **nos travaux doivent être affinés et nos résultats quantifiés.** Ainsi, il serait souhaitable de compléter nos recherches par **l'introduction de données quantitatives** dans notre système d'informations géographiques. Pour ce faire, il nous faut géo-référencer les cartes plus récentes en notre possession. Grâce à leur plus grande précision et à leur système de projection moderne, il sera possible de quantifier la mobilité latérale du Paraná dans différents tronçons caractéristiques.

L'introduction des registres hydrologiques des différentes stations de mesure le long du Paraná ainsi que des données météorologiques existantes permettront sans doute de corréler certains changements morphologiques aux changements climatiques survenus dans le bassin. La détermination de la migration latérale du fleuve permettra également de mettre en évidence les points nodaux du système. Ces informations rendront possible l'amélioration du géo-référencement des cartes anciennes. Une analyse plus poussée de l'occupation du sol dans le bassin et dans les territoires riverains du Paraná est également nécessaire pour déterminer et quantifier l'érosion des sols et la fourniture en sédiments des terres proches du fleuve. Il sera ainsi intéressant de se pencher sur les relations complexes qu'entretiennent la société, le climat et le fleuve, en quantifiant autant que possible les forçages anthropiques et/ou physiques.

4. Dans un dernier temps, nous envisageons **la réalisation de schémas de gestion selon des emboîtements d'échelle** répondant à la vulnérabilité des tronçons aux forçages anthropiques et climatiques.

La **prise en compte du système fluvial dans son ensemble et sur le temps long est nécessaire :** l'échelle globale du système doit permettre de remettre dans leur contexte tous les éléments étudiés y compris les travaux réalisés à l'échelle locale. Il s'agit par conséquent d'analyser pas à pas les impacts amont et aval de la modification d'un élément du système. Ces emboîtements d'échelle, s'ils ne sont pas spécifiques aux mégafleuves, doivent toujours composer avec les problèmes de gestion intégrée et de partage de la ressource (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.** p **Erreur ! Signet non defini.**). Du fait de leur taille, les mégafleuves s'écoulent tous dans des **bassins versants partagés** par plusieurs pays souverains dont les relations déterminent en grande partie les modalités de gestion. L'exemple du Mékong est le plus saisissant puisqu'il naît au Tibet oriental pour successivement s'écouler en Chine, servir de frontière entre le Laos, le Myanmar et la Thaïlande avant de couler au Laos et de traverser le Cambodge où

naissent les premiers bras de son delta, qui se prolonge dans le sud du Viêt Nam. Le Paraná n'est pas en reste avec un bassin versant partagé entre cinq pays : l'Argentine et le Brésil, deux pays émergents puissants sur la scène du commerce international : le Paraguay, l'Uruguay et la Bolivie qui dépendent du système fluvial pour assurer leurs exportations par la voie fluviomaritime. Le Paraná ne fait donc pas exception à la **situation géopolitique souvent délicate** induite par la taille des bassins versants des mégafleuves et des très grands fleuves. Les Etats riverains n'ont en effet jamais la même puissance, ni le même pouvoir d'action sur le fleuve et les pays amont peuvent prendre le contrôle sur l'aval ou inversement.

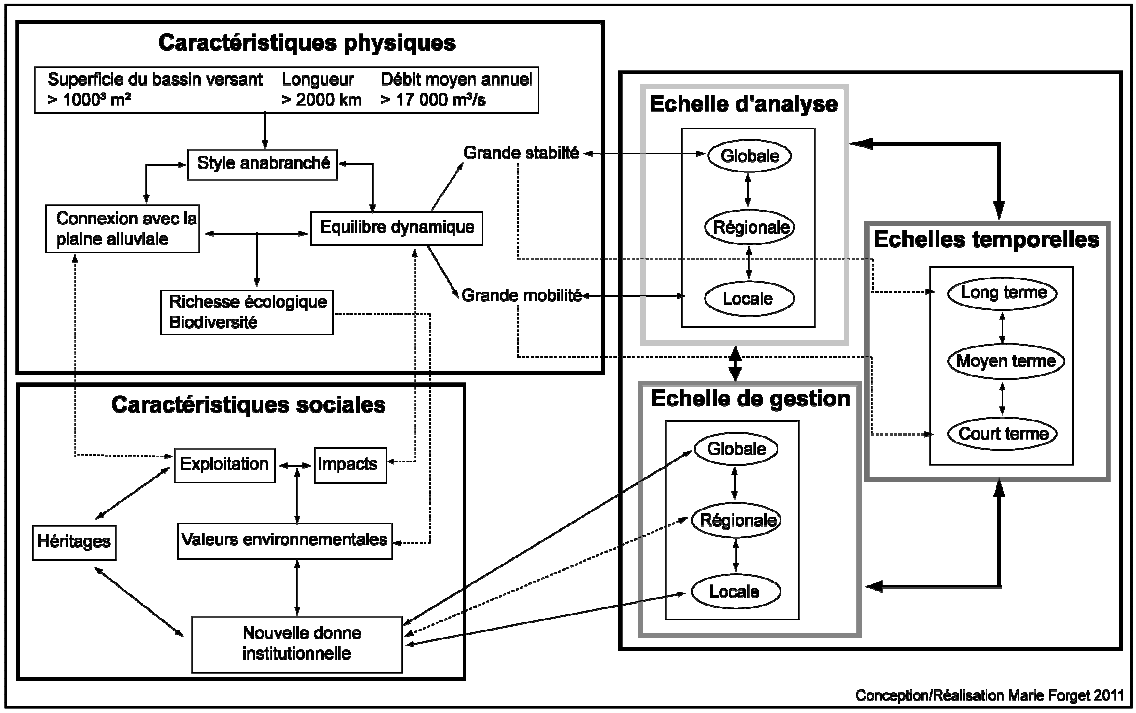


FIGURE 76 SCHEMA DES CARACTERISTIQUES D'UN MEGAFLEUVE ET EMBOÎTEMENT DE SES DIFFERENTES ECHELLES

Les mégafleuves ont longtemps imposé l'organisation de l'espace. Aujourd'hui de nouvelles méthodes de travail en cours d'élaboration permettraient d'articuler les nombreuses échelles, ce qui autoriserait une gestion efficace, respectant l'écologie, la société et l'économie. Un cadre géographique général, celui du bassin versant, inclut les interrelations entre anthroposystème et écosystème. La déclinaison de ces échelles conduit à proposer une sectorisation multicritères du Paraná. Les modalités de gestion prioritaire de chaque tronçon y sont différenciées selon leur degré de vulnérabilité.

La mise en place d'une gestion intégrée oblige à connecter les échelles locales entre elles et à harmoniser les objectifs fixés par les différents acteurs. Le grand défi de la gestion intégrée des mégafleuves réside dans la maîtrise technique de ces changements d'échelle, ce qui constitue un exercice complexe, notamment pour ceux susceptibles d'associer et de rapprocher les données physiques et sociales. En ce sens, le cas du

Paraná est particulièrement intéressant car la société argentine actuelle possède tous les éléments permettant de mettre en place des réseaux articulant les différentes échelles géographiques. Une telle marge de manœuvre est unique car il ne s'agit pas de restaurer un environnement impacté mais de préserver le fonctionnement actuel en mariant la nouvelle donne institutionnelle aux connaissances d'un système naturel qui ne cessent de s'accroître.

En ce qui concerne plus spécifiquement le Paraná, des travaux doivent également être envisagés afin de définir plus exactement les modalités de participation de chaque acteur, d'étudier les structures institutionnelles déjà en place, d'évaluer les simplifications possibles des structures de prise de décision et de mise en application des résolutions prises par les cinq pays du bassin. L'idéal serait de réaliser un travail inventant les bonnes échelles de coopération et d'harmonisation des législations permettant de conserver le continuum fluvial existant et de retrouver un bon état écologique des tronçons déjà perturbés. Ce mode de gestion est aujourd'hui en gestation, mais il n'a pas encore réussi à intégrer les facteurs humains dans le développement du mégafleuve.

Il s'agit toutefois de nuancer les marges de manœuvre dans la gestion et l'exploitation des mégafleuves. Même si ces éléments ne leur sont pas spécifiques, il convient de rappeler que leurs situations sont extrêmement variées et que les bassins humains qui en dépendent ne sont pas du tout homogènes. En effet, si les mégafleuves sud-américains s'écoulent dans des territoires très peu peuplés au regard de la taille de leur bassin versant, cela est bien différent dans le cas du Mississippi (400 millions d'habitants contre 4 millions pour le Paraná par exemple) ou encore le Brahmapoutre (500 millions d'habitants contre 10 millions d'habitants pour l'Amazone). Les pressions s'exerçant sur les mégafleuves sud-américains sont donc nettement moins importantes que celles que connaissent leurs homologues asiatiques. En l'occurrence, le territoire fluvial du Paraná n'est pas encore totalement approprié, l'exploitation de la ressource est loin d'être achevée et il persiste une forte fragmentation du corridor fluvial. Cet inachèvement, tant dans l'exploitation que dans la construction et la connexion des territoires intermédiaires, constitue une des caractéristiques communes aux fleuves du Nouveau Monde tardivement colonisé et représente une chance pour ces derniers. De par sa localisation dans un bassin relativement peu peuplé et par son appropriation et son exploitation tardive, le Paraná peut être considéré comme un mégafleuve du Nouveau Monde sur lequel tout reste à faire cinq cents ans après sa découverte. Le XXIéme siècle ne sera qu'une étape dans la construction territoriale de l'immensité *paranense*.

Références

Articles

Alabyan, A. M. et R. S. Chalov (1998). "Types of rivers patterns and their natural controls", *Earth Surface Processes and Landforms*, vol. 23, p. 467-474

Alexandre, O. (2006). "Lorsque la pénurie fait ressource. Etude géographique de la notion de ressource. L'exemple de la politique de l'eau au Maroc", *GéoCarrefour*, vol. 80, n° 4, p. 263-272

Allen, J. R. L. (1965). "Fining upwards cycles in alluvial successions", *Geology*, vol. 4, p.229 – 239.

Allen, J. R. L. (1965). "A review of the origin and characteristics of recent alluvial sediments", *Sedimentology* vol. 5, p. 89–191.

Alonso, R. L., P. P. Puy et R. J. Batalla (2004). "Efectos hydrogeomorfológicos aguas abajo de embalses", *Revista del Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas* vol. 357, p. 22-29

Alvear, D. d. (1836). "Relación geográfica e histórica de la provincia de Misiones", *Gallica*, 121 p.

Amsler, M. et E. Drago (2007). "A review of suspended sediment budget at the confluence of the Paraná and Paraguay Rivers", *Hydrology Process (in press)*

Amsler, M. L. et C. G. Ramonell (2005). "Morphologic changes in the Paraná river channel (Argentina) in the light of the climate variability during the twentieth century", *Geomorphology* vol. 70, n° 3-4, p. 185-186

Andrews, E. D. (1980). "Effective and bankfull discharges of streams in the Yampa River Basin, Colorado and Wyoming", *Journal Of Hydrology*, vol. 46, p. 311-330

Assine, M. L. et A. Silva (2009). "Contrasting fluvial styles of the Paraguay River in the northwestern border of the Pantanal wetland, Brazil", *Geomorphology* vol. 113, p. 189–199

Astrade, L. et J. Bravard (1999). "Energy gradient and geomorphological processes along a river influenced by neotectonics", *US Geological Survey Professional Paper*, vol. 422, n° 1, 37 p.

Auroi, C. (2009). "Tentatives d'intégration économique et obstacles politiques en Amérique latine dans la seconde moitié du XXe siècle", *Relations Internationales*, vol. 1, n° 137, p. 91-113

Baigun, C., N. Oldani et J. M. Nestler (2005). "Integridad ecológica en los ríos Paraná y Mississippi: trayectorias paralelas o divergentes?" *INSUGEO Miscelánea*, vol. 14, p. 91 - 104

Baker, V. R. (1975). "Floods hazards along the Balcones Escarpment in central Texas,

Alternative approach to their recognition, mapping and management", *University of Texas Bureau*, vol. 75, n° 5, p.1-22

Baker, V. R. (1977). "Stream channels response to flood, with examples from central Texas", *Geologic Society American Bulletin*, vol. 88, p. 1057-1071

Baldi, G. et J. Paruelo (2008). "Land use and land cover dynamics in South American temperate grasslands (1985–2005 period)", *Ecolological Society*, vol. 13, n° 6, p. 287-292

Barberis (1986). "L'exploitation hydro-électrique du Paraná et de l'accord tripartite de 1979", *Annuaire Français de Droit International*, p. 750-779

Barrow, C. (1987). "The environnemental impacts of the Tucurui dam on the Middle and Lower Tocantins river basin, Brazil", *Regulated Rivers: Research & Management*, vol. 1, p. 49-60

Basail, M. A. (1995). "Un proyecto abandonado: Paraná medio", *Revista del mar*, vol. n° 144, p.63-67

Batalla, R. J., C. M. Gomez et M. Kondolf (2004). "Reservoir-induced hydrological changes in the Ebro River basin (NE Spain)", *Journal Of Hydrology*, vol. 290, p. 117-136

Bayley, P. B. (1995). "Understanding large river-floodplain ecosystems", *BioScience*, vol. 45, p. 153-158

Beaujeu-Garnier, J. (1952). "Quelques données nouvelles à propos des massifs anciens ", *Revue de géomorphologie dynamique*, vol. 3, p. 57-77

Beaumont, P. (1978). "Man's impact on river systems: a world wide view", *Area*, vol. 10, p. 38-41

Benasayag, E. M., A. N. Iglesias et A. M. Foschatti (1992). "Corrientes: enclave urbano en el eje fluvial Paraná-Paraguay (1588-1992) apuntes de geografía urbana", *Boletín de la Real Sociedad Geográfica*, vol. 128, p. 237-273

Berri, G. J., M. A. Ghietto et N. O. Garcia (2002). "The influence of ENSO in the flows of the Upper Paraná River of South America over the past 100 years", *Journal of Hydrometeorology*, vol. 3, n° 1, p.57-65

Berzon, M. (1998). "Mercosur Transportation Infrastructure ", *American Shipper*, vol. 42-8, p.28-37

Béthemont, J., H. Andriamahefa, C. Rogers et J. G. Wasson (1996). "Une approche régionale de la typologie morphologique des cours d'eau. Application de la méthode «morphorégions » au bassin de la Loire et perspective pour le bassin du Rhône (France)." *Revue de géographie de Lyon*, vol. 71, n° 4, p. 311-322

Biedenharn, D. et C. R. Thorne (1994). "Magnitude–frequency analysis of sediment transport in the lower Mississippi River", *Regulated Rivers: Research and Management*, vol. 9, p. 237–251.

Binkley, A. (1999). "Against the Grain", *TrafficWorld*, vol. January 11, n° 41, p. 46-54

Blanchon, D. (2006). "La politique de l'eau en Afrique du Sud : le difficile équilibre entre développement durable et valorisation optimale de la ressource", *Développement durable et territoire (on line)*, Dossier 6 : Les territoires de l'eau.

Blanchon, D. et J.-P. Bravard (2007). "La stabilité des formes fluviales de l'Orange, entre variabilité naturelle et impacts des grands barrages (Afrique du Sud)", *Géographie Physique et Quaternaire*, vol. 61, n° 1, p. 21-36

Bolsi, A. et A. M. Foschatti (1990). "La población de Corrientes entre 1588 y 1980", *Demográfica, Revista de Estudios de la Población*, vol. 2, pp. 65-116

Bonetto, A., W. Dioni et C. Pignalberi (1969). "Limnological investigations on biotic communities in the Middle Paraná River Valley", *Verein Limnologia*, vol. 17, p. 1035-1050.

Bonetto, A. et H. Lancelle (1981). "Calidad de las aguas del río Paraná Medio. Principales características físicas y químicas", *Comunicación Científica*, vol. 11, p. 1-22

Bonetto, A. et O. Orfeo (1984). "Caracteres sedimentológicos de la carga en suspensión del río Paraná entre Confluencia y Esquina (Prov. Corrientes)", *Revista de la Asociación de Mineralogía, Petrología y Sedimentología*, vol. 15, n° 3-4, p. 51-61

Bonetto, A., I. R. Wais et G. S. Arquez (1988). "Ecological considerations for river regulation of the Del Plata Basin according to flatland characteristics", *Water International*, vol. 13, p. 2-9

Bonetto, A., I. R. Wais et H. Castello (2006). "The increasing damming of the Paraná basin and its effects on les lower reaches ", *River Research and Applications*, vol. 4, n° 4, p. 333–346

Bosovitch, N. (1997). "Paraná Medio, proyecto de navegación o proyecto hidroeléctrico?" *Geopolítica: una doctrina nacional*, vol. ano XXI, n° 60, p. 51-65

Brandt, S. A. (2000). "Classification of geomorphological effects downstream of dams." *Catena* vol. 40, p. 375–401

Brandt, S. A. (2000). "Prediction of downstream geomorphological changes after dam construction: a stream power approach", *International Journal of Water Resources Development*, vol. 16, n° 3, p. 343-367

Bravard, J. (1989). "Métamorphose des rivières des Alpes françaises à la fin du Moyen Age et à l'époque moderne", *Bulletin de la Société Géographique de Liège*, vol. 25, p. 145-157

Bravard, J.-P. (1998). "Le temps et l'espace dans les systèmes fluviaux, deux dimensions spécifiques de l'approche géomorphologique", *Annales de Géographie*, n°599, p. 3-15

Brice, J. C. (1964). "Channel patterns and terraces of the Loup Rivers in Nebraska. " *U.S. Geological Survey Professional Paper*, vol. 422-D, Washington.

Brierley, G., K. Fryirs, D. Outhet et C. Massey (2002). "Application of the River Styles framework as a basis for river management in New South Wales", *Australian Applied Geogafers*, vol. 22, n° 1, p. 91

Brierley, G. J. (1989). " River planform facies models: the sedimentology of braided, wandering

and meandering reaches of the Squamish River", *British Columbia Sediment. Geol.* , vol. 61, n° 1-2, p. 17– 35

Brookes, A. (1987). "The distribution and management of channelized streams in Denmark", *Regulated Rivers: Research and Management* vol. 1, p. 3-16

Brookes, A. (1995). "Challenges and objectives for geomorphology in UK river management", *Earth Surface Processes and Landforms*, vol. 20, p. 593-610

Brunella, D. (1980). "Energía en la República Argentina ", *Temas trascendentes del sector público, Bolsa de Comercio de Buenos Aires*, p. 45-49

Brussock, P., A. Brown et J. Dixon (1985). "Channel form and stream ecosystem models", *Water Resource Bulletin*, vol. 21, p. 337-352

Bryce, S. A. et S. E. Clarke (1996). "Landscape-level ecological regions: linking state level ecoregion frameworks with stream habitats classifications", *Environmental, Management*, vol. 20, n° 3, p. 297-311

Bucher, E. H. et P. C. Huszar (1995). "Critical environmental costs of the Paraguay–Paraná waterway project", *South America Ecological Economics*, vol. 15, n° 1, p. 3–9

Burge, L. M. (2004). "Testing links between river patterns and in-channel characteristics using MRPP and ANOVA", *Geomorphology*, vol. 63, p. 115-130

Cabrera, A. et G. Dawson (1944). "La selva Marginal de Punta Lara en la ribera argentina del Río de la Plata. " *Revista del Mueso de la Plata*, vol. 5, n° 22, p. 267-377

Cabrera, A. L. (1951). "Territorios fitogeográficos de la República Argentina", *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* vol. 4, n° 1 et 2, p. 21-65

Cailleux, A. et J. Tricart (1956). "Le problème de la classification des faits géomorphologiques", *Annales de géographie*, vol. 65, n° 349, p. 162-186

Camargo (de), S. (1985). "Os novos amigos Brasil e Argentina atravessam a ponte", *Contexto International*, vol. 1, p. 63-80

Camilloni, I. et V. Barros (2000). "The Paraná River response to El Nino 1982-83 and 1997-98 events", *Journal of Hydrometeorology*, vol. 1, p. 412-430

Camilloni, I. et V. Barros (2003). "Extreme discharge events in the Paraná River and their climate forcing", *Journal Of Hydrology*, vol. 278, n° 1-4, p. 94-106

Candeas, A. W. (2006). "Relações Brasil-Argentina: Uma análise dos avanços e recuos", *Disponible sur http://www.caei.com.ar/es/programas/integracion/17.pdf*

Cano, G. J. (1976). "Argentina, Brasil and De la Plate River Basin: A Summary Review of Their Legal Relationship", *Natural Resources Journal*, vol. 16, p. 863- 889

Canziani, G. et R. Ferrati (2006). "The influence of climate and dam construction on the Iberá wetlands, Argentina", *Regional Environment Change*, vol. 6, p. 181-191

Cardoso, A. O. et P. L. Silva Dias (2005). "The relationship between ENSO and Paraná River

flow", *Advance in Geosciences*, vol. 6, p. 189-193

Carrizo, S. C. et S. Velut (2006). "Energie dans le Mercosur: Réseaux transnationaux et logiques nationales", *Hérodote*, 4ème trimestre : Amérique Latine: une nouvelle géopolitique, n° 123, p. 88-106

Carrizo, S. C. et S. Velut (2005). "Nouvelles territorialités en Amérique australe. Activités énergétiques et intégration dans les terres et les mers magellanes", *L'Espace géographique*, vol. 2, pp. 161-175

Carson, M. A. (1984). "The meandering-braided river threshold: a reappraisal", *Journal of Hydrology*, vol. 73, p. 315– 334

Castro, S., A. Borges de Campos, A. Oliveira et C. J. Silva, A. (1999). "The Upper Araguaia basin and the effect of human induced erosion", *Boletim Goiano de Geografia*, vol. 19, n° 1, p. 128-139

Casco, S. L., N. I. Basterra de Chiozzi et J. J. Neiff (2005). "La vegetación como indicador de la geomorfología fluvial", *Revista Brasilera de Geomorfologia*, Ano 6, n° 1, p. 123-136

Castells, M. (2008). "The New Public Sphere: Global Civil Society, Communication Networks, and Global Governance", *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, vol. 616, n° 1, p. 78-93

Caubet, C. (1983). "A geopolítica como teoria das Relações Internacionais: uma avaliação crítica", *Sequência*, vol. 8, p. 55-74.

Ceirano, E., R. Gioria et C. Ercole (1982). "The "Paraná Medio" Hydrodynamic Model and its calibration", *Water International*, vol. 7, p. 82-92

Centro Naval (2000). "Complejo hidroeléctrico de Yacyretá", *Boletín del centro naval*, n° 800, p.705-713

Chang, H. H. (1979). "Minimum stream power and river channel patterns", *Journal of Hydrology*, vol. 41, p. 303–327.

Chien, N. (1984). "Changes in river regime after the construction of upstream reservoirs", *Earth Surface Processes and Landforms*, vol. 10, p. 143-159

Chorley, R. J. (1962). "Geomorphology and general system theory", *USGS Professional Paper*, n° 500B, .pp. 1-10

Church, M. (1995). "Geomorphic response to river flow regulation: case studies and time-scale", *Regulated Rivers: Research and Management*, vol. 11, p. 3-22

Church, M. et D. M. Mark (1980). "On size and scale in geomorphology", *Progress in Physical Geography*, vol. 4, p. 342-390

Cioccale, M. A. (1999). "Climatic fluctuations in the Central Region of Argentina in the last 1000 years", *Quaternary International*, vol. 62, p. 37-45

Clapperton, C. M. (1983). "The glaciation of the Andes." *Quaternary Science Reviews*, vol. 2, p.

83-155

Clos-Arceduc (1962). "L'énigme des portulans, étude sur la projection et le mode de construction des cartes à rumbs du XIVe. et du XVe. siècle: *Bulletin du Comité des Travaux Historiques et Scientifiques*, Section de Géographie, v. 69, p. 215-231.

Coccari, J., M. Valenzuela, E. Sosa et O. Gómez (2006). "Expansion du soja et problèmes environnementaux, au sud de la province de Córdoba (Argentine)", *La Géographie*, vol. 1521, p. 15-37

Cóccaro, J. M., R. P. Desse et M. I. Robiani (2003). "Les territoires de la crise argentine : lecture de géographes", *L'Information géographique*, vol. 4, pp. 289-306

Cóccaro, J. M. et G. I. Maldonado (2009). "Réflexions critiques pour penser le territoire argentin aujourd'hui. Le prétexte du soja", *Norois*, vol. 1, n° 210, p. 43-68

Cohen, B. (1960). "La découverte du Nouveau Monde et la transformation de l'idée de nature", *La Science au XVIème siècle*, p. 193-194

Colletis-Wahl, K. (2002). "Latence et spécification des facteurs de production. Quel rôle dans le développement régional ? " *Revue Canadienne de Sciences Régionales*, vol. 21 n° 1, p. 103-116.

Comisión Directiva del IAE (1996). "La privatización de Yacyretá", *Proyecto Energético*, vol. 39, avril 1996, p. 12-16

Comisión Mixta Argentino-Paraguaya del río Paraná (2005). "Corpus Christi, una opción para el mediano plazo", *Proyecto Energético*, vol. 74, p. 8-11

Cordini, I. (1949). "Contribución al conocimiento de la geología económica de Entre Ríos", *Anales Dirección Geología, Industria y Minería*, vol. 2, 78 p.

Coronel M. Basail (1995). "Un proyecto abandonado: Paraná Medio", *Revista del mar*, Ano XL, n° 141, p. 63-67

Costa, J. E. et J. E. O´Connor (1995). "Geomorphically Effective Floods", *American Geophysical Union*, p. 45-55

Cozar, A., C. M. Garcıa, A. S. Galvez, I. S. Loiselle, L. Bracchini et A. Cognetta (2005). "Remote sensing imagery analysis of the lacustrine system of Iberá wetland (Argentina)", *Ecological Modelling*, vol. 186, n° 1, p. 29-41

Crevaux, J. (1883). "Voyage dans l'Amérique du Sud (1880-81) de MM. Crevaux et Lejanne", *Bulletins de la Société de Géographie de Rochefort*, Tome 1 (1879-1880), p. 241-255

Cushing, C. E., C. D. McIntire, K. W. Cummins, G. W. Minshall, R. C. Petersen, J. R. Sedell et R. L. Vannote (1983). "Relationship among chemical, physical, and biological indices along river continua based on multivariate analyses ", *Archiv für Hydrobiologie*, vol. 98, p. 317-326

Da Rosa, J. E. (1983). "Economics, Politics and Hydroelectric power: the Paraná River Basin", *Latin American Research Review*, vol. 18, n° 3, p. 77-107

Damianovich, A. (1986). "En torno a la antigüedad del privilegio [sic] santafesino de Puerto Preciso", *Revista Junta Provincial de Estudios Históricos de Santa Fe*, n° 56, p. 9-44

Daniel, J. (1971). "Channel movement of meandering Indiana Streams", *US Geologic Survey*, vol. 732A, p. 1-18

D'Antoni, H. (1983). "Pollen analysis of Gruta del Indio." *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula. Balkema, Rotterdam*, vol. 1, p. 83-104

Davis, W. M. (1899). "The geographical cycle", *Geographic Journal*, vol. 14, p. 481-504

Depetris, P., S. Kempe, M. Latif et W. G. Mook (1996). "ENSO-controlled flooding in the Paraná river (1904-1991)", *Naturwissenschaften*, vol. 83, p. 127-129

Depetris, P., J. Probst, A. I. Pasquini et D. M. Gaiero (2003). "The geochemical characterises of the Paraná suspended sediment load: an initial assessment", *Hydrological Processes*, vol. 17, p. 1267-1277

Depettris, C., O. Orfeo et J. J. Neiff (1992). "Atenuación del escurrimiento fluvial por bosques de "aliso"", *Ambiente Subtropical*, vol. 2, p. 33-43

Deslandes, G. (1947). "La doctrine toponymique de l'IGN." *Onomastica*, vol. 1, p. 322-328

Desloges, J. R. et M. Church (1989). "Wandering gravel-bed rivers, Canadian landforms examples", *Canadian Geographers*, vol. 33, n° 4, p.360– 364

Díaz de Hasson, G. (1996). "Implicancias negativas de privatizar Yacyretá", *Coyuntura y desarrollo*, vol. 216 septiembre 1996, p. 9-23

Dinar, S. (2000). "Negotiations and international relations: A framework for hydropolitics", *International Negotiation*, vol. 5, n° 2, p. 375-407

Dinar, S. et A. Dinar (2000). "Negotiating in international watercourses: Diplomacy, conflict and cooperation", *International Negotiation*, vol. 5, n° 2, p. 193-200

Dirección de Informaciones y Estudios Económicos de la Bolsa de Comercio de Rosario (2000). "Los éxitos y problemas de la navegación fluvial", *Hinterland*, vol. 4, n° 73, p.52-65

Dolan, R., A. Howard et A. Gallenson (1974). "Man's impact on the Colorado River in the Grand Canyon", *American scientist*, vol. 62, p. 392–401.

Dorris, F. (1929). "The Yazoo Basin in Mississippi", *Journal of Geography*, vol. 28, p. 72-81

Downs, P. W. (1995). "Estimating the probability of river channel adjustment", *Earth Surface Processes and Landforms*, vol. 20, p. 687-705

Downs, P. W. et C. R. Thorne (1996). "The utility and justification of river reconnaissance surveys", *Transactions of the Institute of British Geographers, New Series* vol. 21, p. 455-468

Drago, E. (1973). "Caracterización de la llanura aluvial del Paraná Medio y de sus superficies de agua", *Boletín Paranense de Geociencas*, vol. 31, p. 32-43

Drago, E. (1977). "Erosión y sedimentación en un tramo del cauce del Río Paraná Medio ",

Revista Geológica Argentina, vol. XXXII, n° 4, p. 277-290

Drago, E. (1984). "Estudios Limnológicos en una sección transversal del Tramo Medio del Río Paraná", *Revista Asociación Ciencias Naturales del Litoral*, vol. 15, p. 1-6

Drago, E. (1990). "Geomorphology of large alluvial rivers: lower Paraguay and middle Paraná", *Interciencia*, vol. 15, p. 378-387

Drago, E. et M. L. Amsler (1981). "Sedimentos suspendidos en el tramo medio del Río Paraná: variaciones temporales e influencia de los principales tributarios", *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral*, vol. 15, p. 1-6

Drago, E., I. Ezcurra de Drago, O. B. Oliveros et A. Paira (2003). "Aquatic habitats, fishes and invertebrate assemblages of the Middle Paraná River ", *Amazoniana*, vol. 14, p. 291-341

Dussouy, G. (2003). "Politique des voies navigables et intégration territoriale du Mecosur et de l'Union Européenne", *Annuaire Français des Relations Internationales* vol. 3, p 51-71

Dynesius, M. et C. Nilsson (194). "Fragmentation and flow regulation of rivers systems in the northern third world", *Science*, vol. 266, n° 5186, p. 753-762

Elachi, C., W. E. Brown, J. B. Cimino, T. Dixon, D. L. Evans, J. P. Ford, R. S. Saunders, C. Breed, H. Masurky, J. F. McCauley, G. Schaber, L. Dellwig, A. England, H. Mac Donald, P. Martin Kaye et F. Sabins (1982). "Shuttle imaging radar experiment", *Science*, vol. 218, p. 996-1003

Elhance, A. P. (2000). "Hydropolitics: Grounds for despair, reasons for hope", *International Negotiation*, vol. 5., n° 2, p. 201-222

Erskine, W. D., N. Terrazzolo et R. F. Warner (1999). "River rehabilitation from the hydrogeomorphic impacts of a large hydro-electric power project: Snowy River, Australia ", *Regulated Rivers: Research and Management*, vol. 15, p. 3-24

Faerman, M. (1998). "O ocaso das fronteiras", *Problemas Brasileiros*, vol. n° 328, p.1-15

Farnsworth, K. L. et J. D. Milliman (2003). "Long-term fluvial sediment delivery to the ocean: effect of climatic and anthropogenic change", *Global Planet. Change*, vol. 39, p. 53-64

Federzoni, L. (2006). "Marco Antonio Pasi a Ferrara. Cartografia e governo del territorio al crepuscolo del Rinascimiento", *Firenze, Istituto Geografico Militare, Rivista L'Universo*, n° Suppl. n° 6, 204 p.

Ferguson, R. et P. Ashworth (1991). "Slope-induced changes in channel character along a gravel-bed stream—the Allt Dubhaig, Scotland", *Earth Surface Processes and Landforms*, vol. 16, n° 1, p. 65-82.

Ferrati, R. et G. A. Canziani (2005). "An analysis of water level dynamics in Esteros del Iberá wetland", *Ecological Modelling*, vol. 186, n° 1, p. 3-15

Fiala, P. (1996). "Ex-Yougoslavie, les noms aussi sont morcelés", *Mots*, vol. 47, p. 144-147

Forget, M.-E. (2009). "Les grands projets hydroélectriques du río Paraná, potentiels et devenir",

GéoCarrefour, vol. 84, n° 1, p. 9-29

Forget, M.-E. (2011). "Le Paraná et les métropoles fluviales de Rosario et de Santa Fe (Argentine)", *Espace géographique*, vol. Numéro Spécial, n° (soumis)

Forget, M.-E. et J.-P. Bravard (2011). "The role of historical sources in the functional representation of a river in the New World. The case of the argentinan Paraná", *Water History* vol. (soumis)

Foulquier, E. (2007). "Le froid, les agrumes et la mer. Logiques de flux, logiques d'espace dans le bassin de la Plata (Argentine,Uruguay)", *Géographie, économie, société*, vol. 9, n° 3, p. 315-327

Fraga, R. M. (2001). "The avifauna of Estancia San Juan Poriahu: check list and some natural history notes", *Cotinga*, vol. 16, p. 81-86

Fraga, R. M., H. Casanas et G. Pugnali (1998). "Natural History and conservation of the endangered Saffron-cowled Blackbird in Argentina", *Bird Conservation International*, vol. 8, p. 255-267

Franceschi, E. A. et J. P. Lewis (1979). "Notas sobre la vegetación del valle santafesino del río Paraná (R.A.)", *Ecosur*, vol. 6, p.55-82

Frenguelli, J. (1920). "Contribución a la geología de la Provincia de Entre Ríos", *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias, Córdoba*, vol. 24, p. 55-256

Frenguelli, J. (1922). "Algunos datos sobre la falla del río Paraná y la estructura de sus labios", *Revista de la Universidad de Buenos Aires* vol. 49 y 50, p. 189-278

Friedman, J. M., W. R. Osterkamp, M. L. Scott et G. T. Auble (1998). "Downstream effects of dams on channel geometry and bottomland vegetation: regional patterns in the Great Plains", *Wetlands*, vol. 18, n° 4, p. 619-633

Frissell, C. A., W. J. Liss, C. E. Warren et M. D. Hurley (1986). "A hierarchical framework for stream habitat classification: viewing stream habitat classification", *Environmental, Management*, vol. 10, p. 199-214

Furlong Cardiff , G. (1937). "Cartografía Jesuítica del Río de La Plata." *Publicaciones Instituto de Investigaciones Históricas* , vol. LXXI, 125 p.

Galat, D. L., H. L. Fredrickson, D. Humburg, K. Bataille et J. Russell Bodie (1998). "Flooding to restore connectivity of regulated, large-river wetlands ", *BioScience*, vol. 48, p. 721-733

Galay, V. J. (1983). "Causes of river bed degradation", *Water Resource Bulletin*, vol. 19, n° 5, p. 1057-1090

Gallois, L. (1892). "Etat de nos connaissances sur l'Amérique du Sud ", *Annales de géographie*, vol. 1, p. 67-81

Gambin, M.-T. (1996). "Des cartes portulans à la formule d'Edward Wright : l'histoire des cartes à rumbs." *Mnémosyne*, vol. 11, IREM Paris VII, 79 p.

Garcia, N. (2004). "Climate variability and change in the Paraná river, Rio de la Plata Basin. part II: Impacts and implications for adaptation", *Journal Of Hydrology*, vol. 287, n° 1-4, p. 252-269

Garcia, N. O. et W. M. Vargas (1996). "The spatial variability of runoff and precipitation in the Rio de la Plata basin", *Hydrological Sciences - Journal des Sciences Hydrologiques*, vol. 41, n° 3, p. 279-299

Gaudron, S. (2003). "La conception de l'État dans les théories d'économie politique internationale", *Document de Travail CEPN - Paris XIII*, vol. 2, p. 1-17

Giblin, B. (2008). "Éditorial", *Hérodote*, vol. 130, n° 3, p. 3-16

Gilman, P., V. Pochat et A. Dinar (2008). "Whither La Plata? Assessing the state of transboundary water resource cooperation in the basin", *Natural Resources Forum*, vol. 32, p. 203-214

Gonçalves, J. B. et M. C. Lyrio (2003). "Aliança estratégica entre Brasil e Argentina: Antecedentes, estado atual e perspectivas", *Dossiê CEBRI*, vol. 2, p. 5-25

González Bernaldo, P. (2005). "Argentine d'Amérique ?" *Outre-Terres* vol. 3, n° 12, p. 79-91

Gopal, B. (1994). "The role of ecotones (transiton zones) in the conservation and management of tropical inland waters", *Mitteilungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, vol. 24, p. 17-25

Gordon, E. et R. K. Meentemeyer (2006). "Effects of dams operation and land use on stream channel morphology and riparian vegetation", *Geomorphology*, vol. 82, p. 412-429

Gore, J. A. et F. D. Shields (1995). "Can large rivers be restored?" *BioScience*, vol. 45, p. 142-152

Gotlieb, C. (2003). "Une enfilade de parcs le long du Paraná ", *Diagonal*, n° 163, p. 52-55

Gottgens, J. F., J. E. Perry, R. H. Fortney, J. E. Meyer, M. Benedict et B. E. Rood (2001). "The Paraguay-Paraná Hidrovía: Protecting the Pantanal with lessons from the past", *Bioscience*, vol. 51, n° 4, p. 301-308

Gouvello, B. d. et J.-M. Fournier (2002). « Résistances locales aux "privatisations" des services de l'eau. Les cas de Tucuman (Argentine) et Cochabamba (Bolivie) », *Autrepart*, n°21

Graf, W. L. (1970). "The geomorphology of the glacial valley cross section", *Arctic and Alpine Research*, vol. 2, n° 4, p. 303-312

Graf, W. L. (1979). "The development of montane arroyos and gullies", *Earth Surface Processes and Landforms*, vol. 4, p. 1-14

Grant, G. E., F. J. Swanson et M. G. Wolman (1990). "Patterns and origins of stepped-bed morphology in high gradient streams, Western Cascades, Oregon", *Geologic Society American Bulletin*, vol. 102, p. 340-352

Grimshaw, D. L. et J. Lewin (1980). "Reservoir effects on sediment yield", *Journal of*

Hydrology, vol. 47, p. 163–171

Guibert, M. (1998). "Les activités agro-exportatrices de la Pampa argentine : une expansion retrouvée", *L'Information géographique*, vol. 62, n° 4, pp. 160-172

Guibert, M. et F. Monié (2009). "Sorriso, capitale du soja dans le centre-ouest brésilien : une ville par et pour les acteurs privés", *Institut de recherche sur la gouverance, IRG*, 4 p.

Gupta, A. (2007). "The Mékong from satellite imagery: A quick look at a large river", *Geomorphology*, vol. 85, p. 259-274

Guyot, J. L., C. H., C. J. et M. Perebra (1990). "Transport de matières dissoutes et particulaires des Andes vers le Rio de La Plata par les tributaires boliviens (rios Pilcomayo et Bermejo) du Rio Paraguay", *Hydrological Sciences*, vol. 35, n° 6, p. 653-665

Hack, J. T. (1960). "Interpretations of Erosional Topography in Humid Temperate Regions", *American Journal of Science* , vol. 258-A, p. 80-97

Hamy, E. T. (1887). "Note sur la mappemonde de Diego Ribero (1529), conservée au Musée de la Propagande de Rome", *Bulletin de géographie historique et descriptive* vol. 1, Paris, E. Leroux, 10 p.

Harding, J. S. et M. J. Winterbourn (1997). "An Ecoregion clasification of the south island, New Zealand", *Journal of Environmental Management*, vol. 51, p.275-287

Hastenrath, S. (1990). "Diagnostic and prediction of anomalous river discharges in Northern South America", *Journal Of Climate*, vol. 3, p. 1080-1096

Henferson, H. F. (1963). "Stability of alluvial channels ", *Transactions of American Society of Civil Engineers*, n° 128, p. 657-686

Herrera, R. et A. Dussell (1992). "Eventos climáticos extremos y ambientes en el Santiago del Estero de la segunda mitad del siglo XVIII." *Andalucía. Proyecto NOA*, vol. 3, p. 7-33

Heusser, C. (1961). "Some comparisons between climatic changes in north-western North America and Patagonia. A", *New York Academic Science.* vol. 95, p. 642 757

Hey, R. D. (1979). " Dynamic process-response model of river channel development", *Earth Surface Processes and Landforms*, vol. 4, p. 59-72

Hey, R. D. et C. R. Thorne (1986). "Stable channels with mobile gravel beds", *Journal of Hydraulic Research*, vol. 112, n° 8, p. 671-689

Hickin, E. J. (1979). "Concave-bank benches on the Squamish River, British Columbia", *Canadian Journal of Earth Sciences* vol. 16, p. 200–203

Hickin, E. J. (1984). "Vegetation and river channel dynamics", *Canadian Geographer* vol. 28, n° 2, p. 111–126

Hickin, E. J. (1986). "Concave-bank benches in the floodplains of Muskwa and Fort Nelson rivers, British Columbia", *The Canadian Geographer* vol. 30 n° 2, p. 111–122.

Hickin, E. J. (1993). "Fluvial facies models: a review of Canadian research", *Progress in*

Physical Geography, vol. 17, n° 2, p. 205–222

Hickin, E. J. et G. C. Nansen (1975). "The character of the channel migration on the Beaton River , NE British Colombia", *Canada Geologic Documents American Bulletin*, vol. 86, p. 487-494

Higgs, G. et G. Petts (1988). "Hydrological changes and river regulation in the UK", *Regulated Rivers: Research and Management*, vol. 2, p. 349-368

Holeman, J. N. (1968). "The sediment yield of major rivers of the World", *Water Ressource Research*, vol. 4, p. 737-747

Holz, R. K., S. M. Baker, J. Sutton et M. M. Penteado-Orellana (1979). "South American river morphology and hydrology", *NASA Special Publication*, vol. 412, n° 2, p. 545-594

Horton, J. (1972). "Management problems in Pheatophyte and Riparian Zones", *Journal of Soil and Water Conservation*, vol. 27, p. 22-28

Horton, R. E. (1945). "Erosional development of streams and their drainage basins. Hydrophysical approach to quantitative geomorphology", *Geologic Society American Bulletin*, vol. 56, n° 3, p. 275-370

Huang, H. Q. et G. Nanson (2007). "Why some alluvial rivers develop an anabranching pattern", *Water Resources Research*, vol. 43, n° 7, 12 p.

Huffines, M. L. (1977). "The Original Manuscript of Ulrich Schmidl: German Conquistador and Chronicler", *The Americas*, vol. 34, n° 2, p. 202-206

Illies, J. et L. Botosaneanu (1963). "Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérés surtout du point de vue faunistique", *Mitteilungen der Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie*, vol. 12, p. 1-57

Imhoff, M. L., L. Bounoua, T. Ricketts, C. Loucks, R. Harris et W. Lawrence (2004). "Global patterns in human consumption of net primary production", *Nature*, vol. 429, p. 870–873

Inman, D. L. et C. E. Nordstrom (1971). " On the tectonic and morphologic classification of coasts", *Journal of Geology*, vol. 79, n° 1, p. 1-21

Iriondo, M. (1973). "Análisis ambiental de la Formación Paraná en su área tipo", *Boletín Asociación Geológica Argentina, Buenos Aires*, vol. 2, n° 1, p.19-24

Iriondo, M. (1975). "Geomorfología y Sedimentología del río Colastiné", *Revista Geológica Argentina* vol. 30, p. 145-155

Iriondo, M. (1987). "Geomorfología y Cuaternario de la Provincia de Santa Fe", *D'Orbignyana*, vol. 4, p. 1-54

Iriondo, M. (1990). "A later Holocene dry period in the Argentine plains", *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula. Balkema, Rotterdam*, vol. 7, p. 197-218.

Iriondo, M. et E. Drago (1972). "Descripción cuantitativa de dos unidades geomorfológicas de la llanura aluvial del Paraná Medio, Argentina", *Revista de la Asociación Geológica*

Argentina, Tome XXVII, n° 2, p. 65-75

Iriondo, M. et D. Krohling (1995). "El Sistema Eólico Pampeano", *Comunicación Museo Provincial Ciencias Naturales Florentino Ameghino*, vol. 5, n° 1, p. 1-68

Iriondo, M. H. et N. O. Garcia (1993). "Climatic variations in the Argentine plains during the last 18,000 years", *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology* vol. 101, p. 209-220

Jan Savat, L. (1975). "Some morphological and hydraulic characteristics of river patterns in the Zaire Basin", *Catena*, vol. 2, p. 161-180

Jansen, J. D. et G. Nanson (2004). "Anabranching and maximum flow efficiency in Magela Creek, northern Australia", *Water Resources Research*, vol. 40 (4), 12 p.

Jerolmack, D. J. et D. Mohrig (2007). "Conditions for branching in depositional rivers", *Geology*, vol. 35, p. 463-466

Juracek, K. E. et F. A. Fitzpatrick (2003). "Limitations and implications of streams classification", *Journal of American Water Resources Association*, vol. 39, n° 3, p. 659-670

Kébabdjian, G. (1996). "Théorie de la stabilité hégémonique ou théorie des régimes? Une formalisation", *Économies et sociétés*, vol. 9, n° 6, p.31-58

Kébabdjian, G. (1998). "La théorie de la régulation face à la problématique des régimes internationaux", *L'Année de la Régulation*, vol. 2, Disponible sur http://www.redcelsofurtado.edu.mx/archivos%20PDF/kabad1.pdf

Kellerhals, R., M. Church (1976). "Classification and analysis of river processes", *Journal of Hydraulics*, vol. 102, p. 813-829

Killeen, T. J. "Una Tormenta Perfecta en la Amazonia", *Advances in Applied Biodiversity Science*, vol. 7, p. 1-11

Kippes, R. d. (2008). "El origen de nuestros ríos", *ConCIENCIA*, vol. 15, n° 19, p. 1-23

Klingeman, P. C., J.-P. Bravard et Y. Giuliani (1994). "Les impacts morphodynamiques sur un cours d'eau soumis à un aménagement hydroélectrique à dérivation: le Rhône en Chautagne: France", *Revue de géographie de Lyon*, vol. 69, n° 1, p. 75-89

Knighton, A. D. et G. C. Nanson (1993). "Anastomosis and the continuum of channel pattern", *Earth Surface Processes and Landforms*, vol. 18, p. 613-625

Kondolf, G. M., M. W. Smeltzer et S. F. Railsback (2001). "Design and performance of a channel reconstruction project in a coastal California gravel-bed stream", *Environmental, Management*, vol. 28, n° 6, p. 761- 776

Koutoujdan, A. (2007). "La hidrovía Paraguay-Paraná: Eje de integración en la Cuenca de la Plata ", *Nuevos escenarios públicos* vol. 1, n° 1, p. 26-31

Krasner, S. D. (1982). "Structural causes and regime consequences: Regimes as intervening variables", *International Organization*, vol. 36, n° 2, p. 185-205

Lacoste, Y. (2001). "Géopolitique de l'eau", *Hérodote*, vol. 102, n° 3, p.3-18

Laguens, A. (1993). "Locational structure of archaeological underground storage pits in northwest Cordoba, Argentina. " *Revista do Museo de Arqueologia e Etnolografia, São Paulo*, vol. 3, p. 17-33

Laguens, A. et M. Bonnin (1987). "Espacio, paisaje y recursos. Estrategias indígenas alternativas y complementarias en la cuenca del Río Copacabana. Sitio el Ranchito.1000 - 1600 d.C." *Publicaciones del Instituto de Antropología, Universidad Nacional de Córdoba*, vol. XLV, p. 159-201

Lane, E. W. (1955). "The importance of the fluvial morphology in hydraulic engineering", *American Society Civil Engineers*, vol. 81, n° 745, p. 1-17

Larras, J. (1977). "Fleuves et rivières non aménagés", *Revue de géographie alpine*, vol. 65, n° 65, p. 228-229

Lasserre, F. (2007). "Conflits hydrauliques et guerres de l'eau: un essai de modélisation", *Revue internationale et stratégique*, vol. 66, n° 2, p. 105-118

Lasserre, J.-C. (1980). "Les rôles géopolitiques du Saint-Laurent", *Cahiers de géographie du Québec*, vol. 24, n° 61, p. 135-144

Lathrop, D. W. (1968). "Aboriginal occupation and changes in river channel on the central Ucayali, Peru", *American Antiquity*, vol. 33, p. 62-79

Latrubesse, E., M. Amsler, R. P. de Morais et S. Aquino (2009). "The geomorphologic response of a large pristine alluvial river to tremendous deforestation in the South American tropics: the case of the Araguai River (Brazil)", *Geomorphology*, vol. 113, n° 3-4, p. 239-252

Latrubesse, E. M. (2008). "Patterns of anabraching channels: The ultimate end-member adjustment of mega rivers", *Geomorphology*, vol. 101, p. 130-145

Latrubesse, E. M., J. Stevaux et R. Sinha (2005). "Tropical rivers", *Geomorphology*, vol. 70, p. 187-206

Lauterbach, D. et A. Ledre (1969). "The influence of reservoir storage on statistical peak flows", *IASH Publication*, vol. 85, p. 821–826.

Lawrence, F. W. et S. B. Upchurch (1982). "Identification of recharge areas using geochemical factor analysis", *Grounwater*, vol. 20, n° 6, p. 680-687

Lecomte, J. (1999). "Réflexions sur la naturalité." *Courrier de l'environnement de l'INRA*, vol. 37, p. 6-10

Ledru, M. P., P. Braga, F. Soubie` s, M. Fournier, L. Martin, K. Suguio et B. Turcq (1996). "The last 50,000 years in Neotropics (Southern Brazil): evolution of vegetation and climate" *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, vol. 123, p. 239-257

Leopold, L. B. et T. J. Maddock (1953). "The hydraulic geometry of stream channels and some physiographic implications", *US Geologic Survey*, vol. 242, p. 1-57

Leopold, L. B. et M. G. Wolman (1957). "Rivers channel patterns-braided, meandering and straight", *US Geological Survey Professional Paper*, vol. 282 B, p. 39-85

Leviller, R. (1927). "Extensión de la Conquista hacia el Sur, II parte." *Nueva crónica de la conquista del Tucumán,* Tome II, p. 47-104.

Lewin, J. et P. A. Brewer (2001). "Predicting channel patterns", *Geomorphology*, vol. 40, n° 3-4, p. 329–339

Lewis, W. M., S. K. Hamilton, M. A. Lasi, M. Rodríguez et J. Saunders (2000). "Ecological determinism on the Orinoco floodplain", *BioScience*, vol. 50, p. 681-592

Lins Ribeiro, G. (1995). "Transnational Capitalism, and Hydropolitics in Argentina: The Yacyretá High Dam. " *American Anthropological Association*, vol. 97, n° 4, p. 836–837

Lopez, H. (2010). "Hidrovía Paraná-Paraguay: ¿Por qué es urgente impulsarla?" *La Nación*,

Lotspeich, F. B. (1980). "Watersheds as the basic ecosystem: this conceptual framework provides a basis for a natural classification system ", *Water Ressource Bulletin*, vol. 16, n° 4, p. 581-586

Lu, X. X. et R. Y. Siew (2005). "Water discharge and sediment flux changes in the Lower Mekong River", *Hydrology and Earth System Sciences* vol. 2, p. 1-39

Lu, X. X. et R. Y. Siew (2006). "Water discharge and sediment flux changes over the past decades in the Lower Mekong River: possible impacts of the Chinese Dams", *Hydrology and Earth System Sciences*, vol. 10, p. 181-195

Mackin, J. H. (1948). "Concept of the Graded River", *Geological Society American Bulletin*, vol. 59, p. 463- 512.

Maeder, E. J. A. (1960). "La ciudad de Corrientes descrita por viajeros y cronistas entre 1750 y 1828", *Nordeste, Revista de la Facultad de Humanidades UNNE, Resistencia*, n° 1, p. 83.112.

Maeder, E. J. A. (1977). "Breve historia del Nordeste Argentino en su relación con el Paraguay y Río Grande do Sul", *Revista de estudios regionales*, vol. 2, p. 2-63

Magilligan, F. J. et K. H. Nislow (2005). "Changes in the hydrologic regime by dams", *Geomorphology*, vol. 71, p. 61-78

Makaske, B. (2001). "Anastomosing rivers: a review of their classification, origin and sedimentary products", *Earth Sciences Reviews* vol. 53, p. 149-196

Mangini, S., H. Prendes, M. Amsler et J. Huespe (2003). "Importancia de la floculación en la sedimentación de la carga de lavado en ambientes del río Paraná. " *Revista Ingeniería Hidráulica en México*, vol. XVIII, p. 55-69

Marcel, G. (1906). "Schuller, Rodolfo R: Geografía física y esférica de las provincias del Paraguay y Misiones Guaraníes, compuesta por don Félix de Azara, capitán de navío de la Real Armada,... año de 1790. Manuscrito de la Biblioteca nacional de Montevideo Luis María Torres: La Geografía física y esférica del Paraguay y Misiones Guaraníes de don Félix de Azara. Examen crítico de su edición", *Journal de la Société des Américanistes*, vol. 3, n° 1, p. 113-117

Margalef, R. (1983). "El proyecto del Paraná medio y su incidencia sobre la ecología regional", *Revista Asociada Ciencias Naturales del Litoral*, vol. 14, p. 29-46

Markgraf, V. (1986). "Palaeoclimas del filtimo Glacial y Post-glacial en los Andes de Argentina. " *Acta Geocriogan.*, vol. 4, p. 93-110.

Marston, R. (2006). "Ecoregions : A geographic advantage in studying environmental change", *AAG Newsletter*, vol. 41, n° 3, p. 5-6

Martin, J. E., E. Reyes, G. P. Kemp, H. Mashriqui et J. Day (2002). "Landscape modelling of the Mississippi Delta", *BioScience*, vol. 52, p. 357-365

Martinez Martin, C. (1997). "Aportaciones cartográficas de D. Félix de Azara sobre el Virreinato del Río de la Plata", *Revista Complutense de Historia de América*, vol. 23, Servicio de Publicaciones, UCM. Madrid, p. 167-192

Martins, D. P. et J. C. Stevaux (2004). "Características hidráulicas e morfológicas do rio Paraná na seção Porto São José", *Revista Ciência e Natura*, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brazil, Edição Especial, p. 117–130.

McCarthy, T. S., W. N. Ellery et I. G. Stanistreet (1992). "Avulsion mechanisms on the Okavango fan, Botswana: the control of a fluvial system by vegetation", *Sedimentology*, vol. 39, p. 779-795

Melià, B. (1995). "Elogio de la lengua guaraní: Contextos para una educación bilingüe en el Paraguay. Asunción, " *CEPAG, Sprachwissenschaft*, vol.5, n°2, p. 15-23

Melton, F. A. (1936). "An empirical classification of floodplains streams", *Geographical Review*, vol. 26, p. 593-609

Mertes, L. (1997). "Documentation and significance of periphereic zone on inundated floodplains", *Water Resource Research*, vol. 33, p. 1749–1762

Meurer, M. (2003). "Análise dos Regimes de Cheias dos Rios Paraná e Ivinhema, na Região de Porto Rico/PR", *Geografia*, vol. 28, n° 2, p. 185–195.

Meurer, M., D. Martins et E. E. Souza Filho (2005). "Dinamica das vazoes reguladas pelas usinas do Puerto Primavera e Rosana, na regiao do Pontal Paranapanema, no periodo de 1999-2003", *Revista Geosul*, vol. 20, n° 40, p. 147-160

Miall, A. D. (1985). "Architectural-element analysis: a new method of facies analysis applied to fluvial deposits." *Earth-Science Reviews*, vol. 22, p. 261-308.

Miall, A. D. (2006). "How do we identify large rivers? And how big is big? " *Sedimentary Geology*, vol. 186, p. 39-50

Mielke, P. W. (1991). "The application of multivariate permutation methods based on distance functions in the earth sciences", *Earth Sciences Reviews*, vol. 31, n° 1, p. 55-71

Miller, J. R. et J. B. Ritter (1996). "An examination of the Rosgen classification of natural rivers", *Catena*, vol. 27, p. 295-299

Milliman, J. D. (1997). "Blessed dams or damned dams?" *Nature*, vol. 386, p. 325-326

Ministerio de Relaçoes Exteriores (1961). "Brasil-Argentina", *Departamento de Impresa Nacional*, p. 61-81

Miro, R. F. (2000). "La marina mercante argentina", *Boletín del centro naval*, vol. 118, n° 800, p. 705-711

Monié, F. et S. Vidal (2006). "Cities, ports, and port cities in the integrated production era", *Revista de Administración Pública*, vol. 40, n° 6, p. 975-995

Montgomery, D. (1999). "Process domains and the river continuum", *Journal of American Water Resources Association*, vol. 35, p. 397-410

Morton, L. S. et G. A. Jalfin (1987). "Análisis de la Formación Ituzaingó en la localidad de Empedrado y alrededores, provincia de Corrientes, Argentina. II. Hallazgo del género Mycetopoda (M.Herbsti nov.sp.) y revisión de la malacofauna asociada con algunas consideraciones paleoecológicas." *FACENA*, vol. 7, p. 207-221.

Nakagawara, Y., R. Pébayle, P. Y. Denis et J. Koechlin (1978). "Le Bassin moyen du Paraná brésilien : l'homme et son milieu", *Centre d'études de géographie tropicale*, 186 p.

Nanson, G. et D. Knighton (1996). "Anabranching rivers: their cause, character and classification", *Earth Surface Processes and Landforms*, vol. 21, p. 217–239

Nanson, G. C. et J. Croke (1992). "A genetic classification of floodplains", *Geomorphology*, vol. 4, p. 459-486

Nanson, G. C. et A. D. Knighton (1996). "Anabranching rivers: their cause, character and classification. " *Earth Surface Processes and Landforms*, vol. 21, p. 217–239

Neiff, J. J. (1975). "Fluctuaciones anuales en la composición fitocenótica y biomasa de la hidrofitia en lagunas isleñas del Paraná Medio", *Ecosur*, vol. 2, p.153-183

Neiff, J. J. (1986). "Las grandes unidades de vegetación y ambiente insular del río Paraná en el tramo Candelaria-Ita Ibaté", *Revista Ciencias Naturales Litoral Santa Fe*, vol. 17, n° 1, p. 7-30

Neiff, J. J. (1990). "Ideas para la interpretación ecológica del Paraná", *Interciencia* vol. 15, n° 6, p. 424-441

Neiff, J. J. (1996). "Large rivers of South America: toward the new approach", *Verein Limnologia*, vol. 26, p. 167-180

Neiff, J. J. et O. Orfeo (2005). "Método para la medición de la conectividad entre procesos hidrológicos y geomorfológicos en ríos entrelazados", *Revista Brasileña de Geomorfologia*, vol 6, n°1, p. 75-83

Neill, C. R. et V. J. Gallay (1967). "Systematic evaluation of river regime", *American Society Civil Engineers J. Waterways Harbour Division*, vol. 93, p. 25-53,

Newson, M., M. J. Clark, D. Sear et A. Brookes (1998). "The geomophological basis for

classifying rivers", *Aquatic Conservation*, vol. 8, p. 415-430

Olivery, J. (1994). "De l'évolution de la puissance des crues des grands cours d'eau intertropicaux d'Afrique depuis deux décennies ", *Revue de géographie alpine*, vol. 12, p. 102-108

Orfeo, O. (1998). "Reconstrucción morfológica y paleohidrológica de un tramo abandonado del río Paraguay inferior (Argentina)", *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, vol. 53, n° 3, p. 348-353.

Orfeo, O. et J. Stevaux (2002). "Hydraulic and morphological characteristics of middle and upper reaches of the Paraná River (Argentina and Brazil)", *Geomorphology*, vol. 44, Geomorphology on large rivers. Special issue 3-4, p. 309-322

Orlowski, L. A., S. A. Schumm et P. W. Mielke (1995). "Reach classifications of the lower Mississippi River", *Geomorphology* vol. 14, n° 3, p. 221-234

Paira, A. et E. Drago (2006). "Genetical, morphological and evolutional relationship of the floodplain lakes in the Middle Paraná River hydrosystem", *Zeitschrift für Geomorphologie*, vol. 145, p. 207-228

Pardé, M. (1930). "Le Régime du Mississippi", *Revue de géographie alpine*, vol. XVIII, p. 583-693

Pardé, M. (1950). " L'Abondance fluviale et les variations saisonnières dans le bassin du Mississippi ", *Annales de géographie*, vol. LIX, n° 315, p. 274-282

Pardé, R. (1940). "Hydrologie du Gange, du Brahmapoutre et de l'Indus", *Revue Géographie Alpine*, vol. XXVIII, n° 2, p. 157-198

Parera, A. F. (2001). "Regreso al Ibera", *Vida Silvestre*, vol. 78, p. 8-17

Pasotti, P. (1953). "Paisajes del litoral", *Anuario del Instituto de Investigaciones Históricas*, vol. 1, p. 3-16

Pellizzetti, B. (1996). "El río Alto Paraná. Su navegación y sus buques", *Boletín del centro naval*, n° 781, p. 299-312

Petts, G. (1979). "Complex response of river channel morphology subsequent to reservoir construction", *Progress in Physical Geography*, vol. 3, p. 329-362

Petts, G. et A. Gurnell (2005). "Dams and geomorphology: research progress and future directions", *Geomorphology*, vol. 71, p. 27-47

Petts, G. E. et A. M. Gurmell (2005). "Dams and geomorphology: research progress and future directions", *Geomorphology* vol. 71, p. 27-47

Phillips, J. D., M. C. Slaterry et Z. A. Musselman (2005). "Channel adjustments of the lower Trinity River, Texas, downstream if Livingstone dam", *Earth Surface Processes and Landforms*, vol. 30, p. 1419-1439

Planchon, O. et K. Rosier (2005). "Variabilité des régimes pluviométriques dans le Nord-Ouest

de l'Argentine : problèmes posés et analyse durant la deuxième moitié du vingtième siècle", *Annales de l'Association Internationale de Climatologie*, vol. 2, p. 55-76

Platts, W. S. (1980). "A plea of fishery habitat classification", *Fisheries*, vol. 5, n° 1, p. 1-6

Poff, N. L., J. D. Allan, M. B. Bain, J. R. Karr, K. L. Prestegaard, B. D. Richter, R. E. Sparks et J. C. Stromberg (1997). "The natural flow regime-A paradigm for river conservation and restoration", *Bioscience*, vol. 47, n° 11, p. 443-459

Politis, G. (1984). "Climatic variations during historical times in eastern Buenos Aires Pampas." *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula. Balkema, Rotterdam*, vol. 2, p. 133-161

Popolizio, E. (1963). "Un problema de Geomorfología Aplicada en la Provincia de Corrientes ", *Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniera y Arquitectura, Universidad Nacional del Litoral, Rosario.*, n° 39, 25 p.

Popolizio, E. (1975). " El seudokarst y su importancia en los estudios hidrológicos del Nordeste Argentino", *Centro de Geociencias Aplicadas. Universidad Nacional do Noroeste Argentino. Resistencia, Chaco, Argentina, ,* Serie C. Investigacion,, n° 1, 14 p.

Popolizio, E. (1977). "Contribución a la geomorfología de la provincia de Corrientes", *Centro de Geociencias Aplicadas. Universidad Nacional do Noroeste Argentino. Resistencia, Chaco, Argentina,*, vol. 7, p. 1-45

Popolizio, E. (1980). "Los antiguos cauces del Paraná de Corrientes a Esquina", *Centro de Geociencias Aplicadas. Universidad Nacional do Noroeste Argentino. Resistencia, Chaco, Argentina,*, vol. 13, n° 6, 12 p.

Popolizio, E. (1997). " Bases Conceptuales y Metodológicas. Resistencia, Chaco, Argentina ", *Geociencias Revista Nordeste. 2da. Epoca. ,* Fac. de Humanidades. UNNE., Serie Investigación y Ensayos.

Popov, I. V. (1964). "Hydromorphological principles of the theory of channel processes and their use in hydrotechnical planning", *Sovietic Hydrology*, vol. 1964, p. 158-195

Potter, P. E. (1978). "Significance and origin of big rivers." *Journal of Geology*, vol. 86, p. 13-33

Pourtier, R. (1990). "Transports et développement au Zaïre", *Afrique contemporaine*, vol.29, n° 153, p. 3-26

Pradeau, C. (2003). "Brésil et cône sud : des frontières entre regnum et dominium", *Cahiers d'Outre-Mer*, vol. 222, p. 125-148

Prat, M.-C., E. Gentile et J.-N. Salomon (1998). "Le Delta du Paraná : aspects naturels et anthropiques", *Travaux du Laboratoire de géographie physique appliquée*, Numéro spécial, n° 123, 123 p.

Prat, M. et J. M. Sayago (2003). "Risques naturels, actions anthropiques et enjeux à San Miguel de Tucuman (Nord-Ouest argentin)", *Les Cahiers d'Outre-Mer*, n° 223

Prats, R. (1980). "Intégration physique et aménagement du territoire dans le bassin de La Plata", *Travaux et mémoires de l'Institut des Hautes Études de l'Amérique latine*, p. 143-173

Prévôt-Schapira, M.-F. (2001). "Buenos Aires, métropolisation et nouvel ordre politique", *Hérodote*, vol. 2, n° 101, pp.122-152.

Prévot-Schapira, M.-F. (2002). "Buenos Aires en los años 90 : metropolización y desigualdades", *Revista latinomamericana de estudios urbanos regionales*, vol. XXVIII, n° 85, pp. 31-50

Prévôt-Schapira, M.-F. (2003). "Argentine, une débâcle fédérale ", *Critique internationale*, n°18, p. 23-32

Prévot-Schapira, M.-F. (2003-2004). "L'Argentine après à la tourmente", *Problèmes d'Amérique latine*, vol. 51

Prieto, M. et R. Herrera (1991). "Las perturbaciones climáticas de fines del siglo XVIII en el área andina. " *Junta de Andalucía, Proyecto NOA*, vol. 1, p. 7-35

Prieto, M. et R. A. Jorba (1990). "Las anomalías climáticas en la Cuenca del Plata y NOA y sus consecuencias socioeconómicas. Siglos XVI-XVII y XVIII", *Revista Argentina de Geografía*, vol. 1, p. 41-103.

Ramonell, C. G., M. Amsler et H. Toniolo (2002). "Shifting modes of the Paraná River thalweg in its middle/lower reach", *Zeitschrift für Geomorphologie*, vol. 129, p. 129-142

Riccardi, C. (1995). "Paleoclimatología Cambio Global", *Academia Nacional de Geografía*, vol. 10, p. 91-126.

Richards, K. S., P. Y. Julien et D. C. Baird (2005). "Statistical analysis of lateral migration of the Rio Grande, New Mexico", *Geomorphology*, vol. 71, p. 139-155

Richter, B. D., J. V. Baumgartner, R. Wiginton et D. P. Braun (1997). "How much water does a river need", *Freshwater Biology*, vol. 37, p. 231-249

Rissoan, J. P. (1983). "Le transport fluvio-maritime et ses conséquences géographiques dans le bassin Rhône-Saône", *Revue de géographie de Lyon*, vol. 58, n° 2, p. 143-157

Rivière d'Arc, H. (2007). "Le « réseau » Amérique latine", *La revue pour l'histoire du CNRS* http://histoire-cnrs.revues.org/4311,

Robertson, A. W., C. R. Mechoso et N. O. Garcia (2001). "Interannual Prediction of the Paraná River", *Geophysical Research Letters* vol. 22, n° 11, p. 4235-4238

Roccatagliata, J. (2008). "La Hidrovía Paraguay-Paraná: Eje de Integración en la Cuenca de la Plata", *Transporte al futuro*, vol. 6, n° 14, p. 8-29

Rocha, P. C. et E. E. Souza Filho (2005). "Interações dinâmicas entreos materiais do leito de um canal secundário com o canal principal no trecho multicanal do alto rio Prana,Brasil", *Revista Basileira de Geomorfologia*, Vol.6, n°1, p. 19-32.

Rocha, P. C., E. E. Souza Filho et O. V. Q. Fernandez (1998). "Aspectos de controle de

descargas efetuado par barramentos no alto rio Paraná", *Boletim Paranense de Geociências*, vol. 46, p. 117-122

Rochette, R. (1965). "La géographie active, d'après P. George, R. Gugliemo, B. Kaiser et Y. Lacoste", *Revue de géographie alpine*, vol. 53, n° 53-3, p. 491-497

Rodríguez, C. A. (2005). "El caso Yacyretá y la Provincia de Corrientes: Evaluación del impacto ambiental de las grandes obras hidráulicas", *La Ley Litoral, Juris*, vol. 9, n° 3, p. 225-235

Rofman, A. (1972). "Aspectos del comportamiento del sistema socioeconómico argentino en el período 1943-1953 y sus efectos a escala espacial", *Revista latina-americana de estudios urbanos y regionales*, vol. 11, p. 41-65

Rofman, A. (1984). "Grandes presas hidroeléctricas y procesos socio-económicos asociados", *Cuadernos del CEUR*, vol. 13, p. 1-82

Rosgen, D. L. (1994). "A classification of natural rivers", *Catena*, vol. 22, p. 169 -199

Rudnick, H. et J. P. Montero (2002). "Second Generation Electricity Reforms in America Latina and the Californian Paradigm", *Journal of Industries, Competition and Trades*, vol. 2, n° 1/2, p. 159-172

Russo, A., R. Ferello et G. Chebli (1979). "Llanura Chaco-Pampeana. II Simposio de Geología Regional Argentina", *Academia Nacional de Ciencias*, vol. I, p. 139-184

Rust, B. R. (1981). "Sedimentation in an arid-zone anastomosing fluvial system: Cooper's Creek, Central Australia", *Journal of Sedimentary Petrology*,vol. 51, p. 745–755.

Salomon, J.-N. (2007)."Le Rio Atuel, un exemple d'aménagement en milieu naturel subaride (Andes de Mendoza, Argentine)", *Cahiers d'Outre-Mer*, vol. 60, n° 239, pp. 301-318

Sanjuan, T. et R. Béreau (2001). "Le barrage des Trois Gorges: entre le pouvoir d'Etat, gigantisme technique et incidences régionales ", *Hérodote*, vol. 3, n° 102, p. 19-56

Santa Cruz, A. (1528). "Yslario general de todas las islas del mundo dirigido a la SCRM del rey don Phelipe nuestro senor por su cosmographo mayor", *Bolletin de la Real Sociedad Geografica*, vol. LXI, Madrid 1918

Savat, J. (1975). "Some morphological and hydraulics characteristics of river-patterns in the Zaire basin", *Catena*, vol. 2, p. 161-180

Sberro, S. (2001). "L'intégration régionale en Amérique latine : le mythe de Sisyphe", *Pouvoirs*, vol. 98, p. 19-61

Schmidt, J. C. et P. Wilcock (2008). "Metrics for assessing the downstream of dams", *Water Resource Research*, vol. 44, p. 1-19

Schmitt, L., G. Maire et J. Humbert (2000). "Typologie hydro géomorphologique des cours d'eau : vers un modèle adapté à la gestion du milieu physique des rivières du versant sud occidental du fossé rhénan." *GéoCarrefour*, vol. 75, p. 347-363

Schumm, S. A. (1963). "Sinuosity of alluvial rivers on the Great Plains", *Geologic Society American Bulletin*, vol. 67, p. 597-696

Schumm, S. A. (1968). "Speculations concerning paleohydraulic controls on terrestrial sedimentation", *Geological Society of America Bulletin*, vol. 79, p. 1573-1588.

Schumm, S. A. (1985). "Patterns of alluvial rivers", *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, vol. 13, p. 5-27

Schumm, S. A., W. D. Erskine et J. Tilleard (1996). "Morphology, hydrology, and evolution of anastomosing Ovens and Kings river, Australia." *Geologic Society American Bulletin*, vol. 108, p. 1212-1224

Schumm, S. A. et H. R. Khan (1972). "Experimental study of channel patterns. " *Geological Society of America Bulletin* vol. 83, p. 1755-1770

Schumm, S. A. et R. W. Lichty (1963). "Channel widening and floodplain construction along Cimarron River in Southwest Kansas", *US Geologic Survey*, vol. 352, p. 71-81

Sear, D., M. Newson et A. Brookes (1995). "Sediment-related river maintenance; le role of fluvial geomorphology", *Earth Surface Processes and Landforms*, vol. 20, p. 229-249

Secretaría de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentación (SAGPyA) (1998). "Capacidad de Almacenaje en Argentina ", *Cosecha 1997/98*

Sherrard, J. J. et W. D. Erskine (1991). "Complex response of sand-bed stream to upstream impoundment", *Regulated Rivers: Research and Management*, vol. 6, p. 53-70

Sili, M. (1998). "La Pampa argentine : un siècle d'évolution et restructurations", *Cahiers d´Outre Mer*, vol. 201, pp. 35-64

Sili, M. (1999). "La fragmentation socio-territoriale. Une nouvelle logique de fonctionnement pour le monde rural. Le cas de la Pampa argentine", *L´Espace géographique*, vol. 4

Silveira, M. (1999). "Imperio de la escala, escala del Imperio", *Revista Universitaria de Geografía, Universidad Nacional del Sur*, vol. 8, n° 1 et 2, p. 105-113

Silveira, M. (2001). "Una situación geográfica : desde la teoría a la historia, de la historia a la teoría", *Estudios Socioterritoriales. Revista de Geografía*, vol. 2, p. 157-167

Simon, A. et P. W. Downs (1995). "An inter-disciplinary approach to evaluation of potential instability in alluvial channels ", *Geomorphology*, vol. 12, p. 215-32

Simon, A., R. E. Thomas, A. Curini et F. D. Shield (2002). "Case study: channel stability of the Missouri River, eastern Montana", *Journal of Hydraulics*, vol. 128, p. 880-890

Smith, D. G. (1986). "Anastomosing river deposits, sedimentation rates and basin subsidence, Magdalena River, northwestern Colombia, South America. " *Sedimentary Geology*, vol. 46, p. 177-196.

Smith, D. G. et N. D. Smith (1980). "Sedimentation in anastomosedriver systems: examples from alluvial valleys near Banff, Alberta", *Journal of Sedimentary Petrology*, vol. 50, n° 1,

p. 157-164

Sparks, R. E., P. B. Bayley, S. L. Kohler et L. L. Osborne (1990). "Disturbance and recovery of large floodplain rivers", *Environmental Management*, vol. 14, p. 699-709

Sternberg, R. (1999). "Energía hidroeléctrica: su futura organización y planificación en América Latina ", *Geopolítica: una doctrina nacional*, vol. 67, n° Ano XXIV, p. 71-78

Stevaux, J., D. Martins et M. Meurer (2008). "Changes in the Paraná River channel introduced by Porto Primavera Dam, Brazil", *Geomorphology*, vol. 20, p. 1-20

Stevaux, J., D. Pinto Martins et M. Meurer (2009). "Changes in a large regulated tropical river: The Paraná River downstream from the Porto Primavera Dam, Brazil", *Geomorphology*, (in press)

Stevaux, J. C. (2000). "Climatic events during the Late Pleistocene and Holocene in the Upper Paraná River: Correlation with NE Argentina and South-Central Brazil", *Quaternary International* vol. 72 p. 73-85

Strahler, A. N. (1950). "Equilibrium theory of erosional slopes approached by frequency distribution analysis", *American Journal of Science*, vol. 248, p. 673-696

Strahler, A. N. (1957). "Quantitative analysis of watershed geomorphology", *Transactions of American Geophysics Union*, vol. 38, p. 913-920

Taillard, C. (2009). "Un exemple réussi de la régionalisation transnationale en Asie orientale: les corridors de la région du Grand Mékong", *Espace géographique*, vol. 1, p. 38, 1-19

Teruggi, M. E. (1955). "Los basaltos tholeíticos de Misiones", *Notas Museo de La Plata*, vol. XVIII n° 70, p. 272-277

Thomas, O. (2009). "La finalización de Yacyretá es un capítulo crucial en la historia de la Argentina y Paraguay", *Revista Petroquímica*, Junio 2010, p. 114-118

Thorne, C. R. (2002). "Geomorphic analysis of large alluvial rivers", *Geomorphology* vol. 44, n° Geomorphology on large rivers. Special issue 3-4, p. 203-219

Thorne, C. R., R. G. Allen et A. Simon (1996). "Geomorphological River Channel Reconnaissance for River Analysis, Engineering and Management", *Transactions of the Institute of British Geographers*, vol. 21, n° 3, p. 469-483

Thornes, J. B. (1991). "Structural instability and ephemeral channel behaviour", *Zeitschrift für Geomorphologie*, vol. 26, p. 233-244

Tibiletti, L., M.-F. Prévôt-Schapira et A. Roig (2006). "Argentine : les « frontières » de la sécurité intérieure » ", *Hérodote*, vol. 4, n° 123, pp. 149-163

Tonni, E. (1985). "The Quaternary climates in the Buenos Aires province through the mammals. " *Acta Geocriogan.*, vol. 1, p. I14-121.

Törnqvist, T. E. (1993). "Holocene alternation of meandering and anastomosing fluvial systems in the Rhine–Meuse delta central Netherlands. controlled by sea-level rise and subsoil

erodibility", *Journal of Sedimentary Petrology*, vol. 63, p. 683–693

Torre Revello, J. (1925). "Los archivos de la República Argentina (noticias anotadas, extractadas y coordinadas, para un ensayo de guía del investigador)", *Boletín del centro de estudios americanistas*, vol. ano XII, n° 95, p. 105-132

Tricart, J. (1959). "Géomorphologie dynamique de la moyenne vallée du Niger Soudan", *Annales de Géographie*, vol. 68, p. 333–343

Tricart, J. (1975). "Variations de l'environnement écologique", *Géocarrefour*, vol. 50, n° 1, p. 5 - 17

Tucci, C. E. M. et R. T. Clarke (1998). "Environmental issue of La Plata Basin. International", *Journal of Water Resources Development* vol. 14, n° 2, p. 157-173

U.S. Department of Transportation, (1997). "U.S. Grain Shippers Losing their Edge", *American Shipper*, vol. 40

Vainer, C. (2003). "Brésil : à l'ombre de light-EDF", *L'Économie Politique*, vol. 2, n° 18, p. 75-85

Vandenberghe, J. (1995). "Timescales, climate and river development", *Quaternary Science Reviews*, vol. 14, p. 631-638

Vandenberghe, J. (2001). "A typology of Pleistocene cold-based rivers", *Quaternary International*, vol. 79, p. 111-121

Vannote, R. L., G. W. Minshall, K. W. Cummins, J. R. Sedell et C. E. Cushing (1980). "The river continuum concept", *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, vol. 37, p. 130-137

Velut, S. (2002). "Argentine, géographie d'une crise", *L'Espace géographique*, vol. 2, pp.175-178

Velut, S. (2004). "L'Argentine, identité nationale et mondialisation", *Annales de géographie*, vol. 113 n° 638-639, p. 489-510

Victor, D. G., V. House et S. Joy (2005.). "A Madisonian Approach to Climate Policy", *Science*, vol. 309,, n° 5742, p.1820-1821

Von Seelstrang, A. (1884). "Die Uferlandschaft des argentinischen Chaco", *Deutsche geographische Blätter*, vol. VI, p. 351-381

Walsh, J. R. (2004). "Major Infrastructure Projects, Biodiversity and the Precautionary Principle: The Case of the Yacyretá Dam and Iberá Marshes", *Review of European Community & International Environmental Law*, vol. 13, n° 1, p. 61-71

Ward, J. V. et J. A. Stanford (2006). "The serial discontinuity concept: Extending the model to floodplain rivers", *Regulated Rivers: Research & Management*, vol. 10, n° 2-4, p.159-168

Wasson, J. G. (1989). "Eléments pour une typologie fonctionnelle des eaux courantes: Revue critique de quelques approches existantes ", *Bulletin d'Ecologie*, vol. 20, n° 2, p. 109-127

Wasson, J. G., A. Chandesris, H. Pella et L. Blanc (2004). "Les hydro-écorégions: une approche fonctionnelle de la typologie des rivières pour la Directive Cadre Européenne sur l'eau", *Ingénieries* vol. 40, p. 3-10

Whiting, P. J. et B. Bradley (1993). "A process-based classification for headwater streams ", *Earth Surface Processes and Landforms*, vol. 18, p. 603-612

Wolman, M. G. (1954). "A method of sampling coarse river-bed material", *Transactions of American Geophysics Union*, vol. 35, p. 951-956

Wolman, M. G. et R. Gerson (1978). "Relative scales of time and effectiveness of climate in watershed geomorphology", *Earth Surface Processes and Landforms*, vol. 3, p. 189-208

Zambrano, J. J. (1974). "Cuencas sedimentarias en el subsuelo de la Provincia de Santa Fe y zonas adyacentes", *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, vol. 29, n° 4, p. 443-469

Zapata Gollan, A. (1942). "El Paraná en los primeros cronistas ", *Publicaciones del Departamento de Estudios Etnográficos y Coloniales* vol. 2, p. 1-46

Zelinsky, W. (1971). "The Hypothesis of the Mobility Transition", *Geographical Review*, vol. 61, n° 2, p. 219-249

Actes de colloques

Alarcón, J., R. Szupiany, M. Montagnini, H. Gaudin, H. Prendes et M. Amsler (2003). "Evaluación del transporte de sedimentos en el tramo medio del río Paraná. " Primer Simposio Regional sobre Hidráulica de Ríos. Buenos Aires, Argentina.

Alcaraz, A. (2004). "El puerto de Posadas y su consolidación como enclave económico : La navegación del río Paraná entre 1880 y 1920". Encuentro de Geohistoria Regional Resistencia, IIGHI-UNNE.

Amiune, J. M. (2005). "La Hidrovía como Proyecto Macro-Logístico". V Congreso Internacional de Transporte de Cargas Buenos Aires.

Amsler, M. (2006). "Evolución de la carga de lavado en el alto Paraná (1968–2004). Incidencia sobre las sedimentaciones en la planicie aluvial del Paraná Medio. " Actas III Congreso Iberoamericano sobre Control de la Erosión y los Sedimentos. Buenos Aires, Argentina.

Amsler, M. et E. Drago (1999). "A review of the suspended sediments budget at the confluence of Paraná and Paraguay Rivers ". Symposium on Hydrological and Geochemical Processes in Large Scale River Basins. Manaus, Brazil.

Amsler, M. et C. G. Ramonell (2003). "Avulsión y Rectificación de Meandros: Consideraciones para su predicción". Primer Simposio Regional Sobre Hidráulicas de Ríos. Santa Fe.

Amsler, M. L. et E. Drago (1999). "A review of the suspended sediment budget at the confluence of the Paraná and Paraguay rivers". Hydrological and geochemical processes in large scale rivers. Manaus, Brazil.

Amsler, M. L. et C. G. Ramonell (2002). "Paraná river channel adjustments to dominant

discharge changes". International Conference on Fluvial Hydraulics. Louvan La Neuve, A.A.Balkema Publication.

Argerich, A. I. (2006). "Photogrammetry and Remote Sensing. Issues about satellite images georeferencing in Argentina, Shaping the Change". XXIII FIG Congress. Munich, Germany, , (October 8-13).

Arocena, J. (2002). "L'avenir des régions et la problématique sociale", Communication à l'Association de Sciences Régionales de Langue Française, Août 2002, Trois-Rivières (Québec).

Avakian, A. B. (1990). "Reservoirs of the World and their environmental impact". International Synopsium. UNEP, Gembloux, Unesco.

Bowler, J. M., E. Stockton et M. J. Walker (1978). "Quaternary stratigraphy of the Darling River near Tilpa, New South Wales". Proceedings of the Royal Society of Victoria Melbourne.

Bravard, J.-P. (2011). "La valorisation de la cartographie historique des rivières d'Europe, de la recherche sur la dynamique des paysages à la gestion des eaux". In L. Federzoni et L.Masotti (Ed.) Il Paesaggio dei Technici. Attualità delle cartografia historica per il governo delle acque. Bologna, Cremona 2008, Ed. Marsilio, Venezia, p 3-19.

Bravard, J.-P., G. Collilieux, M. Desmet, F. Fruchart, O. Motchalova et N. Valé (2008). "Widening by-passed reaches of the Rhone river following sediment deposition, France." Interdisciplinary studies and procedures. IVth ECRR Conference on River Restoration, Italy,. Venice S. Servolo Island, 16-21 June, in press.

Bronstein, P. (2001). "Definición de Calados navegables en el río Paraná con el registro histórico corregido". Anales del Segundo Congreso Argentino de Ingeniería Portuaria. Buenos Aires Asociación Argentina de Ingenieros Portuarios.

Calo, J. C. et M. P. Carrodeguas (2001). "Comercio Exterior e Infraestructura de Transporte". Anales del Segundo Congreso Argentino de Ingeniería Portuaria. Buenos Aires.

Cantfi, M. et S. Degiovanni (1984). "Geomorfología de la región centrosur de la provincia de C6rdoba." Actas 9th Congreso Geología Argentina, Bariloche, vol. 4, p. 76-92.

Cerutti, L. (1996). "La represa de Corpus Christi y otras obras en la cuenca del Plata". Buenos Aires FVSA.

Ciampagna, J. M. (1993). "Sistemas de referencia". Publicación del Seminario de Captación de Datos Satelitales para Aplicación de S.I.G. Departamento de Agrimensura e Instituto Superior de Ingeniería del Transporte. UNC, Córdoba,

Comisión Organizadora (1972). "IIª Jornadas de Historia del Litoral Fluvial Argentino". Paraná Colmegna.

David Rockfeller Center For American Studies (1996). "Hidrovia: Bright Future or Development Nightmare?" International Conference. Cambridge, Massachusetts, Harvard University.

de Pettris, C., H. Rohrmann, A. Ruberto et M. Melnechuk (1998). "Proposition méthodologique pour la démarcation et l'actualisation cartographique de la ligne de berge du Paraná". Anales del XVII Congreso Nacional del Agua de Santa Fe Santa Fe, Argentina,

Depetris, P. J. et J. L. Marchetti (1973). "Análisis del sistema suelos-conductividad-turbiedad en la cuenca del río Paraná Medio". Actas V Congreso Geológico Argentino.

Depettris, C., H. Rohrmann, A. Ruberto et M. Melnechuk (1998). "Propuesta para la demarcación y actualización cartográfica de la línea de ribera fluvial". Anales del XVII Congreso Nacional de Agua. Santa Fe (Argentina).

Drago, E. (1994). "The physical limnology of the river-lake systems of the Paraná River floodplain." Sustaining the Ecological Integrity of Large Floodplain Rivers. Internat. Conference. Univ. of Wisconsin. La Crosse Wl, 12-15 juillet 1994.

Drago, E. et M. Amsler (1988). "Suspended sediment at a cross section of the Middle Paraná River: concentration, granulométry and influence of the main tributaries ". Proceedings of the Porto Alegre Symposium. Porto Alegre, IAHS Publicaciones.

Ferrati, R. M., D. Ruiz Moreno et G. A. Canziani (2000). "Modelos de Balance Hídrico para analizar el cambio de régimen en un Humedal sujeto a perturbaciones antrópicas y climáticas". Edición electrónica de la 6a Conferencia Internacional del Seminario Permanente Ciencia y Tecnología del Agua. Madrid.

Fidalgo, F., F. De Francesco et U. Colado (1973). "Geología superficial en las Hojas Castelli, Cobo y Monasterio (prov. de Buenos Aires)". 5th Congr. Argent. Geol. Carlos Paz, Actas.

Forget, M.-E. et S. C. Carrizo (2010). "La electricidad metropolitana: generación en Buenos Aires e importación desde el Paraná". Colloque annuel de l'Institut des Amériques Paris 22-24 novembre 2010, IDA.

Galay, V. J., R. Kellerhals et D. I. Bray (1973). "Diversity of the rivers in Canada". Fluvial Processes and Sedimentation. Proceedings of Hydrology Synopsium.

Gentili, C. et H. Rimoldi (1979). "Mesopotamia". II Simposio de Geología Regional Argentina. Academia Nacional de Ciencias en Córdoba.

Graf, W. (1979). "Managing Arizona's riparian environements ". Proceedings of the 1979 Summer Conference Phoenix.

Gumuchian, H. (2004). "Entre forme et sens : le territoire comme objet géographique soumis à l’observation". texte proposé en Séminaire d’Equipe du laboratoire Territoires. Le Pradel, CERMOSEM/UMR PACTE 5194.

Gupta, A. (2001). "Remote sensing and environnement evaluation in the Mekong Basin". 22nd Asian Conference on Remote Sensing Singapore, Asian Association on Remote Sensing.

Hajnal, R. D. (1999). "Grain Handling in Argentina: Argentina Remains Competitive in its Storage and Grain Handling System". GEAPS Exchange International Technical Conference and Exposition. USA.

Hallot, E. J., L. Scmitt, J. Mols et F. Petit (2004). "Elaboration d'une typologie hydro-géomorphologique de cours d'eau dans l'Eurorégion Meuse-Rhin". Actes du Colloque Spatialisation et Cartographie en Hydrologie. Nancy, Moselle.

Huespe, J., H. Prendes, M. Amsler et M. Schreider (1997). "Condiciones de navegabilidad hidrovía Paraná Paraguay ". Congreso Internacional Sobre Aguas Buenos Aires.

Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO) (2007). "Resúmenes del Primer Congreso de Historia de la Geología Argentina". Tucumán, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

Iriondo, M. (1990). "The northern Pampa."Loess Stratigraphy and Geomorphology of the Pampas" (Post-symposium field excursion). Int. Symp. Loess, INQUA, Mar del Plata, p. 43-47, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán.

Iriondo, M. (1979). "Origen y evolución del río Paraná". Trabajos presentados a las 2das Jornadas del Paraná Medio. Santa Fe, Argentina,.

Iriondo, M. et E. Scotta (1978). "The evolution of the Paraná river delta. " Proc. Int. Symp. Coastal Evolution in the Quaternary, São Paulo, p. 405-418.

Iriondo, M. (2005). "El complejo litoral en la desembocadura del río Paraná". Geología y recursos minerales de la provincia de Buenos Aires. La Plata Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino.

Jalfin, G. A. (1988). "Formación Ituzaingó (Plio-Pleistoceno) en Empedrado, provincia de Corrientes: un paleorío arenoso entrelazado tipo Platte". II Reunión Argentina de Sedimentología. Buenos Aires.

Junk, W. J. et K. M. Wantzen (2004). "The Flood Pulse Concept: New Aspects, Approaches and Applications - An Update". Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers. Food and agriculture organization of the Unites Nations and the Mekong River Commission.

Kellerhals, R. et M. Church (1989). "The Morphology of Large Alluvial Rivers: Characterization and Management". Proceedings of the International Large River Synopsium. Canadian Special Publication of Fish Aquatic Science.

Latrubesse, E. et C. G. Ramonell (1990). "La Formación Algarrobito-Registro de la Pequefia Edad del Hielo en la provincia de San Luis, Argentina." 2nd Meet. IGCP 281, Quaternary Climates of South America, Medellin, Special Publication.

Lima, D. R., N. A. Campana, M. Amsler, M. I. Schreider et H. E. Gaudin (1990). "Desplazamiento de dunas y carga de fondo en un tramo del río Paraná". Memorias XVI del Congreso Latino-americano de Hidráulica. Montevideo, Uruguay.

Lindermann, S. (2005). "Explaining success and failure in international river basin management – lessons from Southern Africa". Global environment change, globalization, and international security: new challenges for the 21th century. Bonn, Université de Bonn, 9-13

octobre 2005.

Lopez Iglesias, E. (2008). Repower of Old Mississippi River Pushboats at Paraná and Paraguay Rivers. First Pan-American Synopsium on Bargebuilding and Waterways. Montevideo, Uruguay.

Marcovich, E. B. (1975). "Contribución al conocimiento de la geohidrología de la provincia de Santa Fe". Recursos Hídricos de los anales del II Congreso Ibérico-Americano de geología económica Buenos Aires.

Matos, L. d. (1960). "La littérature des découvertes". Vème Colloque d'Histoire maritime: Les aspects internationaux des découvertes océaniques aux XV et XVI ème siècle. Lisbonne, Paris.

Ménanteau, L. (2004). "La valorisation du patrimoine culturel et naturel comme facteur d'intégration transfrontalière : l'exemple du Bas Uruguay (Argentine et Uruguay). " Actes du Colloque international Les intégrations régionales : Quelles dynamiques transfrontalières et transnationales ? Les enseignements du Bassin de la Plata dans le Mercosur. Univ. Toulouse-le-Mirail.

Monié, F. (2011). "Mutations du système portuaire et enjeux du développement territorial dans les villes-ports du Brésil". INRETS – UR SPLOTT, Séminaire EMAR, Vendredi 14 janvier 2011. Paris.

Neiff, J. J. (1977). "Investigaciones ecológicas en el complejo de la laguna Iberá en relación a diversas formas de aprovechamiento hídrico". Seminario sobre Medio Ambiente y Represas. Montevideo OEA, Universidad de la República.

Neiff, J. J., M. Iriondo et R. Carignan (1994). "Large Tropical South American Wetlands: An Overview ". International Workshop on the Ecology Management of Aquatic-Terrestrial Ecotones.

Noizet, H., N. Carcaud et M. Garcin (2004). "Rive droite, rive gauche: la Loire et Tours (XII-XVème siècles)". Fleuves et marais, une histoire au croisement de la nature et de la culture. Sociétés pré-industrielles et milieux fluviaux, lacustres et palustres: pratiques sociales et hydrosystèmes Aix en Provence, Archéologie et histoire de l'art.

Orfeo, O. (1996). "Criterios para la clasificación de barras en grandes ríos entrelazados de llanura subtropical". 6ª Reunión Argentina de Sedimentología, Actas. Bahía Blanca.

Orfeo, O. (1996). "Geomorfología del sistema fluvial Paraguay-Paraná en el área de su confluencia". Actas del Congreso Geológico Argentino.

Orfeo, O. (2000). "Paleoambientes sedimentarios en el noreste de Corrientes." II Taller sobre Sedimentología y Medio Ambiente Buenos Aires, Asociación Argentina de Sedimentología.

Orfeo, O. (2003). "Geología del macrosistema Iberá", Jornadas Iberá un patrimonio nuestro, FACENA (UNNE), Posadas.

Orfeo, O. et C. Patino (1998). "Efectos de la descarga sedimentaria de los ríos Bermejo, Paraguay y Paraná en la sección Corrientes-Resistencia". Reunión de Comunicaciones

Científicas y Técnicas Resistencia, Argentina Secretaría General de Ciencias y Técnica (UNNE).

Padula, E. et A. Mingramm (1968). "Estratigrafía, Distribución y Cuadro Geotectónico-Sedimentario del “Triásico”, ". Subsuelo de la Llanura Chaco-Paranense. Actas Terceras Jornadas Geológicas Argentinas. Buenos Aires, Argentina.

Panarello, H. O. et M. C. Albero (1983). "Abundancia de Tritio, Deuterio y Oxígeno 18 en aguas de lluvia del Gran Buenos Aires ". Actas Coloquio Internacional de Hidrogeología en Grandes Llanuras V:II. Santa Fe, Argentina.

Paoli, C., P. Cacik et J. Bolzicco (1997). "Management of Paraná riverfloods under increasing uncertainty". Conference on Hydrology and Seventh Conference on Climate Variations, Joint Sessions, 77th AMS Annual Meeting. Long Beach, California.

Parody, H. et J. Estruco (1975). "Racionalización del dragado del rio Paraná. Teorías de las mutaciones periódicas." IV Reunión Latinoamericana de Dragado. Buenos Aires.

Peireira, M. S., M. Montagnini, E. D. Cafaro, M. G. Gallego, J. Hernandez et C. G. Ramonell (2009). "Disparidades de Evolución y Transporte Sedimentario en Ensanchamientos Sucesivos del Río Paraná". Cuarto Synopsium sobre Hidráulica de Ríos, Santa Fe, Argentina.

Pereira, A. (2007). "Análisis Multitemporal de la Masa Hídrica de la Cuenca del Rio Paraná en Argentina mediante la utilización de imágenes NOAA y datos gravimétricos GRACE". XV Jornadas de Jóvenes Investigadores Asociación de Universidades Grupo Montevideo (AUGM). Campus de la UNA – Paraguay.

Pereira, M. S., C. G. Ramonell, E. M. Latrubesse et E. D. Cafaro (2009). "Geomorfología y sedimentología de islas simples y compuestas del río Paraná en su tramo medio". Actas del IV Congr. Arg. de Cuaternario y Geomorfología, Res. La Plata, Argentina.

Perez, M. E. (1998). "El puerto de Barranqueras: evolución e importancia de su tráfico de cargas y pasajeros (1878-1946)". Junta de Estudios Históricos y Geográficos. Formosa, Argentina.

Petrere, M. et M. L. Brito de Ribeiro (1994). "Impact of a large tropical Hydroelectric dam. The case of Tucurui in the middle River Tocantins." Acta Limnologica Brasilena, vol. 5, p. 123-134, São Paulo, Brazil.

Piegay, H., O. Barge et N. Landon (1996). "Streamway concept applied to river mobility/human use conflict management ", International Water Resources Association, Rivertech 96: New emerging Concept for rivers, Chicago, USA.

Popolizio, E. (1980). La teledetección como apoyo de la Neotectónica del Nordeste Argentino. Actas XXVI Congreso Internacional de Geología, Sección 11. Paris.

Popolizio, E. (2005). "The Geomorphology and the General Theory of Systems in the fluvial behaviour and the effects of the climatic Change. An example: the Paraná river." IAHS VII Th Scientific Assembly. . Foz de Iguazú Brasil.

Prendes, H. et J. Huespe (1999). "El mantenimiento de calados en el puerto de Diamante. Río

Paraná (Argentina)". IV seminario del comité permanente para el desarrollo y la cooperación. Buenos Aires, Argentina.

Prendes, H., J. Huespe, F. Franco et L. Zanardi (2005). Segundo Simposio sobre Hidráulica de Ríos. Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.

Prendes, H., J. Huespe et S. Mangini (2009). "El mantenimiento del acceso fluvial al Puerto de Barranqueras". Cuarto Simposio sobre Hidráulica de Ríos. Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Santa Fe Argentina.

Rabassa, J., J. Boninsegna, A. Brandani et D. Cobos (1984). "Cronología de la Pequefia Edad del Hielo en los glaciares Rio Manso, y Castafio Overo, Monte Tronador, Rio Negro." 9th Congr. Geol. Argent., Bariloche, Argentina.

Randles, W. G. L. (1961). "Le Nouveau Monde, l'autre monde et la pluralité des mondes". Congresso internacional de História dos descobrimentos. Lisboa, Portugal.

Riveiro, E. D. (2000). "El potencial de la Hidrovía Paraná-Tietê en el escenario del Mercosur". Primer Ciclo de conferencias sobre el Transporte y la Producción. Fundación para el desarrollo de Políticas y Estrategias para el Transporte y la Producción para el Tercer Milenio (FUNDOSMIL). São Paulo, Brasil.

Salman, M. A. (1999). "Partage des eaux du Gange entre l'Inde et le Bangladesh : une analyse du Traité de 1996 ", Cours d'eaux internationaux : renforcer la coopération et gérer les différends : Actes du Séminaire de la Banque mondiale, New York.

Santa Cruz, J. N. (1981). "Bases hidrogeológicas generales de la provincia de Corrientes. " 8° Congreso Geológico Argentino,. San Luis, Argentina.

Schmitt, L., L. Valette, K. Valin, H. Piegay et E. J. Hallot (2004). "Proposition d'une méthode de typologie hydro-géomorphologique des cours d'eau et test sur un sous-bassin du Rhône (Bassin de l'Yzeron)". Actes du Colloque Spatialisation et Cartographie en Hydrologie, Lyon, France.

Silber, M. et S. Vanlesberg (1993). "Elaboración de modelos de pronóstico del Río Paraná". Anales del X Simposio Brasilero de Recursos Hídricos. Granada, RS, Brasil.

Sternberg, H. (1959). "Radiocarbon dating as applied to a problem of Amazonian morphology." Comptes rendus du XVIIIe Congre`s International de Géographie, 1956. Comité National du Brésil, Union Géographique Internationale, Rio de Janeiro, Brasil.

Vinuales, G. M. (1992). "Inventario del patrimonio histórico arquitectónico en el área de afectación del proyecto Paraná Medio". Encuentro de Geohistoria Regional. Resitencia, Argentina.

Zapata, L. et O. Orfeo (2007). "Influencia de la represa de Yacyretá en la concentración de sedimentos suspendidos del bajo Paraná ". Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil. Caxambu - Mato Grosso, Brésil.

Ouvrages

Abou, S. (1993). *Retour au Paraná : chronique de deux villages guaranís* Paris: Hachette, 379 p.

Alberti, J. B. (1852). *Bases y puntos de partida para la organización política de la República Argentina, 2eme édition (1920).* Buenos Aires: Joaquin González, 250 p.

Alberti, J. B. (sans date). *Viajes y descripciones* W. M. Jackson, 4e édition, 248 p.

Albornoz, M. (1997). *Biografía del Paraná* Buenos Aires: El Elefante Blanco, 252 p.

Alvarez, J. (1943). *Historia de Rosario.* Buenos Aires: Imprenta López, 195 p.

Amoros, C. et G. Petts (1993). *Hydrosystèmes fluviaux.* Paris: Masson, 300 p.

Anderson, R. J., N. Dos Santos et H. F. Diaz (1993). *An Analysis of flooding in the Paraná/Paraguay Basin.* Washington: The World Bank. Latin America and the Caribbean Region TD.

Arbo, H. (1939). *Libre navegación de los ríos: Régimen jurídico de los ríos de la Plata, Paraná y Uruguay.* Buenos Aires: El Ateneo, 214 p.

Archivo General de la Provincia (2003). *Santa Fe primera ciudad puerto de la Argentina.* Santa Fe: Bolsa de Comercio de Santa Fe, 227 p.

Arnell, N. (2002). *Hydrology and global environmental change.* Harlow: Prentice Hall-Pearson Education, 364 p.

Arriola, F. (1946). *Historia Argentina, Tercer Año del Ciclo Básico y de las Escuelas.* Buenos Aires: Nacionales de Comercio.

Asseff, A. E. (1980). *Proyección continental de la Argentina : De la geohistoria a la geopolítica nacional.* Buenos Aires: Pleamar, 420 p.

Astrade, L. (2005). *La Saône en crue: dynamique d'un hydrosystème anthropisé.* Lyon: Presses Universitaires de Lyon, 268 p.

Azara, F. d. (1998). *Viaje por la América Meridional.* Buenos Aires: El Elefante Blanco, T.I. y T.II., 490 p.

Baker, V. R., R. C. Kochel et P. C. Patton (1988). *Flood geomorphology* New York: Wiley, 503 p.

Baldassari, E. (1925). *Vías navegables y puertos de la República Argentina.* Buenos Aires: Ministerio de Obras Públicas, 204 p.

Bandeira, M. (1998). *O expansionismo brasileiro e a formação dos Estados na bacia do Prata: da colonização à guerra da Tríplice Aliança* Brasilia: Universidad Nacional de Brasilia.

Barberis (1971). *Ríos y canales navegables internacionales* Buenos Aires UNITAR, 197 p.

Barrier, P. (1989). *La mémoire des fleuves de France.* Paris: Plon, 318 p.

Barrow, C. (1987). *Water Resources and Agricultural Development in the Tropics.* New York.: Longman, 356 p.

Bartholomew, J. G. (1905). *The Saint Lawrence basin and its border-lands, being the story of their discovery, exploration and occupation* London: Lawrence and Bullen, 451 p

Basson, M. S. (1994). *Probabilistic Management of Water Resource and Hydropower Systems, Highlands Ranch (Colo., USA).* Johannesburg: Water Resources Publications, 424 p.

Bavoux, J.-J., F. Beaucire, L. Chapelon et P. Zembri (2005). *Géographie des transports.* Armand Colin, 231 p.

Beck-Bernard, A.-L. M. (1864). *Le Río-Paraná, cinq années de séjour dans la République Argentine.* Paris Grassart, 295 p

Bédard, C. (1966). *Le Régime juridique des Grands Lacs de l'Amérique du Nord et du Saint-Laurent.* Québec: Presses de l'Université Laval, 182 p.

Bernand, C. et S. Gruzinski (1991-1993). *Histoire du Nouveau Monde.* Paris: Fayard, 1. De la découverte à la conquête, une expérience européenne, 768 p

Bernard, N., Y. Bouvet et R.-P. Desse *Géographie de l'Argentine, Approche régionale d'un espace latino-américain*, PUR, Rennes, 191 p.

Berque, A. (2000). *Ecoumène, Introduction à l'étude des milieux humains* Paris: Belin, collection Mappemonde. 272 p.

Bertin, J. (1967). *Sémiologie Graphique. Les diagrammes, les réseaux, les cartes.* Paris, La Haye: Mouton, Gauthier-Villars, 273 p.

Bertonatti, C. et J. Corcuera (2000). *Situación Ambiental Argentina 2000.* Buenos Aires: FVSA, 440 p.

Besançon, J. (1957). *L'Homme et le Nil.* Paris: Gallimard 396 p.

Béthemont, J. (2003). *Les grands fleuves.* Paris: Armand Colin, 255 p.

Biswas, A. K. et I. Juha Uitto (2001). *Sustainable development of the Ganges-Brahmaputra-Meghna basins.* Tokyo: United Nations University Press, 202 p

Blanc, N. et S. Bonin (2008). *Grands barrages et habitants.* Paris: Maison des sciences de l'homme, Ed. Quae, 335 p.

Blanco, D. E. et A. F. Parera (2003). *La inundación silenciosa. El aumento de las aguas en los Esteros del Iberá, la nueva amenaza de la Represa Yacyretá.* Buenos Aires: Fundación Silvestre Argentina, International Rivers Network, 53 p.

Boidin, C. (2011). *Guerre et métissage au Paraguay.* Rennes Presses universitaires de Rennes, 318 p.

Boltanski, L. et L. Thévenot (1991). *De la justification. Les échelles de la grandeur.* Paris: Gallimard, 482 p.

Bonetto, A. (1976). *Calidad de las aguas del río Paraná.* INCYTH-PNUD-ONU, 202 p.

Borja, J., F. Calderon, M. Grossi et S. Penalva (1989). *Descentralización y democracia. Gobiernos locales en América Latina* Buenos Aires, Santiago de Chile, Barcelona CLACSO-SUR-CEUMT.

Bossi, B. (1863). *Viaje pintoresco por los ríos Paraná, Paraguay, San Lorenzo, Cuyabá y el Arino tributario del grande Amazonas con la descripción de la provincia de Mato Grosso bajo su aspecto físico, geográfico, mineralógico y sus producciones naturales.* Paris: Librairie Parisienne, 155 p.

Boubier, M. (1925). *L'Évolution de l'ornithologie.* Paris: Librairie Félix Alcan 308 p

Braudel, F. (1949). *La Méditerranée et le monde méditerranéen à l'époque de Philippe II.* Paris: Armand Colin, 1160 p.

Braudel, F. (1986). *L'identité de la France.* Paris: Artaus Flammarion, 1150 p.

Bravard, J.-P. et F. Petit (2000). *Les cours d'eau.* Paris: Armand Colin 222 p.

Bravet (1768). *Le Paraguai jésuite ou Description succincte des terres dont les jésuites espagnols se sont emparés dans l'Amérique Méridionale...extrait fidellement des Mémoires de sieur Bravet, ingénieur à la Martinique, que ces Pères firent généralissime de leurs troupes dans la guerre contre les Xaraïes, en 1718.* Bibliothèque nationale de France, département Réserve des livres rares, 8-OL-752, 58 p.

Bridge, J. S. (2003). *Rivers and Floodplains: Form, Process, and Sedimentary Record.* Oxford: Blackwell Science, 491 pp.

Broc, N. (1986). *La géographie de la Renaissance*. Paris: Ed. du Comité des Travaux historiques et Scientifiques, 258 p.

Broc, N. (1999). *Dictionnaire illustré des explorateurs et grands voyageurs français du XIXème siècle.* Paris: Ed. CTHS, III, 364 p.

Brown, A. G. (1997). *Alluvial geoarcheology: floodplain archaeology and environmental change.* Cambridge: Cambridge University Press, 401 p.

Cabral, S. (1973). *Presencia del efecto Coriolis en el Río Paraná.* Santa Fe, Argentina

Calasans, J. T. (1996). *Le concept de "ressource naturelle partagée" : application aux ressources en eau : l'exemple de l'Amérique du Sud* Lille: Atelier National de Reproduction des Thèses (ANRT), 463 p

Capdevila, L. (2007). *Une guerre totale: Paraguay,1864-1870.* Rennes Presses Universitaires de Rennes, 510 p.

Carnevali, R. (1994). "Fitogeografía de Corrientes. " *Gobierno de la Provincia de Corrientes-INTA*, Corrientes, 324 p.

Carbonell de Massy, R. et N. Levinton (2010). *Un pueblo llamado Jesus.* Asunción, Paraguay: Fundación Paracuaria Missionsprokur, 95 p.

Carpenter, K. E. (1928). *Life in inland waters with special reference to animals.* London:

Sidgwick and Jackson, 267 p.

Carretoni, J. (1998). *De Frondizi a Alfonsin. El BID, Yacyretá.* Buenos Aires La Constituyentes, 481 p.

Carroué, L. (2004). *Géographie de la mondialisation.* Armand Colin, 254 p.

Casella, A. et F. Freyre (1975). *La Energética y el Desarrollo. La Cuenca Del Plata.* Buenos Aires Cuenca Ediciones, 315 p.

Castellanos, A. (1959). *Historia Hidrogeológica del Río Corriente.* Rosario: Facultad de Filosofía y Letras . Universidad Nacional del Litoral, 27 p.

Castellanos, A. (1965). *Estudio fisiográfico de la provincia de Corrientes.* Instituto de Fisiografía y Geología (Universidad Nacional del Litoral), Publicaciones, 49, 222 p.

Caubet, C. (1991). *As grandes manobras de Itaipu : energia, diplomacia e direito na bacia do Prata.* . São Paulo: Editora Acadêmica, 385 p.

Chauprade, A. et C. Chauprade (2007). *Géopolitique : Constantes et changements dans l'histoire.* Paris: Ellipses, 1104 p.

Chevrier, L. (1959). *La Voie maritime du Saint-Laurent.* Ottawa: Department of Mines and Technical Surveys, 94 p.

Chorley, R. J. et B. A. Kennedy (1971). *Physical Geography: a System Approach.* London: Prentice Hall, 370 p.

COINHI (Consorcio Integración Hidrovía) (2004). *Plan de Gestión Ambiental y Planes y Programas Conexos.* Buenos Aires: COINHI, vol.9, 386 p.

Collin-Delavaud, A. et J. Neffa (1994). *L'Argentine à l'aube du troisième millénaire*. Paris: IHEAL Éditions, 239 p.

Comisión Mixta Argentino-Paraguaya del río Paraná (1992). *Aprovechamiento energético del Río Paraná, Documentos y Tratados.* Buenos Aires COMIP, 211 p.

Comisión Mixta Argentino-Paraguaya del río Paraná (1994). *La fauna Ictica del río Paraná* Buenos Aires COMIP, 256 p.

Commission Mondiale sur l'Environnement et le Développement (1988). *Notre avenir à tous.* Montréal: Les Editions du Fleuve, 432 p.

Conac, F. (1996). *Barrages internationaux et coopération.* Paris: Karthala, 377 p.

CONADE Consejo Nacional de Desarrollo Sector Transporte y Comunicaciones (1965). *Informe sobre el plan de transporte por agua.* Buenos Aires: 1, 205 p.

Conseil National de Géographie (1958). *Rivers and Mountains of India.* New Delhi: Manjusri Publishing House.

Courteville, R. d., Mme (1931). *De l'Argentine à l'Amazone par la forêt vierge : 20 000 kilomètres de fleuves inconnus et de terres mystérieuses.* Paris: Fasquelle, 184 p.

Coutel, C., B. Gain et M. Hearn (2007). *La "vieille Europe" et l'Amérique.* Arras: Artois Presses Université, 117 p.

Crastre, F. (1911). *A travers l'Argentine moderne.* Paris: Hachette, 187 p.

Creighton, D. G. (1956). *The Empire of the Saint Lawrence.* Toronto: MacMillan, 441 p.

Cupp, C. E. (1989). *Stream corridor classification for forested lands of Washington.* Olympia, Washington: Washington Forest Protection Association, 24 p.

Dainville, F. d. (2002). *Le langage des géographes : termes, signes, couleurs des cartes anciennes, 1500-1800.* Paris: A. et J. Picard, 384 p

Damien, M.-M. (1997). *Les transports fluviaux.* Paris: PUF, n° 494,

Damien, M.-M. (2009). *Transport et logistique.* Paris: Dunod, 597 p.

Davidson, H. (1882). *Informe de una expedición al Alto Paraná para estudiar las mejoras necesarias en el Salto Grande de Apipé, agosto y septiembre de 1882.* Buenos Aires: La Pampa, 61 p.

de Blij, H. J. et P. O. Muller (1993). *Physical Geography: The Global Environment.* New York: Wiley, 576 p.

de Meira Mattos, C. (1971). *Projeçao Mundial do Brasil.* São Paulo: Grafica Lead Ltda, 142 p.

de Nigel, S., C. Rodley et N. Ronning (1974). *International Law in the Western Hemisphere.* New York Brill, 136 p.

de Planhol, X. (1988). *La géographie historique de France.* Paris: Fayard, 635 p.

Denis, P. (1920*). La République Argentine. La mise en valeur du pays*. Paris: Armand Colin, 303 p.

Département de la coopération technique pour le développement Nations Unies (1988). *Aspects institutionnels de la gestion des bassins fluviaux internationaux [Texte imprimé] : considérations financières et contractuelles / Département de la coopération pour le développement.* New York: Nations Unies, 130 p.

Depettris, C. (1981). *Generación y procesamiento de información hidrométrica.* Convenios Bakos Submeridionales. CFI/Prov. Chaco, 22 p.

Desarrollos Editoriales S.A (2008). *Anuario Portuario y Marítimo de los Puertos Argentinos y del Mercosur.* Desarrollos Editoriales S.A, 568 p.

Desse, R.-P. (2001). *L'Argentine, Approche régionale d'un espace latino-américain.* Rennes: Editions des PUR, 191 p.

Devoto, G. A. (2006). *Hydroelectric power and development in Argentina*, Buenos Aires, 5 p.

Dezert, B. et G. Wackermann (1991). *La nouvelle organisation internationale des échanges.* Paris: SEDES, 234 p.

Di Méo, G. (1998). *Géographie sociale et territoires.* Paris: Éditions Nathan, 320 p.

Dion, R. (1934). *Essai sur la formation du paysage rural français* Tours: Arrauït, 162 p

Dionne, N.-E. (1891). *La Nouvelle France de Cartier à Champlain 1540-1603.* 210 p.

Dirección General de Navegación e Hidrografía (1954). *Derrotero argentino.* Buenos Aires: Ministerio de la Marina, Parte IV Ríos Paraná, Paraguay y Uruguay, 215 p.

Dollfus, J. (1960). *L'Homme et le Rhin.* Paris: NRF - Gallimard, 399 p.

Dollfus, O. (1978). *L'analyse géographique.* Paris: 54 p.

Donne, J. (1929). *Complete Poetry and selected prose*. Londres: J.Hayward, 640 p.

Doratioto, F. (2002). *Maldita guerra, nova história da Guerra do Paraguai*. São Paulo: Companhia das Letras, 656 p.

d'Orbigny, A. (1835-1847). *Voyage dans l'Amérique méridionale (le Brésil, la République orientale de l'Uruguay...), exécuté dans les années 1826, 1827 et 1833.* . Paris: Pitois-Levrault ; Strasbourg : Levrault, 1345 p.

d'Orbigny, A. (1845). *Fragment d'un voyage au centre de l'Amérique méridionale: contenant des considérations sur la navigation de l'Amazone et de la Plata et sur les anciennes missions des provinces de Chisuitos et de Moxos (Bolivia)* Paris P. Bertrand Strasbourg , Vve Levrault, 584 p.

d'Orbigny, A. (1853). *Voyage dans les deux Amériques : augmenté de renseignements exacts jusqu'en 1853 sur les différents états du Nouveau monde.* Paris: Nouv. Ed Furne, 615 p

Dunnes, T. et L. B. Leopold (1978). *Water in Environnemental Planning.* San Fransisco, CA: Freeman, 818 pp.

Durand-Dastès, F. (1997). *Géographie de l'Inde.* Paris: Que Sais-je ? n°1184, 5°édition, P.U.F, 126 p.

Durme, V. (1959). *Correspondance Mercatorienne: Lettre à A. Perrenot du 23 février 1546.* Anvers: De Nederlandsche Boekhandel.

Duviols, J. P. (1978). *Voyageurs français en Amérique: colonies espagnoles et portugaises*, Paris : Bordas, 272 p.

Duviols, J.-P. (1986). *L'Amérique espagnole vue et rêvée.* Paris: Promodis, 489 p.

Eaton, D. J. (1992). *The Ganges-Brahmaputra Basin : water resource cooperation between Nepal, India and Bangladesh.* Austin: Lyndon B. Johnson School of Public Affairs, University of Texas, 107 p

EDESUR (2002). *Luces Argentinas, Una historia de la electricidad en Nuestro País* Buenos Aires Ediciones EDESUR, 52 p.

Ellet, C. (1853). *The Mississippi and Ohio Rivers.* Philadelphia: Lippincott Grambo, and Co.

Engstrand, I. W. (1981). *Spanish Scientists in the New World : the Eighteenth Century Expeditions*. Washington: Univ. of Washington Press, 220 p.

Ensick, O. L. (1965). *El río Paraná en nuestra historia, combates y operaciones militares en sus aguas 180-1821*. Buenos Aires: Secretaria de Estado de Marina, 11 p.

Ensick, O. L. (1978). *La navegación regular sobre el río Paraná.* Buenos Aires: Instituto Histórico de la Organización Nacional, 115 p.

Federal Environmental Assessment Review Office FEARO (1978). *Ecological land survey guidelines for environmental impact analysis.*: Lands Directorate Environment Canada, 42 p.

FICH (1989). *Estudio hidro-sedimentológico del río Paraná en los pasos de navegación Tacuani y Tragadero, Primer informe técnico de avance*. Santa Fe: Facultad de Ingeniería y de Ciencias Hídricas, Universidad Nacional del Litoral, 254 p.

Fisk, H. N. (1944). *Geological investigation of the alluvial valley of the lower Mississippi*, Mississippi River Commission, U.S. Army Corps of Engineers, Vicksburg, 78 p.

Fisk, H. N. (1947). *Fine-grained alluvial deposits and their effects on Mississippi River activity*, Mississippi River Commission, U.S. Army Corps of Engineers, Vicksburg, 82 p.

Foucher, M. (1994). *Fronts et frontières. Un tour du monde géopolitique*. Paris: Fayard, 691 p.

Fradkin, P. (1981). *A River, No more: the Colorado river and the West.* New York: Alfred Knopf, 360 p.

Fuchini Meija, M. C. (1981). *Corpus-Itaipú : Una solución armónica : Análisis hidrológico.* Buenos Aires: Oikos Asociación para la Promoción de los Estudios Territoriales y Ambientales, 110 p.

Gaignard, R. (1979). *L'Argentine*. Paris: Gallimard

Gallais, J. (1967). *Le Delta intérieur du Niger et ses bordures, étude morphologique*. Mémoires et documents, nouvelle série 3, Centre National de la Recherche Scientifique, Paris. 154 p.

Gallois, L. (1890). *Les géographes allemands de la Renaissance.* Paris: E. Leroux, 266 p.

George, P., R. Guglielmo, B. Kayser et Y. Lacoste (1964). *La géographie active.* Paris: P.U.F., 395 p.

Giardinelli, M. (1997). *Padre río. Cuentos y poemas del río Paraná.* Buenos Aires: Instituto Movilizador de Fondos Cooperativos, 126 p.

Gillespie, A. (1818). *Gleanings and Remarks: collected during many months of residence in Buenos Aires and within the upper country*. Leeds: Kessinger Publishing, 346 p.

Giret, A. (2007). *Hydrologie fluviale.* Paris Ellipses, 262 p.

Glazebrook, G. P. (1964). *A History of Transportation in Canada*. Toronto: Carleton University Press, 293 p.

Global Ports (2010). *Anuario Portuario y Marítimo.* Buenos Aires: Prefectura Naval Argentina, 331 p.

Goh, E. (2007). *Developing the Mekong : regionalism and regional security in China-Southeast Asian relations.* Abingdon: Routledge, 71 p

Golbery do Couto e Silva (1967). *Geopolítica do Brasil e Conjuntura política nacional o poder executivo.* Rio de Janeiro: Livraria Jose Olympio, 273 p.

González Climent, A. (1954). *El cabotaje en la Argentina.* Buenos Aires: Ciencias Económicas, 169 p.

González Climent, A. (1988). *Sus vidas, sus obras, sus barcos.* Buenos Aires: Imprenta de Los Buenos Ayres, 287 p.

Gouvello, B. d. (2001). *Les services d'eau et d'assainissement en Argentine à l'heure libérale. La mondialisation des « modèles » à l'épreuve du territoire.* Paris: L'Harmattan

Graf, W. L. (1985). *The Colorado River, Instability and Basin Management.* Washington DC: Association of American Geographers, 86 p.

Grataloup, C. (1996). *Lieux d'histoire, essai de géohistoire.* Paris: GIP Reclus, 200 p.

Gravatt, P. (2005). *Le Nouveau monde et le Vieux monde : trois représentations originales de l'Amérique à la fin du XIe [i.e. XVIe] siècle* Paris Budapest Kinshasa: l'Harmattan, 184 p.

Gravelius, H. (1914). *Grundriss des gesamten Gewässerkunde. Band 1: Flusskunde.* Berlin: Goschën, 179 p.

Greene, G. (1975). *Le consul honoraire.* Paris: Librairie Générale Française (LGF), 414 p.

Guibert, M., S. C. Carrizo, P. Ligrone, B. Mallard, L. Ménanteau et G. Uribe (2009). *Le Rio de la Plata.* Toulouse: Presses Universitaire du Mirail, 545 p.

Guilcher, A. (1979). *Précis d'hydrologie marine et continentale.* Paris: Masson, 344 p.

Gupta, A. (2007). *Large Rivers: Geomorphology and Management.* New York: John Wiley & Sons, 661 p.

Gusdorf, G. (1960). *Introduction aux sciences humaines. Essai critique sur leurs origines et leur développement* Paris: Les Belles Lettres, 522 p.

Halcrow, S. W. (1994). *Estudio de regulación del valle aluvial de los ríos Paraná, Paraguay y Uruguay para el control de las inundaciones.* Buenos Aires, Argentina: Sir William Halcrow, Av. LN ALem 884, piso 3 oficina 310, Anexe B: Hidrología, 151 p.

Halpren, J. M., J. A. Hafner et W. Haney (1990). *Mekong Basin Development : Laos and Thailand.* Christiansburg, Dalley Book Service, 354 p.

Harley, J. B. et D. Woodward (1998). *The History of Cartography : Cartography in the Traditional African, American, Arctic, Australian, and Pacific Societies.*: Chicago and London: University of Chicago Press, Volume 2, 599 p.

Harley, J. B. et D. Woodward (2005). *The History of Cartography: Cartography in the Nineteenth Century.* Chicago and London: University of Chicago Press, Volume 5, 599 p.

Harpur, J. et J. Westwood (1991). *Les hauts lieux mythiques* Paris: Nathan, 238 p.

Haubert, M. (1986). *La vie quotidienne des indiens et des Jésuites du Paraguay au temps des missions.* Paris: Hachette, 310 p.

Herrera, L. A. (1920). *La clausura de los ríos : La diplomacia oriental en el Paraguay*. Montevideo: 4 p.

Hills, T. L. (1959). *The Saint Lawrence Seaway*. Londres: Frederick A. Praeger, 157 p.

Hinchliff, T. W. (1863). *South American sketches: or, A visit to Rio Janeiro, the Organ Mountains, La Plata, and the Paraná*. Longman, Green, Longman, Roberts, & Green, 414 p.

Honour, H. (1976). *L'Amérique vue par l'Europe; exposition organisée par le Cleveland museum of art avec la collaboration de la National gallery of art, Washington et de la réunion des musées nationaux*. Paris, Grand Palais: Éditions des Musées nationaux, 345 p.

Hooke, J. M. et J. P. Kaine (1982). *Historical changes in the physical environnement: a guide to sources and techniques*. London: Butterworth, 236 p.

Huntington, E. (1914). *The Climatic factor as illustrated in Arid America*. Washington DC: Carnegie Institution of Washington, 341 p.

Iriondo, M. (1991). *El Holoceno en el Litoral*. . Santa Fe: Mus. Ameghino, Publ. Espec., , 40 p.

Iriondo, M., J. Paggi et M. Parma (2007). *The Middle Paraná River: limnology of a subtropical wetland*. Berlin: Springer, 382 p.

Isabelle, A. (1835). *Voyage à Buenos Ayres et à Porto Allegre*. Le Havre: .Imprimerie J. Morlent, 618 p.

Jackson, T. H. et D. O. Elliott (1932). *The improvement of the Lower Mississippi River for Flood Control and Navigation*. Vicksburg, Mississippi: War Department, Corps of Engineers U.S.Army, 331 p.

Jacob, C. (1992). *L'Empire des cartes* Paris: Albin Michel, 537 p.

Jansen, P. P., L. Van Bendegom, J. Van den Berg, M. De Vries et A. Zanen (1979). *Principles of River Engineering- The non tidal alluvial rivers*. London: Pitman Publishing Limited, 509 p.

Kalpakian, J. (2004). *Identity, conflict and cooperation in international river systems* Aldershot Ashgate, 213 p.

Kandell, J. L. (1984). *Passage Through El Dorado* New York: William Morrow and Company, 312 p.

Keeling, G. (1997). *Contemporary Argentina: a geographical perspective*. Westview: Boulder, 349 p.

Kirchheimer, J. G. (1987). *Voyageurs francophones en Amérique hispanique au cours du XIX° siècle. Répertoire bio-bibliographique*. Paris Bibliothèque Nationale, 140 p.

Knighton, A. D. (1984). *Fluvial forms and processes*. London: Arnold,

Kondolf, M. et H. Piegay (2005). *Tools in Fluvial Geomorphology*. Chichester: John Wiley and sons, 696 p.

Kroeber, C. (1957). *La navegación de los ríos en la historia argentina 1794-1860*. Buenos

Aires: Paidos, 154 p.

Laborde Pédelahore, P. d. (2000). *Alcide d'Orbigny : à la découverte des nouvelles républiques sud-américaines* Biarritz (Pyrénées-Atlantiques): Atlantica, 400 p.

Laborie, J.-C. et A. Lima (1998). *La mission jésuite du Brésil : lettres & autres documents (1549-1570)* Paris: Chandeigne, 350 p.

Lacombe, R. (1993). *Guaranis et Jésuites : un combat pour la liberté, 1610-1707* Paris: Société d'ethnographie, Karthala, 301 p.

Laissus, Y., J. A. Amaya, M. Bajon et J. Baudry de Vaux (2006). *Les naturalistes français en Amérique du Sud - XVIe-XIXe siècles.* Paris: CTHS, 341 p

Larras, J. (1972). *Prévision et prédétermination des étiages et des crues.* Paris: Eyrolles, 258 p.

Lasserre, J.-C. (1980). *Le Saint Laurent, grande porte de l'Amérique.* Lyon: Presses Universitaires de Lyon, 741 p.

Lasserre, J.-C. (2003). *L'eau, enjeu mondial : géopolitique du partage de l'eau : essai* Paris: Serpent à Plumes, 233 p.

Lavergne, R. (1996). *Intégration et coopération régionales en Afrique de l'Ouest.* Paris: Khartala, 406 p.

Lefebvre, H. (1984). *La producción del espacio.* Barcelona: Ed. Anthropos, 485 p.

Lefort, C. (2005). *Sauvages et sauvagerie.* Paris Encyclopædia Universalis S.A.

Lejeune, D. (1993). *Les sociétés de géographie en France et l'expansion coloniale au XIXe siècle.* Paris: Albin Michel, 240 p.

Leopold, L. B., M. G. Wolman et J. P. Miller (1964). *Fluvial processes in geomorphology.* San Fransisco, CA: Freeman, 522p.

Levinton, N. (2010). *Yacyretá, el fin de la historia. La influencia de los gobiernos argentinos y paraguayos en el tratado, en el proyecto y en la construcción.* Buenos Aires: Contratiempo Ediciones 400 p.

Levinton, N. (2007). *Yacyretá, una nueva significación.* Buenos Aires Entidad Binacional Yacyretá, 283 p.

Levinton, N. (2008). *La arquitectura Jesuítico-Guaraní. Una experiencia de interacción cultural.* Buenos Aires Fundación Paracuria Missionsprokur, 127 p.

Levinton, N. (2009). *El espacio jesuítico Guaraní.* Asunción Paraguay: Centro de Estudios Antropológicos de la Universidad Católica, 295 p.

Levinton, N. (2009). *San Ignacio Mini: La identidad arquitectónica.* Buenos Aires: Contratiempo Ediciones, 110 p.

Levy, J. et M. Lussault (2003). *Dictionnaire de la géographie et de l'Espace des sociétés.* Paris: Belin, 1033 p.

Lévy Strauss, C. (1962). *La pensée sauvage.* Paris: Plon, 389 p.

Lins Ribeiro, G. (2003). *La represa Yacyretá Capitalismo transnacional y política hidroenergética en la Argentina*, Editorial Universitaria de Misiones, Posadas, 287 p.

Lobeck, A. K. (1956). *Things Maps Don't Tell Us An Adventure into Map Interpretation.* Chicago: University of Chicago Press, 174 p.

Loupe de Sousa, P. (1927). *Diario de Navegaçao de...(de 1530 a 1532).* Rio de Janeiro, 52 p.

Lozano, P. (1873). *Historia de la Conquista del Paraguay, Río de la Plata y Tucumán.* Buenos Aires Impresora, 645 p.

Lugon, C. (1970). *La république des Guaranis 1610-1768: les jésuites au pouvoir.* Paris Economie et humanisme, Ed. Ouvrières, 244 p.

Mackinnon, L. (1957). *La escuadra anglo-francesa en el Paraná 1846.* Buenos Aires: Hachette, 239 p.

Maeder, E. (1982). *Historia económica de Corrientes en el periodo virreinal 1776-1810.* Buenos Aires: Academia Nacional de la Historia, 458 p.

Magris, C. (1988). *Danube.* Paris: Gallimard, 498 p.

Makaske, B. (1998). "Anastomosing rivers; forms, processes and sediments. " *Nederlandse Geografische Studies*, vol. 249, KNAG/Faculteit Ruimtelijke Wetenschappen Universiteit Utrecht, 287 p.

Mansfield, C. B. (1856). *Paraguay, Brazil, and the Plate : Letters written in 1852-1853.* Cambridge: Macmillan, I, 504 p.

Marcadon, J. (2005). *La logistique mondiale. Transport et communication.* Paris : Ellipses, 432 p.

Marcadon, J., E. Baree et M. Chesnais (1997). *Les transports.* Paris: A. Colin, 204 p.

Martens, K. et H. J. Dumont (2003). *Aquatic biodiversity: a celebratory volume in honour of Henri J.Dumont.* New York: Springer, 356 p.

Martin de Moussy, V. (1869). *Description géographique et statistique de la Confédération Argentine.* Paris: Firmin Didot, 745 p.

Martin de Moussy, V. (1869). *Description géographique et statistique de la confédération argentine, Atlas.* Paris: Firmin Didot, 64 p.

Martinez Estrada, E. (1983). *Radiografía de la Pampa* Buenos Aires: Losada, 347 p.

Martinez Vivot, L. M. (1964). *Contribución de la Geodesia Dinámica al estudio de la corteza terrestre.* Buenos Aires: Instituto Geológico Militar.

Mc Cully, P. (2004). *Ríos Silenciados: Ecología y Política de las Grandes Represas.* Buenos Aires Fundación PROTEGER, 450 p.

McCall, E. (1984). *Conquering the rivers* Baton Rouge, LA: Louisiana State University Press,

260 p.

Melià, B. (1993). *El guaraní conquistado y reducido.* Asunción: Universidad Católica, 298 p.

Merlin, P. (1991). *Géographie, économie et planification des transports.* Paris: PUF, 472 p.

Meybeck, M., G. de Marsily et E. Fustec (1998). *La Seine en son bassin. Fonctionnement écologique d'un système fluvial anthropisé.* Paris: Elsevier, 750 p.

Meybeck, M. et A. Ragu (1997). *River discharges to the oceans : an assessment of suspended solids, major ions and nutrients* Nairobi, Genève: UNEP, 245 p.

Miall, A. D. (1996). *The geology of fluvial deposits; sedimentary facies, basin analysis and petroleum geology.* Berlin: Springer, 598 p.

Milliman, J. D. et B. U. Haq (1996). *Sea-Level Rise and Coastal Subsidence: Causes, Consequences and Strategies.* Amsterdam: Kluwer Publications, 384 p.

Ministerio de Agricultura y Ganadería (1994). *Censo agropecuario 1991.* Asunción: Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias, MAG, cd-rom

Ministerio de Agricultura y Ganadería (1996). *Producción agropecuaria 1995/96,síntesis estadística, informe final.* Asunción: Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias, MAG, 136 p.

Ministerio de Agricultura y Ganadería (1997). *Producción agropecuaria 1996/97, síntesis estadística, informe final.* Asunción: Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias, MAG, 129 p.

Ministerio de Marina Servicio Hidrográfico (1910). *Derrotero de Navegación del Río de la Plata y sus afluentes.* Buenos Aires: Talleres Gráficos L.J. Rosso y Cia, 320 p.

Ministerio de Marina Servicio Hidrográfico (1926). *Apéndice al derrotero argentino : Parte I Río de la Plata : Ríos Paraná, Paraguay y Uruguay.* Buenos Aires: Ministerio de Marina, 117 p.

Ministerio de Planificación Federal Inversión Pública y Servicios (2008). *1819-2016 Argentina del Bicentenario. Plan estratégico territorial.* Buenos Aires: Ministerio de Planificación Federal, 285 p.

Monteiro, R. et J. d. Costa (1937). *A Colonia del Sacramento, 1680-1777.* Porto Allegre: 2 vol., 561 p.

Morris, G. L. et J. Fan (1997). *Reservoir Sedimentation Handbook: Design and Management of Dams, Reservoirs, and Watershed for Sustainable Use* New York: McGrall-Hill Professional publishing, 805 p.

Mounin, G. (1993). *Dictionnaire de la linguistique.* Paris: PUF, 384 p.

Mubiala, M. (1995). *L'évolution du droit des cours d'eau internationaux à la lumière de l'expérience africaine, notamment dans le bassin du Congo/Zaïre.* Paris: Presses universitaires de France, 175 p

Muniz, C. M. (1979). *Las relaciones entre la Argentina y Brasil.* Buenos Aires: Museo Mitre, 75 p.

Murck, B. W., B. J. Skinne et S. Porter (1995). *Environmental Geology.* New York: Wiley, 535 p.

Naranjo, R. (1973). *Paraná, el pariente del mar.* Rosario: Biblioteca, 467 p.

Ndaywel é Nziem, I. (1997). *Histoire du Zaïre.* Bruxelles: Duculot, 955 p.

Necker, L. (1979). *Indiens guarani et chamanes franciscains [Livre] : les premières réductions du Paraguay, 1580-1800.* Paris Editions Anthropos, 318 p.

Neiff, J. J. (2001). *Bosques Fluviales de la Cuenca Del Paraná.* Corrientes, Argentina: CECOAL - Centro de Ecología Aplicada (CONICET), 54 p.

Neiff, J. J. (2004). *El Iberá... ¿en peligro?* Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre de Argentina, 136 p.

O'Gorman, E. (1961). *The Invention of America.* Bloomington: Indiana University Press, 177 p.

Organización de Estados Americanos (1969). *Cuenca del río de la Plata. Estudios para su Planificación y Desarrollo. Inventario de datos hidrológicos y climatológicos,* 8 vol.

Ortiz, C. A. (2000). *La central hidroeléctrica de Corpus Christi. Análisis Político, Social, Económico y Técnico de una gran obra de infraestructura* Posadas: Imagen, 13 p.

Page, T. (1859). *La Plata, The Argentine Confederation and Paraguay.* Bedford, Massachusetts: Appelwood Books, 632 p.

Paiva, R. (2001). *El Paraná.* Buenos Aires: Fondo Nacional de las Artes, 1 vol. (non pagié)

Palsky, G. (1996). *Des chiffres et des cartes. La cartographie quantitative au XIXe siècle.* Paris: Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, Comité des travaux historiques et scientifiques. Mémoire de la section de géographie, tome 19, 331 p.

Paoli, C. et M. Schreider (2000). *El río Paraná en su tramo medio.* Santa Fe: Universidad Nacional del Litoral, tome 2, 300 p.

Pardé, M. (1933). *Fleuves et rivières.* Paris: Armand Colin, 221 p.

Parera, A. F. et D. Moreno (2000). *El venado de las pampas en Corrientes. Diagnósticos de su situación y propuestas de manejo.* Buenos Aires: FVSA Publicación especial, 42 p.

Parish, W. (1839). *Buenos Aires and the Provinces of the Rio de la Plata*. Londres: Auto-publication 178 p.

Parras, P. (1943). *Diario y Derrotero de sus viajes.* Bs. As: Solar, 251 pp.

Parry (1969). *The Consolidated Treaty Series (1648-1919).* New York: Oceana Publications, 231 p.

Pearce, F. (2001). *Dams and floods.* WWF International, 9 p.

Pelletier, M. (2001). *Cartographie de la France et du monde, de la Renaissance au Siècle des*

lumières. Paris: Bibliothèque nationale de France, 107 p.

Pelletier, M. (2009). *De Ptolémée à La Guillotière (XV-XVIè). Des cartes pour la France, pourquoi? comment?* Paris: CTHS, 175 p.

Petean, J. et J. Cappato (2005). *Humedales de América del Sur. Hacia un manejo sostenible.* Buenos Aires Fundación Proteger, UICN, 752 p.

Petts, G. (1984). *Impounded rivers: perspectives for ecological management.* Chichester: John Wiley and Sons, 326 p.

Philipponneau, M. (1999). *La géographie appliquée.* Paris: Armand Colin, 304 p.

Poi de Neiff, A. S. G. (2003). *Limnología del Iberá.* Corrientes: EUDENE, 191 p.

Popolizio, E. (1980). *Geomorphology of the Argentine Northeast.* Corrientes: Corrientes Water Institute, 176 p.

Prade, M. (1990). *Les grands ponts du monde: Hors d'Europe.* Poitiers: Brissaud, 432 p.

Prévôt-Schapira, M.-F. et H. Rivière d'Arc (2001). *Les territoires de l'Etat-nation en Amérique latine.* Travaux et Mémoires de l'IHEAL, 318 p.

Quintero Sagre, J. D., R. A. Ronderos et E. Campos Cervera (1992). *Informe de evaluación ambiental. Proyecto Eléctrico Yacyretá.* Banco Mundial, 138 p.

Radvanyi, J. (2004). *La Nouvelle Russie.* Paris: Armand Colin, 418 p.

Rapoport, M. (2007). *Historia de la economía argentina del siglo XX*. Buenos Aires, Argentina: Ed. La Página, 14 p.

Ravignani, E. (1938). *El virreinato del Río de la Plata, su formación histórica e institucional, con apéndice documental.* Buenos Aires: Imprenta de la Universidad, 452 p.

Rebouças, A. C., B. Braga et T. J.G. (1999). *Águas doces no Brasil.* São Paulo: Academia Brasileira das Ciências-Instituto de Estudos Avançados da USP, 717p

Rebouças, A. C., B. Braga, T. J.G. et R. En: Martínez (1999). *Águas doces no Brasil.* São Paulo: Academia Brasileira das Ciências-Instituto de Estudos Avançados da USP, 717p.

Regules, J. A. (1930). *Apuntes para el estudio de la cartografía en el Uruguay.* Montevideo: tome 1.

Remenieras, G. (1980). *L'hydrologie de l'ingénieur.* Paris Ed. Eyrolles, 456 p.

Rennie, Y. (1945). *The Argentine Republic, a History.* New York: Macmillan, 259 p.

Repossini, J. (1913). *República argentina. Ministerio de Obras públicas. Memoria sobre el Río Paraná por José Repossini.* Ministerio de Obras públicas, 151 p.

Revel, J. (1997). *Jeux d'échelles* Paris: Ed. du Seuil, 243 p.

Reynaud, A. (1992). *Une géographie historique de la Chine, des printemps et des automnes* Paris: Belin, 220 p.

Richards, K. (1982). *Rivers. Form and process in alluvial channels.* New York: Methuen & Co.,

358 p.

Robbins, R. M. (1942). *Our Landed Heritage: The Public Domain, 1776-1936.* Princeton, NJ: Princeton University Press.

Robin, M. (2008). *El mundo según Monsanto. De la dioxina a los OGM. Una multinacional que les desea lo mejor.* Madrid: Ediciones Península, 528 p

Roccatagliata, J. (1988). *La Argentina, geografía general y los marcos regionales.* Buenos Aires Planeta, 783 p.

Roccatagliata, J. (2007). *Sociedad, Territorios e Infraestructura, Horizonte 2016* Buenos Aires: Consejo Interprovincial de Ministros de Obras Públicas, CIMOP., 451 p.

Roggeri, H. (1995). *Tropical Freshwater Wetlands: a guide to current knowledge and sustainable management.* . Kluwer Acad. Publ. , 364 p.

Rojas, I. F. (1975). *Intereses Argentinos En la Cuenca De La Plata.* Buenos Aires: Museo Social Argentino, 96 p.

Rojas, I. F. (1975). *Intereses argentinos en la Cuenca del Plata : Su abandono antihistórico a partir de la quiebra institucional de la libertad.* Buenos Aires: Ediciones Líbera, 351 p.

Rosgen, D. L. (1996). *Applied river morphology*. Pagosa Springs, Colorado: Winland Hydrology, 390 p.

Rousseau, J. J. (1755). *Discours sur l'origine de l'inégalité parmi les hommes.* Amsterdam: Marc-Michel Rey, 157 p.

Salomon, J.-N. et M. C. Prat (2004). *Le Piémont andin argentin : environnement, risques et enjeux*. Bordeaux: LGPA, 241 p.

Sanchez, J.-P. (1996). *Mythes et légendes de la conquête de l'Amérique* Rennes: Presses Universitaires de Rennes, 953 p.

Sanlaville, P. (2000). *Le Moyen Orient arabe. L'Homme et le milieu.* Armand Colin, 264 p.

Sanson d'Abbeville, N. (1700). *Description de tout l'Univers en plusieurs cartes et divers traités de Géographie et d'Histoire.* Amsterdam: François Halma, 445 p.

Santos, M. (1985). *Espaço & metodo.* São Pablo Nobel: 88 p

Santos, M. (2000). *La naturaleza del espacio. Técnica y tiempo. Razón y emoción.* Barcelona: Ariel, 348 p.

Schilling, P. R., J. E. Guglialmelli et J. E. Sanguinetti (1974). *Una Situación Explosiva: La Cuenca Del Plata* Buenos Aires: Editorial Tierra Nueva, 138 p.

Schmidl, U. (1942). *Crónica del viaje a las regiones del Plata, Paraguay y Brasil.* Buenos Aires: Peuser, 536 p.

Schumm, S. A. (1977). *The fluvial system.* New York: John Wiley and Sons, 338 p.

Schumm, S. A. (1991). *To interpret the earth: Ten ways to be wrong.* Cambridge: Cambridge

University Press, 133 p.

Schumm, S. A. (2005). *River variability and complexity*. Cambridge: Cambridge University Press, 220 p.

Schreider-Madanes, G. (1987). *Buenos Aires, port d'extrême Europe*. Paris.: Autrement, 252 p

Secretaría de Transporte (2007). *Plan Maestro y Director del sistema de navegación troncal del río Paraná, Atlas Cartográfico.* Buenos Aires Subsecretaría de Puertos y Vías Navegables, 216 p.

Silvestri, G. (2003). *El color del río* Quilmes: Universidad nacional de Quilmes 351 p,

Simons, D. B. et R. M. Li (1982). *Engineering Analysis of Fluvial Systems.* Fort Collins: Simons, Li and Associates, 189 p.

Smouts, M., D. Battistella et P. Vennesson (2006). *Dictionnaire des relations internationales: Approches, concepts, doctrines.* Paris: Dalloz.

Soldano, F. A. (1947). *Régimen y aprovechamiento de la red fluvial argentina.* Buenos Aires: Editorial Cimera, 1: El río Paraná y sus tributarios, 276 p.

Sturzenegger-Benoist, O. (2006). *L'Argentine* Paris: Karthala, 370 p.

Taquet, P. (2002). *Alcide d'Orbigny. Du nouveau monde... au passé du monde.* Paris: Nathan - Muséum national d'Histoire naturelle, 127 p.

Teskey, R. O. et T. M. Hinckley (1977). *Impact of water level changes on woody riparian and wetland communities.* . Biological Services Program. FWS/OBS-77/58. U.S. Department of the Interior. Fish and Wildlife Service, Vol. I: plant and soil responses to flooding, 30 p.

Thornbury, W. D. (1969). *Principles of Geomorphology.* New York: Wiley, 594 p.

Thual, F. (1996). *Géopolitique de l'Amérique latine.* Paris: Économica., 108 p.

Todesca, J. (2006). *El mito del país rico.* Buenos Aires Emece Editores, 412 p.

Torre Revello, J. (1938). *Mapas y planos referentes al virreinato del Plata conservados en al Archivo General de Simancas.* Buenos Aires: Instituto de Investigaciones Históricas, 73 p.

Toye, W. (1959). *The Saint Lawrence.* Toronto: Oxford University Press, 296 p.

Travassos, M. (1931). *Projecao Continental do Brasil.* São Paulo: Companhia Editora Nacional, 172 p.

Trenti Rocamora, J. L. (1948). *La cultura en Buenos Aires antes de 1810.* Buenos Aires.

Tricart, J. (1973). *Geomorfología de la Pampa Deprimida.* Buenos Aires: INTA, 12, 202p.

Tucci, C. (1997). *Environnemental issues in the Paraná river.* Porto Alegre, Brazil: Federal University of Rio Grande do Sul, 205 p.

Turton, A. et H. H. (Eds.) (2002). *Hydropolitics in the Developing World : a southern African Perspective.* Pretoria: Awiru, 269 p.

Ullman, E. (1980). *Geography as spatial interaction.* Seattle: University of Washington Press,

231 p.

Untermaier, J. (1984). *La protection implicite de la nature. Le cas du Val de Saône et de la Dombes, Saône Trévoux : un site, une rivière, une histoire, pour quel devenir*. Chalon-sur-Saône: Coll. Patrimoine des pays de l'Ain, 17 p.

Vallin, P. (2001). *La logistique. Modèles et méthodes du pilotage des flux.* Paris: Economica, 242 p.

Varela, A. (1986). *El río oscuro.* Madrid: Hyspamérica, 320 p.

Velut, S. (2002). *Argentine, des provinces à la nation.* Paris: PUF, 296 p.

Verlaque, C. (1975). *Géographie des transports maritimes.* Paris: Doin, 437 p.

Vinci, L. (de) (1508). *The Notebooks.* Vol 1 VIII Botany for painters, and elements of landscape painting, 396 p.

Von Hagen, V. W. (1950). *Le continent vert des naturalistes : un trésor de cinq siècles d'histoire naturelle en Amérique du Sud (José de Acosta, Félix de Azara, Gaspar de Carvajal, Ch. Robert Darwin, Alcide Dessalines d'Orbigny, Victor W. Hagen, William Henry Hudson, Antonio de Ulloa, Amerigo vespucci)* Paris: Durel, 435 p.

Vovelle, M. (1976). *Religion et révolution. La déchristianisation de l'an II.* Paris: Hachette, 316 p.

Wachtel, N. (1971). *La Vision des vaincus.* Paris : Gallimard, 395 p.

Watelet, M. (1994). *Gérard Mercator cosmographe.* Paris: Paribas, 197 p.

Welcomme, R. L. (1979). *Fisheries Ecology of Floodplain Rivers.* London.: Longman, 317 p.

Williams, J. (1920). *Argentine international trade under interconvertible paper money 1880-1900.* Cambridge, 265 p.

Williamson, J. (1990). *Latin American adjustment : how much has happened?* Washington: John Williamson ed., 445 p.

Wittfogel, K. A. (1977). *Le Despotisme oriental, étude comparative du pouvoir total.* Paris: Ed. Minuit, 170 p.

Yousif, E.-I. (1999). *L'épopée du Tigre et de l'Euphrate* ParisMontréal (Québec): L'Harmattan, 150 p

Zaefferer de Goyeneche, A. (1987). *La navegación mercante en el Río de la Plata.* Buenos Aires: Emecé, 299 p.

Ziesler, R. et G. D. Ardizzone (1979). *Las aguas continentales de América Latina.* Buenos Aires: COPESCAL Documentos, 1, 171 p.

Zugaib, E. (2006). *Hidrovia Paraguai-Paraná e seu significado para a diplomacia sulamericana do Brasil.* Brasilia: FUNAG, 438 p.

Contributions dans un ouvrage

Ab'Saber, N. A. (1964). "O relevo brasileiro e seus problemas". in *Brasil a terra e o homem*, São Paulo Brésil, Companhia, Edicion Nacional, p. 7-27

Akatsuka, Y. et T. Asaeda (1996). "Econo-political Environments of the Mekong Basin : Development and Related Transport Infrastructures", in Asit K. Biswas et T. Hashimoto, *Asian international waters : from Ganges-Brahmaputra to Mekong*, Oxford, Oxford University Press, p. 173-225

Akin, S. (1999). "Pour une typologie des processus redénominatifs". in S. Akin, *Noms et renoms; La dénomination des personnes, des populations, des langues et des territoires*, Rouen, Université de Rouen, p. 33-60

Amilhat-Szary, A.-L. (2005). "Géopolitique et frontières en Amérique Latine". in S. Hardy et L. Médina, *L'Amérique Latine*, Paris, Editions du Temps, p. 11-33

Amsler, M. et H. Prendes (2000). "Transporte de sedimentos y procesos fluviales asociados". in C. Paoli et M. Schreider, *El Río Paraná en su tramo medio*, Santa Fe, Argentina, Centro de Publicaciones Universitarias, Universidad Nacional del Litoral, p.233-306

Angleria Martir, P. (1518). "Décadas Oceánicas". in J. Torres Asensio, *Fuentes Históricas sobre Colón y América*, Madrid, 1892, p. 16-28

Arocena, J. (2010). "Espace transnational, décentralisation et développement local". in M. Guibert, S. C. Carrizo, P. Ligroneet al, *Le Rio de la Plata. Développement local et intégration régionale*, Toulouse, Presses Universitaires du Mirail, 491 p.

Baker, S. M. (1983). "Large scale fluvial paleohydrology". in K. J. Gregory, *Background to Paleohydrology: A Perspective (International Geological Correlation Programme)*, New York, John Wiley & Sons 502 p.

Baker, V. R. (1978). "Adjustment of fluvial systems to climate and source terrain in tropical and subtropical environments". in A. D. Miall, *Fluvial Sedimentology*, Calgary, Canadian Society of Petroleum Geologists, p. 211–230

Basavilbaso, B. (1961). "Los primeros armamentos navales, San Nicolas. " in *Historia de la Nación Argentina* Buenos Aires 581 p.

Baulig, H. (1936). "L'Amérique du Nord ". in P. Vidal de La Blache et L. Gallois, *Géographie universelle t. XIII*, Paris, Armand Collin.

Bertrand, G. (1975). "Pour une histoire écologique de la France rurale". in *George Duby; Histoire de la France Rurale* Paris, Seuil, p. 31-113

Biedenharn, D., C. Thorne, P. J. Soar, R. D. Hey et C. C. Watson (1999). "A practical guide to effective discharge calculation (Appendix A)". in C. C. Watson, D. Biedenharn et C. Torne, *Demonstration Erosion Control-Design Manual. U.S. Army Corps of Eng.*, Vicksburg, Mississippi, USA.

Blanco, D. E. (1999). "Los Humedales como Hábitat de las Aves Acuáticas". in A. Malvarez, *Tópicos sobre Humedales Subtropicales y Templados de Sudamérica,* Montevideo, UNESCO-ORCYT-MAB, p. 215-224

Blench, T. (1972). "Morphometric changes". in R. T. Oglesby, C. A. Carson et J. A. McCann, *River Ecology and Man,* New York, USA, Academic Press, p. 287–308

Bonetto, A. (1975). "A. Hydrologic regime of the Paraná river and its influence on ecosystems." in A. D. Hasler, *Coupling of Land and Water Systems* New York, Springer-Verlag, p. 175-197

Bonetto, A. et S. Hurtado (1998). "Cuenca del Plata". in P. Canevari, D. E. Blanco, E. H. Bucher, G. Castro et I. Davidson, *Los Humedales de la Argentina. Clasificación, Situación Actual, Conservación y Legislación (Región 1),* Buenos Aires, Wetlands International Publicacion 46, p. 31-72

Bonetto, A. A. (1986). "The Paraná River System". in K. F. Walker et B. R. Davies, *The Ecology of River Systems,* Dordrecht,The Netherlands, Dr. W. Junk Publishers, p. 541-551

Bravard, J. et J.-L. Peiry (1999). "The CM Patterm as a tool of classification of alluvial suites and floodplains along the river continuum". in S. Marriott et J. Alexander, *Floodplains: Interdisciplinary Approaches,* London, Geological Society, p. 259-268

Bravard, J.-P. (1989). "Cartography of Rivers in France". in G. Petts, *Historical Changes of Large Alluvial Rivers,* London, John Wiley and Sons, p. 95-111

Bravard, J.-P. et J. Béthemont (1989). "Cartography of rivers in France". in Petts, Geoffrey, *Historical Change of Large Alluvial Rivers. Western Europe,* Chichester, Wiley & Sons, p. 95-111

Bravard, J.-P. et D. J. Gilvear (1996). "Hydrological and geomorphological structure of hydrosystems ". in G. Petts et C. Amoros, *Fluvial Hydrosystems,* London, Chapman y Hall, p. 98-116

Brice, J. C. (1984). "Planform properties of meandering rivers". in A. S. o. C. Engineers, *River Meandering Proceedings Conference Rivers, 83,* New York, p.1-15

Bridge, J. S. (1993). "The interaction between channel geometry, water flow, sediment transport and deposition in braided rivers". in J. L. Best et C. S. Bristow, *Braided Rivers,* London, Geological Society Special Publication, p. 13–71

Bruniard, E. et A. Bolsi (1998). "Las provincias del Nordeste". in Planeta, *La Argentina. Geografía General y los marcos regionales, J. Roccatagliata (coord.),* Buenos Aires.

Caron, R. (1980). "Les choix du cartographe". in C. G. Pompidou, *Cartes et Figures de la Terre,* Paris, CCI.

Caubet, C. (1995). "Grands barrages internationaux: Aspects du droit de la coopération dans le bassin de La Plata". in F. Conac, *Barrages internationaux et coopération,* Paris, Karthala, p. 110-120

Chebli, G. A., O. R. Tofalo et G. E. Turzzini (1989). "Mesopotamia". in G. A. Chebli et L. A. Spalletti, *Cuencas Sedimentarias Argentinas*, Buenos Aires, Instituto Superior de Correlación Geológica,. Serie Correlación Geológica, p. 65-78

Church, M. (1980). "Records of recent geomorphological events ". in R. A. Cullingford, D. A. Davidson et J. Lewin, *Timescale in Geomorphology,* New York, John Wiley and Sons, p. 13-29

Church, M. (1983). "Pattern of instability in a wandering gravel bed channel". in J. D. Collinson et J. E. Lewin, *Modern and Ancient Fluvial Systems0.*, Oxford, Int. Assoc. Sedimentol. Spec. Publ., Blackwell, p. 169–180

Church, M. (1992). "Channel morphology and typology". in P. Calow et G. Petts, *The Rivers Handbook: Hydrological and Ecological Principles,* Oxford, Blackwell Scientific Publications, p. 126-143

Colomb, C. (1498). "Troisième Voyage". in P. Radelet de Grave, *Les lignes magnétiques du XIIIe au XVIIIe siècle* Cahiers d'Histoire et de Philosophie des Sciences, Paris, C.N.R.S.

Cyr, D. et E. Nagugwes Metallic (1999). "Fantômes choronymiques de la dépossession". in S. Akin, *Noms et renoms*, Rouen, Presses Universitaires de Rouen, p. 151-163

Dainville, F. (1986). "Cartes et contestations au XVème siècle *Imago Mundi*, n° 24". in F. d. Dainville, *La cartographie reflet de l'histoire,* Genève Paris, Slatkine, p.177-199

Dainville, F. (1966). "Les découvertes portugaises à travers des cahiers d'écoliers parisiens de la fin du seizième siècle", Rapport du colloque International de la commission Internationale d'histoire des Églises, *Les aspects internationaux de la découverte océanique aux quinzième et seizième siècles*, p. 463-470

de Camargo, S. et J. M. V. Ocampo (1988). "A prioridade das relaçoes Brasil-América Latina". in S. De Camargo et J. M. V. Ocampo, *Autoritarismo e democracia na argentina e brasil: Uma década de politica exterior - 1973-1984* São Paulo Convívio, p. 70-79 p.

De Mattos, C. (1990). "Reestructuración social, grupos económicos y desterritorialización del capital El caso de los países del Cono Sur". in F. Alburquerque, C. De Mattos et R. J. Fuchs, *Revolución tecnológica y reestructuración productiva: Impactos y desafíos territoriales* Buenos Aires GEL.

Drago, E. (2007). "The Physical Dynamics of the River-Lake Floodplain System". in M. Iriondo, J. C. Peggi et M. Parma, *The Middle Paraná River: Limnology of a Subtropical Wetland*, Berlin, Springer-Verlag, p. 83-123

Fielding, C. R. (2007). "Sedimentology and stratigraphy of large river deposits: recognition in the ancient record, and distinction from "incised valley fills". in A. E. Gupta, *Large Rivers: Geomorphology and Management*, New York, John Wiley & Sons, p. 97-114

Fili, M. F., O. C. Tujchneider et M. Paris (1994). "Investigaciones Geohidrológicas en la Provincia de Entre Ríos". in E. Bocanegra et A. Rapaccini, *Temas Actuales de la Hidrología Subterránea* Mar del Plata, Actos del seminario Hispano-Argentino sobre temas actuales de

la hidrología subterránea 20 al 23 de septiembre 1993, 500 p.

Fremling, C. R., R. J. L., S. R. E., S. P. Cobb, C. F. Bryan et C. T. O. (1989). "Mississippi River fisheries: a case history". in D. P. Dodge, *Proceedings of the international large rivers symposium,* Ottawa, Department of Fisheries and Oceans, p 309-351

Friend, P. F. et R. Sinha (1993). "Braiding and meandering parameters. " in J. L. Best, Bristow, *Braided Rivers.,* London, Geological Society Special Publication, p. 105-111.

Gálvez, J. A., A. Cózar et C. M. García (2003). "Limnología de las lagunas Iberá y Galarza". in G. Canziani, G. Ross, I. S. Loiselle et S. Ferrati, *Los Esteros del Iberá, Informe del Proyecto "El manejo Sustentable de Humedales del Mercosur",* Buenos Aires, Fundación Vida Silvestre Argentina, p. 117-142.

Garcia, D. (1527). "Memoria de..." in E. Madero, *Historia del Puerto de Buenos Aires,* Buenos Aires, ed. 1902.

George, P. (1990). "Territoire et identité". in *La terre et les hommes,* Clermont Ferrand, Faculté de Lettres et Sciences humaines de l'Université Blaise Pascal, p. 351-357

Giacosa, R., C. Paoli et P. Cacik (2001). "Conocimiento del régimen hidrológico". in C. Paoli et M. Schreider, *El rio Paraná en su tramo medio,* Santa Fe UNL, p. 71-104

Goodwin, C. N. (1999). "Fluvial classification: Neanderthal necessity or needless normalcy". in D. S. Olson et J. P. Potyondy, *Wildland Hydrology,* Herndon, American Water Resources Association, p. 22-236

Guerrin, C. (1999). "Les processus redénominatifs dans les noms des communes françaises depuis 1943 : étude socio-toponymique de la variation dans la nomenclature administrative." in S. Akin, *Noms et renoms: la dénomination des personnes, des populations, des langues et des territoires,* Rouen, Presses universitaires de Rouen, p. 209 - 228

Guillorel, H. (1999). "Toponymie et politique". in S. Akin, *Noms et renoms; La dénomination des personnes, des populations, des langues et des territoires,* Rouen, Université de Rouen, p. 61-91

Gurnell, A., J.-L. Peiry et G. Petts (2005). "Using Historical Data in Fluvial Geomorphology". in M. Kondolf et H. Piegay, *Tools in fluvial geomorpholy,* Chichester, John Wiley and sons, p. 77-99

Holz, R. K. et S. M. Baker (1981). "An examination of fluvial morphological characteristics of western Amazon streams from Apolo-Soyuz photographs". in M. Deutsch, D. R. Wiesnet et A. Rango, *Satellite Hydrology,* Minneapolis, Minesota, American Water Resource Association, p. 252-259

Hovius, N. (1998). "Controls of sediment supply by large river". in K. W. Shanley et P. J. McCabe, *Relative Role of Eustasy, Climate, and Tectonism in Continental Rocks,* Tulsa, Society for Sedimentary Petrology Special Publication.

Iriondo, M. (1988). "A comparison between the Amazon and Paraná fluvial systems." in Degens E., Kempe S. et N. S, *Transport of carbon and minerals in major worlds rivers, lakes and*

estuaries, Hamburg, Mitt Geol Palaönt Inst Univ Hamburg, p 77-92

Kahlouche, R. (1999). "La dénomination/redénomination : un lieu de conflit identitaire." in S. Akin, *Noms et renoms : la dénomination des personnes, des populations, des langues et des territoires.,* Rouen, Presses universitaires de Rouen, p. 183-188

Kellerhalls, R. et M. Church (1990). "The morphology of large rivers: characterization and management". in D. P. Dodge, *Proc. Int. Large Rivers Symposium.* , Canadian Spec. Publ. Fisheries and Aquatic Sciences, p. 31-48

Kellerhals, R. (1982). "Effect of river regulation on channel stability". in R. Hey, J. C. Bathrust et C. R. THORNE, *Gravel-bed River*, Chichester, Wiley, p. 685-715

Kelman, J. (1999). "Evolution of Brazil's Water Resources Management System". in *Water Resource Management: Brazilian and European Trends and Approaches,* BWRA Brazilian Water Resource Association - IWRA International Water Resource Association, p. 346

Kirchheimer, J. G. (1995). "Narcisse Parchappe : un polytechnicien explore la Patagonie,1838". in Y. Laissus, *Les Naturalistes français en Amérique du Sud XVI-XIXe siècles,* Paris, CTHS., p. 307-315

Knight, C. (1866). "Excerpt relating to the Paraná-Paraguay river system from the entry on the Argentine Confederation". in *Geography or first division of " The English Cyclopaedia"* http://www.bluemacaws.org/hist31.htm p.

Knighton, A. D. (1987). "River channel adjustment; the downstream dimension". in K. S. Richards, *River Channels; Environment and Process. Institute of British Geographers* Oxford, Blackwell, p. 98-128

Kondolf, M., D. Montgomery, H. Piegay et L. Schmitt (2005). "Geomorphic Classification of Rivers Streams ". in M. Kondolf et H. Piegay, *Tools in fluvial geomorphology,* Chichester, John Wiley and sons, p. 171-205

Laborde, L. d. C. (1999). "The Plata basin institutional framework". in A. K. Biswas, N. V. Cordeiro, B. P. Braga et C. Tortajada, *Management of Latin American River basins : Amazon, Plata, and São Francisco,* Tokyo - New York - Paris, United Nations University Press, p. 175-204

Lancelle, H. (2003). "Características físicas y químicas de las aguas del Iberá". in A. Poi de Neiff, *Limnología del Iberá,* Corrientes, EUDENE, p. 71-85

Lespinay, C. d. (1999). "Action sur le territoire, marqueurs toponymiques et enjeux sociaux juridiques en Casamance (Sénégal). Le cas des « autochtones » Baynunk". in S. Akin, *Noms et re-noms : la dénomination des personnes, des populations, des langues et des territoires,* Rouen, Publication de l'université de Rouen, p.165 - 181

Lopez de Gomara, F. (1522). "Primera Parte de la Historia General de las Indias". in J. H. Elliott, *The Old World and the New,* Cambridge, 1970, 10 p.

Lugo, A., M. Brinson et S. Brown (1984). "Propuesta para un programa de investigación ecológica integral en la cuenca del Río Paraná ". in *Proyectos Paraná Medio, propósitos*

múltiples Buenos Aires Agua y Energía Eléctrica, p. 276-305

Lussault, M. et M. Stock (2003). "Mobilité", in M. Lussault et J.Levy, *Dictionnaire de géographie et de l'espace des sociétés,* p. 622-624

Maeder, E. J. A. (1986). "La formación de la economía correntina". in F. d. Luna, *Todo es historia,* Buenos Aires.

Matthes, G. (1956). "River engineering". in P. O. Abbott, *American Civil Engineering Practice,* New York, Wiley, p. 15-56

Meade, R. H. (1996). "River sediment inputs to major deltas". in J. D. Milliman et B. U. Haq, *Sea level rise and coastal subsidence: causes, consequences, and strategies,* Dordrecht, Kluwer, p. 63-85

Mérian, J.-Y. (1994). "Le MERCOSUR, les voies nouvelles de l'intégration: Brésil, Argentine, Uruguay, Paraguay". in Lusotopie, *Géopolitiques des mondes lusophones,* Paris, Harmattan, p. 75-91

Miall, A. D. (1992). "Alluvial deposits". in R. G. Walker et N. P. James, *Facies Models; Response to Sea Level Change. ,* St. John's, Geological Association of Canada, p. 119-142

Minguet, C. (1987). "Préface". in J. G. Kirchheimer, *Voyageurs francophones en Amérique hispanique au cours du XIX° siècle. Répertoire bio-bibliographique,* Paris. , Bibliothèque Nationale, p.5-10.

Mohile, A. D. (2001). "Brahmaputra : issues in development", in Asit K. Biswas et Juha I. Uitto, *Sustainable development of the Ganges-Brahmaputra-Meghna basins,* United Nations University, p. 58-79

Mollard, J. D. (1973). "Air photo interpretation of fluvial features". in R. C. o. Canada, *Fluvial Processes and Sedimentation,* p. 341-380

Montgomery, D. et J. Buffington (1998). "Chanel Processes, classification and response potential". in R. Naiman et R. Bibly, *River Ecology and Management,* New York, Sprinter Verlag Inc., p. 13-42

Mosley, M. P. (1987). "The classification and the characterization of rivers". in K. Richards, *River Channels, Environment and Process,* Oxford, Basil Blackwell, p. 295-320

Naiman, R., D. G. Lonzarich, T. J. Beechie et S. C. Ralph (1992). "General principles of classification and the assessment of conservation potentials ". in P. J. Boon, P. Calow et G. Petts, *River Conservation and Management,* New York, J. Wiley and Sons, p. 93-124

Nanson, G. C. et W. D. Erskine (1998). "Episodic changes in channels and floodplains on coastal rivers in NSW". in R. F. Warner, *Fluvial geomorphology of Australia,* Sydney, Academic Press, p. 201-221

Nanson, G. C. et H. Q. Huang (1999). "Anabranching rivers: divided efficiency leading to fluvial diversity." in A. Miller et A. Gupta, *Varieties of Fluvial Form,* New York, Wiley.

Neiff, J., E. Mendiondo et C. Depettris (2000). "ENSO floods on river ecosystems: catastrophes

or myths". in Toenmsnann, F. *River Flood Defence, Kassel Reports of Hydraulic Engineering No. 9/2000.*

Neiff, J. J. (1999). " El régimen de pulsos en ríos y grandes humedales de Sudamérica". in A. Malvarez, *Tópicos sobre Humedales Subtropicales y Templados de Sudamérica*, Montevideo, UNESO-ORCYT-MAB, p. 97-146

Neiff, J. J., A. S. G. Poi de Neiff et S. L. Casco (2005). "Importancia ecológica del Corredor Fluvial Paraguay-Paraná como contexto del manejo sostenible". in *Humedales fluviales de América del Sur*, Buenos Aires, p. 193-210

Neill, C. R. (1987). "Sediment balance considerations linking long term transport and channel processes". in C. R. Thorne, J. C. Bathrust et R. Hey, *Sediments transport on gravel bed rivers*, Chichester, Wiley.

Omerling, F. (1980). "Toponymies". in C. d. t. G. Pompidou, *Cartes et figures de la terre*, Paris, p. 332-334

Osborn, J. F. et J. M. Stypula (1987). "New models of hydrological and streams channel relationships". in I. Publications, *Erosion and sedimentation in the Pacific Rim*, Oregon State University, Corvalis OR.

Pasotti, P. (1956). "Los Estudios Geológicos de Ameghino". In *Homenaje a Florentino Ameghino en el centenario de su natalicio*, Rosario Argentina, Asociación Cultural de conferencias de Rosario y Filial Rosario de la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos de Buenos Aires.

Perez, M. E. (1986). "El desarrollo de las comunicaciones y transportes en Corrientes entre 1852 y 1980". in *Todo es Historia*, Buenos Aires, Emilio Perina, p. 18-27

Pochat, V. (1999). "Water-resources management of the Plata basin". in A. K. Biswas, N. V. Cordeiro, B. Braga et C. Tortajada, *Management of Latin American river basins: Amazon, Plata, and São Francisco*, Tokyo - New York - Paris, United Nations University Press, p. 123-147

Popolizio, E. (1981). "Geomorfología del Macrosistema Iberá". in S. d. R. H. d. l. N. Gobierno Provincia de Corrientes, Publicación especial, *Estudio del Macrosistema Iberá*, Buenos Aires, 234 p.

Prévot-Schapira, M.-F. (2003). "Buenos Aires : métropolisation et nouvelles configurations spatiales". in C. Godlblum et A. Osmont, *Villes et citadins dans la mondialisation*, Paris, Karthala, 250 p.

Ramonell, C. G., M. L. Amsler et H. Toniolo (2000). "Geomorfología del cauce principal". in C. Paoli et M. Schreider, *El Río Paraná en su tramo medio. Una contribución al conocimiento y prácticas ingenieriles en un gran río de llanura*, Santa Fe, Argentina., Centro de Publicaciones de la Univ. Nac. del Litoral, p. 173-232.

Ramonell, C. G., M. Montagnini, M. E. Perez, M. L. Amsler et O. Orfeo (2008). "Morphologic and sediment transport adjustments around artificial point construction in a large meandering

river (Bermejo, Argentina)". in D.-J. Hulscher, *River, Coastal and Estuarine Morphodynamics: RCEM 2007,* London, Taylor et Francis Group, p. 1143-1147

Roccatagliata, J. (1988). "El transporte y las comunicaciones". in Sudamericana-Planeta, *La Argentina : Geografía general y los marcos regionales,* Buenos Aires, p. 345-378

Rust, B. R. (1978). "A classification of alluvial channel systems." in A. D. Ž. Miall, *Fluvial Sedimentology. Canadian Society of Petroleum Geologists* Calgary, p. 187-198

Schumm, S., I. Rutherfurd et J. Brooks (1994). "Pre-cut-off morphology of the lower Mississippi River". in S. Schumm et B. Winkley, *The Variability of Large Alluvial Rivers,* New York, ASCE Press, p.13-44

Schumm, S. A. (1971). "Fluvial geomorphology: channel adjustment and river metamorphosis". in H. W. Schem, *River mechanics,* Colorado, p. 5-22

Shah, R. B. (2001). "Ganges-Brahmaputra : the outlook for the twenty-first century" in Asit K. Biswas et Juha I. Uitto, *Sustainable development of the Ganges-Brahmaputra-Meghna basins,* UNU Series on Water Resource Management and Policy, p 17-45

Sioli, H. (1975). "Tropical rivers as expressions for their terrestrial environments". in F. B. Golley et E. Medina, *Tropical Ecological Systems. Trends in terrestrial and aquatic research.,* New York., Springer-Verlag, p. 275-288

Smith, D. G. (1983). "Anastomosed fluvial deposits: modern examples from Western Canada." in J. Collinson et J. Lewin, *Modern and Ancient Fluvial Systems,* Oxford, Special Publication of the International Association of Sedimentologists 6, Blackwell, p. 155-168

Smith, D. G. (1987). "Meandering river point bar lithofacies models: modern and ancient examples compared. " in F. G. Ethridge, R. M. Flores et M. D. Harvey, *Recent Developments in Fluvial Sedimentology. ,* Tulsa, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication 39, p. 83-91

Souza Filho, E. E. et P. C. Rocha (2008). "Erosão marginal e evolução hidrodinâmica no sistema rio-planície fluvial do alto Paraná, Centro-Sul, Brasil". in J. O. R. Nunes et P. C. Rocha, *Geomorfologia. Expressão Popular,* São Paulo, p. 133-154

Souza Filho, E. E., P. C. Rocha, E. Comunello et J. C. Stevaux (2004). "Effects of the Porto Primavera Dam on physical environment of the downstream floodplain". in S. M. Thomaz, A. A. Agostinho et N. S. Hahn, *The Upper Paraná River and its Floodplain: Physical Aspects, Ecology and Conservation,* Lieden, The Netherland, Backhuys Publisher, p. 55-74

Teubal, M. et N. Giacarra (2005). "Transformaciones agrarias en la Argentina. Agricultura industrial y sistema agroalimentario". in N. Giacarra et M. Teubal, *El campo argentino en la encrucijada. Estrategias y resistencias sociales, ecos en la ciudad,* Buenos Aires, Alianza editorial, p. 37-78

Thorne, C., A. Russell et M. Alam (1993). "Planform pattern and channel evolution of the Brahmaputra River, Bangladesh". in J. Best et C. Bristow, *Braided Rivers,* London, Special Publication No. 75. Geological Society, p. 257-276

Thorne, C. R. (1997). "Channel types and morphological classification". in C. R. THORNE, R. Hey et N. MD, *Applied Fluvial Geomorphology for River engineering and management*, Chichester, Wiley, p. 175 -222

Wijnands, P. (1999). "Le rôle du signifiant dans les appellatifs de peuples, de langues et de territoires chez les francophones d'Amérique du Nord". in S. Akin, *Noms et renoms*, Rouen, Presses Universitaires de Rouen.

Wohl, E. E. (2007). "Hydrology of large river basins". in A. Gupta, *Large Rivers: Geomorphology and Management*, New York, John Wiley & Sons, p. 21-44

Zuidwijk, A. (2002). "Navegación y puertos argentinos en la Cuenca de la Plata". in *El Río de la Plata como territorio*, Buenos Aires, Infinito, p. 215-245

Manuscrits

Anonyme (1857). *Colección de los documentos relativos a la navegación fluvial del Río de la Plata, el Amazonas y sus afluentes, publicados en las diversas memorias del Ministerio de relaciones exteriores del Imperio del Brasil, traducidos y ofrecidos a la consideración de las Repúblicas de la América del Sur, que en ella tienen interés.* Caracas: s.n.,

Echaurri, G. (1739).*Autobiografía.* Asunción.

Graham (1853).*Despacho del Cónsul norteamericano Graham.* Buenos Aires.

Ortiz de Zarate, J. (1572).*Comunicación al rey de España.* Buenos Aires.

Coupures de presse

Agencia Nacional de Noticias (2010). "Se cumple un sueño: el dragado de la hidrovía Paraguay-Paraná desde Santa Fe a la confluencia con el Paraná", *El Diario DERF*, n° 01 septembre 2010.

Berron, M. (2007). "La generación eléctrica en la Argentina", *El Litoral*, vol. n° 09 janvier 2007

Cufré, D. (2008). "Los síntomas del bienestar", *Página 12*, p. 2

Gasnier, A. (2009). "Le Brésil mise sur le potentiel hydroélectrique amazonien", *Le Monde*, 17 janvier 2009

El Litoral. (2009). "Especialistas pronostican el otoño más seco de los últimos 100 años", *El Litoral*, n° 12 janvier 2009.

El Santafesino (2010). "Reunión del Consejo de planificación estratégica de la Región, Análisis del proyecto de reconversión del Puerto de Santa Fe", *El Santafesino*

Milia, J. (1968). "La Cuenca del Plata y la asfixia de los puertos del Paraná", *La Prensa*

Müller, H. (2006). "Bajará la recaudación por retenciones", *La Nación*, 05 Janvier 2006

Plan Fénix (2003-2008). "Proyecto Estratégico de la Universidad de Buenos Aires", *Página 12*,

p. 10

Rey-Lefebvre, I. (2010). "Suez remporte la bataille de l'eau en Argentine", *Le Monde*, 05 Août 2010

Uria, L. (2000). "Tiempo de descuento", *La Nación*, vol. n° 4 juillet 2000

Zaiat, A. (2008). "El arrendatario, Suplemento Económico Cash nº 946", *Página 12*, 18 mai 2008, p. 8

Littérature grise, rapports d'expertise

Angeleri, J. L. (2000).*Documento inédito, Instituto Correntino del Agua y Ambiente ICAA (Panel de Expertos de la EBY).* Itzuaingo Corrientes, 4 p.

Azcuy Ameghino, E. (2004). "De cultivo marginal a motor de la agriculturización : hipótesis y problemas en torno a la "sojización", *Dossiers du CIEA*, vol. n° 2, p. 65-75

Bermann, C. (2005).*Energias Revnovais e Eficiência: propuesta para estratégias alternatives às grandes obras hydràulicas.* Fortaleza, 10p.

Bermudez Emparanza, J. (1975).*Agua y Energía, factor de Progreso.* Buenos Aires, 60 p.

Bernot, V. et D. Creuzé des Chateliers (1998).*Étude de l'adaptation de la méthode de sectorisation mise au point sur le Virdoule à d'autres cours d'eau du bassin Rhône -- Méditerranée -- Corse.* 63 p.

Bolsa de Cereales (2006).*Perspectiva del clima y los cultivos durante la campaña agrícola 2005/2006.*

Brice, J. C. (1975).*Air photos interpretations of the form and behaviour of alluvial rivers.*
Final report to the U.S. Army Research Office, Durham, North Carolina

Brice, J. C. (1982).*Stream Chanel Stability Assessment.* Federal Highway Administration Report No. FHWA-RD-82-021, January 1982, 42 p..

Brice, J. C. et J. C. Bolodgett (1978).*Counter Measures for Hydraulic Problems at Bridges.* Washington DC, 169 p.

Cacik, P., C. Paoli et J. Bolzicco (1993).*Impactos de las últimas crecidas en el río Paraná en la determinación de caudales de diseño.* Gramado, Brasil, p. 371-380

Cacik, P. (1995). "Relaciones entre variabilidad climática en los Océanos Pacífico y Atlántico y los caudales registrados en un sector de la Cuenca del río Paraná", *IRIP-CR_SF96/1*

Calcagno, A., M. Gaviño Novillo et N. Mendiburo (2000).*Informe sobre la gestión del agua en la República Argentina.*

Calcagno, A. T. (2001).*Proyecto JAWA-OEA, Evaluación de los modelos institucionales existentes para la gestión integrada de los recursos hídricos,* Buenos Aires.

Cano, G. J. (1988).*Estudio sobre Línea de Ribera.* Buenos Aires, An.II/2-11

Canoba, c. et E. Popolizio (1968). "Estudio aerofotográfico de paleopotamología en un sector ribereño del Rio Paraná, Prov. del Chaco", *Notas del Instituto de Fisiografía y Geología, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Arquitectura, Universidad Nacional del Litoral, Rosario. Serie A. N°2*

Cappato, J. (2010). "Acerca del río Paraná, la innominable crisis pesquera y la gallina de los huevos de oro", *Fundación Proteger*

Caron, R. (1980). "La forme du signe ", *Bulletin d'information de l'IGN*, vol. 80, n° 1

CEPAL (2003).*Evaluación del impacto de las inundaciones y el desbordamiento del río Salado en la provincia de Santa Fe, República de Argentina.* Buenos Aires, restricted distribution, 89 p.

Church, M. et K. Rood (1983). "Catalogue of alluvial river channel regime data", *Natural Science and Engineering Research Council of Canada,* Dept Geology, University British Columbia, Vancouver.

COINHI (Consorcio Integración Hidrovía) (2004). *Diagnóstico Ambiental Integrado.* Buenos Aires: COINHI, vol. 7-8

COINHI (Consorcio Integración Hidrovía) (2004). *Fichas bibliográficas.* Buenos Aires: COINHI, vol. 10.

COINHI (Consorcio Integración Hidrovía) (2004). *Información ambiental.* Buenos Aires: COINHI, vol. 1-6.

Comisión Asesora de Planificación Hidroeléctrica (1958).*Una solución nacional.* Buenos Aires, 74 p.

Comisión de Uso et Fomento de las Hidrovías (2010).*Objetivos y funciones del CUFHID.* Buenos Aires CUFHID, 18 p.

Comisión Mixta Argentino-Paraguaya del río Paraná (1983).*Proyecto Zona de Corpus.* Buenos Aires 20 p.

Comisión Mixta Paraguayo-Brasileña (1974).*Estudio del río Paraná: Informe final, factibilidad. Apéndice A Hidrología y Meteorología.* Asunción-Rio de Janeiro, Brasil.

Comisión Mixta Paraguayo-Brasileña (1975).*Aprovechamiento Yacyretá-Apipé.* Buenos Aires, 7-17 p.

Comisión Mixta Técnica Paraguayo-Brasileña, ANDE / ELETROBRAS et Groupes d'étude du Paraná IeCO (International Engineering CO. Inc) et elc (Electroconsult SpA Italy) (1974).*Transbordo de Cargas y Obras Permanentes de Navegación.* 80 p.

Comisión Mundial de Represas (2000). "Represas y desarrollo: un nuevo marco para la toma de decisiones. Informe final", 452 p.

CONCAP (1973).*Estudio hidrológico y sedimentológico del río Alto Paraná Tramo Iguazú-Posadas.* p. 1-147

Cont, W. et F. Navajas (2004).*La anatomía simple de la crisis energética en la Argentina.* Buenos Aires, 44 p.

Convenio DPOH-SPAR-INA-CRL (2002).*Recopilación de información hidrogeológica de la Provincia de Santa Fe.* Santa Fe 12 p.

Culbertson, D. M., L. E. Young et J. C. Brice (1967). "Scour and fill in alluvial channels", *US Geologic Survey*, Open field report, 58p

de Monserrat Llairó, M. (2009).*Los grandes proyectos de infraestructura del Mercosur: La Hidrovía . Realidades y Controversias.* Universidad de Buenos Aires.

Dias Coehlo, M. (2004). "Bases conceituais para a visão dos recursos hídricos na porção brasileira da bacia do rio da Prata", *Termo de referência.* Technical document.

Diaz Pena, E. et E. Stancich (2000).*No más daños en Yacyretá. Historia, proceso y documentos relevantes del seguimiento de la Sociedad Civil a la Represa Hidroeléctrica Yacyretá.*.

EBY, E. B. Y. (2008). *Informe estado de situación emprendimiento Yacyretá.* Buenos Aires EBY, Entidad Binacional Yacyretá, 72 p.

EBY, E. B. Y. (2004).*Informe estado de situación emprendimiento Yacyretá.* Buenos Aires, 67 p.

Agencia Nacional Elétrica. (2002). *Atlas de Energia Elétrica do Brasil (Atlas of Brazilian's Electric Power).*

Entidad Binacional Yacyretá (1999).*Estudio Hidrogeológico Macroregional del Area Costanera del Río Paraná en el Tramo entre la Presa Yacyretá y el Arroyo Yabbebiry.* Buenos Aires 65 p.

Entidad Binacional Yacyretá (2000).*Proyecto Yacyretá* Buenos Aires.

Entidad Binacional Yacyretá (2002).*Plan de Manejo de Medio Ambiente-PMMA.* Buenos Aires, 32 p.

Espinach Ros, A. et R. P. Sánchez (2007). *Proyecto Evaluación del Recurso Sábalo en el Paraná. Informe de los resultados de la primera etapa 2005/2006 y medidas de manejo recomendadas,* Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos de la Nación. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

FAO (2008). "State of World Fisheries and Aquaculture. Fisheries and Aquaculture Department. " *SOFIA*, 176 p.

Fekete, B., C. J. Vörösmarty et W. Grabs (1999).*Global, Composite Runoff Fields Based on Observed River Discharge and Simulated Water Balance.* Koblenz, Allemagne.

Ferraz, V. J. Kühl et R. Diniz (2002).*CESP: Pioneirismo e excelência Técnica.* São Paulo: Fundação Patrimônio Histórico da Energia de São Paulo.

FICH – INA (1998).*Estudios hidrológicos, hidráulicos y sedimentológicos de un sector del tramo inferior del Río Salado destinados a la concreción de una nueva conexión entre las*

ciudades de Santa Fe y Santo Tomé, en la Provincia de Santa Fe". Comitente: Dirección Provincial de Vialidad de Santa Fe. Santa Fe, Argentina.

FICH (2003).*Estudio hidráulico y sedimentológico de obras de dragado en el riacho Colastinecito y refulado en la boca del Colastiné.*

Fili, M. F. (1999).*Geohydrology of the region affected by the Paraná Medio Multipurpose Development.* Santa Fe, 7 p.

Frenguelli, J. (1954). "La margen derecha del Río Paraná a la altura del pueblo de Cayastá, Santa Fe. " *Notas geológicas y morfológicas. (Notas XVII: 65)*, p. 377-388

Galat, D. L., J. Barko, S. M. Bartell, M. Davis, B. L. Johnson, K. S. Lubinski, J. M. Nestler et D. B. Wilcox (2007).*Environmental Science Panel Report: Establishing System-wide Goals and Objectives for the Upper Mississippi River System. Upper Mississippi River System Navigation and Ecosystem Sustainability* 41 p.

Goldsby, T. (2000).*A Comparative Analysis of Agricultural Transportation and Logistics Systems in the United States and Argentina.* Buenos Aires, 37 p.

Halcrow (1973).*Estudio de Navegabilidad del río Paraguay al sur de Asunción.* Londres, 635 p.

Harza y Consorciados CIDY (2001). *Proyecto Yacyretá 11247-31.3.00*, Plan de investigación y monitoreo, 4 p.

HRWallingford (1992).*Standards of service for flood defence: reach specification methodology.* Wallingford.

ICOLD International Commission on Large Dams (1998).*World Register on Dams.* Paris.

Instituto Correntino del Agua y el Ambiente (Angerili) (2000). *Documentación referida a la interrelación entre el lago Yacyretá y los esteros del Iberá*, 4 p.

Instituto de desarrollo industrial tecnológico y de servicios (2005).*Primer informe sectorial de Empresas de servicios para el sector petróleo y gas.* Mendoza, 148 p.

Itaipu Binational (2006). "Relatorio referente a reuniao do board de consultores civis. Efeitos sedimentologicos no reservatorio da UHE Itaipu", *Rapport interne* s/n vol.

Jaime, P. et A. N. Menéndez (2002).*Análisis del Régimen Hidrológico de los Ríos Paraná y Uruguay.* Buenos Aires.

Jiménez, J. C. et M. Asad (1999). *Anexo B: Manejo de los recursos hídricos en Argentina. Aspectos económicos y financieros*.

Kellerhals, R., C. R. Neill et D. I. Bray (1972).*Hydraulic and geomorphic characteristics of rivers in Alberta.* 52 p.

Lima, J. L. (1995).*Politicas do Governo e Desenvolvimento do Setor de Energia Electrica: Codigo das Aguas à crise dos anos 80.* Rio de Janeiro.

Lotti, C. et Associatti SPA (1999).*Estudio hidrogeológico macroregional del área costanera del río Paraná en el tramo entre Yacyretá y el Arroyo Yabebiry.* Buenos Aires, 72 p.

Lubinski, K. et J. Barko (2003).*Upper Mississippi River – Illinois Waterway System navigation feasibility study: environmental science panel report.* Rock Island, IL; St. Louis, St. Louis, MO, and St. Paul, St Paul, MN.

Lucio, C. (2009). Communication personnelle, Mars 2009, La Plata

Magnani, C. (2001).*Derecho de Aguas. Instrumentos normativos y regulatorios de la gestión de los recursos hídricos.* Universidad Nacional de Buenos Aires, Secretaría de Ciencia y Técnica e Instituto Argentino de Recursos Hídricos, Buenos Aires.

Malavoi, J. R. et H. Andriamahefa (1993).*Eléments pour une typologie morphologique des cours d'eau du bassin de la Loire*. 48p.

Malavoi, J. R., J.-P. Bravard, H. Piegay, E. Herouin et P. Ramez (1998).*Détermination de l'espace de liberté des cours d'eau.* Lyon, 39 p.

Mattos (de), C. (1989). "La descentralización una nueva panacea para impulsar el desarrollo local?" *Cuadernos del CLAEH*, Montevideo.

McCartney, M. P., C. Sullivan et M. Acreman (1999).*Ecosystem impacts of large dams.* 74 p.

Melià, B. (2010).*Communication personnelle, Entretien du 02 mai 2010 à Asunción Paraguay.*

Ministerio de Obras Públicas (1983).*El Aprovechamiento del Paraná Medio, Síntesis General, Desarrollo del Proyecto.* Buenos Aires, tome 4, 191 p.

Ministerio de Transportes (2000).*El transporte fluvial.* Buenos Aires 45 p.

Motor Columbus y Asociados (1979).*Estudio de crecidas ríos Paraná y Paraguay.* Buenos Aires, tome 1.

Muguerza, D. (2010).*Consejo de Administración Ingeniero, communication personnelle en entretien daté du 30 avril 2010 dans les bureaux de l'EBY.* Posadas.

Mugetti, A. (2004). *Visión para el desarrollo sostenible de la cuenca del Plata y su relación con los recursos hídricos*, Informe Nacional de Argentina, Buenos Aires, technical document

Neiff, J. J. (1981).*Tipificación de los ambientes acuáticos y de interfase del Macrosistema Iberá.* Corrientes.

Oldani, N. (2006).*Criterios para la conservación de los sábalos del río Paraná.* Paraná, 13 de junio de 2006, 5 p.

Organización de Estados Americanos (1985).*Infraestructura y potencial energético en la cuenca del Plata.* Washington DC.

Organización Latinoamericana de Energía (2010). *Eficiencia Energética y Energías Renovables para el Desarrollo Industrial, Situación Energética en América Latina y el Caribe*. Organización Latinoamericana de Energía. São Paulo**:** 33 p.

Paoli, C. et P. Cacik (2003). *Determinación de Crecidas de Distintas Recurrencias en el Río Paraná.* Informe Técnico. Universidad Nacional del Litoral, Argentina.

Panel de Expertos EBY (2000). *Interrelación entre el Embalse de Yacyretá y el sistema del*

Iberá, 10p.

Pase, C. et E. Layser (1977).*Classification of riparian habitat in the Southwest.* 5-9 p.

Pochat, V., C. Natenzon et A. M. Murgida (2006).*Argentina. Country Case Study on Domestic Policy Frameworks for Adaptation in the Water Sector*. 27 p.

Proyecto GEF/PNUD (2005).*Planificación ecoturística, Plan de Manejo y Conservación de los Esteros del Iberá.* Posadas, 75 p.

Sanchez, R. et A. I. de Gimbatti (1999).*Las regulaciones de la Hidrovía Paraná-Paraguay. Una aproximación institucional.* Universidad Austral, 25 p.

Sarubbi, A., M. G. Pittau et A. N. Menéndez (2004).*Delta del Paraná: balance de sedimentos* Buenos Aires, 49 p.

Schipper, P.-H., J.-F. Langumier, E. Le Bris, M. Marchetti et G. Wernert (2006).*Étude comparée des politiques d'aménagement du territoire et de développement régional dans les pays du Sud.* Grenoble, 134 p.

Schmitt, L. (2001 b).*Étude de la typologie des cours d'eau alsaciens : expertise scientifique et consolidation des acquis. Rapport final.* Strasbourg, 166 p.

Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos (1988).*Desarrollo Integrado de la Energía - Experiencias Registradas en la Organización de los Estados Americanos.* Washington, D.C.

Secretaría General de la Organización de los estados Americanos (1985).*Infraestructura y Potencial Energético en la Cuenca del Plata* Whasington, D.C.

Secretaría General Organización de los Estados Americanos (1978).*Calidad Ambiental y Desarrollo de Cuencas Hidrográficas: un modelo para planificación y Análisis Integrados* Washington DC, 24 p.

Taylor-Golder-Consultar-Connal (1996).*Evaluación del impacto ambiental del mejoramiento de la hidrovía Paraguay-Paraná* Volume 5.

Thomas, W. A. (1977). *Hydrologic engineering methods for resource water development*, Sediment transport Hydrologic Engineer Center, Corps of Engineers, US Army, Davis, California, vol. 12, 225 p.

Tricart, J. (1965). "Rapport de la mission de reconnaissance géomorphologique de la vallée moyenne du Niger Janvier–Avril 1957.." *Mémoire de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire* vol. 72, Institut Fondamental d'Afrique Noire, Dakar, 196 p.

Unidad de Renegociación y Análisis de Contratos de Servicios Públicos et Ministerio de Planificación Federal Inversión Pública y Servicios (2008). *Condiciones Generales de las Tareas de Dragado y Balizamiento, Secciones Santa Fe-Confluencia y Confluencia – Asunción.*

United Nations Environment Programme (UNEP) et Global Environment Facility (GEF) (2003). *Concept Document for Sustainable Water Resources Management in the La Plata*

River Basin.

Wasson, J. G., J. Béthemont, J. N. Degorce, D. B. et T. Joliveau (1993). *Approche écosystémique du bassin de la Loire: éléments pour l'élaboration des orientations fondamentales de gestion.* Saint Etienne, 102 p., Atlas 70 p.

Wasson, J. G., J. R. Malavoi, L. Maridet, Y. Souchon et P. L. (1995). *Impacts écologiques de la chenalisation des rivières.* 166 p.

Water et Rivers Commission (2002).*Recognising Channel and Floodplain Forms. Water and Rivers Commission.*

West Consultant (2000).*Upper Mississippi River and Illinois waterways cumulative effects study. Ecological assessment. Environmental Report 40-2.* 2 volumes.

Williams, G. P. et M. G. Wolman (1984).*Downstream effects of dams on alluvial rivers.* Washington DC, 83 p.

World Bank (1999).*International Advisory Panel Report on the Argentina-Paraguay Yacyretá Hydroelectric Project.* 77 p.

World Climate Research Programme (2001).*4th Session of the CLIVAR VAMOS Panel.* Montevideo Uruguay, I. P. S. No.49, 45 p.

World Commission on Dams, R. C. (1999).*Large Dams and their alternative.* São Paulo, 57 p.

WWAP (2007). *La Plata Basin Case Study: Final Report.* 537 p.

Thèses et Mémoires

Arrus, R. (1981).*La valorisation de l'eau en Algérie. Aspects théorique et pratique (1830 – 1962).* Doctorat d'État ès-sciences économiques, Université des sciences sociales de Grenoble, 514 p.

Bardy, P. (1978). *Désintégration d'un espace naturel homogène : frontières, structures politiques et stratégies économiques dans le bassin du Moyen Paraná.* Thèse de doctorat, Université Toulouse-Le-Mirail II. Géographie, R. Gaignard (dir), 356 p.

Borges, C. Z. (2004).*Erosao marginal do rio Paraná apos a conclusao do reservatorio da UHE Engenheiro Sergio Motta (Porto Primavera) a jusante da barragem.* Mémoire Master, 50 p.

Carrizo, S. C. (2003). *Les hydrocarbures en Argentine: réseaux, territoires, intégration*. Paris, Thèse de Doctorat

Carignano, C. (1997). *Caracterización y Evolución, durante el Cuaternario Superior, de los ambientes geomorfológicos en el noroeste de la provincia de Córdoba.* Tesis Doctoral. Unpublished.

Casco, S. L. (2003).*Poblaciones vegetales centrales y su variabilidad espacio-temporal en una sección del Bajo Paraná influenciada por el régimen de pulsos.* Corrientes, Doctorat, 189 p.

Corradini, F. A. (2006).*Processos de Conectividade e a Vegetaçao Riparia do Alto Rio Paraná-MS.* Mémoire Master

Crispim, J. Q. (2001).*Alteraçoes na hidrologia do canal apos a construçao do reservatorio a montante: O caso da Usina Hidroelectrica Engenheiro Sergio Motta (Represa Porto Primavera) rio Paraná* Maringa, Mémoire Master 22 p.

David, J.-P. (2009).*La gestion de l'eau dans l'oasis nord de Mendoza, Cuyo, Argentine*. J.-N. Salomon (dir), Thèse de Doctorat, Université Bordeaux III

Duviols, J. P. (1985).*L'Amérique espagnole vue par l'Europe selon les récits de voyage de Christophe Colomb à L. A. de Bougainville (1492-1768).* Paris, Doctorat, 4 volumes pagination multiple.

Foulquier, E. (2001).*L'Uruguay et son insertion régionale: le rôle des ports dans la structuration des territoires.* Nantes, Doctorat, 383 p.

Franchomme, M. (2008).*Du cadastre napoléonien à la trame verte: le devenir des petites zones humides périurbaines en région Nord-Pas-de-Calais. Lille*. Lille tome 1 et tome 2 -atlas cartographique-, 412 p.

Fritschy, B. A. (2003).*Geosistema valle actual del río Paraná en un sector de su curso medio, Santa Fe, República Argentina.* Buenos Aires, H. A. Torres, Doctorado, 374 p.

Ghiotti, S. (2001).*La place du bassin versant dans les dynamiques contemporaines du développement territorial : les limites d'une évidence. Approches comparées en Ardèche et dans les Hautes-Alpes.* Grenoble, Thèse de doctorat, 475 p.

Haghe, J. P. (1998).*Les Eaux courantes et l'Etat en France (1789-1920). Du contrôle institutionnel à la fétichisation marchande.* Paris, Thèse de doctorat, 649 p.

Irgang, B. E. (1999.).*Comunidades de Macrófitas Aquáticas da Planície Costeira do Rio Grande do Sul-Brasil: Um Sistema de Classificação.* 149 p

Julien, F. (2006).*Ressources hydriques et conflits interétatiques. Apports et limites d'une approche quantitative.* . Maîtrise

Lavie, E. (2009). *Activités anthropiques et qualité de l'eau dans l'oasis de Mendoza (Argentine): diagnostic, enjeux et durabilité.* J.-N. Salomon (dir), Thèse de Doctorat, Université Bordeaux III, 385 p.

Laymond, P. (2006).*Mal développement et gestion de l'environnement : le cas du Grand San Miguel de Tucuman (Nord-ouest de l'Argentine).* J.-N. Salomon (dir), Thèse de Doctorat, Université Bordeaux III, 527 p.

Le Fellic, A. (1991).*Analyse quantitative des systèmes hydrographiques du Bassin Rhône-Méditerrannée- Corse et applications en termes de gestion.* Lyon, Mémoire de DEA, 109 p.

Marchand, P. (1990).*La Volga: aménagement et environnement.* Dijon, Doctorat, 773 p.

Massin, T. (2010).*Le delta du Paraná* Buenos Aires, Paris, Doctorat, en cours.

Meurer, M. (2008).*De l'hydro-écorégion au tronçon fluvial: recherche méthodologique. Le cas du bassin versant de l'Ivai, Etat du Paraná, Brésil.* Lyon, J.-P. Bravard et J. Stevaux, Thèse de doctorat, 350 p.

Molinier, C. (1974).*Le Développement des ressources hydrauliques du Paraná.* Paris

Neves, J. A. M. (2007).*O setor elétrico na integração da América do sul: o desafio da autonomia energética. (), 1-92.* Soa Paulo, Master.

Orfeo, O. (1995).*Sedimentología del río Paraná en el área de confluencia con el río Paraguay.* La Plata, Doctorat, 286 p.

Peiry, J.-L. (1988).*Approche géographique de la dynamique spatio-temporelle des sédiments d'un cours d'eau montagnard: l'exemple de la plaine alluviale de l'Arve (Haute Savoie).* Lyon, Doctorat, 378 p.

Pinto Martins, D. (2008).*Aménagements hydroélectriques et impacts sur la dynamique des flux d'eau et de sédiments. Le cas du haut Paraná, Brésil.* Lyon, J. Bravard, J. Stevaux, F. Petit, M. Provansal et R. Verdum, Doctorat, 304 p.

Popolizio, E. (2003).*El Paraná, un río y su historia geomorfológica.* Tesis de Doctorado, Geografía. Facultad de Filosofía, Historia y Letras de la Universidad del Salvador, 489 p.

Rocha, P. C. (2002).*Dinamica dos Canais no Sistema Rio-Planicie Fluvial do Alto Rio Paraná, nas proximidades de Porto Rico.* Maringa, Doctorado, 169 p.

Rodrigues Schausteck, B. (2009).*Conflit et coopération dans le bassin de La Plata: Navigation et énergie hydroélectrique.* D. d. r. M. J.-Y. MERIAN, Master, 160 p.

Schmitt, L. (2001).*Typologie hydro-géomorphologique fonctionnelle de cours d'eau: Recherche méthodologique appliquée aux systèmes fluviaux d'Alsace.* Strasbourg, Thèse de doctorat, 217 p.

Serra, P. Y. (2001).*Características geomorfológicas e hidrográficas de la provincia de Corrientes y su incidencia en asentamientos humanos* Doctorat, 412p.

Smith, D. E. (1981).*Riparian vegetation and sedimentation in the braided River.* Unpublished.

Souchaud, S. (2000).*La formation d'un espace « brésiguayen » dans l'Est du Paraguay. Migrations pionnières brésiliennes et organisations socio-spatiales dans l'Oriente paraguayen.* Poitiers, dir. M. Guillon et J.-P. Clément, Poitiers 515 p.

Starck, E. (2010).*La petite propriété dans l'oasis du Valle de Uco-Mendoza (Cuyo, Argentine).* J.-N. Salomon (dir), Thèse de Doctorat, Université Bordeaux III , 235 p.

Cartes

Herbst, R. et J. N. Santa Cruz (1985). "Mapa litoestratigráfico de la Provincia de Corrientes", *D'Orbignyana*, vol. 2, p. 1-51

Herbst, R. et J. N. Santa Cruz (1995). *Mapa geológico de la Provincia de Corrientes*. Secretaría de Minería, Dirección Nacional del Servicio Geológico.

Irala, D. (1534). "Carta de..." in U. Schmidel, *Viaje al Río de la Plata* Buenos Aires.

Iriondo, M. (1983-1985). *Mapa Geomorfológico de la Llanura Aluvial del río Paraná*, Gerencia de Estudios y Proyectos Paraná Medio, Agua y Energía Eléctrica, Santa Fe, Argentina

Ramírez, L. (1530). "Carta de..." in E. Madero, *Historia del Puerto de Buenos Aires* Buenos Aires 1902.

Sites internet

Arrea, I. B. (2005). "Inventarios de Proyectos de Infraestructura en Mesoamérica. Project "Integración de Infraestructura y la Conservación de la Biodiversidad en Mesoamérica". http://www;irn.org/pdf/mesoamerica/Inventario.pdf.

COAGRET-Coordinador de Afectados por Grandes Embalses y trasvases. (2005). "Represas hidroeléctricas en Meso América." http://www.coagret.com.

Eurostats (2009). http://w3.unece.org/pxweb/Dialog/

Goniadzki, D., S. Carballo et T. Hartmann. (2002). "Uso de la información espacial para la confección de cartografía de vulnerabilidad por inundaciones en la Cuenca del Plata." http://www.conae.gov.ar/emergencia/ninio/ninio2/INA_INTA/Inaintac.html

Lavy, P. (2004). "Production d'électricité par aménagements hydrauliques." https://intranet.insa-toulouse.fr/view/483/content/Ressources/biblio/hydraulique.

Ministerio de Transportes (2002). "Detailed information about Tietê River", http://www.transportes.gov.br/bit/hidro/detrioTietê.htm

Nilsson, C., M. Svedmark, P. Hansson, S. Xiong et K. Berggren. (2000). "River Fragmentation and flow regulation analysis." http://earthtrends.wri.org/maps_spatial/maps_details_static.php?map_select=254&theme=2.

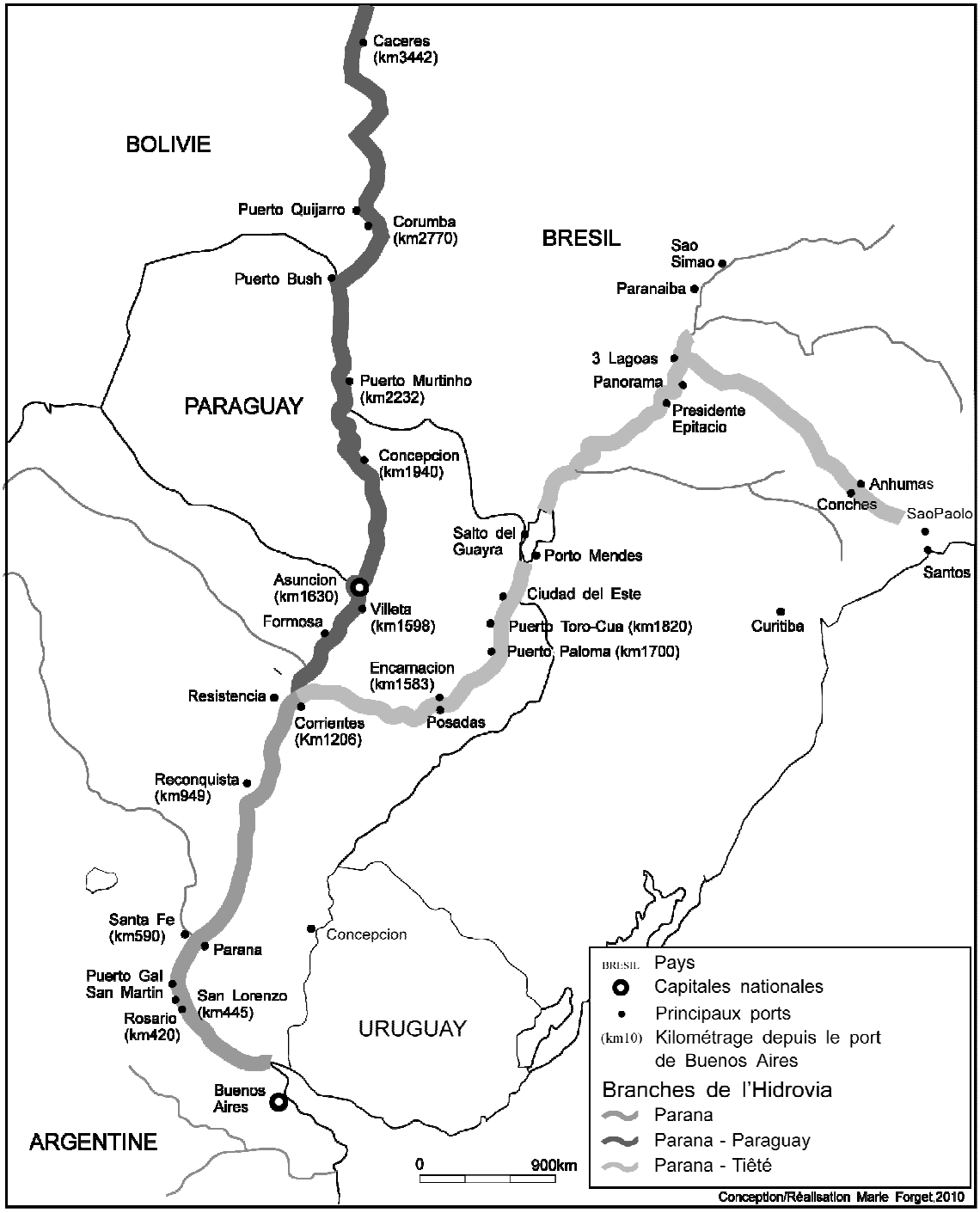
NOAA-NGDC National Oceanic et Atmospheric Administration - National Geophysical Data Center (1998).Stable Lights and radiance Calibrated Lights of the World Boulder, Colorado, http://spidr.ngdc.noaa.gov

Ravenga, C., S. Murray, J. Abramovitch et A. Hammond (1998).Watersheds of the World: Ecological Value and Vulnerability. Washington DC, http://pubs.wri.org/pubs_description.cfm?PubID=2900 p

SAGPyA, S. d. A., Pesca y Alimentos, Argentina) (2004). "Indicadores del Sector Sojero 2003/2004", http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/ nuevositio/agricultura/cultivos/granos/soja.php

World Commission on Dams (2000).Dams and Development, a new framework for decision making. London,URL:http//WWW.dams.org/report

Appendice 1

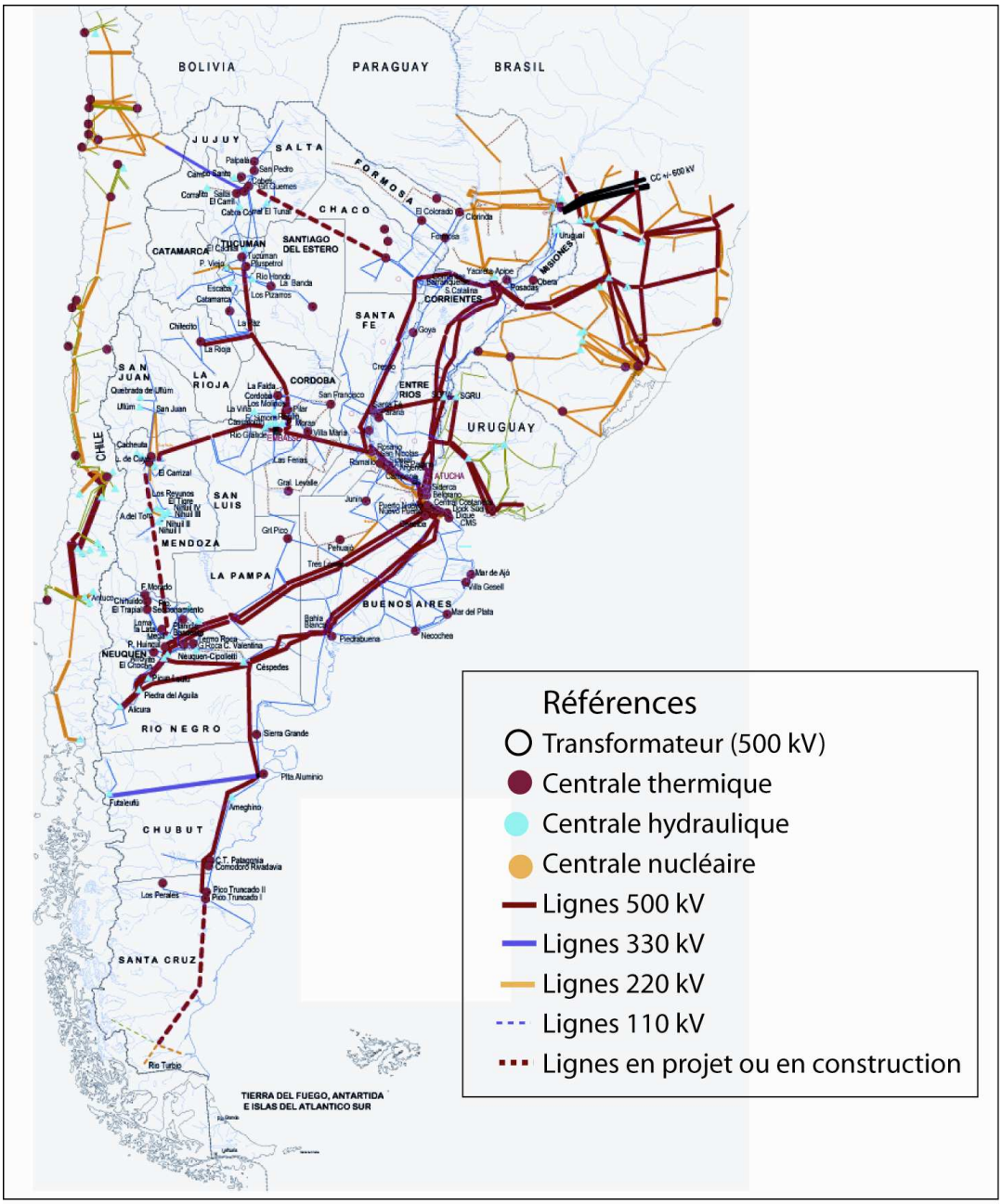


CARTE 33 L'HIDROVIA ET SES DEUX BRANCHES PRINCIPALES : PARANA-PARAGUAY ET PARANA-TIETE.

CARTE 34 LOCALISATION DES CENTRALES HYDROELECTRIQUES CONSTRUITES ET EN FONCTIONNEMENT EN ARGENTINE. SOURCE HTTP://ENERGIA3.MECON.GOV.AR

Station	Qpb (M3/s)	Pente (m/m)	Largeur moyenne (m)	Puissance spécifique (W/m²)	Puissance brute (W/m)
Posadas	22815,2	0,00006	794,21		13689,12
Itati	22023,4	0,000092	3408,68	5,94	
Corrientes	30780,3	0,000038	2379,04	4,92	11696,51
Pati	26777,5	0,00005	2349,361	5,62	13388,75
Chapetón	23671,5	0,000037	2349,56		8758,46
Paraná	22946,9	0,000037	1813,84	4,68	

TABLEAU 16 TABLEAU DE SYNTHESE DES DONNEES MESUREES ET CALCULEES SUR LES 6 TRONÇONS DISPOSANT DE STATIONS DE MESURE.



CARTE 35 LE SYSTEME NATIONAL INTERCONNECTE EN ARGENTINE, D'APRES LES DONNEES DU SECRETARIAT A L'ENERGIE EN 2005

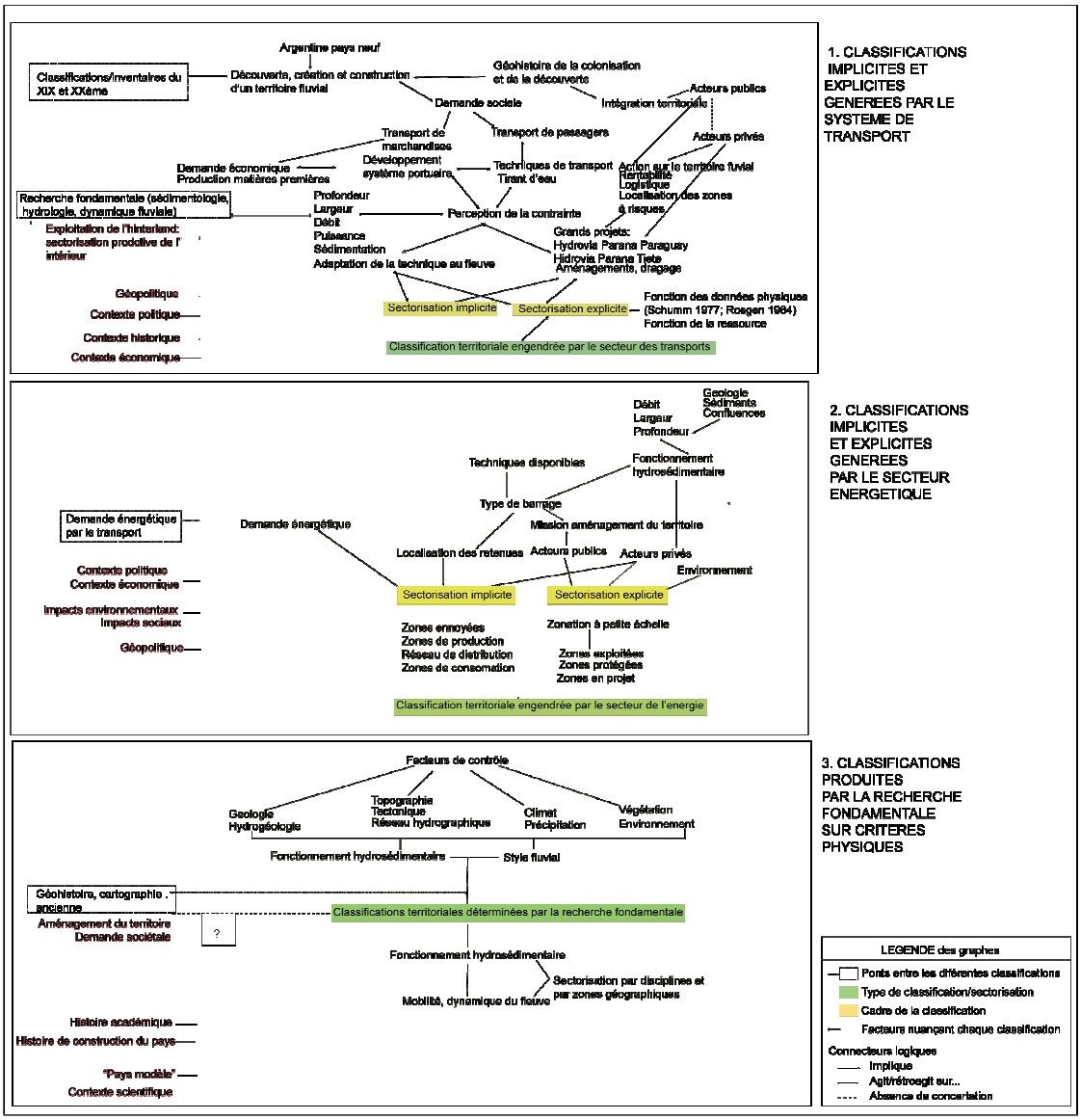
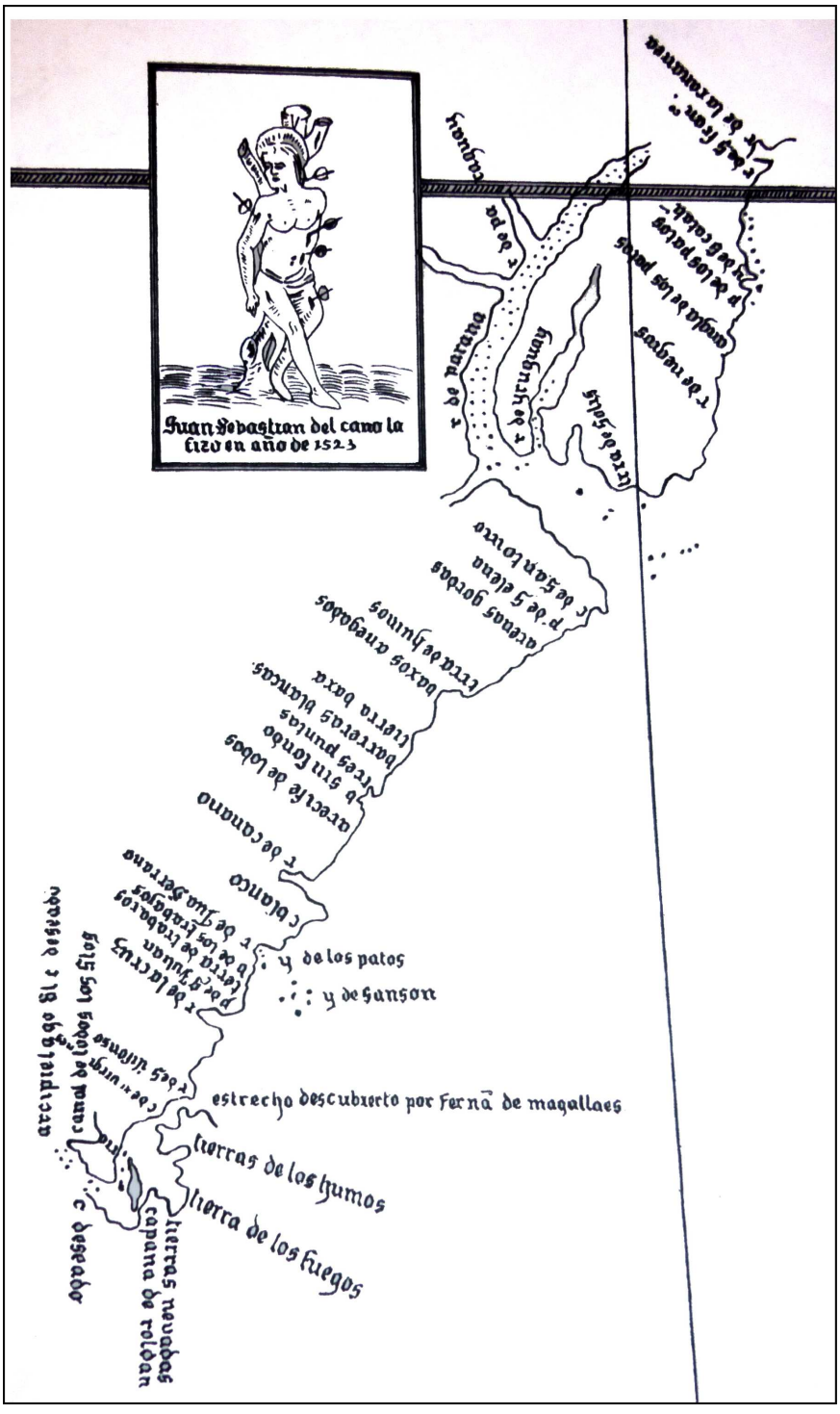


FIGURE 77 CLASSIFICATIONS IMPLCITES ET EXPLICITES GENEREES PAR LE SYSTEME DE TRANSPORT, LE SECTEUR ENERGETIQUE ET LES DONNEES PHYSIQUES DU PARANA

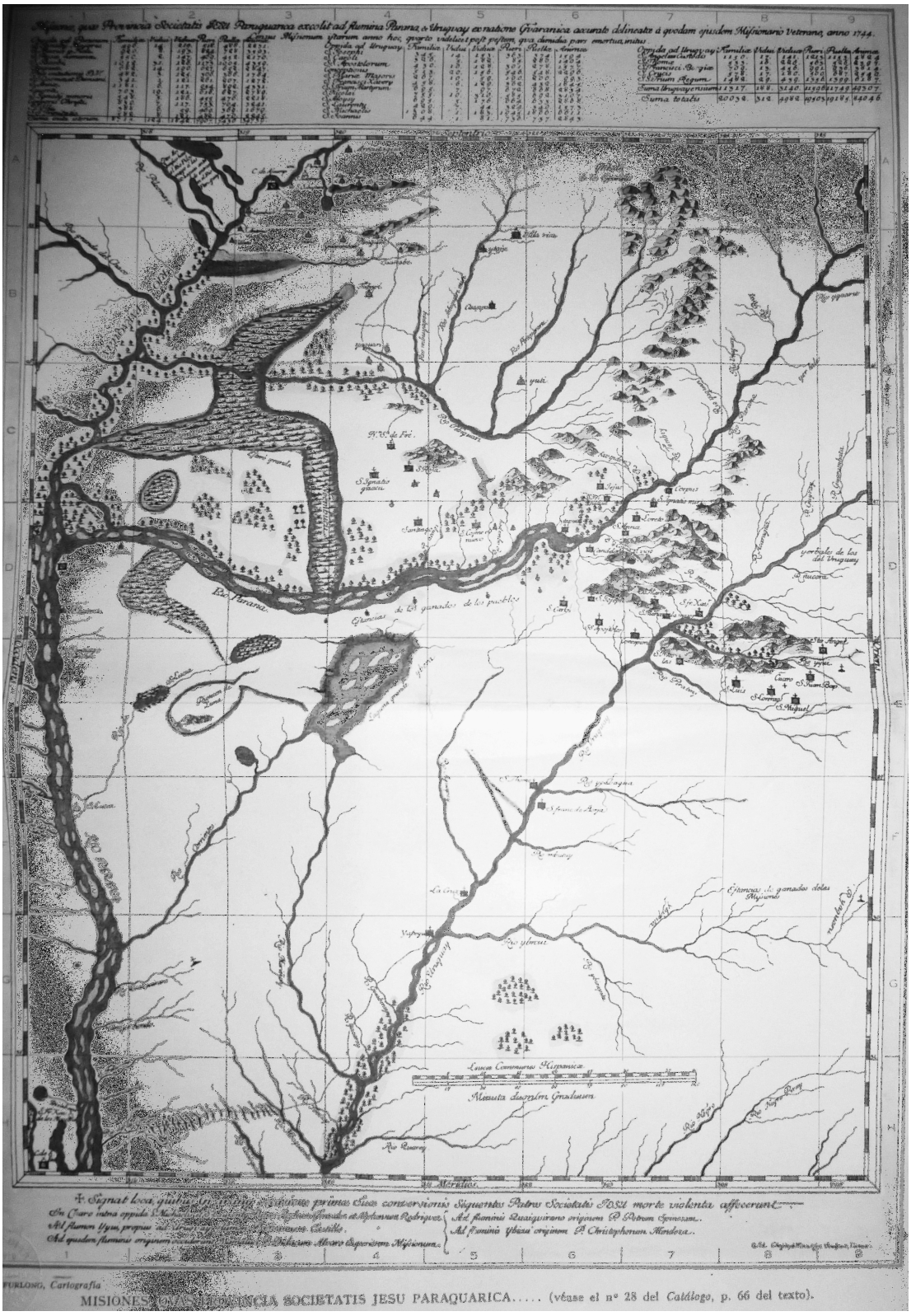
Appendice 2



CARTE 36 CARTE DE JUAN SEBASTIAN DEL CANO, 1523, COTE EST DE L'URUGUAY ET DE L'ARGENTINE, COLLECTION PERSONNELLE DU DR. BUENAVENTURA CAVIGLIA

CARTE 37 EXTRAIT D'UN PLANISPHERE D'AUTEUR INCONNU DATE DU XVIE S. REPRODUIT DANS GRAND ATLAS DES EXPLORATIONS ENCYCLOPÆDIA UNIVERSALIS, 1991

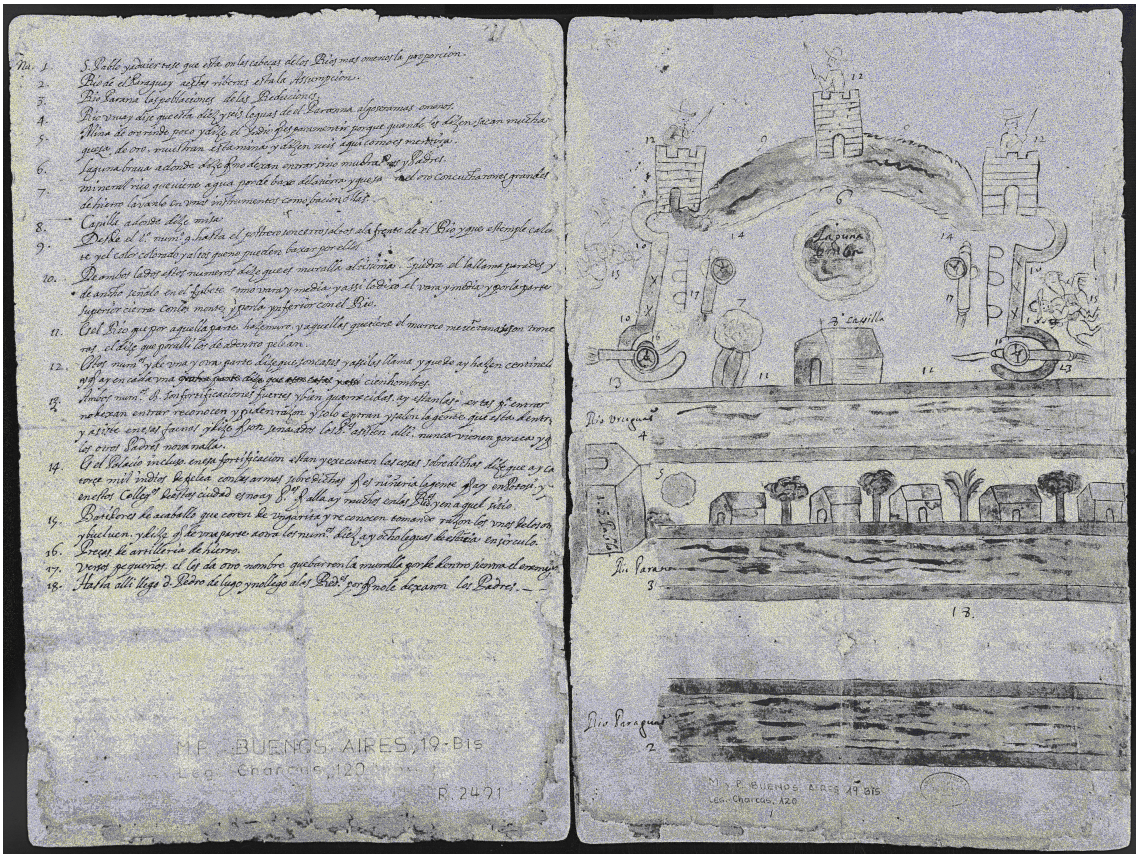
CARTE 38 CARTE INTITULEE PARAQUARIAE PROVINCIAE SOC. IESU CUM ADJACENTI. NOVISSIMA DESCRIPTIO POST ITERATAS PER EGRINATIONES, ET PLURES OBSERVATIONES PATRUM MISSIONARIORUM EJUSDEM .REALISEE PAR GIOVANNI PETROSCHI EN 1722 ET DEDIEE A FRANCISCO RETZ, SUPERIEUR GENERAL DE LA COMPAGNIE DE JESUS



CARTE 39 CARTE JESUITE DU PARANA ET DU PARAGUAY REALISEE PAR LE PERE CARLOS RECHBERG, COLLECTION PERSONNELLE, 1744.

CARTE 40 CARTE JESUITE DU PARANA ET DU PARAGUAY REALISEE PAR LE PERE JOSE QUIROGA, CONSERVEE A LA BIBLIOTHEQUE NATIONALE DE MADRID, 1749.

CARTE 41 PLANISPHERE NAUTIQUE DE 1573 ATTRIBUE A DOMINGO TEIXEIRA, MANUSCRIT ENLUMINE CONSERVE A LA BIBLIOTHEQUE NATIONALE DE FRANCE



CARTE 42 CARTE DE LA LAGUNA BRAVA ET DES FLEUVES URUGUAY, PARANA ET PARAGUAY AVEC LE DESSIN DES FORTIFICATIONS ET LA LOCALISATION DES MINES D'OR POSSEDEES PAS LES JESUITES, DATEE DE 1656, ARCHIVES DES INDES, SEVILLE.

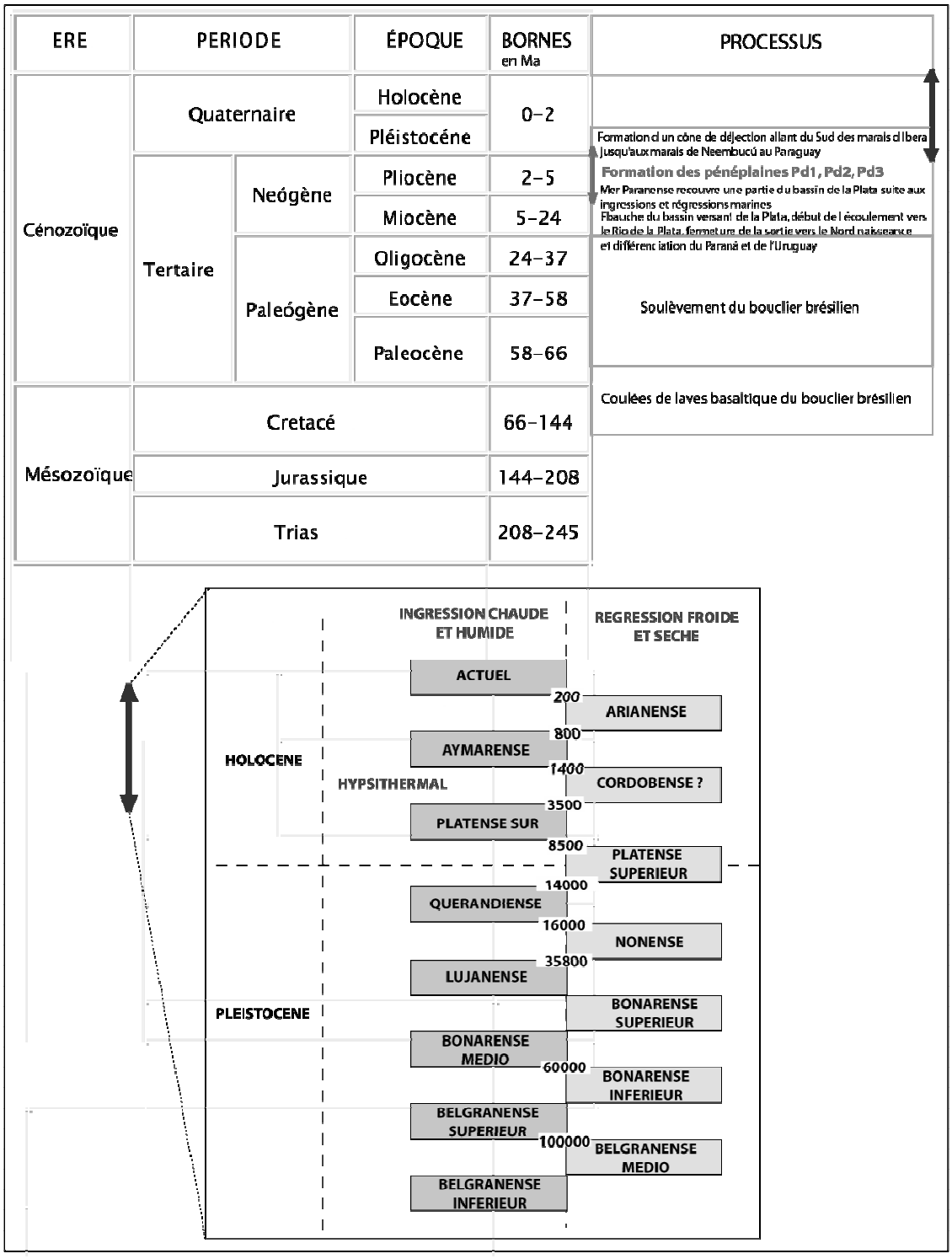


FIGURE 78 ECHELLE GEOLOGIQUE SIMPLIFIEE RETRAÇANT LES CHANGEMENTS SURVENUS DANS LE BASSIN DE LA PLATA. L'ENCART REPRESENTE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES A PARTIR DU BELGRANENSE INFERIEUR. LES INDICATIONS EN REFERENCES AUX ETATS ISOTOPIQUES SONT ISSUES DE M. IRIONDO (1999) ET LA CORRELATION AVEC LES ETAGES DE CASTELLANOS (PASOTTI, 1956) A ETE REALISEE PAR L'AUTEUR D'APRES POPOLIZIO (2003).

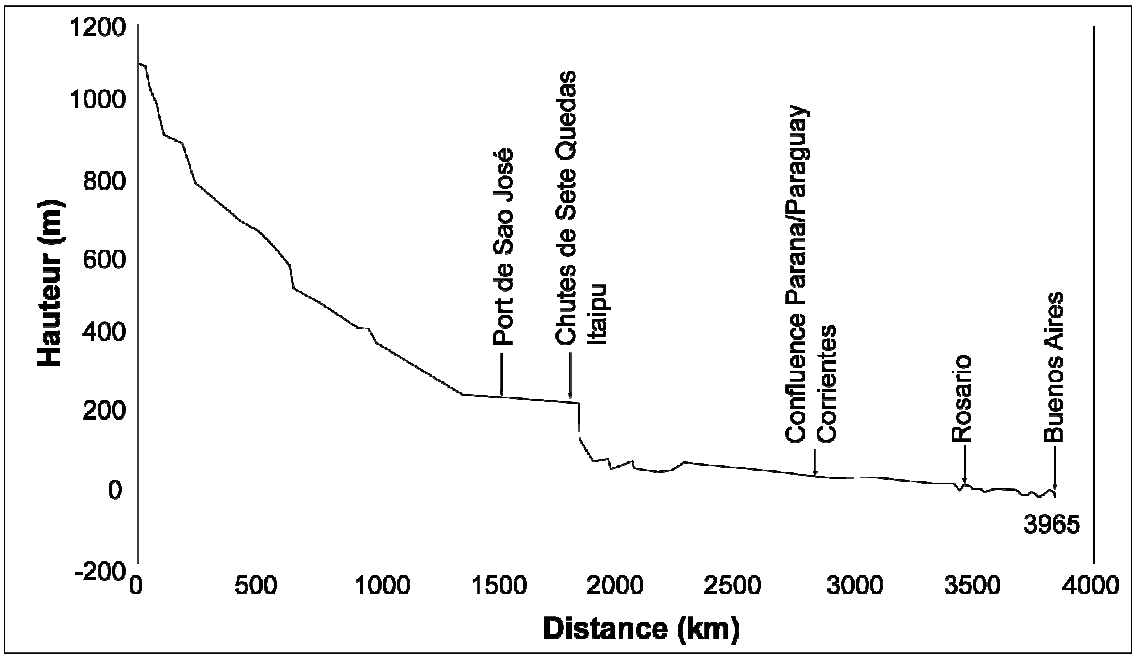


FIGURE 79 PROFIL EN LONG DU PARANA D'APRES ORFEO ET STEVAUX (2002)

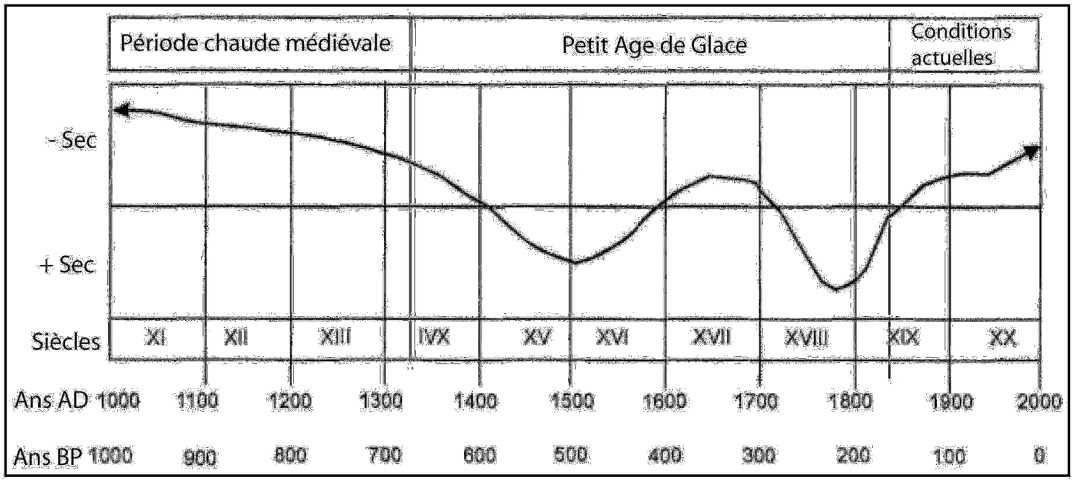
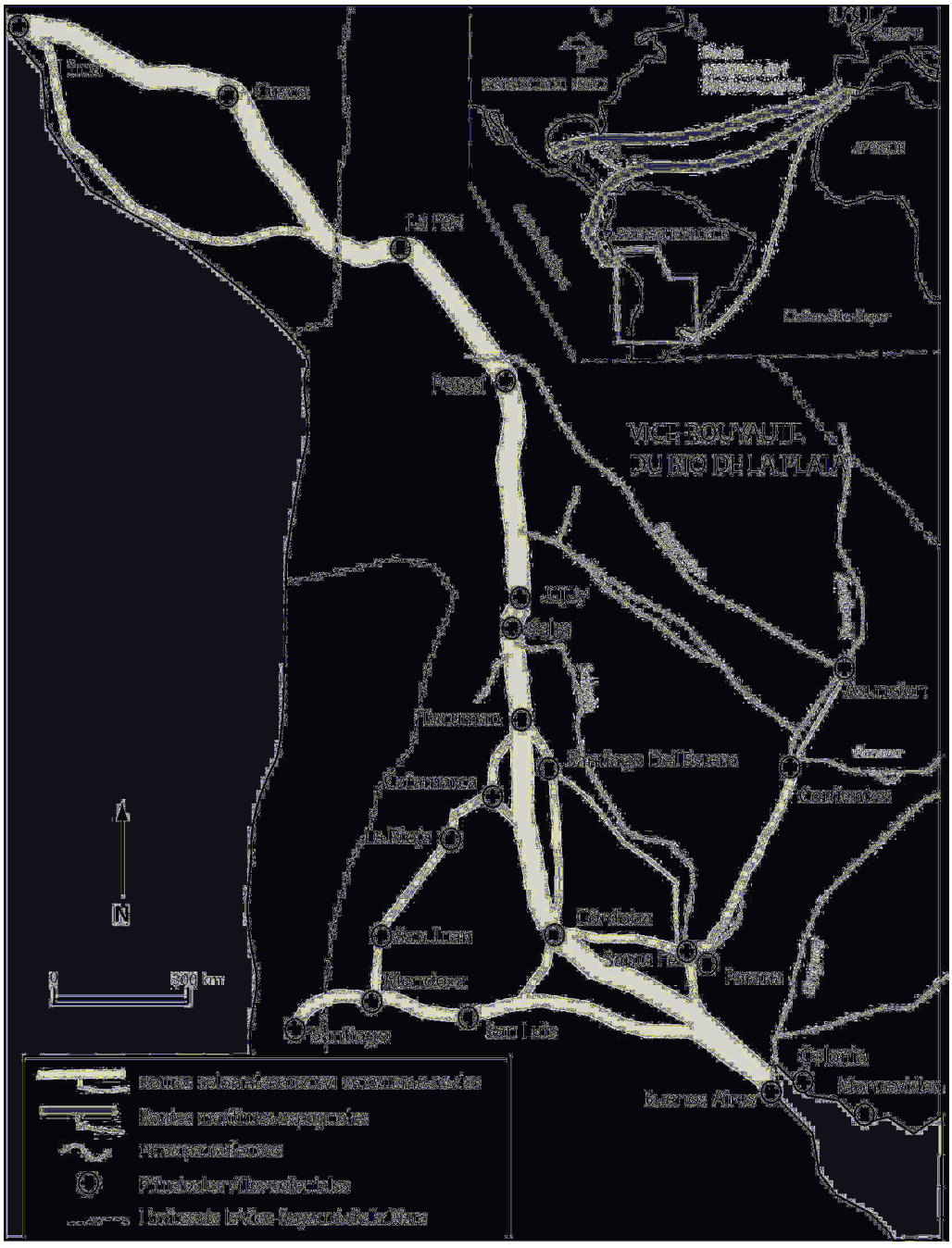
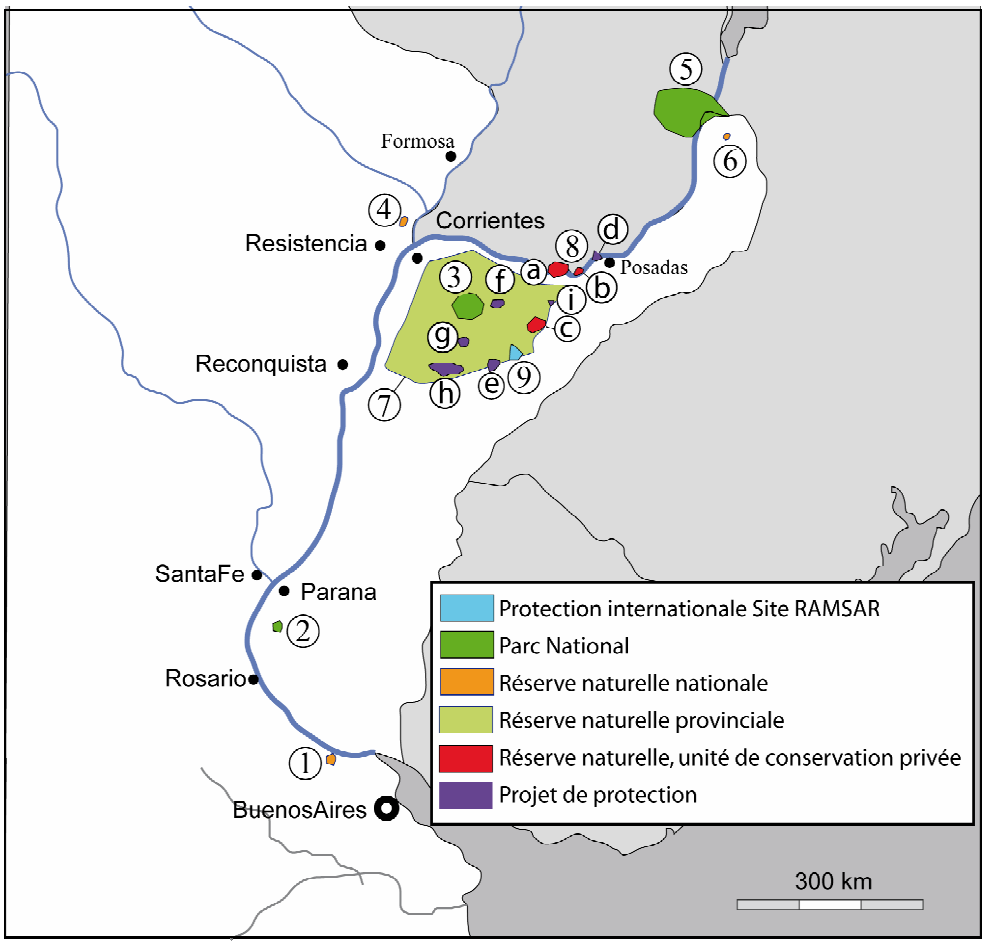


FIGURE 80 FLUCTUATIONS CLIMATIQUES DES REGIONS DU CENTRE DE L'ARGENTINE DURANT LE DERNIER MILLENAIRE (D'APRES CIOCCALE, 1999)

Appendice 3



CARTE 43 LES ROUTES ESPAGNOLES DE L'AMERIQUE ANDINE AU RIO DE LA PLATA AUX XVI ET XVIIE S. D'APRES KEELING (1997)



① Réserve naturelle **Otamendi** (Buenos Aires): Située au sud-ouest de Campana, cette réserve est un ancien terrain d'entrainement militaire. Elle a été ensuite soumise à l'élevage intensif. Elle a pour but de protéger les derniers échantillons du milieu naturel proche de Buenos Aires, les forêts riveraines du Paraná de las Palmas associées à la végétation du delta du Paraná. sa superficie atteint 2600 ha.

② Parc National de **Diamante, PreDelta** (Entre Ríos): Propriété de la municipalité de Diamante. Il s'agit de zones annuellement inondées. Il s'agit du 1er parc national dans le delta du Paraná. Il est délimité par des marqueurs naturels que sont les bras secondaires du Paraná. localisé à 6 km au sud de la ville de Diamante, il s'étend sur une superficie de 2548 ha.

③ Parc National **Mburucuyá** (Corrientes) : à l'origine, consiste en une donation de 2 grandes estancias en 1995. Alcide d'Orbigny déjà en 1827 a croisé les palmiers de Mburucuya et décrit les merveilles du paysage. Son but est de conserver une mosaïque représentative de la végétation de la province de Corrientes. Sa superficie couvre 15 060 ha

④ **Réserve naturelle stricte de Colonia Benítez** (Chaco): Cette réserve biologique consiste d'un secteur interdit au bétail, où il n'est pas permis de modifier la végétation. Secteur d'une superficie d'à peine 7 ha.

⑤ Parc National de **Iguazú** (Misiones), Patrimoine Mondial de l'UNESCO. Intimement lié à la naissance d'aires protégées en Argentine. Fut le 1er parc du Nord du pays sur une superficie de 75 000 ha qui comprennent les Cataractes.

⑥ Réserve Naturelle Stricte de **San Antonio** (Misiones): Fait partie de l'ancienne réserve du Général Belgrano appartenant à l'Institut Forestier National, dissolu. Son but est de conserver un petit échantillon de la forêt de Misiones avec les forêts de Pins Paraná pratiquement inexploités. Ce parc possède une faune similaire en apparence à celle contenue dans le Parc d'Iguazú plus au Nord. Elle s'étend sur une superficie de 400 ha.

⑦ Réserve provinciale de **l'Iberá** (Corrientes/ Chaco): A.d'Orbigny visite le cœur du système en 1928. Le but de la protection est de protéger le système de bañados et de lagune du bassin de l'Iberá, sa faune et sa flore. Elle couvre une superficie d'environ 1 300 000 ha.

⑧ Réserves **compensatoires au barrage Yacyetá** (Misiones): Les aires protégées se déclinent sous la forme de zones déconnectées les unes des autres. On y trouve 9 aires spécifiques. Du côté argentin, les zones protégées de Yacyretá atteignent une superficie de 52 500 ha, auxquels il est prévu d'ajouter une superficie plus importante lors de la montée des eaux dans le réservoir à 83 m. Comme habituellement, les zones effectivement protégées actuellement sont nettement inférieures aux projets de protection. Nous avons décider de séparer les réserves actuellement fonctionnelle et celles où les travaux de protection et la mise en place des statuts sont en cours, de celles habilement présentées par EBY, mais qui restent à l'état de projets.

a. Apipé b. Santa Maria c. Galarza d. Campo San Juan e. Iberá f. Camby Retá g. Yaguareté Corá h. Itatí i. Teyú Cuaré

FIGURE 81 LES PARCS NATURELS, UNE MESURE DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT PARANENSE

Annexes

Annexes 1

Annexe 1.1 Construction de la carte 3 Dynamisme de l' Hidrovía Paraná-Paraguay dans ses différentes sections

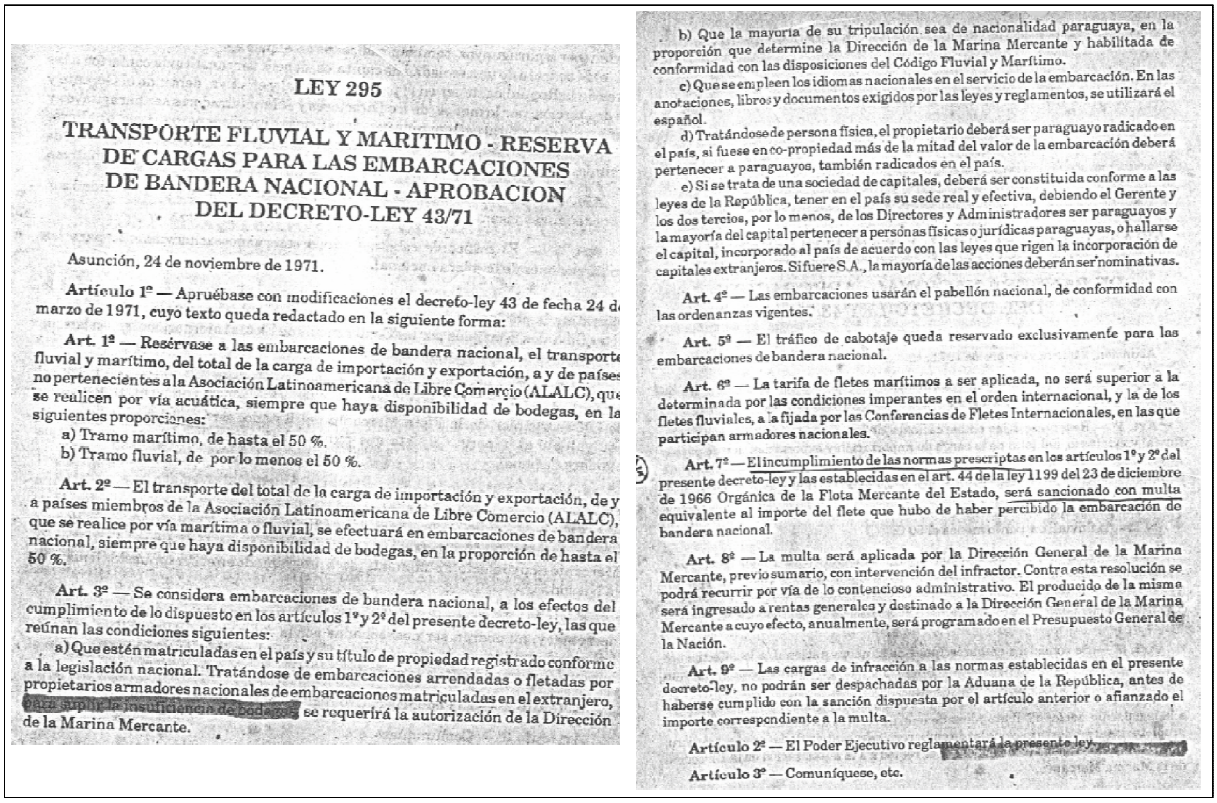
Tronçons	Profondeur min (pieds)	Possibilité amélioration	Type de navigation	Navigation 24/24	Balisage	Connexion à l'hinterland	Demande de transport
Buenos Aires-San Pedro	32	36	1	2	3	4	2
San Pedro-Santa Fe	28	32	1	2	3	3	1
Santa Fe – Corrientes	10	12	2	1	3	2	1
Corrientes-Asunción	6	12	2	1	2	2	2
Asunción-río Apa	6	10	2	1	3	1	2
Río Apa-Corumbá	8	10	2	1	2	1	2
Corrientes-Iuzaingo	21	21	2	1	2	2	1
Iuzaingo-Posadas	12	12	2	1	2	2	2
Posadas Iguazú	11	12	2	1	1	2	1
Iguazú-Jupiá	9	10	2	1	1	1	2
Jupiá-Anehmi	10	10	2	1	1	1	2
			1= ultra mar 2= convois	1= nav. Diurne 2= nav. 24/24	1= inexistant 2= médiocre 3=bon	1= mauvais 2= médiocre 3= bonne 4= excellente	1= moyenne 2= forte

Tronçons	Connexion à l'hinterland	Demande de transport
Buenos Aires-San Pedro	4	3
San Pedro-Santa Fe	3	2
Santa Fe – Corrientes	2	1
Corrientes-Asunción	2	3
Asunción-río Apa	1	3

Río Apa-Corumbá	1	3
Corrientes-Iuzaingo	2	1
Iuzaingo-Posadas	2	2
Posadas Iguazú	2	1
Iguazú-Jupiá	1	2
Jupiá-Anehmi	1	2

1= faible 1= faible
2=moyenne 2=moyenne
3=forte 3=forte
4= très forte

Annexe 1.2 Loi de réserve de charge



LEY 295

TRANSPORTE FLUVIAL Y MARITIMO - RESERVA DE CARGAS PARA LAS EMBARCACIONES DE BANDERA NACIONAL - APROBACION DEL DECRETO-LEY 43/71

Asunción, 24 de noviembre de 1971.

Artículo 1º — Apruébase con modificaciones el decreto-ley 43 de fecha 24 d marzo de 1971, cuyo texto queda redactado en la siguiente forma:

Art. 1º — Resérvase a las embarcaciones de bandera nacional, el transporte fluvial y marítimo, del total de la carga de importación y exportación, a y de países no pertenecientes a la Asociación Latinoamericana de Libre Comercio (ALALC), que se realicen por vía acuática, siempre que haya disponibilidad de bodegas, en la siguientes proporciones:

a) Tramo marítimo, de hasta el 50 %.
b) Tramo fluvial, de por lo menos el 50 %.

Art. 2º — El transporte del total de la carga de importación y exportación, de y a países miembros de la Asociación Latinoamericana de Libre Comercio (ALALC), que se realice por vía marítima o fluvial, se efectuará en embarcaciones de bandera nacional, siempre que haya disponibilidad de bodegas, en la proporción de hasta el 50 %.

Art. 3º — Se considera embarcaciones de bandera nacional, a los efectos del cumplimiento de lo dispuesto en los artículos 1º y 2º del presente decreto-ley, las que reúnan las condiciones siguientes:

a) Que estén matriculadas en el país y su título de propiedad registrado conforme a la legislación nacional. Tratándose de embarcaciones arrendadas o fletadas por propietarios armadores nacionales de embarcaciones matriculadas en el extranjero, para suplir la insuficiencia de bodegas se requerirá la autorización de la Dirección de la Marina Mercante.

b) Que la mayoría de su tripulación sea de nacionalidad paraguaya, en la proporción que determine la Dirección de la Marina Mercante y habilitada de conformidad con las disposiciones del Código Fluvial y Marítimo.

c) Que se empleen los idiomas nacionales en el servicio de la embarcación. En las anotaciones, libros y documentos exigidos por las leyes y reglamentos, se utilizará el español.

d) Tratándose de persona física, el propietario deberá ser paraguayo radicado en el país, si fuese en co-propiedad más de la mitad del valor de la embarcación deberá pertenecer a paraguayos, también radicados en el país.

e) Si se trata de una sociedad de capitales, deberá ser constituida conforme a las leyes de la República, tener en el país su sede real y efectiva, debiendo el Gerente y los dos tercios, por lo menos, de los Directores y Administradores ser paraguayos y la mayoría del capital pertenecer a personas físicas o jurídicas paraguayas, o hallarse el capital, incorporado al país de acuerdo con las leyes que rigen la incorporación de capitales extranjeros. Si fuere S.A., la mayoría de las acciones deberán ser nominativas.

Art. 4º — Las embarcaciones usarán el pabellón nacional, de conformidad con las ordenanzas vigentes.

Art. 5º — El tráfico de cabotaje queda reservado exclusivamente para las embarcaciones de bandera nacional.

Art. 6º — La tarifa de fletes marítimos a ser aplicada, no será superior a la determinada por las condiciones imperantes en el orden internacional, y la de los fletes fluviales, a la fijada por las Conferencias de Fletes Internacionales, en las que participan armadores nacionales.

Art. 7º — El incumplimiento de las normas prescriptas en los artículos 1º y 2º del presente decreto-ley y las establecidas en el art. 44 de la ley 1199 del 23 de diciembre de 1966 Orgánica de la Flota Mercante del Estado, será sancionado con multa equivalente al importe del flete que hubo de haber percibido la embarcación de bandera nacional.

Art. 8º — La multa será aplicada por la Dirección General de la Marina Mercante, previo sumario, con intervención del infractor. Contra esta resolución se podrá recurrir por vía de lo contencioso administrativo. El producido de la misma será ingresado a rentas generales y destinado a la Dirección General de la Marina Mercante a cuyo efecto, anualmente, será programado en el Presupuesto General de la Nación.

Art. 9º — Las cargas de infracción a las normas establecidas en el presente decreto-ley, no podrán ser despachadas por la Aduana de la República, antes de haberse cumplido con la sanción dispuesta por el artículo anterior o afianzado el importe correspondiente a la multa.

Artículo 2º — El Poder Ejecutivo reglamentará la presente ley.

Artículo 3º — Comuníquese, etc.

Annexe 1.3. Calculs de la puissance et de la puissance spécifique du Paraná

La détermination de la puissance de chaque tronçon du Paraná est fondée sur l'utilisation de la formule proposée par Bravard et Petit (2000) :

$W=(\rho g * Q_{pb} * p)/l$ (W/m²) $\rho g = 1000$

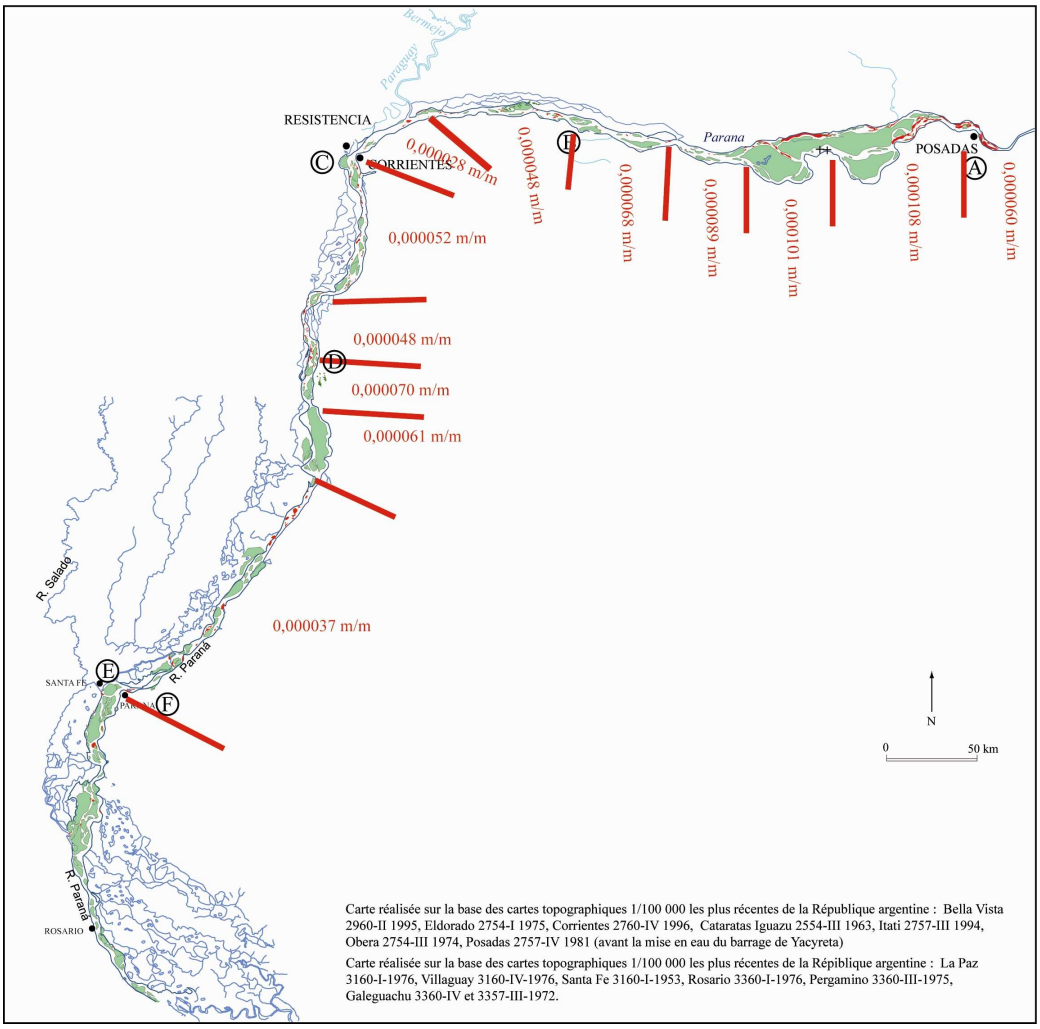
Détermination du débit à pleins bords Q_{pb} (m^3/s)

Le débit à plein bord est défini comme le débit permettant à l'eau de s'écouler à la limite du débordement en mettant en eau les chenaux secondaires de la plaine alluviale. E. Latrubesse (2008) l'estime à 20 000 m^3/s en moyenne sur l'ensemble du Paraná avec un temps de retour de 1,5 ans (courbes de Gumbell). Afin de déterminer ce débit sur les différents tronçons du Paraná, le découpage est réalisé en fonction de la localisation des stations de mesure et des principaux affluents du fleuve.

Station	Débit morphogène à plein bord en m3/s
Corrientes	30780,3
Pati	26777,5
Chapetón	23671,5
Paraná	22946,9
Posadas	22815,2
Itatí	22023,4

Pour calculer la puissance de chaque tronçon, nous avons tout d'abord déterminé la pente (p (m/m)). Les résultats sont regroupés ci-dessous :

km Paraná	Départ	Arrivée	Zero_Départ	Zero_Arrivée	distance (km)	dénivelé (m)	pente (m/m)	pentes moyennées
367	San Pedro	Constitución	1,60	2,40	87	0,80	0,000009	
593	Diamante	Paraná	6,60	9,52	59	2,92	0,000049	
420	Constitución	Rosario	2,40	3,12	53	0,72	0,000014	
536	Rosario	Diamante	3,12	6,60	116	3,48	0,000030	Chapetón
752	Paraná	La Paz	9,52	15,45	159	5,93	0,000037	0,000037
848	La Paz	Esquina	15,45	21,30	96	5,85	0,000061	Paraná
962	Esquina	Goya	21,30	29,25	114	7,95	0,000070	0,000037
1052	Goya	Bella Vista	29,25	33,60	90	4,35	0,000048	Pati
1208	Bella Vista	Corrientes	33,60	41,75	156	8,15	0,000052	0,000050
1244	Corrientes	Paso Patria	41,75	42,75	36	1,00	0,000028	Corrientes
1279	Paso Patria	Itatí	42,75	44,42	35	1,67	0,000048	0,000038
1380	Itatí	Italbate	44,42	51,30	101	6,88	0,000068	Itatí
1434	Italbate	Ituzaingo	51,30	56,57	59	5,27	0,000089	0,000092
1471	Ituzaingo	Rápido Apipú	56,57	60,30	37	3,73	0,000101	Posadas
1584	Rápido Apipú	Posadas	60,30	72,55	113	12,25	0,000108	0,000060
1665	Posadas	Corpus	72,55	77,42	81	4,87	0,000060	
1806	Corpus	Pto los Pinares	77,42	79,10	141	1,68	0,000012	
1927	Pto los Pinares	Pto Iguazú	79,10	87,33	121	8,23	0,000068	



Nous avons ensuite déterminé la largeur du chenal (l (m)) en excluant les îles et les bancs de sable. Les boîtes à moustaches présentées dans le texte sont réalisées à l'aide du calcul des quantiles qui donnent la position relative de chaque tronçon. La largeur du fleuve varie peu si l'on considère la partie centrale de l'échantillonqui englobe 50% des mesures. En revanche, les valeurs extrêmes sont plus dispersées.

Tronçons	Iguazú Posadas	Itatí Posadas	Corrientes Itatí	Pati Corrientes	Pati Paraná	Paraná Chapetón
	432,3	2913,1	1749,8	2631,7	1209,3	1248,1
	229,4	2667,6	1417,8	2440,7	1808,9	1407,4
	224,9	1981,5	1387,8	1817,0	2288,4	2142,0
	320,5	3571,7	1145,2	1676,5	3781,7	2752,7
	337,9	2620,6	1384,3	1673,5	3163,7	2306,9
	506,6	2976,3	1626,2	1786,0	3172,8	2227,0
	414,6	3764,9	2683,6	1705,2	2869,4	1792,8
	736,9	3731,9	2788,0	1877,5	1498,7	2420,5
	497,2	2828,5	2876,0	2121,0	1926,0	3264,7
	473,8	3299,2	2929,8	2811,9	1276,7	2228,2
	515,1	3950,8	2560,8	3008,7	642,2	1149,0
	647,1	3799,2	2315,1	2759,2	824,1	1277,9
	808,2	3986,3	2087,5	2687,1	3294,8	898,0
	1860,3	5630,0	3185,4	2515,1	3657,1	671,8
	1413,7		3171,2	1390,8	3592,6	702,1
	488,6		3124,2	1632,2	2846,1	1421,9

	3594,8		3102,2	1425,5	2590,4	2405,9
			3075,4	1341,1	2101,2	2020,6
			1734,9	1852,3	1805,5	1925,3
			1795,7	1505,3	2641,7	2348,2
			1409,7	1797,0		1993,7
			4160,8	1760,3		1300,0
			2760,4	3042,3		
			2123,8	3150,2		
			2730,5	3626,3		
			2529,3	2060,9		
				2791,6		
				1849,6		
				2611,4		
				2902,8		
				3035,7		
				3094,9		
				2383,3		
				2661,4		
				1868,9		
				1790,9		
				3198,7		
				4345,0		
				1984,0		
				2692,0		
				2140,6		
				4067,4		
				2981,8		
Min	896,6	1981,5	1145,2	1341,1	642,2	671,8
Max	3594,84	5630,0	4160,78	4345,0	3781,68	3264,73
moyenne	794,2	3408,7	2379,0	2383,6	2349,6	1813,8
Quartile 1	414,6	2849,6	1738,6	1793,9	1728,8	1283,5
Max absolu	3594,8	5630,0	4160,8	4345,0	3781,7	3264,7
Min absolu	224,9	1981,5	1145,2	1341,1	642,2	671,8
quartile 3	736,9	3790,6	2916,3	2857,3	3166,0	2287,2

Annexe 1.4 Population des villes argentines en 2008

Villes	Nombre d'habitants
Buenos Aires	12925000
Rosario	1295100
Santa Fe	524300
Resistencia	422400
Corrientes	346500
Posadas	305000
Paraná	275000
San Nicolás	161800
San Martín	100600
Zarate	96200
Reconquista	89700
Campana	84100
Goya	68800

Puerto Iguazú	31715
Total de la population urbaine du corridor paranense	16726215
Total population Argentine	40913584
Pourcentage de la population urbaine paranense	40,88181324
Densité du corridor paranense	41,8155375

Annexe 1.5 Construction de la carte 10. Localisation et importance des thématiques de recherche en relation avec le Paraná

Synthèse des thèmes de recherche basée sur les recherches réalisées par les antennes du CONICET et dans les centres universitaires

THEMES / LOCALISATION	Environnement	Histoire	Hydrologie	Energie	Industrie	Développement de l'hinterland	Economie
Buenos Aires							
Rosario							
Santa Fe							
Resistencia							
Corrientes							
Posadas							

Thèmes de recherches développés par les Universités

ROSARIO UNR UNIVERSIDAD DE ROSARIO	SANTA FE UNL	CORRIENTES UNNE	RESISTENCIA UNT UNIVERSIDAD PROVINCIAL
Ciencias Agrarias	Sciences hydrologiques	Environnement	Centro de Investigación de Geohistoria
Ciencias Económicas y Estadística	Limnologie	Hydrologie	
Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura	Botanique environnement		
Escuela Agrotécnica			
Escuela Superior de Comercio			

Posadas UNaM
Instituto de Materiales de Misiones – IMAM
Medición, registro y control de variables de una microcentral hidroeléctrica.
Diseño de sistemas electrónicos para el control de tensión y frecuencia en micro y pico centrales hidroeléctricas.
Economía Forestal deMisiones II
Caracterización morfológica con fines papeleros, de la madera de Eucalyptus grandis implantada en la Mesopotamia Argentina.
Literaturas entre dos orillas: reenvíos y pervivencias.
Colonización, inmigración y etnicidad en la provincia de Misiones. Etapa II. Cartografía etnográfica de la plurietnicidad en Misiones-Argentina.
Pautas de manejo integrado para las misiones jesuíticas Stos. Mártires y Sta. María
Memoria, historia e identidad: Reconstruyendo historias compartidas
Determinación por métodos estadísticos del rendimiento en el proceso industrial primario de madera en un aserradero.

Antennes de recherche sur le Paraná (CONICET)

CORRIENTES	Type de recherche
CECOAL - CENTRO DE ECOLOGIA APLICADA DEL LITORAL (I)	fondamental
SANTA FE	appliqué
IAL - INSTITUTO DE AGROBIOTECNOLOGIA DEL LITORAL	

IMAL - INST.DE MATEMATICA APLICADA "LITORAL"	
INALI - INST.NAC.DE LIMNOLOGIA (I)	
INCAPE - INST.DE INVEST.EN CATALISIS Y PETROQUIMICA(I)	
INLAIN - INST.DE LACTOLOGIA INDUSTRIAL	
INTEC - INST.DE DES.TECNOL.PARA LA IND.QUIMICA (I)	
IQUIR - INST.DE QUIMICA ROSARIO	

BUENOS AIRES	
CEUR - CENTRO DE ESTUDIOS URBANOS Y REGIONALES	
CIAFIC - CENTRO DE INV. EN ANTROPOL. FILOSOF. Y CULTURAL	
IMHICIHU - INST.MULTIDISCIP.DE HISTORIA Y CS.HUMANAS	
INBA - INST.DE INVEST. E/BIO CS AGRICOLAS Y AMBIENTALES	
INQUIMAE - INST.D/QUIM FIS D/L MATERIALES MEDIOAMB Y ENERGIA	

Annexes 2

Annexe 2.1 Tableau du corpus de cartes

Auteur de la carte	Titre de la carte	Echelle	Date	Lieu d'impression	Dimension	Description
1. Inconnu	Planisphère des Terres du Sud	NC	1400 environ			
2. Juan de la Cosa	Mappemonde		1500 environ			
3. Cantino	Mappemonde		1502			
4. Alonso Santa Cruz			1505			
5. Pedro-Reinel			1519			
6. Juan Sebastián Del Cano	Carte de la côte Est de l'Uruguay et d'Argentine	NC	1523			
7. Diego Ribeiro	Carte des Amériques	1:40,000,000	1529		64 x 49	Carte à la plume noire et leue, sur vélin monté sur papier
8. Giovanni-Battista Ramu	Mappemonde		1534			
9. Sébastien Munster	Carte Amérique		1540			

10. Gaboto	Carte du río de la Plata		1544			
11. Diego Homem	Carte de l'Amérique du Sud et d'une partie des Indes occidentales	NC	1558		81 x 57	1 carte vélin, gouache et feuilles d'or
12. Domingo Teixeira	Planisphère nautique		1573		49 x 100	1 carte : vélin manuscrite couleur Manuscrit enluminé
13. Theodore de Bry	Carte de l'Amérique du Sud		1592			
14. Mercator	Nouvelle et plus complète représentation du globe terrestre		1596			
15. Levinus-Hulsius	Carte de l'Amérique du Sud		1602			
16. Nicolas Sanson d'Abbeville	L'Amérique, en plusieurs cartes nouvelles, et exactes, etc. en divers traitez de géographie, et d'histoire.	NC	16..	Paris	19,8 x 27,8	1 atlas, 25 cm, [80] p. de texte paginé 1 p. sur 4 de 1 à 17, et 15 cartes
17. Anonyme	Mapa de los Ríos Paraná y Marañón, con expresión de algunos de sus afluentes y de las poblaciones de españoles que hay en este territorio	pas d'échelle sur la carte	Non daté, supposé de 16..			
18. Nicolas Sanson d'Abbeville A. Peyrounin Sculp	Amérique méridionale		1650	Paris	40 x 57	1 carte gravée : avec limites en couleur
19. Inconnu	Mapa de la Laguna Brava y de los Ríos Uruguay, Paraná y Paraguay, con diseño de las fortificaciones y lugar de las minas de oro que según declaración de un indio llamado Domingo,		probablement 1656		31 x 41	couleur

	poseían los jesuítas en aquellos lugares					
20. Nicolas Sanson d'Abbeville	Le Paraguayr, le Chili, la Terre et les Isles Magellaniques		1656	Paris	40 x 49,5	1 feuille couleur
21 Nicolas Sanson d'Abbeville	Paraguay subdivisé entre ses principales parties suivant les dernières relations		1665	Paris	21 x 28	
22. Nicolas Sanson d'Abbeville A. Peyrounin Sculp	Amérique méridionale revue et corrigée en plusieurs lieux		1669	Paris	40 x 57	1 carte gravée : avec limites en couleur
23 Nicolas Sanson Abbeville	Le Cours de la rivière des Amazones dressé sur la relation du R.P. Christophe d'Acugna		1680	17 x 32		BNF
24. Capitan Juan Andres Esmaili	Delineación Gidrographica (sic) y Geográfica del Río de la Plata con su entrada, canales, bancos, bajos y arrecifes, hecho por el Capitan Juan Andres Esmaili, vecino de Cadiz,	Escala de 35 leguas españolas de 17 y 1/2 en grado, los 170 mm. Comprende desde 25º a 27º de latitud Sur	1685			couleur
25. Inconnu	Carte figurative du bassin hydrographique du Rio Paraná	1:3 500 000 ca	ca 1690		77 x 55	1 feuille manuscrite
26. Jean-Baptiste Bourguignon d' Anville (1697-1782)	Rio Uraguai, Rio Paraná,	NC	17..		28,5 x 43,5 cm	1 carte : manuscrite[de la main de M. D'Anville] Tracés ms à l'encre marron
27. Jean-	Petite carte	NC	17..		13 x 21 cm	1 carte :

Baptiste Bourguignon d' Anville (1697-1782)	manuscrite des missions du Paraguay					manuscrite
28. Inconnu	Carte du Paraguay et des pays adjacents	NC	Attribuée au 17..			
29 Giovanni Petroschi	Paraquariae provinciae Soc. Iesu cum adjacenti. novissima descriptio post iteratas per egrinationes, et plures observationes Patrum Missionariorum ejusdem soc. tum hujus Provinciae, cum et Peruanae		1723		72 x 56,5 cm	1 carte : couleur
30. Inconnu	Carte des bassins des Rios Paraná Uruguay et Rio Grande de San Pedro.	1 : 2 415 000 environ	173.		64,5 x 99 cm	1 carte : manuscrite
31. Guillaume de Covens et Mortier; Lisle (1675-1726)	L'Amérique Méridionale. Dressée sur les observations de Mrs de l'Académie Royale des Sciences et quelques autres et sur les mémoires les plus récens (sic) Avec privilege. (Title in upper margin:) America Meridionalis in suas praecipuas partes divisa, ad usum serenissimi Burgundiae Ducis.	1 :18 500 000,	1742	Amsterdam	47x58,	Carte engravée avec des contours en couleur. Relief est montré par des hachures. Montre les routes de Magellan, Schouten, Medana, Sarmiento, le Maire, Gallego, Olivier and Drake
32. Carlos Rechberg	Misiones, Quas Provincia Societatis JESU Paraguanca excolit ad	1 / 2 400 000	1744	Vienne		

	flumina Paraná y Uruguay					
33. Padre Jose Quiroga	Carte des missiones jésuites		1749			BibliotecaNacional de España Madrid
34. inconnu	Mapa dos Rios da Prata, Paraná e Uruguay	1 : 3 050 000 env	Vers 1750		520 x 410	1 feuille manuscrite. à la plume ;
35. Felix de Azara_Jose Custodio de Saa Diego de Alvear	Carte préparatoire Partidas Demarcadoras		1750			
36. Padre Jose Cardiel	Carte des colonies jésuites		1771			
37. Juan de la Cruz CANO y OLMEDILLA	Mapa geografico de America Meridional	Echelles multiples	1776	Madrid	ensemble de 175,4 x 220,3 cm	8 feuilles assemblées formant un
38 Inconnu	Plano en que se representa el camino carretero desde el Río Salado hasta el Fierro, por el Teniente de Fragata de la Real Armada D.&&MIguel Rubín de Celis, comisionado al reconocimiento de la expresada mina, por el Excmo. Señor D. Juan José de Vertiz, Virrey Buenos Aires -	Comprende desde los 25º a los 34º 15' de latitud Sur y desde los 301º a 310º de longitud Este del meridiano de la Isla de Hierro	1783			couleur
39. Félix de Azara	Carta de la Provincia del Paraguay y las áreas limítrofes de Corrientes y Misiones Guaraníes		1784		70 X 94	Manuscrit noir et blanc

40. Felix de Azara	Carta esferica de la Povincia del Paraguay segun los ultimos reconocimientos particulares de las 3° y 4° Partida de Demarcacion en el año de 1787 à 1791.		1787 à 1791		22x34	Manuscrit
41. Inconnu	Mapa esférico de parte de la América Meridional comprendida entre los 32º y 41 grados de latitud en el que se manifiesta el curso del Río Negro, camino de Salinas y demás reconocimientos que se hicieron últimamente en lo interior del pais. La línea de carmín marca el cordón que forman las guardias de la frontera y manifiesta el espacio que posehemos, comprehendido por ella y la orilla del Río de la Plata y Paraná		1798			couleur
42. Inconnu	Mapa del terreno ocupado por los portugueses en el Virreinato de Buenos Aires	No tiene escala. entre los 27º y 35º de latitud Sur y los 11º de longitud Este a 3º de longitud Oeste, del meridi	1804	Madrid		couleur

		ano de Buenos Aires				
43. Inconnu	Mapa esférico de las provincias septentrionales del Río de la Plata desde Buenos Aires hasta el Paraguay, con los grandes bosques que separan las misiones españolas de los establecimientos portugueses y los marcos que se pusieron desde la costa del mar hasta la Laguna Merin, y desde Santa Tecla al Monte Grande o Sierra de Tape, etc	Comprende el territorio situado entre los 25º 20' y los 35º 10' de latitud Sur y entre 1º de longitud Oeste y 7º 50' de longitud Este del meridiano de Buenos Aires	1804			couleur
44. Inconnu	Carta geografica, que comprehende los Rios de la Plata, Paraná, Uruguay y Grande, y los terrenos adyacentes, conforme a los Comisionados de la Linea de Limites,	35 Leguas españolas de 20 el grado [= 0,087 m ; ca 1:12 200 000]	1820	Londres	51 x 44 cm	1 carte : tracés en couleur
45. inconnu	Carta geográfica que comprende los ríos de la Plata, Paraná, Uruguay y Grande y los territorios adyacentes	20 Leguas marítimas	1826	Londres		couleur
46. M. Parchappe d'après ses propres observations et celles de M. d'Orbigny	Carte d'une partie de la République Argentine comprenant les Provinces de Corrientes et des Missions dressée sur les	1 : 875 000 env	1828	Paris	715 x 535	Gravé sur pierre par Bouffard

	lieux en 1828					
47. A.-H. Dufour ; sous la direction de M. Alcide d'Orbigny	Carte générale de l'Amérique du Sud et des îles qui en dépendent	NC	1836	Paris	50 x 32	1 feuille couleur
48. Alcide d'Orbigny	Carte du centre de l'Amérique méridionale relative à la navigation de l'Amazone et de la Plata	NC	1845	Paris	47 x 38	1 feuille couleur
49. Alcide d'Orbigny	Voyage dans l'Amérique méridionale... exécuté pendant les années 1826 et 1833	NC	1835-1847	Paris		2 volumes in-folio
50. Capitaine Sullivan	Boca Iguazú Corrientes Croquis del recorrido a brujula	1/184 000	1837	Buenos Aires	180 x 20	1 carte
51. Thomas Page	Cours inférieur et bouches du río Paraguay		1853		65 x 45	Noir et blanc
52. Victor Martin de Moussy	Carte de la province de Corrientes, du territoire des Misiones et des pays adjacents	1 : 1,850, 000	1865	Paris	61 x 43	Lithographie noir et blanc
53. Martin de Moussy	Carte des provinces d'Entre-Rios, de Santa-Fe et de la Bande Orientale.	1 :1,850,000	1865.	Paris	43x51	Lithographie. Noir et blanc Relief représenté par des hachures. Montre les tribus natives
54. Victor Martin de Moussy	Carte de la Confédération Argentine divisée en ses différentes provinces et territoires et des pays voisins: Etat Oriental de l'Uruguay, Paraguay, partie du Bresil et de la Bolivie, Chili. Par le Dr. V. Martin de Moussy	1 :5,600,000	1867	Paris	54x42	Lithographie. Noir et blanc Relief représenté par des hachures. Montre les tribus natives
55.	Atlas de cartas		187	Madrid	formats divers	6 feuilles ; et

Petroschi (18..-19..?). Azara, Felix de (1746-1811). Brabo, Francisco Xavier (18..-18..?; cartogr). Baleato, D. Andres (18..-19..?).	geograficas de los païses de la America Meridional en que estuvieron situadas las mas importantes Misiones de los Jesuites, como tambien de los Territorios sobre cuya posesion verbaron alli las principales cuestiones entre España y Portugal, acompañado de varios documentos sobre estas ultimas.		2			texte en 51 p.
56. Martin de Moussy, V. (Victor), 1810-1869; Petroschi, Giovanni	Paraquariae Provinciae Soc. Jesu cum adiacentib. novissima descriptio. Post iteratas peregrinationes, & plures observationes Patrum Missionariorum erusdem Soc. tum huius Provinciae, cum & Peruanae accuratissime delineata, & emendata ann. 1732. Admodum r. in Chto. Patri Suo P. Francisco Retz ... Ioannes Petroschi sculp. Romae sup. perm. ... Fac-simile d'une carte du Bassin de La Plata dressee par les Missionaires de la Compagnie de Jesus de la province du Paraguay. Publiee a Rome en 1732		1873	Paris	43x51	Lithographie. Noir et blanc Relief représenté par des hachures.

	et dediee au General de la dite Compagnie le R.P. Francois Retz. Gravee par Jean Petroschi. Paris - 1867.					
57. A. Selstang et R. Foster	Derrotero de la comision explorada del Chaco	1:100 000	1876	Rosario	21 x 30 cm	
58. República Argentina Ministerio de obras públicas Dirrección general de obras hidráulicas. Río Paraná	Plano de navegacion entre Rosario y Paraná	1:100 000	1903-1904	Buenos Aires	85 x 60 cm	4 feuilles : en couleur.
59. Ministera de Obras Publicas Comision del Alto Paraná	Plano de Navegacion del rio Paraná entre Confluencia y Esquina Esquina a la Desembocadura	1:100 000	1913	Buenos Aires	20 x 120 cm	44 planches couleur + 26 palnches couleur
60. Service hydrografico Ministerio de Marina	Atlas de la 3ra edicion del Derotero argentino de los rios Uruguay, Paraná y Paraguay	1/10 000	1932	Buenos Aires	40 x 20	Atlas de 50 planches noir et blanc imprimées

Annexe 2.2 Biographie des grands cartographes et chroniqueurs de la découverte

Juan Sebastian del Cano (1486-✞ 1526)

Explorateur et marin basque, il a ramené à Séville les derniers survivants de l'expédition commandée à l'origine par Fernand de Magellan (1519-1522). Elcano fut nommé capitaine de la *Concepcion*, l'un des cinq navires de l'expédition. Elcano meurt en plein océan Pacifique en 1526.

Diego Ribero (?-✞ 1533)

Cartographe et explorateur espagnol d'origine portugaise, il est au service de Charles Quint comme cartographe de la *Casa de Contratación* à partir de 1518. Il semble avoir

eu un rôle actif dans la préparation des cartes utilisées pour le premier tour du monde en bateau. En 1523, il succède à Sébastien Cabot comme *Piloto Mayor*. (Hamy, 1887). Il publie en 1529 un *Padrón real*, une carte du monde (secrète dont les copies sont ensuite confiées aux explorateurs espagnols), en collectant toutes les informations qu'il put de la bouche des survivants du voyage de Magellan. La mappemonde représente pour la première fois l'ensemble de l'océan Pacifique, la continuité des côtes d'Amérique du nord, du centre et du sud, ainsi que le méridien de Tordesillas.

Nicolas Sanson d'Abbeville (1600-✞1667)

Natif d'Abbeville, Sanson fit ses études au collège des Jésuites d'Amiens. Actif dès 1627, Sanson publia sa première carte importante, *les Postes de France*, en 1632, chez l'éditeur Melchior Tavernier. Après avoir publié seul quelques atlas généraux, il s'associa avec l'éditeur d'estampes Pierre Mariette. En 1647, Sanson accusa le père jésuite Philippe L'abbé de l'avoir plagié avec son *Pharus Galliæ Antiquæ*. Vers la fin de sa vie, il compta au nombre des favoris du prince du Condé. Ses deux fils Adrien († 1708) et Guillaume († 1703) prirent sa succession en tant que géographes du roi. Il a à son actif un grand nombre de carte de toutes les parties du monde, construites par copie et compilations. En 1692, Hubert Jaillot compile l'ensemble des cartes de Sanson en un Atlas nouveau. D'autres éditions des œuvres de Sanson furent publiées au XVIIIe siècle sous le titre d' *Atlas de géographie ancienne*, d' *Atlas britannique* et de *Catalogue des cartes et livres de géographie de Sanson* (1702).

Félix de Azara (1746-✞1821)

Militaire, ingénieur et naturaliste espagnol. Il fait ses études à l'université de Huesca puis à l'Académie militaire de Barcelone dont il sort comme cadet en 1764. L'Espagne et le Portugal signent un accord pour fixer les frontières de leurs possessions en Amérique du Sud. Azara est choisi par Madrid pour faire partie des commissaires chargés de délimiter précisément les frontières espagnoles. Il part en 1781 pour une mission de quelques mois et y reste durant vingt ans (Boubier, 1925). Bien que dépourvu de connaissances scientifiques, il s'attelle à l'étude des mammifères et des oiseaux qu'il rencontre. Il ne rapporte pas de collections mais uniquement son manuscrit qui paraît de 1802 à 1805 en trois volumes sous le titre de *Apuntamientos para la historia natural de las Paxaros del Paraguay y Rio de la Plata*. Son livre est publié en français en 1809 sous le titre de *Voyages dans l'Amérique méridionale, par don Félix de Azara*. Azara a laissé de son séjour un nombre important de cartes qui, à l'heure actuelle, n'ont toujours pas été toutes retrouvées (Martinez Martin, 1997).

Sir Woodbine Parish (1796-✞1882)

Citoyen anglais, W. Parish est un illustre diplomate, voyageur et scientifique. Eduqué au collège de Eton, il prend son premier poste diplomatique en 1814. Chargé d'affaires à Buenos Aires de 1825 à 1832, il nous livre d'importantes informations concernant le port de Buenos Aires et la navigabilité du Paraná pour laquelle il signe le Traité

d'Amitié, Commerce et Libre Navigation avec l'Argentine en 1825. Il combine des recherches scientifiques, en particulier autour de la géologie et de la paléontologie. En 1839 est publié *Buenos Ayres and the Provinces of the Rio de la Plata*, une somme de la géologie des provinces du río de la Plata et la découverte de fossiles qui sont aujourd'hui montrés dans le Natural History Museum de Londres.

Victor Martin de Moussy (1810-✞1869)

Médecin-major en 1835, il quitte l'armée pour se consacrer à des activités scientifiques et notamment à la géographie. Membre de la Société Géographique de Paris il reçoit le soutien d'Alcide d'Orbigny qui l'encourage à visiter l'Amérique du Sud. Patronné par le Gouvernement français, muni d'instructions de la Société Géographique, de l'Académie des sciences et de l'Académie de médecine, il s'embarque pour l'Uruguay en 1841. En 1855, le général Urquiza le charge de réaliser une description complète de l'Argentine qui fasse mieux connaître en Europe les richesses de la République. Pendant près de cinq ans, le médecin va parcourir les quatorze provinces de l'Argentine, le Chili et le Paraguay.

Parti de Paraná en 1855, il se rend d'abord dans l'*Entre Rios* puis remonte l'Uruguay jusqu' à Ituzaingó. Il parcourt ensuite la province de *Misiones* et traverse le Paraguay. Martin de Moussy a parcouru en tout 3600 lieues à travers les parties méridionales de l'Amérique du Sud. En 1859, après dix-huit ans de séjour Outre Atlantique, il rentre en France pour publier les résultats scientifiques de ses recherches. Sa *Description géographique* (qui englobe aussi les sciences naturelles, l'ethnographie, l'économie et l'histoire) fera autorité jusqu' à la fin du XIXe siècle. Son *Atlas* en 30 cartes n'est malheureusement assujetti à aucun canevas géodésique d'ensemble.

Narcisse Parchappe (1795- ✞ après 1853)

Après des études à l'école Polytechnique, il s'exile en Amérique du Sud après 1815. Il s'installe à Corrientes où il fonde le premier collège. Les autorités locales le chargent de travaux topographiques et cartographiques dans la province *d'Entre Rios*. En 1827, N. Parchappe accueille Alcide d'Orbigny. Les deux hommes se lient d'amitié et réalisent ensemble plusieurs voyages scientifiques. A la fin de 1827, N. Parchappe est chargé par le gouvernement argentin de se joindre à une expédition militaire devant établir une nouvelle frontière fortifiée à travers la Pampa. De retour en France après 1830, il reprend ses activités d'ingénieur.

Thouar Emile Arthur (1853-✞ ?)

Personnalité énigmatique, Thouar a été le héros du Chaco bolivien. Dans des conditions mal définies, il visite les Antilles, le Mexique, l'Amérique centrale, le Vénézuela et la Colombie. De retour en France en 1822 il apprend la fin tragique de la

mission Crevaux et décide d'aller au secours des éventuels survivants. Thouar affirme que le Pilcomayo, dont il rapporte des cartes détaillées, est navigable de la Bolivie jusqu' au Paraguay. Il note aussi que le Chaco méridional peut être ouvert à la colonisation européenne. Ayant perdu ses ports sur le Pacifique depuis 1879, la Bolivie cherche désespérément des débouchés vers le bassin de la Plata par le fleuve Paraguay. Thouar est donc chargé de trouver une route terrestre qui atteigne le Paraguay en territoire bolivien.

Alcide Dessalines d'Orbigny (1802-1857)

Digne émule de Humboldt, A. d'Orbigny est certainement le plus grand américaniste français du XVIIIe siècle. Né près de Nantes, il fait ses études à La Rochelle et en 1824 est rattaché au Muséum qui l'envoie pour explorer les régions que Humboldt et Bonpland n'avaient pas visitées. En 1827, après un bref séjour dans la capitale argentine, il s'embarque sur le Paraná pour Corrientes. Au début de 1828, il gagne la lagune d'Iberá puis entreprend des études détaillées du Paraná et de ses ports : Goya, Santa Fe, Rosario.

L'œuvre scientifique d'Alcide d'Orbigny frappe par son étendue et sa diversité. Parti comme naturaliste, il a progressivement étendu ses investigations à la géographie, à l'histoire, à l'ethnographie, à la linguistique, à l'archéologie, à l'économie, à la statistique…En géographie, on lui doit les cartes détaillées de l'Argentine. Entre 1835 et 1847, il fait paraître les onze volumes richement illustrés de son *Voyage en Amérique Méridionale.* En 1840, il publie parallèlement l'*homme américain*, brillante synthèse où s'associent étroitement anthropologie, ethnographie et linguistique.

Annexe 2.3. Tableau croisé des sources cartographiques et textuelles disponibles sur le Paraná et l'Amérique méridionale entre 1500 et 1900

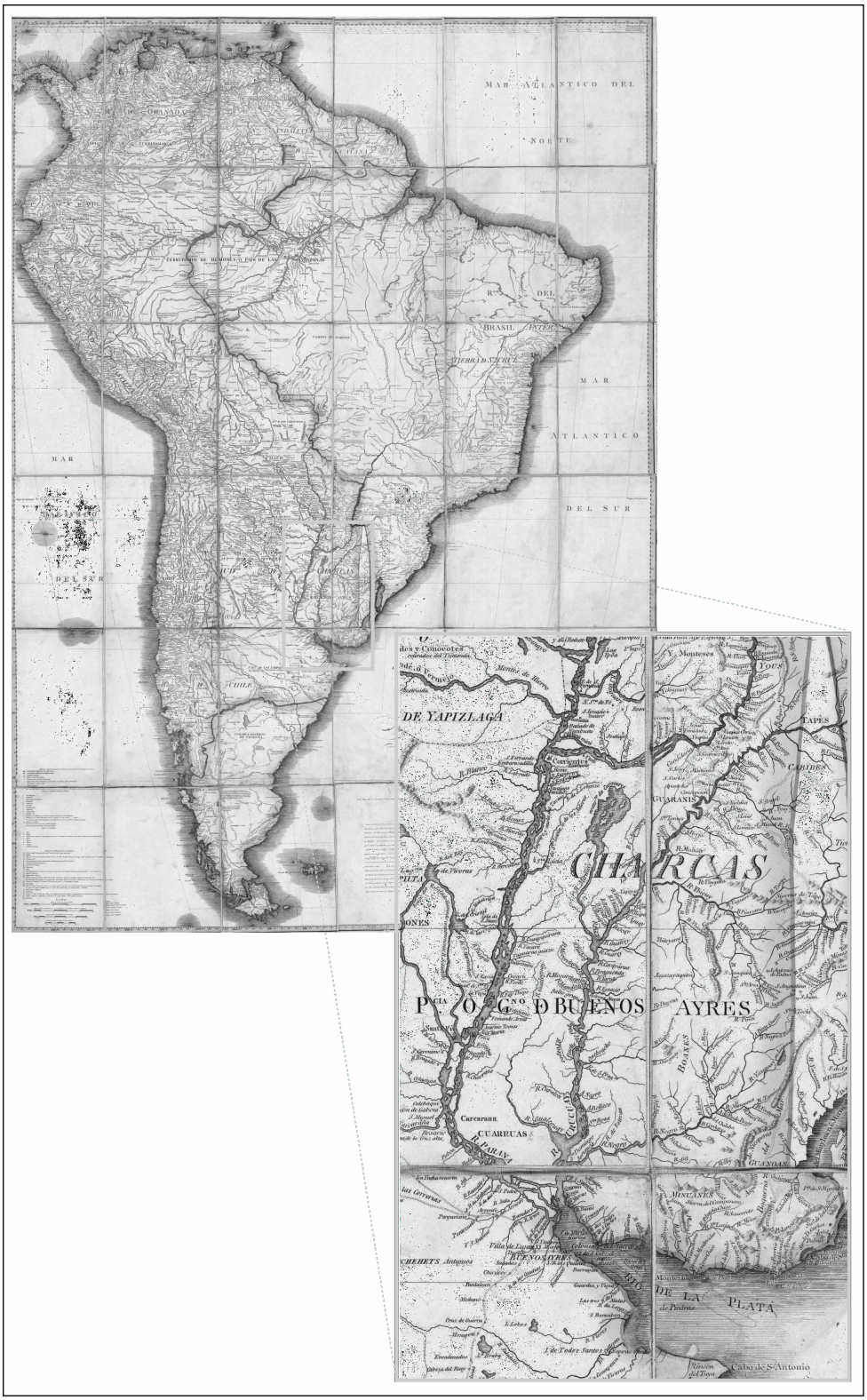
Auteur de la carte	Espace cartographié	Date	Ouvrage	Récits, voyages de la même période permettant de valider la cartographie
1. Inconnu	Terres du Sud	1400 environ		Pierre-Martyr d'Anghiera. *Opus epistolarum*, il écrit les Décades du *De Orbe Novo* (1493-1525),
				Colomb, C. (1498). Troisième Voyage
2. Juan Sebastián Del Cano	Côte Est de l'Uruguay et d'Argentine	1523		Oviedo Histoire générale et naturelle des Indes (1526).
3. Diego Ribeiro	Amériques du Nord et du Sud	1529		Bartolomé de Las Casas Très Brève Relation de la destruction des Indes (1542)
4. Diego Homem	Amérique du Sud	1558	Atlas de neuf cartes	L'Histoire du Nouveau Monde ou Description des Indes occidentales de l'érudit Jean de Laet début XVII
				1554. Ulrich Schmidl Voyage en Amérique Méridionale
5. Domingo Teixeira	Monde	1573		Ortiz de Zarate, J. (1572). Comunicacion al rey de Espana
6. Nicolas Sanson d'Abbeville	Amérique.	16..	L'Amérique en plusieurs cartes, & en divers traités ».	
7. Anonyme	Paraná et Marañón	Non daté, supposé de 16..		
8. Nicolas Sanson d'Abbeville, A. Peyrounin Sculp	Amérique méridionale	1650		
9. Inconnu	Laguna Brava et Uruguay, Paraná y Paraguay	1656		
10. Nicolas Sanson d'Abbeville	Le Paraguayr, le Chili, la Terre et les Isles Magellaniques	1656		
11. Nicolas Sanson d'Abbeville	Paraguay	1665		
12. Nicolas Sanson d'Abbeville A. Peyrounin Sculp	Amérique méridionale	1669		
13 Nicolas Sanson Abbeville	Rivière des Amazones dressé	1680		
14 Inconnu	Río de la Plata	1685		
15 Inconnu	Carte figurative du bassin hydrographique du Rio Paraná	ca 1690		
16 Jean-Baptiste Bourguignon d' Anville (1697-1782)	Rio Uruguai, Rio Paraná,	17..	Géographie ancienne abrégée / par M. d'Anville,	

17 Jean-Baptiste Bourguignon d' Anville (1697-1782)	Missions du Paraguay	17..		
18 Inconnu	Paraguay et pays adjacents	Attribuée au 17..		
19 inconnu	Province Paraguay	1722		
20 Inconnu	Carte des bassins des Rios Paraná, Uruguay et Rio Grande de San Pedro.	173.		Echaurri, G. (1739). Autobiografia. Asuncion.
21 Guillaume de Covens et Mortier; Lisle (1675-1726)	L'Amérique Méridionale	1742	Atlas nouveau, contenant toutes les parties su Monde, ou sont exactement remarquées les empires, monarchies, royaumes, états, républiques, &c	
22 Carlos Rechberg	Misiones, Quas Provincia Paraná y Uruguay	1744		
23 Padre Jose Quiroga	Carte des missiones jésuites	1749		
24 inconnu	Rio da Prata, Paraná e Uruguay	Vers 1750		
25 Felix de Azara	Carte préparatoire Partidas Demarcadoras	1750		
26 Padre Jose Cardiel	Carte des colonies jésuites	1771		Bravet, 1768, Le Paraguai jésuite ou Description succinte des terres dont les jésuites espagnols se sont emparés dans l'Amérique Méridionale...extrait fidellement des Mémoires de sieur Bravet, ingénieur à la Martinique, que ces Pères firent généralissime de leurs troupes dans la guerre contre les Xaraïes, en 1718
27 Juan de la Cruz CANO y OLMEDILLA	Amérique méridionale	1776	Imago Mundi XX, p. 49-78; P-Maps, p. 802.	
28 Inconnu	Chemin depuis le Salado jus à el Fierro	1783		
29 Inconnu	Amérique Méridionale	1798		
30 Inconnu	Vice royauté de Bunos Aires	1804		
31 Inconnu	Río de la Plata de Buenos Aires au Paraguay,	1804	informe descriptivo del territorio a que se refiere este mapa, hecho por D. Pascual Ruiz Huidobro	

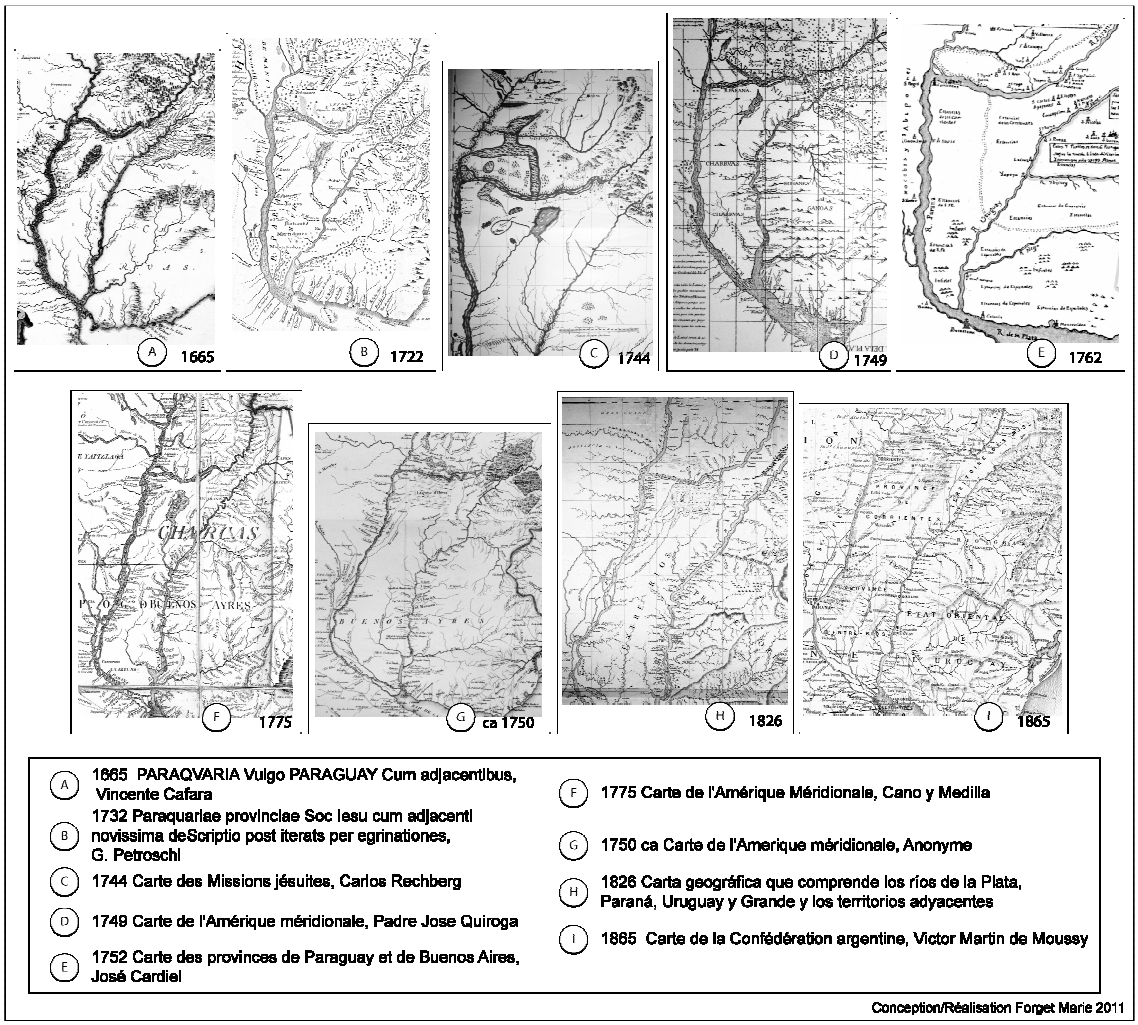
				Gillespie, A., 1818, Gleanings and Remarks: collected during many months of residence en Buenos Aires and within the upper country
32 Inconnu	Rios de la Plata, Paraná, Uruguay y Grande	1820		d'Orbigny, A., 1835-1847 Voyage dans l'Amérique méridionale (le Brésil, la République orientale de l'Uruguay...), exécuté dans les années 1826, 1827 et 1833.
33 inconnu	Plata, Paraná, Uruguay y Grande	1826		
34 M. Parchappe d'après ses propres observations et celles de M. d'Orbigny	Provinces de Corrientes et des Missions	1828		
35 A.-H. Dufour ; sous la direction de M. Alcide d'Orbigny	Amérique du Sud et des îles qui en dépendent	1836		Parish, W., 1839, Buenos Aires and the Provices of the Rio de la Plata
36 Alcide d'Orbigny	Amérique méridionale : 'Amazone et de la Plata	1845		
37 Alcide d'Orbigny	Amérique méridionale	1835-1847		
38 Capitaine Sullivan	Boca Iguazú Corrientes Croquis del recorrido a brujula	1837		
39 Thomas Page	Cours inférieur et bouches du río Paraguay	1853	Atlas de la description géographique et statistique de la Confédération Argentine	Alberti, J. B., 1852, Bases y puntos de partida para la organizacion politica de la Republica Argentina
				Mansfield, C. B., 1856, Paraguay, Brazil, and the Plate
				Graham (1853). Despacho del Consul norteamericano Graham
				Hinchliff, T. W., 1863, South American sketches: or, A visit to Rio Janeiro, the Organ Mountains, La Plata, and the Paranà,
				Bossi, B., 1863, Viage pintoresco por los ríos Paraná, Paraguay, San Lorenzo, Cuyabá y el Arino tributario del grande Amazonas con la descripción de la provincia de Mato Grosso bajo su aspecto físico, geográfico, mineralójico y sus producciones naturales.
40 Victor Martin de Moussy	province de Corrientes, du territoire des Misiones et des pays adjacents	1865	Atlas de la description géographique et statistique de la Confédération Argentine Planche VII."	Beck-Bernard, A.-L. M., 1864, Le Rio-Paraná, cinq années de séjour dans la République Argentine
41 Martin de	Carte des provinces	1865.	Description	Knight, C. (1866). Excerpt relating

Moussy	d'Entre-Rios, de Santa-Fe et de la Bande Orientale.		géographique et statistique de la Confédération Argentine. Atlas. Planche VIII.	to the Paraná-Paraguay river system from the entry on the Argentine Confederation.
42 Victor Martin de Moussy	Confédération Argentine	1867	Description géographique et statistique de la Confédération Argentine	
43 Petroschi (18..-19..?). Azara, Felix de (1746-1811).	Pays d'Amérique du Sud	1872		
44 Martin de Moussy, V. (Victor), 1810-1869; Petroschi, Giovanni	Missions Paraguay	1873	Description geographique et statistique de la Confederation Argentine par V. Martin de Moussy, 1873 pl. IV	
45 A. Selstang et R. Foster	Derrotero de la comision explorada del Chaco	1876	Contribucion a la historia del Chaco R. FOSTER 1936	
				Davidson, H., 1882, Informe de una expedición al Alto Paraná para estudiar las mejoras necesarias en el Salto Grande de Apipé, agosto y septiembre de 1882
				Von Seelstrang, A., 1884, Die Uferlandschaft des argentinischen Chaco, Deutsche geographische Blätter
				Gallois, L., 1892, Etat de nos connaissances sur l'Amérique du Sud
46 República Argentina Ministerio de obras públicas Dirrección general de obras hidráulicas. Río Paraná	Plano de navegacion entre Rosario y Paraná	1903-1904		
47 Ministerio de Obras Publicas Comision del Alto Paraná	Plano de Navegacion del rio Paraná entre Confluencia y Esquina Esquina a la Desembocadura	1913		
48 Servicio hidrografico Ministerio de Marina	Atlas de la 3ra edicion del Derrotero argentino de los rios Uruguay, Paraná y Paraguay	1932		

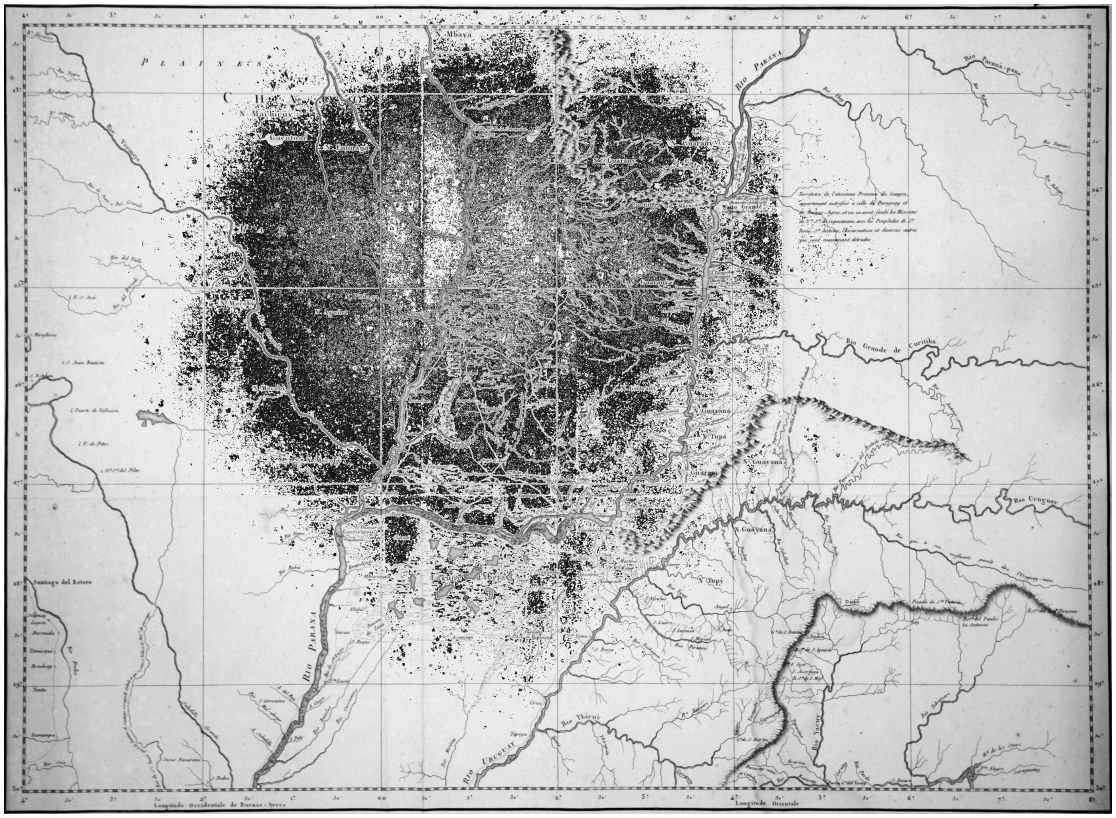
Annexe 2.4 Carte de l'Amérique méridionale par Juan de la Cruz Cano y Olmedilla (1775)

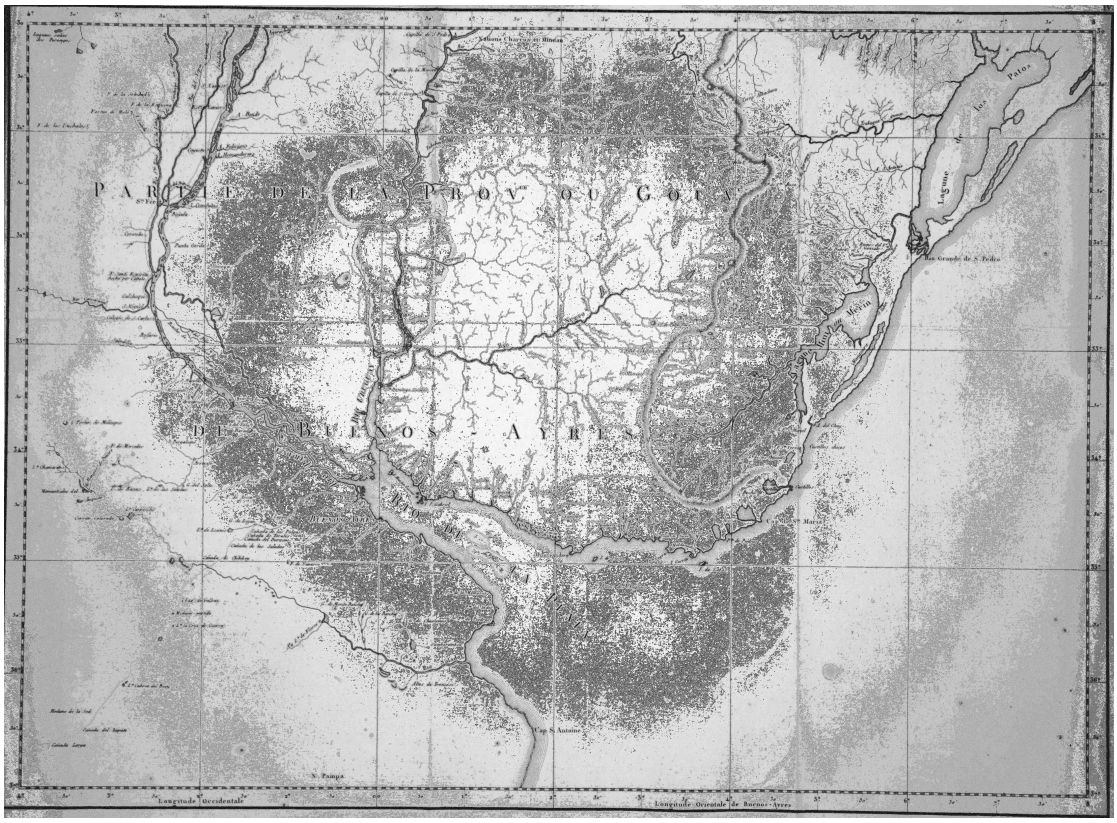


Annexe 2.5 Cartes de référence sélectionnées pour déterminer la fiabilité de la représentation du Paraná



Annexe 2.6 Carte datée du milieu du XVIIIème s., dont les deux planches représentent respectivement les cours du Haut Paraná et du Paraná moyen (coll. particulière)

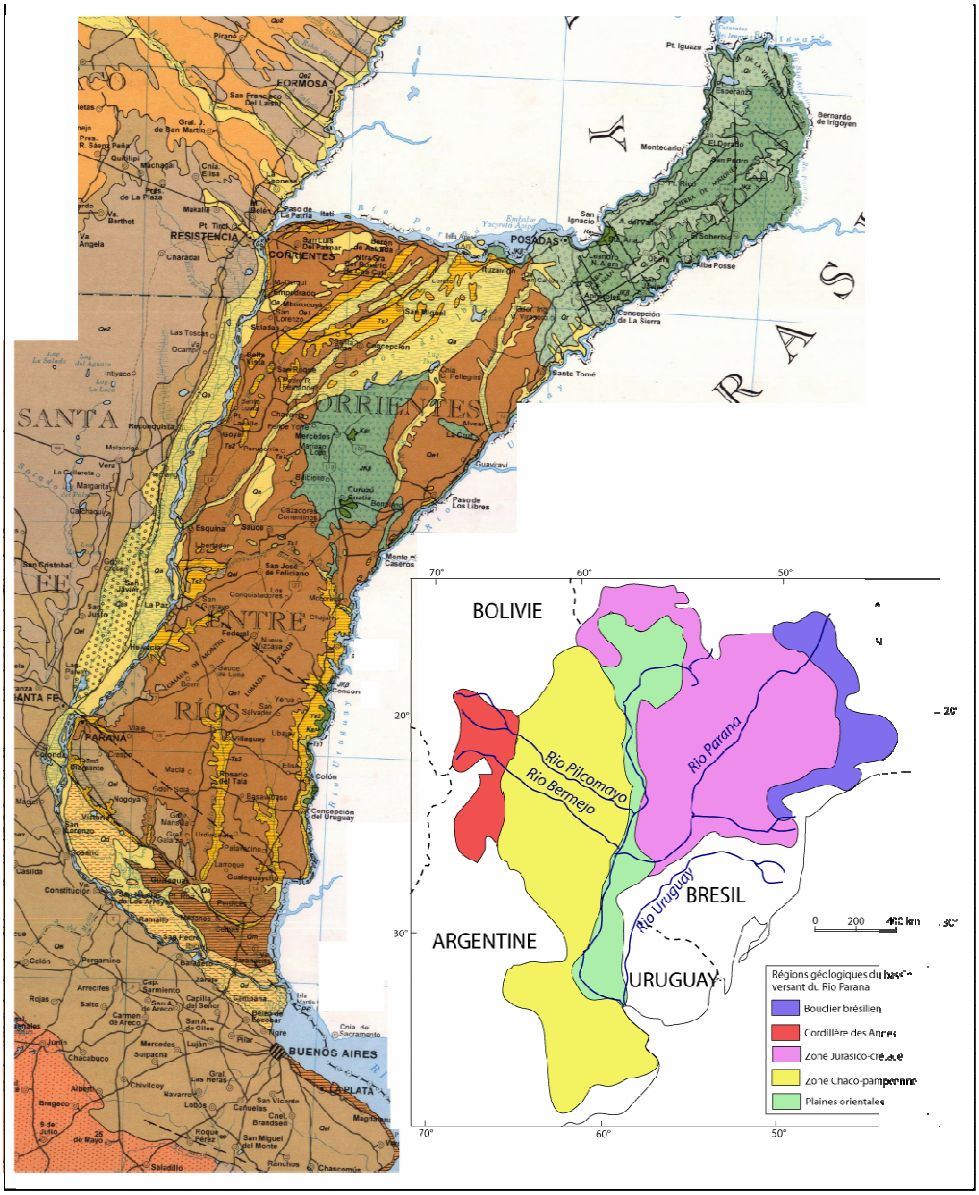




Annexe 2.7 Naissance de la géologie argentine

Les premières recherches sur la géologie de l'Argentine débutent aux XVII-XVIIIe siècles avec les travaux des Jésuites. Il faut cependant attendre les classifications du XIXe siècle pour se rapprocher du début des connaissances géologiques actuelles. Le développement de la géologie en Argentine est surtout lié à la recherche de nouvelles ressources minières. On y retrouve les grands explorateurs européens : A. von Humboldt, A. Bonpland, V. Martin de Moussy, et A. d'Orbigny. D'autres sont moins familiers comme le français A. Bravard, Inspecteur des Mines, qui a développé de nombreux travaux dans la province d'Entre Rios pour ensuite être missionné dans la province de Mendoza en 1860. Contracté par Urquiza, il débarque en Argentine en 1853 avec la mission de réaliser un relevé des ressources minérales du pays. Il est ainsi nommé directeur du *Museo de la Confederación* en 1857. Cette même année, sont publiées ses *Observations géologiques sur les différents terrains de transport du bassin de la Plata* et en 1858, sa *Monographie des terrains marins tertiaires des bords du Paraná*. A ces deux ouvrages s'ajoute son *Catalogue des espèces d'animaux fossiles recueillis dans l'Amérique du Sud de1852 à 1860*. Sa contribution aux Sciences de la Terre argentines est très significative. Les apports géologiques de Bravard sont fortement influencés par les principes d'actualisme introduits par le géologue écossais Charles Lyell, avec qui il a d'ailleurs collaboré en Auvergne. Sa *Carte topographique et géologique de la province de Bahia Blanca* (1857) est la première de ce type en Argentine. En 1855, le gouvernement argentin contracte également le naturaliste V. Martin de Moussy pour réaliser un relevé détaillé des potentiels géologiques, miniers et des ressources naturelles des provinces argentines.

Annexe 2.8 Principaux affleurements géologiques du bassin versant du Paraná



1. Le bouclier brésilien forme une frange irrégulière dans le coin Nord-est du bassin, couvrant 7,4% de sa surface totale. Les roches métamorphiques de type basalte et gneiss dominent et les lœss tropicaux quaternaires les recouvrent. Le bouclier est une source de quartz et de kaolinite pour les zones situées en aval. Cette partie du bassin versant fournit une charge sableuse.

2. Le secteur andin du bassin est formé par les chaînes subandines et l'altiplano bolivien, en plus du secteur relevant de la Puna argentine. Cette zone couvre une superficie de 170 000 km² (7,4% du total) à l'Ouest du bassin. Cette zone est formée par une succession de chaînes plissées d'âge tertiaire et d'orientation Nord-Sud. De nombreux types de roches s'y rencontrent, parmi lesquelles prédominent les lutites, filites et des sédiments à grains fins. Cette région fournit la majorité des sédiments fins

du Paraná, notamment des limons quartziques et des illites. Ces sédiments sont transportés par le Pilcomayo et le Bermejo.

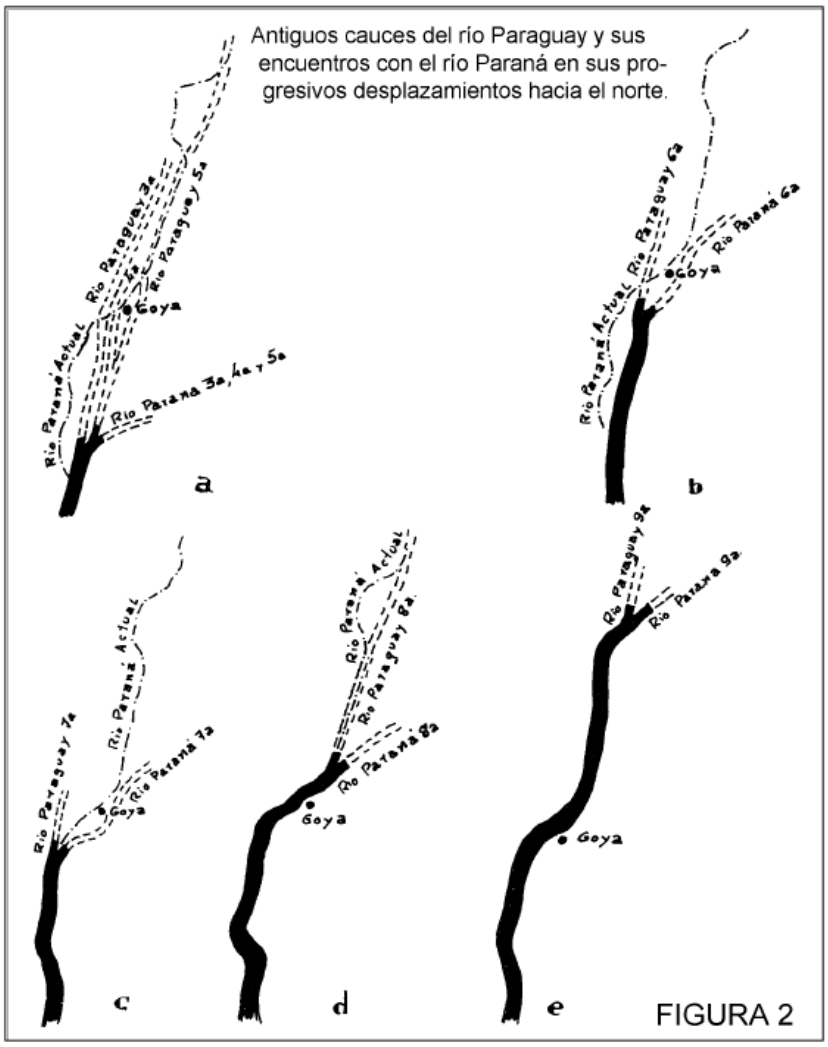
3. Les provinces jurassico-crétacées du Haut Paraná couvrent quant à elles environ 29% de la superficie du bassin ; elles sont formées de basaltes et d'arénites siliceuses d'origine éolienne et fluviale. Les deux types de roche se rencontrent en proportions égales et sont recouvertes d'une fine couche de sédiments éoliens quaternaires. Il s'agit d'une source de quartz et de kaolinite pour les cours d'eau. Dans la pointe de Misiones, la pédogénèse fini-pléistocène se développe dans les argiles rouges, créant des sols fertiles facilement érodables et mobilisables par le Paraná.

4. La province carbonifère du Haut Paraná se compose surtout de roches glaciaires et périglaciaires du Carbonifère supérieur, principalement des tillites, du grès et des « mudstones » (roche carbonatée comportant plus de 10% de ciment finement cristallin et une proportion variable d'éléments figurés non jointifs). Ces roches, qui forment deux franges en bordure de l'aire juracico-crétacée, couvrent 5,6% du bassin.

6. Vient ensuite **la plaine Chaco-pampéenne,** région du bassin qui a la plus grande dimension puisqu'elle représente 29,8% de la surface totale. Elle est composée de sédiments quaternaires (pléistocènes), principalement de sables fins, de limons et d'argiles (illites). Les sédiments augmentent de l'Ouest vers le Sud-ouest de la région. La plus grande contribution de la plaine chaco-pampéenne au Paraná se fait sous la forme de sels solubles amenés par les petits affluents et les infiltrations d'eaux souterraines. La plaine chaco-pampéenne possède une importance spéciale du point de vue hydrologique, géologique et économique dans toutes les analyses portant sur le Paraná moyen. Elle est en majorité formée de la dépression Llanos-Chaco-Pampa, un bassin géologique d'échelle continentale localisé entre la ceinture mobile de la Cordillère des Andes et les régions stables de l'Est sud-américain. La dépression s'étend de la latitude 13°S à la latitude 40°S. Il est possible de la subdiviser en sous-régions géologiques qui coïncident généralement avec les noms géographiques classiques. Ces toponymes ont souvent été définis de manière empirique lors de la colonisation (Pampa, Chaco).

5. Les plaines orientales formées par deux zones localisées sur la rive gauche de l'alignement Paraguay-Paraná représentent 10,9% de la superficie du bassin versant. La zone nord est le Pantanal du Mato Grosso, composé de grands cônes de sables quartzeux ; son collecteur est le Paraguay. La zone sud est connue sous le nom de « Mésopotamie argentine » (Martin de Moussy, 1869). Les niveaux supérieurs sont composés de sables quartzeux et de montmorillonites. Les sédiments qui recouvrent ces deux zones sur des dizaines de mètres sont d'âge pléistocène.

Annexe 2.9 Anciens chenaux du Paraguay et ses confluences successives avec le Paraná dans ses déplacements progressifs vers le Nord (Popolizio, 2003)



Annexes 3

Annexe 3.1. Population des provinces argentines en 1760 et 1810

District	1760	1810
Buenos Aires	**25 944**	92 000
Corrientes	9 715	27 000
Santa Fe	6 356	13 000
Entre Rios		16 000
Montevideo	2 459	9 359
Total de Buenos Aires	44 474	157 359
Paraguay	37 515	89 597
Misiones Guaranies	**106 554**	38 430
Total du Rio de la Plata	188 543	285 386
San Pedro de Rio Grande	10 900	36 721

Annexe 3.2 Entités de gestion multinationales du bassin versant (WWAP, 2007)

Date de création	Agence	Pays membre				
		ARG	BOL	BRA	PAR	URU
1946	*Comisión Técnica Mixta de Salto Grande*, CTM (Joint Technical Commission of Salto Grande)	X				X
1967	*Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata*, CIC (Intergovernmental Coordinating Committee of the La Plata Basin Countries)	X	X	X	X	X
1971	*Comisión Mixta Argentino-Paraguaya del Río Paraná*, COMIP (Argentinean-Paraguayan Joint Commission of the Paraná River)	X			X	
1973	*Itaipú Binacional* (Itaipú Binational)			X	X	
1973	*Comisión Administradora del Río de la Plata*, CARP (Administrative Commission for the La Plata River)	X				X
1973	*Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo*, CTMFM (Joint Technical Committee for the Maritime Front)	X				X
1973	*Entidad Binacional Yacyretá*, EBY (Yacyretá Binational Entity)	X			X	
1975	*Comisión Administradora del Río Uruguay*, CARU (Administrative Commission for the Uruguay River)	X				X
1976	*Fondo Financiero para el Desarrollo de la Cuenca del Plata*, FONPLATA (Financial Fund for the Development of the La Plata Basin)	X	X	X	X	X
1989	*Comité Intergubernamental de la Hidrovía Paraguay-Paraná*, CIH (Intergovernmental Committee for the Paraguay-Paraná Waterway)	X	X	X	X	X
1991	*Mercado Común del Sur*, MERCOSUR/MERCOSUL (Southern Cone Common Market)	X		X	X	X
1991	*Comisión Mixta Uruguayo-Brasileña para el Desarrollo de la Cuenca del Río Cuareim*, CRC (Joint Uruguayan-Brazilian Commission for the Development of the Cuareim River Basin)			X		X
1993	*Comision Binacional Administradora de la Cuenca Inferior del Río Pilcomayo* (Administrative Binational Commission of the Lower Basin of the Pilcomayo River)	X			X	
1995	*Comisión Trinacional para el Desarrollo de la Cuenca del Río Pilcomayo* (Trinational Commission for the Development of the Pilcomayo River Basin)	X	X		X	
1995	*Comisión Binacional para el Desarrollo de la Alta Cuenca de los ríos Bermejo y Grande de Tarija*, COBINABE (Binational Commission for the Development of the Upper Basin of the Bermejo and the Grande de Tarija Rivers)	X	X			

Annexe 3.3 Accords Itaipú-Corpus

Volume 2216, I-39389

[TRANSLATION — TRADUCTION]

ACCORD ENTRE L'ARGENTINE, LE BRÉSIL ET LE PARAGUAY CONCERNANT LES CENTRALES HYDROÉLECTRIQUES DE CORPUS ET ITAIPÚ

Ciudad Presidente Stroessner, le 19 octobre 1979

Monsieur le Ministre,

1. Comme vous le savez, et conformément à l'esprit et à la lettre du Traité relatif au bassin du Río de la Plata et des déclarations et résolutions adoptées dans ce contexte, les Gouvernements paraguayen et brésilien sont en train de construire une installation hydroélectrique polyvalente à Itaipú, sur le tronçon frontalier du fleuve Paraná, alors que les Gouvernements argentin et paraguayen sont en train d'achever des études de faisabilité en vue de construire en aval, sur le tronçon qui fait frontière entre les deux pays, une installation hydroélectrique polyvalente, dans la zone de Corpus.

2. Ces projets d'aménagement, conçus dans l'esprit d'amitié fraternelle qui unit les pays qui se sont associés pour les mener à bien, constituent des exemples importants de coopération internationale et de la manière de mettre en oeuvre, notamment grâce à des projets bilatéraux, le Traité relatif au bassin du Río de la Plata susmentionné.

3. Étant donné les avantages qui pourraient découler pour ces deux projets de la conclusion d'accords opérationnels entre les trois Gouvernements, ont eu lieu à Asunción deux réunions de caractère technique, les 22 et 23 septembre et les 17 et 18 novembre 1977, et deux réunions de caractère diplomatique, les 14 et 15 mars et les 27 et 28 avril 1978. Le processus de négociation s'est poursuivi dans le cadre d'autres réunions et a abouti à la tenue, le 19 octobre 1979, à Ciudad Presidente Stroessner, d'une réunion des Ministres des relations extérieures de l'Argentine, du Brésil et du Paraguay, dont les résultats sont décrits dans la présente note.

4. Les délibérations ont été caractérisées par un esprit de bon voisinage et de coopération, dans la recherche d'une solution qui représente, pour les trois Parties, la convergence effective d'intérêts et l'obtention d'avantages mutuels.

5. En tenant compte des objectifs précis des accords, les points suivants ont été convenus, dans le cadre des compétences juridiques de chaque État :

a) Le niveau maximal normal de l'eau pour le fonctionnement sauf circonstances naturelles exceptionnelles du réservoir du barrage que l'Argentine et le Paraguay ont l'intention de construire dans la zone de Corpus est fixé à la cote de 105 mètres au-dessus du niveau de la mer, à l'endroit dudit barrage par rapport à la cote altimétrique zéro spécifiée dans l'annexe I, qui fait partie intégrante de la présente note;

b) L'installation d'Itaipú pourra fonctionner avec la flexibilité correspondant à sa meilleure utilisation, jusqu'à sa puissance totale, tout en maintenant en aval des débits qui ne dépassent pas, en tenant compte des nécessités de fonctionnement et sauf circonstances naturelles exceptionnelles, les paramètres suivants relatifs à la navigation, déterminés con-

formément à la pratique internationale, dans la zone de la frontière fluviale entre les trois pays :

Variation du niveau par heure : 50 centimètres;

Variation du niveau par jour : 2 mètres;

Vitesse superficielle normale : 2 mètres par seconde.

Dans des conditions hydrologiques défavorables, la variation par heure et la variation par jour du niveau pourront augmenter de 20 % au maximum, dans le contexte de la coordination opérationnelle prévue à l'alinéa e) du présent paragraphe;

c) La puissance totale susmentionnée sera, lorsque l'application desdits paramètres relatifs à la navigation le permet, celle qui découle de l'exploitation à Itaipú des 18 turbines installées, d'une puissance nominale de 700 mégawatts chacune, avec un débit d'effluents maximal de l'ordre de 12 600 mètres cubes par seconde;

d) Des facilités seront accordées à l'installation d'Itaipú et à l'installation prévue dans la zone de Corpus pendant leur construction et la constitution des réservoirs respectifs, et les calendriers concernant ces facilités seront divulgués suffisamment à l'avance, en adoptant une pratique analogue à celle qui a été appliquée pour la constitution du réservoir de Jupiá, en ce qui concerne la diffusion des données techniques relatives à l'opération de constitution desdits réservoirs. Les détails relatifs à la constitution du réservoir d'Itaipú figurent dans l'annexe II, qui fait partie intégrante de la présente note.

En ce qui concerne la construction de l'installation prévue dans la zone de Corpus et la constitution de son réservoir, le Brésil et le Paraguay collaboreront, au moyen de l'exploitation de leurs réservoirs, de manière à assurer à Corpus un débit qui bénéficie à ce projet. À cette fin, la société Itaipú Binacional sera informée, en temps voulu, du calendrier y relatif;

e) La société Itaipú Binacional et l'entité qui sera responsable de l'installation prévue dans la zone de Corpus mettront en place des procédures adéquates de coordination opérationnelle entre les deux installations en vue d'obtenir des avantages mutuels, notamment grâce à l'échange entre les trois pays des informations hydrologiques pertinentes, qu'il est possible d'obtenir à l'avance;

f) Conformément à l'esprit et à la lettre des instruments internationaux en vigueur entre les Parties et des résolutions relatives à la navigation qui ont été approuvées dans le cadre du Traité relatif au bassin du Río de la Plata, les trois Gouvernements adopteront les mesures nécessaires afin de maintenir, sur les tronçons des cours d'eau qui relèvent de leur souveraineté, les meilleures conditions de navigabilité. Ils prendront également, le cas échéant et en temps opportun, des dispositions appropriées afin d'effectuer les travaux qui permettent la navigation ou le transbordement, comme solution temporaire, en tenant compte des intérêts des pays riverains en aval et en amont;

g) Les trois Gouvernements réaffirment leur intention d'assurer que les débits des effluents de l'installation d'Itaipú et de celle qui est prévue dans la zone de Corpus, dans la mesure où ils sont concernés, ne modifient pas les conditions actuelles de navigabilité sur le fleuve Paraná et ne produisent pas d'effets négatifs sensibles sur son régime, sa charge en alluvions ou l'exploitation actuelle de ses ports, y compris de ceux qui sont ouverts d'une manière saisonnière aux navires provenant d'outre-mer.

Ils affirment également que les éventuelles modifications que pourrait connaître le régime actuel du fleuve en raison des débits des effluents des installations susmentionnées maintiendront d'une manière raisonnable le caractère saisonnier de ses crues et décrues.

Étant donné les effets bénéfiques éventuels de la régularisation, ils conviennent également que les effets négatifs sensibles qui pourraient se produire sur le fleuve Paraná, en aval d'Itaipú et de l'installation dont la construction est prévue dans la zone de Corpus, à la suite de la régularisation du fleuve par lesdites installations, devront faire l'objet de mesures préventives, dans la mesure du possible, et leur appréciation et évaluation ne pourront pas être définies unilatéralement par les États dans la juridiction desquels se trouverait leur origine ni par les États qui invoquent l'existence éventuelle de ces effets négatifs sensibles.

Conformément à l'esprit de coopération et de bon voisinage dont s'inspirent les relations entre les trois pays, les cas concrets seront examinés dans les meilleurs délais, correspondant à la nature des effets négatifs sensibles éventuels et à leur analyse;

h) Le présent Accord est fondé sur les interactions constantes entre les données décrites aux alinéas a), b) et c) ci-dessus; par conséquent, toute modification éventuelle de l'une de ces données fera l'objet de négociations entre les trois Parties;

i) Dans le contexte des mesures de sécurité qui sont appliquées au projet d'établissement et à la construction des deux installations, les études sur la question de la séismologie induite continueront à être approfondies dans la zone d'influence de ces installations, et des mesures appropriées de détection et de contrôle seront prises;

j) Conformément aux engagements pris dans le cadre du système du Traité relatif au bassin du Río de la Plata et en tenant compte des législations respectives sur cette question, les trois Gouvernements, dans la mesure où ils sont concernés, déploieront des efforts, dans le cadre de l'application de la présente note, afin de préserver l'environnement, la faune, la flore et la qualité des eaux du fleuve Paraná, en évitant la pollution et en maintenant, au minimum, les conditions actuelles de salubrité dans la zone d'influence des deux installations. À cette fin, ils encourageront également la création de nouveaux parcs nationaux et l'amélioration des parcs existants;

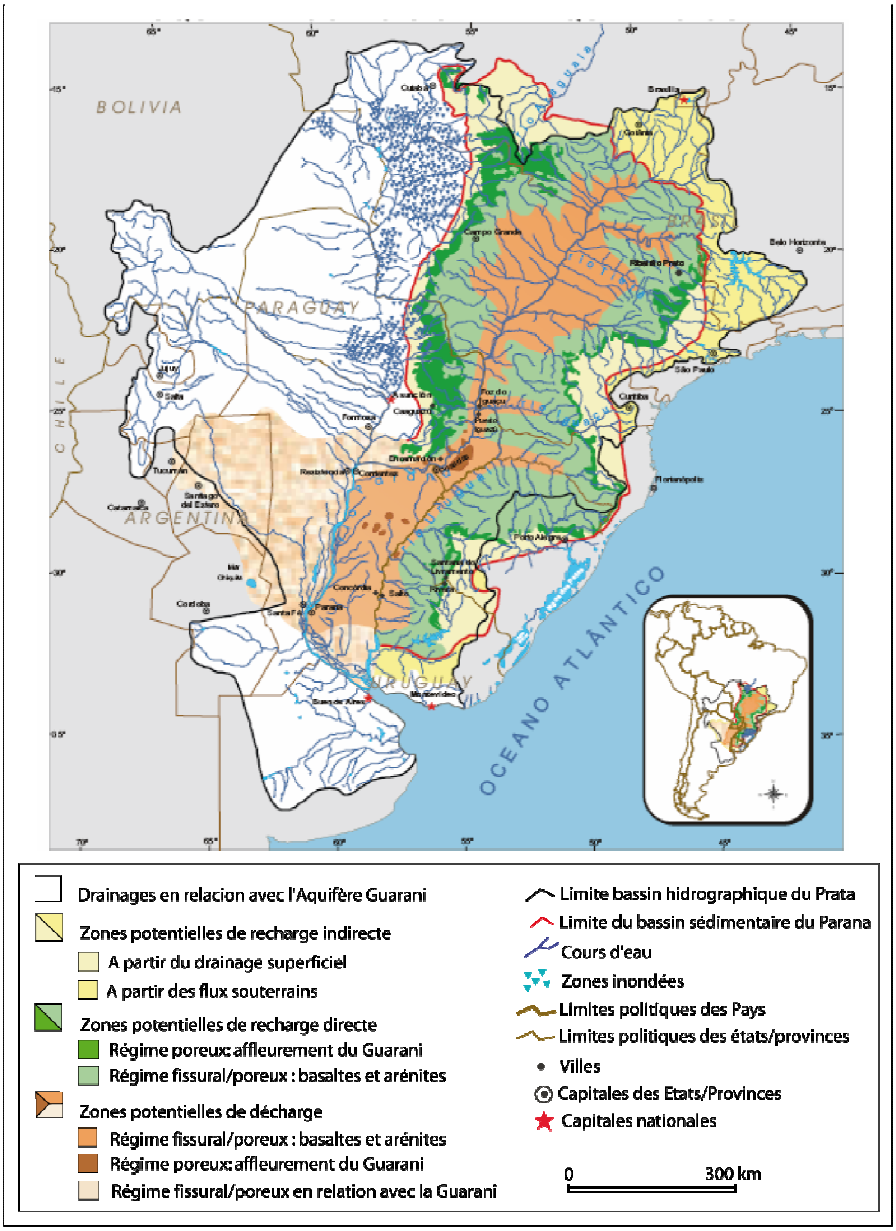
k) Conformément au haut esprit de compréhension fraternelle qui a guidé les délibérations entre les trois Gouvernements et étant parvenues à un parfait accord sur les points précédents, les trois Parties effectueront éventuellement des études au sujet de nouvelles questions connexes, en vue de renforcer encore davantage la coopération entre elles, dans le contexte du présent Accord.

6. Les Gouvernements argentin, brésilien et paraguayen acceptent formellement, dans la mesure où ils sont concernés et comme un tout, les points mentionnés au paragraphe 5 ci-dessus.

7. La présente note et les notes de contenu identique et de même date, échangées entre les trois Gouvernements, constituent un Accord entre ceux-ci, qui entre en vigueur à la date d'aujourd'hui. Je saisis cette occasion pour vous réitérer l'expression de ma très haute considération.

CARLOS W. PASTOR
ALBERTO NOGUÉS
RAMIRO ELYSIO SARAIVA GUERREIRO

Annexe 3.4 Carte de localisation de l'aquifère Guarani

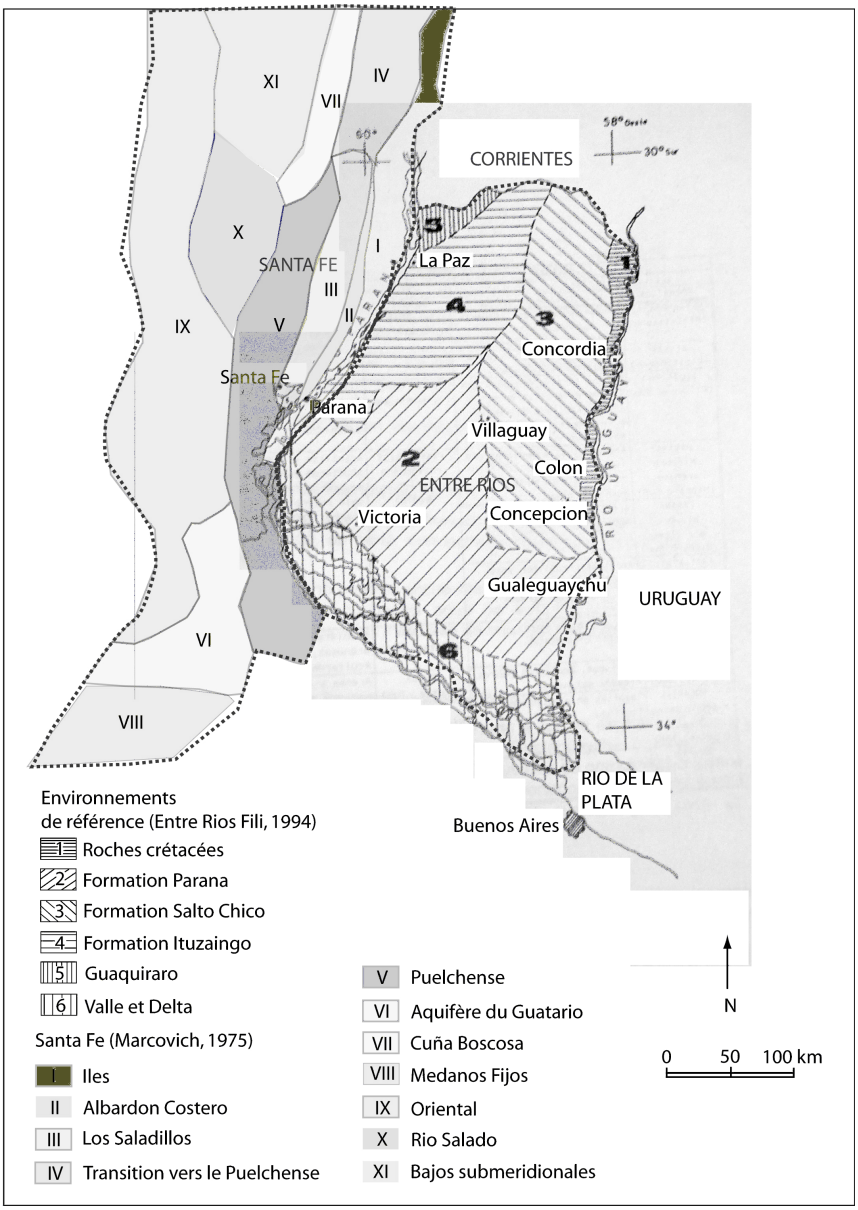


Carte élaborée par CAS/SHR/MMA (UNP Brésil) d'après les sources suivantes : Mapa Hidrogeológico de América del Sur 1996, Mapa Hidrogeológico del Acuífero Guaraní1999

Annexe 3.5 Caractéristiques hydrogéologiques du bassin

Les caractéristiques géohydrologiques de la province de Santa Fe ont été définies par l'étude de synthèse produite (Marcovich, 1975). Déterminer ces zones a vraisemblablement été une tâche difficile du fait de la grande variabilité des dépôts sédimentaires susceptibles de contenir des réserves d'eau souterraines. Les formations sont en effet hétérogènes, ce qui se traduit en termes de variation de porosité et de

perméabilité. Marcovich (1975) a donc divisé la zone en prenant en compte les caractéristiques chimiques et hydrodynamiques des écoulements souterrains. Il en déduit l'existence d'aquifères libres, semi-confinés et confinés dont la qualité et les débits sont très variables. Le sous-sol *santafesino*, contrôlant les dynamiques souterraines, est formé par deux bassins sédimentaires : le bassin du Paraná qui nous intéresse directement, et le bassin de Rosario.



CARTE DE DELIMITATION DES AQUIFERES DE LA PROVINCE DE SANTA FE SELON MARCOVICH (1975) ET DES ENVIRONNEMENTS HYDROGEOLOGIQUES DE LA PROVINCE D'ENTRE RIOS, D'APRES FILI (1994)

Le bassin du Paraná se développe principalement en territoire brésilien ; il est limité à l'Ouest par les Sierras *pampeanas* et au Sud par le seuil de Martin Garcia (bloc soulevé). Sa colonne stratigraphique se compose de sédiments fluviaux et lacustres du

Permien [178] (Padula et Mingramm, 1968). Le bassin de Rosario se situe immédiatement au sud et correspond à un bassin sédimentaire structural, rendu indépendant de celui du Paraná par des mouvements tectoniques verticaux des blocs formés par les failles dans le soubassement cristallin[179] (Zambrano, 1974). Sur la période 1921-1950, ont été produites des études permettant de définir la quantité d'eau infiltrée. Les précipitations moyennes annuelles oscillent entre 750 et 1050 millimètres, avec des valeurs maximales en été et minimales en hiver.

La zone I correspond aux îles du Paraná. Le matériel sédimentologique de cette zone provient de l'érosion du Paraná en période de crue. Il s'agit de sables de différentes dimensions avec des intercalations de lentilles de limons ou d'argiles. L'ensemble est d'une grande perméabilité. Les eaux souterraines sont situées à une profondeur supérieure à 25 mètres.

La zone II est constituée par les *albardónes*, situés sur la rive gauche du San Javier, de Romang à Santa Fe, avec une largeur variant entre 1000 et 4000 mètres. Ces levées sont constituées de sables fins provenant des crues du Paraná. Il s'agit d'un aquifère libre, rechargé par les pluies et le San Javier.

La zone III correspond à celle des Saladillos dont on possède peu d'informations. Selon les sondages réalisés pour la construction du chemin de fer dans les lagunes Paiva et Naré, les eaux salées de l'aquifère se rencontrent à quelques centimètres de la surface.

Cette zone est séparée de la suivante par l**a zone IV** de transition, limitée à l'Est par les îles du Paraná et au Sud par la zone des Saladillos. Ces aquifères sont de types confinés à semi-confinés.

La zone V ou « aquifère Puelchense » est sans doute la plus importante de toutes, par son débit et la qualité de ses eaux.

La zone VI ou « aquifère Cuña Boscosa » possède des formations superficielles limono-argileuses très peu perméables. Le peuplement de la zone et sa mise en valeur agricole ont amélioré les infiltrations et la recharge de la nappe.

Ces cinq zones soutiennent les basses eaux du Paraná et permettent d'évacuer les hautes eaux en diminuant les débordements. Il en va de même pour les sources phréatiques des provinces riveraines de rive gauche Entre Ríos et Misiones.

La province d'Entre Ríos encadrée par l'Uruguay (3640 m^3/s) et le Paraná (16 000 m^3/s), est caractérisée par des précipitations moyennes annuelles comprises entre 1200

[178] Sédiments continentaux du triasique ; sédiments continentaux du Crétacé inférieur ; sédiments continentaux, lacustres et marins du Crétacé supérieur et enfin sédiments marins et continentaux du Néogène.

[179] Sédiments continentaux et marins du Cénozoïque ; sédiments triasiques ; soubassement cristallin du Précambrien

et 1500 mm/an. Les données hydrogéologiques sont lacunaires dans cette région difficile d'accès et les aquifères ne sont connus que par un nombre limité de sondages. En 1975, pour les études de faisabilité du barrage hydroélectrique de Paraná Medio, la Société nationale Agua y Energía SE débuta l'étude géohydrologique d'une bande de 20 kilomètres de large de la rive gauche du Paraná. A partir de 1977, le projet « Caracterización Geohidrológica de la Cuenca del Río Gualeguay » étendit ces études vers l'Est. En prenant comme référence les unités de la colonne stratigraphique, le territoire d'Entre Ríos est divisé en six zones) (Fili, Tujchneider *et al.*, 1994; Fili, 1999)

La zone 1 se compose des aquifères contenus dans les roches crétacées en rive droite de l'Uruguay. Elles n'ont pas d'incidence sur le régime du Paraná à la différence de la **zone 2,** contenant les aquifères de la formation Paraná et couvrant une grande superficie de la province dans la région Sud et Sud-ouest. Cette formation est composée d'une succession de sables et d'argiles de rendement très variable. Dans la **zone 3,** les aquifères de la formation de Salto Chico s'écoulent principalement vers l'Uruguay. En revanche, la **zone 4,** située au Nord-Ouest de la province, constitue une importante source d'eau qui soutient les étiages du Paraná. Ces aquifères se rechargent grâce à l'eau de pluie et aux débordements du fleuve dans la plaine alluviale. La **zone 5** est une aquifère libre de haut rendement, ayant un lien direct avec le fonctionnement paranense. Enfin la **zone 6,** qui contient les aquifères de la vallée du Paraná et de son delta, est constituée d'une succession de petites réserves de taille hétérogène.

Table des cartes

CARTE 1 UN BASSIN VERSANT HETEROGENE : PARTAGE DE LA RESSOURCE ET AMENAGEMENTS HYDROELECTRIQUES. 35
CARTE 2 PRODUITS ET FLUX DE TRANSPORT SUR L'HIDROVIA PARANA-PARAGUAY ET PARANA-TIETE..... 60
CARTE 3 DYNAMISME DE L'HIDROVIA PARANA-PARAGUAY DANS SES DIFFERENTES SECTIONS (VOIR LA CONSTRUCTION DES INDICATEURS EN ANNEXES 1.1 P. 509)..... 68
CARTE 4 ORGANISATION DE L'ESPACE ARGENTIN PAR LE FLEUVE ET LES VILLES-PORTS. 72
CARTE 5 INFRASTRUCTURES PORTUAIRES PRIVEES ET PUBLIQUES DE LA ZONE DE ROSAFE D'APRES PLAN MAESTRO DE NAVEGACION (SECRETARIA DE TRANSPORTE, 2007) 74
CARTE 6 PASSES CRITIQUES ET AMENAGEMENTS NECESSAIRES SUR L'HIDROVIA PARANA-PARAGUAY (DONNEES DE 2008)..... 90
CARTE 7 OUVRAGES PREVUS PAR LE PROJET DU BARRAGE DE PARANA MEDIO, D'APRES BOSOVITCH, 1997 ... 109
CARTE 8 DESEQUILIBRE DES AMENAGEMENTS HYDROELECTRIQUES DU RIO PARANA..... 112
CARTE 9 ZONES DE DESSERTE DE L'ENERGIE PRODUITE PAR LA CENTRALE DE YACYRETA ET SYSTEME DE DISTRIBUTION 121
CARTE 10 LOCALISATION ET IMPORTANCE DES THEMATIQUES DE RECHERCHE EN RELATION AVEC LE PARANA DANS LE DOMAINE PRIVE ET PUBLIC (VOIR LA CONSTRUCTION DE LA CARTE DANS LES ANNEXES 1.5 P. 518)..... 130
CARTE 11 CARTE DE SYNTHESE DU DECOUPAGE DU PARANA EN GRANDES SECTIONS, FONDES SUR UNE CLASSIFICATION MIXTE 159
CARTE 12 MAPPEMONDE DE CANTINO DATEE DE 1502, CONSERVEE A LA BIBLIOTHEQUE DU VATICAN..... 176
CARTE 13 DETAIL DE LA MAPPEMONDE REALISEE PAR GABOTO EN 1544, BNF DEPARTEMENT DES CARTES ET PLANS. 180
CARTE 14 CARTE DE LA LAGUNE BRAVA ET DES FLEUVES URUGUAY, PARANA ET PARAGUAY, AVEC LE DESSIN DES FORTIFICATIONS ET LA LOCALISATION DES MINES D'OR QUE POSSEDENT LES JESUITES, FAITE SELON LES DECLARATIONS D'UN INDIEN APPELE DOMINGO. 183
CARTE 15 CARTES DE FELIX D'AZARA DATANT RESPECTIVEMENT DE : A. 1768, B.1971 ET C. 1792. ELLES SONT TOUTES CONSERVEES AU MUSEE NAVAL DE MADRID. 185
CARTE 16 DE MERCATOR, 1596, NOUVELLE ET PLUS COMPLETE REPRESENTATION DU GLOBE TERRESTRE CORRECTEMENT ADAPTEE A L'USAGE DE CEUX QUI NAVIGUENT..... 189
CARTE 17 EXTRAIT DU PLAN DE NAVIGATION DU CAPITAINE SULLIVAN DATE DE 1847 (COLL. PERSONNELLE)192
CARTE 18 CARTE DATEE DU DEBUT DU XVIIEME SIECLE REPRESENTANT LE PARANA ET LE MARAÑON, COMPRENANT LA LOCALISATION DES POPULATIONS ESPAGNOLES PRESENTES SUR LE TERRITOIRE. ON A PLACE EN BLEU SUR LA CARTE, LE NOM DES RIVIERES ET FLEUVES; EN ROUGE LE NOM DES MISSIONS JESUITES CONNUES PAR D'AUTRES SOURCES ET EN NOIR LES INDICATIONS DE L'AUTEUR, QUE NOUS AVONS PU DECHIFFRER. 195
CARTE 19 DÉTAIL DE LA CARTE DE JUAN SEBASTIAN DEL CANO, DÉBUT DU XVIE S..... 200
CARTE 20 DETAIL DE LA CARTE DE L'AMERIQUE MERIDIONALE DE DIEGO RIBEIRO, 1529 201
CARTE 21 DIEGO HOMEM, CARTE DE L'AMERIQUE DU SUD ET D'UNE PARTIE DES INDES OCCIDENTALES, 1558, BRITISH MUSEUM, DEPARTEMENT DES MANUSCRITS 203

CARTE 22 CARTE DATEE DE 1665, REPRESENTANT LE PARAGUAY SUBDIVISE ENTRE SES PRINCIPALES PARTIES SUIVANT LES DERNIERES RELATIONS PAR SANSON D'ABBEVILLE. 206
CARTE 23 A. CARTE DE L'AMERIQUE MERIDIONALE ATTRIBUEE A ULRICH SCHMIDL, DATEE DE 1599 (BIBLIOTHEQUE NATIONALE DE FRANCE). B. ILLUSTRATION DU *VOYAGE EN AMERIQUE MERIDIONALE* REPRESENTANT SCHMIDL VOYAGEANT AUX AMERIQUES, ACCOMPAGNE D'UN INDIEN., C. INDIENS D'AMERIQUE FAISANT CUIRE DES POISSONS. VUE DU PARANA ET DE LA VILLE DE BONNE-ESPERANCE, D. SCENE DE NAUFFRAGE D'UN NAVIRE ESPAGNOL DANS L'ESTUAIRE DU RIO DE LA PLATA. 209
CARTE 24 CARTE SIMPLIFIEE DES DYNAMIQUES NEOTECTONIQUES DANS LE BASSIN VERSANT DU PARANA 244
CARTE 25 GENESE DU PARANA ARGENTIN A PETITE ECHELLE 248
CARTE 26 PALEOTRACES DU PARANA DETERMINES A PARTIR DE LA GEOMORPHOLOGIE DES VALLEES DU GARUPA, TUNAS ET DE L'AGUAPEY (PASOTTI, 1956; CASTELLANOS, 1959; IRIONDO, 1987; POPOLIZIO, 2003) 250
CARTE 27 PALEOCHENAUX DU PARANA MONTRANT UN DEPLACEMENT PROGRESSIF DE L'EST VERS L'OUEST, DEPUIS L'AGUAPEY JUSQU'AU CORRIENTES, SA PREMIERE CONFLUENCE AVEC LE PARAGUAY 251
CARTE 28 EXTRAIT D'UNE CARTE DATANT DE 1760 D'APRES FURLONG CARDIF (1937) 286
CARTE 29 *DERROTERO* DE NAVIGATION EDITE EN 1913, SERVANT A GUIDER LES EMBARCATIONS REMONTANT LE PARANA ENTRE LES VILLES DE BUENOS AIRES ET D'ASUNCION 308
CARTE 30 CARTE DU PROJET D'INTEGRATION DE L'AMERIQUE LATINE SELON LA VISION GEOPOLITIQUE DU BRESIL. L'HIDROVIA SERT DE CONNEXION AUX PRODUCTIONS CONTINENTALES MAIS SUR UN PIED D'EGALITE AVEC LA VOIE NAVIGABLE DE L'AMAZONE ET LES ECHANGES EST-OUEST 347
CARTE 31 CARTE DE DELIMITATION DES SOUS-ENSEMBLES FONCTIONNELS DU MACROSYSTEME IBERA, D'APRES (BONETTO ET LANCELLE, 1981; NEIFF, 2004; COZAR, GARCIA *ET AL.*, 2005) 374
CARTE 32 MOUVEMENTS DE MIGRATION DES DEUX ESPECES PRINCIPALES DU PARANA : LE DORADO ET LE SABALO, D'APRES BONETTO (1984) 382
CARTE 33 L'HIDROVIA ET SES DEUX BRANCHES PRINCIPALES : PARANA-PARAGUAY ET PARANA-TIETE. 499
CARTE 34 LOCALISATION DES CENTRALES HYDROELECTRIQUES CONSTRUITES ET EN FONCTIONNEMENT EN ARGENTINE. SOURCE HTTP://ENERGIA3.MECON.GOV.AR 500
CARTE 35 LE SYSTEME NATIONAL INTERCONNECTE EN ARGENTINE, D'APRES LES DONNEES DU SECRETARIAT A L'ENERGIE EN 2005 501
CARTE 36 CARTE DE JUAN SEBASTIAN DEL CANO, 1523, COTE EST DE L'URUGUAY ET DE L'ARGENTINE, COLLECTION PERSONNELLE DU DR. BUENAVENTURA CAVIGLIA 503
CARTE 37 EXTRAIT D'UN PLANISPHERE D'AUTEUR INCONNU DATE DU XVIE S. REPRODUIT DANS GRAND ATLAS DES EXPLORATIONS ENCYCLOPÆDIA UNIVERSALIS, 1991 504
CARTE 38 CARTE INTITULEE PARAQUARIAE PROVINCIAE SOC. IESU CUM ADJACENTI. NOVISSIMA DESCRIPTIO POST ITERATAS PER EGRINATIONES, ET PLURES OBSERVATIONES PATRUM MISSIONARIORUM EJUSDEM .REALISEE PAR GIOVANNI PETROSCHI EN 1722 ET DEDIEE A FRANCISCO RETZ, SUPERIEUR GENERAL DE LA COMPAGNIE DE JESUS 505
CARTE 39 CARTE JESUITE DU PARANA ET DU PARAGUAY REALISEE PAR LE PERE CARLOS RECHBERG, COLLECTION PERSONNELLE, 1744. 506
CARTE 40 CARTE JESUITE DU PARANA ET DU PARAGUAY REALISEE PAR LE PERE JOSE QUIROGA, CONSERVEE A LA BIBLIOTHEQUE NATIONALE DE MADRID, 1749. 507
CARTE 41 PLANISPHERE NAUTIQUE DE 1573 ATTRIBUE A DOMINGO TEIXEIRA, MANUSCRIT ENLUMINE CONSERVE A LA BIBLIOTHEQUE NATIONALE DE FRANCE 508

CARTE 42 CARTE DE LA LAGUNA BRAVA ET DES FLEUVES URUGUAY, PARANA ET PARAGUAY AVEC LE DESSIN DES FORTIFICATIONS ET LA LOCALISATION DES MINES D'OR POSSEDEES PAS LES JESUITES, DATEE DE 1656, ARCHIVES DES INDES, SEVILLE. 508
CARTE 43 LES ROUTES ESPAGNOLES DE L'AMERIQUE ANDINE AU RIO DE LA PLATA AUX XVI ET XVIIE S. D'APRES KEELING (1997) 511

Table des figures

FIGURE 1 COLONS ARRIVANT SUR LE SITE DE FONDATION DE LA VILLE DE COLON, D'APRES LE GRAVEUR THEODORE DE BRY (1594) 14
FIGURE 2 PART RESPECTIVE DES DIFFERENTS USAGES DANS LA CONSOMMATION DE L'EAU EXTRAITE DU SYSTEME *PARANENSE*. 44
FIGURE 3 APPARITION DES USAGES ET DES AMENAGEMENTS SUR LE PARANA 52
FIGURE 4 TONNAGES TRANSPORTES SUR L'HIDROVIA PARAGUAY-PARANA EN 2005 ET 2007 D'APRES LES DONNEES DE LA DIRECCION DE VIAS NAVEGABLES (2005) ET DU CUFHID (2009). LE TONNAGE TOTAL REPRESENTE 11,2 MILLIONS DE TONNES ANNUELLES DESCENDANT ET REMONTANT LE PARANA. 58
FIGURE 5 PROFONDEURS DE LA VOIE NAVIGABLE DU PARANA ET DE SES DEUX BRANCHES PRINCIPALES 61
FIGURE 6 SILHOUETTE DE CARACTERISTIQUES DES DIFFERENTS TRONÇONS PERMETTANT DE PROPOSER UNE PREMIERE CLASSIFICATION SUR DES CRITERES QUALITATIFS. 66
FIGURE 7 COUPE TRANSVERSALE DU BAS MISSISSIPPI AU NIVEAU DE LA VILLE DE PLAQUEMINE. CETTE FIGURE ILLUSTRE LES PREMIERS RELEVES DE TERRAIN ET LES PREMIERES MESURES QUI ONT PERMIS A LA VOIE FLUVIALE DU MISSISSIPPI DE PRENDRE DE L'AVANCE DANS SON AMENAGEMENT PAR RAPPORT AU PARANA (D'APRES ELLET, 1853) 79
FIGURE 8 LA SITUATION DU SYSTEME DE TRANSPORT DANS LE GRAND ROSARIO. D'APRES MINSTERIO DE TRANSPORTE, 2010 85
FIGURE 9 CAPTURE D'ECRAN D'UN SYSTEME DE NAVIGATION GPS D'UN REMORQUEUR NAVIGANT DANS UNE COURBE DU PARANA. 93
FIGURE 10 PROFIL EN LONG DU PARANA ENTRE L'EMBOUCHURE ET SALTO GUAYRA 104
FIGURE 11 SYNTHESE DES PUISSANCES SPECIFIQUES ET DES PUISSANCES BRUTES DU PARANA SUR SON COURS ARGENTIN 105
FIGURE 12 « BOITES A MOUSTACHES » REPRESENTANT LA VARIABILITE DE LA LARGEUR DU PARANA ENTRE POSADAS ET CORRIENTES. 108
FIGURE 13 PRODUCTIBILITE MOYENNE ANNUELLE COMPAREE DES RETENUES HYDROELECTRIQUES DU BASSIN DE LA PLATA, D'APRES (BASAIL, 1995) 117
FIGURE 14 TYPES ET MODES DE PRODUCTION DE L'ELECTRICITE EN ARGENTINE (FORGET, 2009) 118
FIGURE 15 PRODUCTION ANNUELLE D'ELECTRICITE EN FONCTION DES TYPES D'INFRASTRUCTURES SOLLICITES (SECRETARIA ENERGIA, 2010). SOURCE CAMMESA, 2010 118
FIGURE 16 AFFICHES SUR LA VOIE PUBLIQUE D'AGEERA, ATEERA, EDENOR, EDESUR, EDELAP (09/2010). 123
FIGURE 17 UNE RECHERCHE ARGENTINE ECLATEE ET ECARTELEE ENTRE PUBLIC ET PRIVE 128

FIGURE 18 CLASSIFICATION DES COURS D'EAU ALLUVIAUX FONDEE SUR LEURS FORMES EN PLAN ET LA GEOMORPHOLOGIE DE LA PLAINE ALLUVIALE (D'APRES FRIEND ET SINHA, 1993) 141
FIGURE 19. BLOC DIAGRAMME REPRESENTANT LA MORPHOLOGIE DES CHENAUX EN TRESSES DANS LA PLAINE ALLUVIALE DU HAUT PARANA (D'APRES RAMONNELL, AMSLER *ET AL.*, 2000). 143
FIGURE 20 BLOC DIAGRAMME REPRESENTANT LA MORPHOLOGIE DES CHENAUX EN TRESSES A THALWEG MEANDRIFORME DANS LA PLAINE ALLUVIALE DU PARANA MOYEN (D'APRES RAMONNELL, AMSLER *ET AL.*, 2000). 143
FIGURE 21 BLOC DIAGRAMME REPRESENTANT LES SECTIONS ANASTOMOSEES DU PARANA MOYEN (D'APRES RAMONNELL, AMSLER *ET AL.*, 2000). 144
FIGURE 22 FORMES EN PLAN DES COURS D'EAU ALLUVIAUX D'APRES BRICE (BRICE, 1984) 146
FIGURE 23 IMAGE SATELLITE LANDSAT TM 5 DATEE DE 2009 DE LA ZONE NORD DE LA VILLE D'ESQUINA 148
FIGURE 24 INTERACTIONS ENTRE LES SOUS-SYSTEMES FORMANT LE PAYSAGE FLUVIAL (CASCO, BASTERRA DE CHIOZZI *ET AL.*, 2005) 151
FIGURE 25 GRANDES UNITES DU PAYSAGE FLUVIAL DU PARANA AU NIVEAU DE LA VILLE DE ROMANG, DELIMITEES SUR UN AEROPOSTER, 1/250 000, 2000. 152
FIGURE 26 IMAGES SATELLITES LANDSAT TM5 2009, DIFFERENCIATION DES ELEMENTS DE LA PLAINE ALLUVIALE 153
FIGURE 27 CARTOGRAPHIE DES DIFFERENTES CLASSIFICATIONS OBTENUES SUR LE PARANA. 1. TRANSPORT, 2. ENERGIE, 3. CRITERES PHYSIQUES 157
FIGURE 28 SCHEMA ILLUSTRANT LE TYPE D'INFORMATIONS REPRESENTEES SUR LE PLANISPHERE D'AMERIQUE DU SUD DE LA FIN DU XVE S. 177
FIGURE 29 NOMBRE DE CARTES ANCIENNES DU CORPUS PRODUITES PAR DECENNIE. CE GRAPHIQUE PERMET DE DETERMINER LES PERIODES DURANT LESQUELLES N'APPARAIT AUCUNE PRODUCTION. 193
FIGURE 30 DE LA TRES PETITE ECHELLE A L'ECHELLE MOYENNE DE LA REGION ET L'ECHELLE LOCALE 194
FIGURE 31 INDICATEURS DE FIABILITE DES SOURCES, PAR CROISEMENT DES DONNEES ECRITES ET CARTOGRAPHIQUES 198
FIGURE 32 CARTES REPRESENTANT LE PARAGUAY ET LES PAYS ADJACENTS. LA PREMIERE DONT L'AUTEUR EST INCONNU EST DATEE DE 1685 ET LA SECONDE A ETE REALISEE PAR CAFARA EN 1665 202
FIGURE 33 EXTRAITS DE DIFFERENTES CARTES DU CORPUS CENTRES SUR LE PARANA, PERMETTANT DE VOIR L'EVOLUTION DANS LA REPRESENTATION DU MEGAFLEUVE AU XVIE S. 204
FIGURE 34 EXTRAITS DE CARTES CONTENUES DANS L'ATLAS DE LA DESCRIPTION DE LA CONFEDERATION ARGENTINE, VICTOR MARTIN DE MOUSSY, 1869 212
FIGURE 35 ACTEURS, PRODUCTIONS ET DIFFUSION DES DIFFERENTES INFORMATIONS GEOGRAPHIQUES 216
FIGURE 36 GESTION INTEGREE DE LA RESSOURCE. (1) REDUCTION DE L'IMPACT DES ALEAS CLIMATIQUES (2) CREATION D'UNE POTENTIELLE CRISE HYDRIQUE D'APRES (ALEXANDRE, 2006) 219
FIGURE 37 CADRE GEOGRAPHIQUE ET TEMPORALITES DE PRODUCTION DE LA CONNAISSANCE EN ARGENTINE. 225
FIGURE 38 SILHOUETTES DU PARANA RELEVEE SUR LES CARTES ANCIENNES DE REFERENCE (LE TRACE POSSEDE LA MEME EPAISSEUR QUE SUR LES CARTES ORIGINALES VOIR ANNEXES 2.5 P. 535). 227
FIGURE 39 COMPARAISON DES STYLES FLUVIAUX D'UN SEGMENT DU HAUT PARANA ARGENTIN, DEPUIS LA VILLE DE CORRIENTES (CORRIENTES) JUSQU' A LA VILLE DE POSADAS (MISIONES). 231
FIGURE 40 IMAGE LANDSAT TM 7 DATEE DE 2009, REPRESENTANT LA LOCALISATION DES ILES CERITO ET MESA MENTIONNEES PAR LES TRAVAUX DE TH. PAGE (1859). 234
FIGURE 41 COMPARAISON DES STYLES FLUVIAUX DE LA SECTION DU PARANA MOYEN COMPRISE ENTRE LA VILLE ACTUELLE D'ESQUINA (ENTRE RIOS) ET LA VILLE DE ROSARIO (SANTA FE). 236

FIGURE 42 SECTEUR DU DELTA A LA HAUTEUR DE IBICUY OU AFFLEURENT LES DEPOTS LIES AU RETRAIT DE LA MER PARANENSE ET VERS LE NORD, LA CHAINE DE DUNES SUIVIE DU LAGON. DIFFERENTS MODELES MORPHOLOGIQUES SONT INDIQUES PAR PASOTTI ET AL. 1976. IMAGE SATELLITE DE GUAYEGUAYCHU 3360-IV (ORBITE 225083 DU 10/01/94 IGM)..... 246
FIGURE 43 EXTRAITS DU CORPUS DE CARTES ANCIENNES REPRESENTANT LA LAGUNA IBERA 254
FIGURE 44 BLOC DIAGRAMME D'UN SOUS-TRONÇON D'ETRANGLEMENT DU PARANA MOYEN EN PERIODE DE BASSES EAUX (RAMONELL *ET AL.*, 2005)..... 259
FIGURE 45 IMAGE SATELITTE LANDSAT TM5 (2002) CENTREE SUR LA PLAINE DE BANCS ET DE MEANDRES DE LA ZONE DE SANTA FE..... 260
FIGURE 46 INTERRELATIONS DES VARIABLES DANS UN SYSTEME FLUVIAL. ADAPTE DE RICHARDS (1982) 261
FIGURE 47 LES TYPES DE SYSTEMES A ANABRANCHES (NANSON ET KNIGHTON, 1996) 265
FIGURE 48 LA CONCENTRATION DES SEDIMENTS EN SUSPENSION CHANGE LE LONG DE L'HYDROSYSTEME DURANT LA PERIODE DES ECOULEMENTS SOLIDES MAXIMAUX. C = VALEUR MOYENNE POUR CHAQUE GROUPE DE CONCENTRATIONS (MG/L) ; Q= DEBIT MOYEN ANNUEL (M3/S) (D'APRES DRAGO ET AMSLER,2007) .. 270
FIGURE 49 TYPE DE CHARGE EN SUSPENSION A DIFFERENTS POINTS DU SYSTEME, D'APRES BONETTO ET ORFEO (1984)..... 275
FIGURE 50 SCHEMA DE LA COMPOSITION MINERALOGIQUE DES ARGILES TRANSPORTEES PAR LE PARAGUAY, PARANA ET BERMEJO (BONETTO 1984)..... 277
FIGURE 51 MECANISMES DE DIVAGATION DE LITS ALLUVIAUX (ALLEN, 1965)..... 281
FIGURE 52 LOCALISATION DES TRONÇONS ETUDIES (D'APRES RAMONELL ET AMSLER, 2003). 281
FIGURE 53 MODELE CONCEPTUEL POUR LE RECOUPEMENT DES TRACES DES MEANDRES (AVULSIONS) DU SALADO (BASE PHOTOGRAPHIES AERIENNES 1974). D'APRES FICH – INA (1998) 282
FIGURE 54 RECOUPEMENT PAR DEBORDEMENTS SUCCESSIFS D'UNE ONDE DE MEANDRE SIMPLE DANS LA ZONE DE L'ILE LYNCH-PACIENCIA. (RAMONELL, AMSLER ET AL., 2000). 283
FIGURE 55 PHENOMENES D'AVULSION ET DE RECOUPEMENT SUR LE PARANA ET LE COLASTINE AU NIVEAU DE LA VILLE DE SANTA FE. (AMSLER ET RAMONELL, 2003) 284
FIGURE 56 SCHEMA DE L'EVOLUTION DE LA STRUCTURATION SPATIALE DU TERRITOIRE FLUVIAL DU PARANA. 303
FIGURE 57 LITHOGRAPHIE REPRESENTANT LE « MISSISSIPPI SQUADRON » FORÇANT LE BLOCUS DES CONFEDERES A VICKSBURG PENDANT LA GUERRE DE SECESSION EN 1863 (US NAVAL ACADEMY MUSEUM, COLLECTION BEVERLY R. ROBINSON) 317
FIGURE 58 COMBAT DE MARTIN GARCIA, TABLEAU DE E. BIGGERI, MUSEO NAVAL DE LA NACION 319
FIGURE 59 VUE DU PORT DE PARANA AUX ALENTOURS DE 1870, GRAVURE DE P. MOUSSE, MUSEO NAVAL BUENOS AIRES D'APRES NARANJO, 1973 321
FIGURE 60 LES FAMILLES IMMIGRANTES PERMETTENT LE DEVELOPPEMENT DE L'AGRICULTURE DE L'HINTERLAND ET DEVELOPPENT LE COMMERCE DE BLE AVEC L'EUROPE, MUSEE DE L'IMMIGRATION, ESPERANZA..... 322
FIGURE 61 EMBARQUEMENT DES TROUPES ARGENTINES A PASO DE LOS LIBRES, HUILE DE CARIDIDO LOPEZ, MUSEO NACIONAL DE BUENOS AIRES..... 323
FIGURE 62 LE PROFIL INITIAL (EN VERT) PRIVILEGIE LES MINISTERES CENTRAUX, LEURS RELAIS DECONCENTRES ET LES ZONAGES DE L'INTERVENTION ETATIQUE. A PARTIR DE LA S'EXERCENT 3 TENDANCES REDISTRIBUTIVES: A. DECENTRALISATION, B. CONCESSION, C. PARTICIPATION 353
FIGURE 63 LE PARANA AU CŒUR D'UN SYSTEME COMPLEXE D'ECHELLES ET D'ACTEURS (FORGET, M SELON LE MODELE PROPOSE PAR SCHIPPER *ET AL.*, 2006)..... 355
FIGURE 64 EVOLUTION DU PAYSAGE INSTITUTIONNEL DANS LA GESTION DES PROJETS HYDRAULIQUES SUR LE PARANA : STRUCTURE DE GESTION ET JEUX D'ACTEURS DANS LE PROJET YACYRETA 360

FIGURE 65 PLAN DE LOCALISATION DE LA RECONSTRUCTION DU NŒUD LOGISTIQUE DE SANTA FE 364
FIGURE 66 DEPLACEMENT ET MODERNISATION PROGRESSIF DU PORT DE ROSARIO 365
FIGURE 67 ORGANIGRAMME DES DIFFERENTES COMMISSIONS DE REGULATION ET DE PLANIFICATION DE L'HIDROVIA PARANA-PARAGUAY. 369
FIGURE 68 EVOLUTION TEMPORELLE COMPAREE DES IMPACTS SUR LE MISSISSIPPI ET LE PARANA. LES FLECHES INDIQUENT LE NIVEAU DE RECUPERATION QUI PEUT ETRE ATTEINT, D'APRES BAIGUN ET AL. (2005) ... 390
FIGURE 69 CLASSIFICATION HIERARCHIQUE DES ECOSYSTEMES D'APRES LUGO, BRINSON *ET AL.*, 1984 391
FIGURE 70 SCHEMA D'UNE ORGANISATION POSSIBLE DES PROJETS DE CONSERVATION 392
FIGURE 71 SCHEMA DES INTERACTIONS ENTRE L'ECOSYSTEME ET L'ANTHROPOSYSTEME ET MISE EN PLACE DE RETROACTIONS POSITIVES ET NEGATIVES 396
FIGURE 72 SCHEMA DES DECOUPAGES SELON LES CRITERES PHYSIQUES GENERAUX DU BASSIN VERSANT 397
FIGURE 73 DECOUPAGES EN TRONÇONS DU PARANA EN FONCTION DE LA DYNAMIQUE FLUVIALE 399
FIGURE 74 L'OCCUPATION DU SOL ET LES AMENAGEMENTS FLUVIAUX PRODUISENT UNE AUTRE SECTORISATION 400
FIGURE 75 TRONÇONS IMPACTES ET VULNERABILITE DES DIFFERENTS TRONÇONS DU PARANA 401
FIGURE 76 SCHEMA DES CARACTERISTIQUES D'UN MEGAFLEUVE ET EMBOÎTEMENT DE SES DIFFERENTES ECHELLES 429
FIGURE 77 CLASSIFICATIONS IMPLCITES ET EXPLICITES GENEREES PAR LE SYSTEME DE TRANSPORT, LE SECTEUR ENERGETIQUE ET LES DONNEES PHYSIQUES DU PARANA 502
FIGURE 78 ECHELLE GEOLOGIQUE SIMPLIFIEE RETRAÇANT LES CHANGEMENTS SURVENUS DANS LE BASSIN DE LA PLATA. L'ENCART REPRESENTE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES A PARTIR DU BELGRANENSE INFERIEUR. LES INDICATIONS EN REFERENCES AUX ETATS ISOTOPIQUES SONT ISSUES DE M. IRIONDO (1999) ET LA CORRELATION AVEC LES ETAGES DE CASTELLANOS (PASOTTI, 1956) A ETE REALISEE PAR L'AUTEUR D'APRES POPOLIZIO (2003). 509
FIGURE 79 PROFIL EN LONG DU PARANA D'APRES ORFEO ET STEVAUX (2002) 510
FIGURE 80 FLUCTUATIONS CLIMATIQUES DES REGIONS DU CENTRE DE L'ARGENTINE DURANT LE DERNIER MILLENAIRE (D'APRES CIOCCALE, 1999) 510
FIGURE 81 LES PARCS NATURELS, UNE MESURE DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT PARANENSE 512

Table des tableaux

TABLEAU 1 LES VINGT PLUS GRANDS BASSINS VERSANTS (D'APRES BETHEMONT, 2003) 18
TABLEAU 2 LES VINGT PLUS FORTS DEBITS (D'APRES LAMBERT, 1996) 19
TABLEAU 3 LES PLUS GRANDS FLEUVES DU MONDE PAR LA SUPERFICIE DE LEUR BASSIN VERSANT ET/OU LEUR DEBIT (D'APRES BETHEMONT 2003) 19
TABLEAU 4 SYNTHESE DES ECONOMIES DE LA CUENCA DE LA PLATA (ONU,2009) 41
TABLEAU 5 EXTRACTION D'EAU DU PARANA (1993-1997) D'APRES BIRF, 1995 ET FAO AQUASTATS, 2010 (LES DERNIERES STATISTIQUES DISPONIBLES DATANT DE 1995). 44
TABLEAU 6 TONNES EXPORTEES DEPUIS LES PORTS PRIVES DE LA ZONE DE SAN LORENZO SAN MARTIN (1997) 75
TABLEAU 7 COMPARAISON DE LA GEOGRAPHIE ET DES INFRASTRUCTURES ENTRE LES ETATS-UNIS ET L'ARGENTINE. 80

TABLEAU 8 CLASSIFICATION DES DIFFERENTS TRONÇONS DU RIO PARANA ET AMENAGEMENTS HYDROELECTRIQUES REALISES OU EN PROJET. 103
TABLEAU 9 : ANALYSE DETAILLEE DE LA CARTE GEOLOGIQUE. COMPOSANTES GEOLOGIQUES ET INTERPRETATIONS EN TERMES DE FONCTIONNEMENT FLUVIAL, DE LA TECTONIQUE ET DU CLIMAT. 241
TABLEAU 10 SEDIMENTATION ET CHARGE EN SUSPENSION DANS LA PLAINE ALLUVIALE DU PARANA MOYEN ENTRE PASO DE LA PATRIA ET PARANA DURANT LES MOIS D'ECOULEMENT MAXIMAUX (AMSLER, 2006)..... 271
TABLEAU 11 NATURE DES RELATIONS ARGENTINE-BRESIL D'APRES ALESSANDRO CANDEAS, 2006 328
TABLEAU 12 PRINCIPAUX PROJETS POUR L'INTEGRATION ENERGETIQUE DANS LA REGION (SOURCE IIRSA, 2011) 349
TABLEAU 13 DIMENSIONS CULTURELLES DU DEBATS SUR LA DECENTRALISATION SELON AROCENA (2010) ... 361
TABLEAU 14 COMPARAISON DES PROCESSUS FONCTIONNELS ET DES CARACTERISTIQUES STRUCTURELLES DES MOYENS A GRANDS FLEUVES ET DES MEGAFLEUVES DANS LEUR PLAINE D'INONDATION, D'AP. BAIGUN *ET AL*. (2005) 389
TABLEAU 15 GRANDES CARACTERISTIQUES DES DIX PLUS GRANDS FLEUVES DU MONDE 417
TABLEAU 16 TABLEAU DE SYNTHESE DES DONNEES MESUREES ET CALCULEES SUR LES 6 TRONÇONS DISPOSANT DE STATIONS DE MESURE. 500

Table des photographies

PHOTO 1. IMAGES LANDSAT TM5 DU BARRAGE DE PUERTO PRIMAVERA (HAUT PARANA, BRESIL). LA PREMIERE MONTRE LA MORPHOLOGIE DU PARANA AVANT LA CONSTRUCTION DU BARRAGE (QUI A DEBUTE EN 1986) ET APRES SA MISE EN EAU (1998). 39
PHOTO 2 SURUBIS PECHES AU NIVEAU D'ALEJANDRA (SANTA FE) DANS LES ANNEES 1980 (FUNDACION PROTEGER) 45
PHOTO 3 LA PECHE ARTISANALE SUR LE PARANA SE FAIT A PARTIR DE PETITES EMBARCATIONS GENERALEMENT NON MOTORISEES, AVEC DES LIGNES A HAMEÇONS. 46
PHOTO 4 RESTRICTION DE L'ACCES AU FLEUVE DANS LE CENTRE VILLE DE ROSARIO (PHOTOS M. FORGET, 2008) 47
PHOTO 5 REAPPROPRIATION DES BORDS DE FLEUVE DANS LA VILLE DE ROSARIO (PHOTOS FORGET 2008)..... 48
PHOTO 6 PUERTO MADERO ET SA RESERVE ECOLOGIQUE : LA NOUVELLE VITRINE DE LA VILLE DE BUENOS AIRES 49
PHOTO 7 PROMENADES URBAINES A. ET B. CORRIENTES, C. POSADAS ; D. SANTA FE..... 49
PHOTO 8 LES OCCUPATIONS ILLICITES EN BORD DE FLEUVE. A. BARAQUEMENT AU BORD DU PARAGUAY, ASUNCION (2010) ; B. ROSARIO, AUX ABORDS DE LA VILLE (2008)..... 50
PHOTO 9 A ET B. ASSEMBLAGE D'UN TRAIN DE 24 BARGES. ©FUNDACION PROTEGER..... 63
PHOTO 10 A. CONVOI POUSSE SUR LE HAUT PARANA AU NIVEAU DE LA VILLE DE PUERTO RICO. LE TRAIN DE BARGES SE COMPOSE DE 4 BARGES DE 50 X 12 M. B. CONVOI POUSSE SUR LE PARANA A LA HAUTEUR DE GOYA. LE TRAIN DE BARGES EST FORME DE 6 X 5 BARGES POUR UNE CHARGE DE 45000 TONNES ©FUNDACION PROTEGER 63
PHOTO 11 A. PORTE CONTENEUR TRANS-OCEANIQUE POST PANAMA, B. PORTE CONTENEUR ARRETE AU PORT DE SAN PEDRO (SANTA FE) ET C. UN « BULK CARRIERS » NAVIGANT DANS LE RIO DE LA PLATA AVANT

D'ATTEINDRE LE PORT DE BUENOS AIRES (SOURCE WWW. ARCHIVO.ABC.COM.PY ET WWW. MARINE-MARCHANDE.NET) 64
PHOTO 12 AVANCEES ET INSUFFISANCE DU DRAGAGE ET DE LA SIGNALISATION 91
PHOTO 13 L'ECLUSE DE NAVIGATON DU BARRAGE DE YACYRETA 96
PHOTO 14 LE BARRAGE DE YACYRETA (SOURCE EBY). 113
PHOTO 15 LE PARANA MOYEN POSSEDE UN STYLE A ANABRANCHES AVEC UNE TENDANCE AU TRESSAGE EN AVAL DE LA VILLE DE SANTA FE D'APRES LATRUBESSE (2008) 267
PHOTO 16 LE STYLE FLUVIAL A ANABRANCHES EN AVAL DE LA VILLE DE SANTA FE, D'APRES LATRUBESSE (2008) 267
PHOTO 17 IMAGE LANDSAT TM7 DE JUILLET 2009 EN COMPOSITION COLOREE, FAISANT RESSORTIR LA DIFFERENCE DE TURBIDITE DE L'EAU A LA CONFLUENCE DU BERMEJO ET DU PARAGUAY (VISIBLE A LA COULEUR BLEU TURQUOISE) 273
PHOTO 18 IMAGE LANDSAT TM7 DE JUILLET 2009 EN COMPOSITION COLOREE, FAISANT RESSORTIR LA DIFFERENCE DE TURBIDITE DE L'EAU A LA CONFLUENCE DU PARAGUAY ET DU PARANA. 274
PHOTO 19 PHOTOS DES OUVRAGES DE FRANCHISSEMENT DU PARANA (SOURCE A. SKYSCRAPERCITY.COM ; B. E-CIENCIA.COM ; C.ELOBSERVADORDELLITORAL.COM ; D. UNL.EDU.AR.) 325

Table des matières

REMERCIEMENTS 5
RESUME 7
SOMMAIRE 9

PREFACE 11

GRANDS FLEUVES ET MEGAFLEUVES 13

Un grand fleuve, le Paraná 13
La notion de mégafleuve 15
Le Paraná et ses semblables 17
Géosystèmes fluviaux des Nouveaux Mondes 23
Le Paraná du bicentenaire, porteur d'enjeux importants 25
Gérer et aménager le fleuve : quelles échelles ? 26
La méthode de travail 27
La démonstration 28

PARTIE 1 LE PARANA DU BICENTENAIRE, UN FLEUVE SOUS-EXPLOITE ET MECONNU 31

CHAPITRE 1 LE PARANA, UN FLEUVE SOUS-EXPLOITE ? 33
1.1. Les discontinuités amont/aval des sous-bassins 34
1.1.1 Des formes fluviales hétérogènes 34
1.1.2 Très grand fleuve et développement territorial : des résultats contrastés 40
1.2. La diversité des usages 42

1.2.1. Une ressource en eau renouvelable, ou presque ... 43
1.2.2 Le Paraná, un moyen de subsistance durable ? ... 45
1.2.3. Vers un développement urbain durable ? La réintégration du fleuve dans les villes ... 46
1.3 Potentiels et enjeux d'une ressource partagée ... *51*
Conclusion du premier chapitre ... *53*
CHAPITRE 2 LA NAVIGATION, UN ENJEU D'ACTUALITE ... 55
2.1 État des lieux d'une Hidrovia inachevée ... *56*
2.1.1 Connecter les territoires producteurs aux marchés de consommation ... 57
2.1.1.1 L'Hidrovia en chiffres ... *58*
2.1.1.2 Le cœur du transport : embarcations et armateurs ... *62*
2.1.1.3 Sectorisation de la voie navigable ... *65*
2.1.2 La réalité d'un complexe logistique : réseaux et infrastructures ... 71
2.1.2.1 Réseaux urbains et portuaires ... *71*
2.1.2.2 Avancées et retards de la modernisation du complexe logistique ... *73*
2.1.2.3 S'inspirer des voies d'eau plus développées ... *78*
2.2 Aménagements nécessaires et lettres mortes ... *82*
2.2.1 Réseaux hérités et boom du soja : un plaidoyer pour *l'Hidrovia* ... 82
2.2.2 Planification et réalisations des aménagements ... 87
2.2.3 Une « autoroute fluviale » aux normes inadaptées ? ... 91
2.3 L'Hidrovia remise en cause par la demande énergétique du sous-continent ... *95*
Conclusion du deuxième chapitre ... *97*
CHAPITRE 3. LE POTENTIEL ENERGETIQUE DU PARANA ... 99
3.1. Le Paraná, une ressource énergétique renouvelable ... *100*
3.1.1. Potentiel hydroélectrique et crise énergétique : une grille de lecture de l'aménagement du XXIe s. ... 102
3.1.2. La maîtrise incomplète des changements d'échelle ... 107
3.2 Des grands travaux pour une autosuffisance énergétique ... *110*
3.2.1. Des vides et des pleins : les retenues hydroélectriques du Paraná ... 111
3.2.2. Le barrage de Yacyretá : un intérêt croissant ... 113
3.2.3 L'hydroélectricité pour répondre à la crise énergétique ? ... 116
Conclusion du troisième chapitre ... *123*
CHAPITRE 4. DECOUPER POUR MIEUX EXPLOITER ... 127
4.1. Discontinuité de la connaissance ... *127*
4.1.1. Le rôle des acteurs privés dans la structuration de la connaissance ... 129
4.1.2 Le compartimentage des savoirs : une sectorisation implicite ... 131
4.2 La recherche fondamentale découpe le mégafleuve ... *134*
4.2.1 Les tronçons proposés par les hydro-géomorphologues ... 134
4.2.1.1 Méthodologie de la classification ... *136*
4.2.1.2 Les travaux fondateurs ... *138*
4.2.1.3 Les formes en plan : un indicateur synthétique ... *140*
4.2.2. La difficile extrapolation des données ... 147
4.2.3 La plaine alluviale du Paraná, un espace méconnu ... 149
4.2.3.1 La plaine alluviale, une mosaïque d'indicateurs fonctionnels ... *150*
4.2.3.2 Fonctionnement du Paraná et mise en eau de la plaine alluviale ... *154*
4.3. Compartimenter pour mieux utiliser : essai de sectorisation multifonctionnelle ... *156*
Conclusion du quatrième chapitre ... *160*

CONCLUSION DE LA PREMIERE PARTIE 163

PARTIE 2. COMPRENDRE LE MEGAFLEUVE 167

CHAPITRE 5. LA PROGRESSIVE PRISE EN COMPTE DE LA TAILLE DU PARANA 169

5.1. Comment représenter un mégafleuve ? 170

5.1.1 Le défi des échelles 171

5.1.1.1 L'invention du Nouveau Monde 173

5.1.1.2 Un imaginaire fondé sur des descriptions réalistes 178

5.1.2 Vers une nouvelle vision du monde : caractères, objectifs et fonctions de la carte 186

5.2. Un corpus cartographique abondant et varié 190

5.2.1. Cartes anciennes et recherches en archives 190

5.2.2 Echelles spatiales et temporelles de la cartographie du Paraná 191

5.3. Débat méthodologique autour des sources 197

5.3.1 Degré de fiabilité du corpus cartographique 197

5.3.2 Informations inédites et recopiage 198

5.4 Evolution des représentations et structuration de l'espace par la carte 206

5.4.1 La géographie moderne du Paraná 207

5.4.1.1 Un grand précurseur, Ulrich SCHMIDL (1510-1580) 208

5.4.1.2 L'époque moderne 210

5.4.2 Vers l'exploitation du fleuve : la cartographie nationale argentine 215

5.4.3. Des cartes au service de l'exploitation du fleuve 218

Conclusion du cinquième chapitre 221

CHAPITRE 6. NATURE D'UN MONDE AMPHIBIE 223

6.1. Connaître le fleuve par la comparaison cartographique 224

6.1.1. Quand le tracé du Paraná devient un indice des structures générales 225

6.1.2 Jeux d'échelles 229

6.1.2.1 Le Haut Paraná à l'épreuve des cartes 229

6.1.2.2. L'équilibre dynamique du Paraná Moyen 235

6.1.3. Introduction au fonctionnement hydromorphologique du Paraná 238

6.2. Forçages externes : logiques de bassin et contraintes géostructurales 240

6.2.1 La néotectonique, un contrôle majeur du flux et des styles fluviaux. 242

6.2.2. L'origine du grand fleuve argentin : les paléo-tracés du Paraná 245

6.2.3 Le complexe Iberá, la face cachée du mégafleuve 252

Conclusion du sixième chapitre 256

CHAPITRE 7 LE PARANA, ARCHETYPE DU MEGAFLEUVE 257

7.1 Le visage actuel du « père des fleuves » 258

7.1.1 Le Paraná, un modèle de mégafleuve ? 258

7.1.1.1 Dépôts et formes en plan du fleuve 258

7.1.1.2 Anabranches et anastomoses 262

7.2. Un grand pourvoyeur de sédiments : le cône sud dans un tamis 268

7.2.1. Un transport sédimentaire modifié dans le Haut bassin 269

7.2.2 Ajustement du Paraná Moyen 273

7.3. Le visage du Paraná a-t-il changé ? 278

7.3.1. Variabilité du régime fluvial et changement climatique 278

7.3.2. Avulsion et recoupement 280

7.3.3 Le contexte des changements observés ... 285
7.3.4 La relative stabilité du système ... 288
7.4 Le Paraná, un éco-géosytème en évolution ... 290
Conclusion du septième chapitre ... 292
CONCLUSION DE LA DEUXIEME PARTIE ... 295

PARTIE 3. DU FLEUVE AU TERRITOIRE ... 297

CHAPITRE 8. QUAND LA GEOPOLITIQUE INTERVIENT ... 301
8.1 Le lien fluvial ... 301
8.1.1 La « civilisation » au fil de l'eau ... 301
8.1.1.1 Indigènes et missionnaires, la construction d'un territoire métisse ... 301
8.1.1.2 Epopée de la navigation et ouverture à la navigation internationale ... 306
8.1.2 Naissance de la structure urbaine : Buenos Aires et Asunción ... 311
8.2 Le Paraná, un fleuve barrière ? ... 315
8.2.1. Un nouveau visage donné au Cône Sud : combats navals sur le Paraná ... 316
8.2.2. Transversalités frontalières ... 324
8.3. Le continuum fluvial : amont versus aval ? ... 326
Conclusion du huitième chapitre ... 332
CHAPITRE 9. LES MODELES D'ACTION ET DE GESTION : UNE DIVERSITE D'ACTEURS ... 335
9.1. Le dialogue rétabli et l'intégration du Bassin de la Plata ... 336
9.1.1 Traités et institutions internationales ... 336
9.1.2 Des grands projets intégrateurs ... 340
9.1.2.1 Les étapes de l'intégration ... 341
9.1.2.2 L'intégration régionale, un nouvel horizon pour l'Hidrovia Paraná-Paraguay ? 344
9.1.2.3 Le rôle clé des barrages hydroélectriques ... 348
9.2 Un nouveau jeu d'acteurs : vers une proto-maîtrise des emboîtements d'échelles ... 351
9.2.1 Un système institutionnel en mutation ... 351
9.2.2 La décentralisation au cœur du débat ... 357
9.2.3 Quand les municipalités réinvestissent le champ de l'aménagement ... 362
9.2.4. Privé/public, le dialogue retrouvé ... 366
Conclusion du neuvième chapitre ... 369
CHAPITRE 10. ENTRE DOMMAGES NECESSAIRES ET PRESERVATION ... 371
10.1. Le défi de la petite échelle introduit par les questions environnementales ... 371
10.1.1 Le bassin du Paraná possède l'un des plus grands aquifères du monde ... 372
10.1.2 Quand les questions locales rejoignent les préoccupations mondiales : l'exemple de la laguna Iberá ... 373
10.1.3 L'Hidrovia Paraná-Paraguay, un cauchemar écologique ? ... 376
10.2. Le Haut Paraná, un tronçon aménagé et déjà perturbé ... 378
10.2.1. Compartimentages et impacts ... 378
10.2.1.1 Modification du régime hydrologique et du transport sédimentaire ... 379
10.2.1.2 Les impacts environnementaux et leurs répercussions sociales : le cas de la pêche ... 381
10.2.2 De nouveaux impacts à prévoir ? Les projets de Corpus et de Paraná Medio ... 383
10.2.3 Impacts locaux d'une gestion nationale de la ressource ... 384
10.2.3.1 Délocalisations et pathologies infectieuses … ... 384

10.2.3.2. …compensées par des impacts positifs ? ... *386*
10.3. Le Paraná Moyen : une naturalité à préserver ... *387*
10.3.1 Apprendre des erreurs du passé ... 388
10.3.2 Quelles solutions pour le développement soutenable du Paraná Moyen ? ... 390
10.4 La complexité amont-aval, essai de synthèse ... *395*
10.5 Une vulnérablité complexifiée par le changement climatique ... *403*
Conclusion du dixième chapitre ... *405*
CONCLUSION DE LA TROISIEME PARTIE ... 407

CONCLUSION, UN PARADOXE A LEVER PAR UNE GESTION INNOVANTE ... 409

Les apports de la thèse ... *409*
Quelles avancées ? ... *414*
Un monde amphibie en devenir ... *424*
Que reste-t-il à faire ? ... *425*
REFERENCES ... 431
Articles ... *431*
Actes de colloques ... *455*
Ouvrages ... *462*
Contributions dans un ouvrage ... *479*
Manuscrits ... *487*
Coupures de presse ... *487*
Littérature grise, rapports d'expertise ... *488*
Thèses et Mémoires ... *494*
Cartes ... *496*
Sites internet ... *497*
APPENDICE 1 ... 499
APPENDICE 2 ... 503
APPENDICE 3 ... 511
ANNEXES ... 513
Annexes 1 ... *513*
Annexe 1.1 Construction de la carte 3 Dynamisme de l' Hidrovía Paraná-Paraguay dans ses différentes sections ... *513*
Annexe 1.2 Loi de réserve de charge ... *514*
Annexe 1.3. Calculs de la puissance et de la puissance spécifique du Paraná ... *514*
Annexe 1.4 Population des villes argentines en 2008 ... *517*
Annexe 1.5 Construction de la carte 10. Localisation et importance des thématiques de recherche en relation avec le Paraná ... *518*
Annexes 2 ... *519*
Annexe 2.1 Tableau du corpus de cartes ... *519*
Annexe 2.2 Biographie des grands cartographes et chroniqueurs de la découverte ... *528*
Annexe 2.3. Tableau croisé des sources cartographiques et textuelles disponibles sur le Paraná et l'Amérique méridionale entre 1500 et 1900 ... *532*
Annexe 2.4 Carte de l'Amérique méridionale par Juan de la Cruz Cano y Olmedilla (1775) ... *536*

Annexe 2.5 Cartes de référence sélectionnées pour déterminer la fiabilité de la représentation du Paraná *537*
Annexe 2.6 Carte datée du milieu du XVIIIème s., dont les deux planches représentent respectivement les cours du Haut Paraná et du Paraná moyen (coll. particulière) *538*
Annexe 2.7 Naissance de la géologie argentine *539*
Annexe 2.8 Principaux affleurements géologiques du bassin versant du Paraná *540*
Annexe 2.9 Anciens chenaux du Paraguay et ses confluences successives avec le Paraná dans ses déplacements progressifs vers le Nord (Popolizio, 2003) *542*
Annexes 3 ..... *543*
Annexe 3.1. Population des provinces argentines en 1760 et 1810 ..... *543*
Annexe 3.2 Entités de gestion multinationales du bassin versant (WWAP, 2007) *544*
Annexe 3.3 Accords Itaipú-Corpus *545*
Annexe 3.4 Carte de localisation de l'aquifère Guarani *548*
Annexe 3.5 Caractéristiques hydrogéologiques du bassin *548*
TABLE DES CARTES 553
TABLE DES FIGURES 555
TABLE DES TABLEAUX 558
TABLE DES PHOTOGRAPHIES 559
TABLE DES MATIERES 560