

Université Lumière Lyon 2

Ecole doctorale : Sciences sociales

Laboratoire Environnement, Ville, Société (UMR 5600)

La ville endormie ? Le risque d'inondation à Lyon

*Approche géohistorique et systémique du risque de crue en milieu
urbain et périurbain*

par Claire COMBE

Thèse de doctorat de Géographie, aménagement et urbanisme

sous la direction de Jean-Paul BRAVARD

présentée et soutenue publiquement le 7 décembre 2007

Composition du jury :

Thierry JOLIVEAU, professeur à l'université Jean Monnet (Saint-Etienne)

Jean-Paul BRAVARD, professeur à l'université Lumière Lyon 2

Richard LAGANIER, professeur à l'université Paris-Diderot

Anne-Marie LEVRAUT, directrice de la Direction régionale de l'environnement (DIREN) de Bourgogne

Yves PICOCHÉ, directeur-adjoint de la Direction régionale de l'environnement (DIREN) de Rhône-Alpes

Patrick PIGEON, professeur à l'université de Savoie

Franck SCHERRER, professeur à l'université Lumière Lyon 2

Contrat de diffusion

Ce document est diffusé sous le contrat *Creative Commons* « [Paternité - pas d'utilisation commerciale - pas de modification](#) » : vous êtes libre de le reproduire, le distribuer et le communiquer au public à condition de mentionner le nom de son auteur et de ne pas le modifier, le transformer, l'adapter ou l'utiliser à des fins commerciales.

Remerciements

Ce travail doit beaucoup à de nombreuses personnes. Mes remerciements vont tout d'abord à mon directeur de thèse, Jean-Paul Bravard, pour sa disponibilité, son exigence et sa confiance. Qu'il retrouve dans ce travail le souci de la complexité qu'il m'a enseigné et son attachement à pratiquer une géographie à l'interface des sphères de la nature et des sociétés.

Je tiens également à remercier Thierry Joliveau pour ses conseils avisés concernant le SIGéohistorique et le temps qu'il m'a consacré, ainsi que l'équipe du CRENAM pour son soutien technique.

J'ai bénéficié de l'accueil toujours chaleureux des services et des personnes qui m'ont renseignée. En particulier, je tiens à remercier les archivistes de la Ville de Lyon pour m'avoir donné accès à des documents originaux généralement consultables uniquement en version microfilmée, ainsi que les membres du Service Navigation Rhône-Saône qui ont pris le temps de m'aider dans mes recherches documentaires, notamment M. Amiez, M. Billy (aujourd'hui en poste à la DIREN Rhône-Alpes), M. Chambon (actuellement au CETE de Lyon), M. Dumurgier, M. Laborde, M. Malbrunot et M. Sorgues. M. Koreta de la Compagnie Nationale du Rhône m'a communiqué sous forme informatique les données hydrologiques qui ont servi à ce travail.

Toute ma gratitude va aux membres de ma famille et à mes proches amis qui ont été d'un soutien sans faille au cours de ces années de doctorat et auxquels ce travail doit beaucoup. Merci le plus sincère à Fabien, mon époux.

Enfin, cette recherche a bénéficié de l'aide financière de la Région Rhône-Alpes au titre du programme Emergence 2002, à laquelle j'exprime ma reconnaissance.

J'oublie bien des gens qui ont contribué d'une manière ou d'une autre à mener à bien ce travail. Qu'ils en soient chaleureusement remerciés.

Préambule

La succession d'inondations aux conséquences fortement dommageables ces dernières années a souligné la forte vulnérabilité des villes contemporaines face à la contrainte fluviale. Analyser et gérer le risque en milieu urbain impose de considérer la complexité des phénomènes à l'œuvre, à l'interface nature-sociétés, et de dépasser la lecture traditionnellement admise du binôme aléa/vulnérabilité selon laquelle l'aléa serait une donnée constante -la composante active de l'équation- qui s'imposerait à une société plus ou moins vulnérable en fonction de ses moyens techniques et financiers.

Il existe en réalité des interactions fortes entre les dynamiques naturelles et sociétales, en particulier en milieu urbain. D'une part, l'urbanisation modifie le risque en multipliant le nombre et la valeur des enjeux exposés et en anthropisant l'hydrosystème fluvial. D'autre part, la contrainte naturelle n'est pas stable dans le temps mais se traduit au contraire par l'alternance de phases de crise, qui matérialisent la risque, et de phases d'accalmie marquées par l'absence de crues fortes, au cours desquelles la société tend à oublier l'existence de la contrainte fluviale, ou penser que cette dernière est désormais maîtrisée.

On semble avoir là une clé de lecture pertinente pour saisir le risque dans toute sa complexité : l'aléa et la vulnérabilité, pris en tant que sous-systèmes du risque, interagissent et évoluent dans le temps et dans l'espace, et cette évolution varie en fonction des échelles spatiales et temporelles considérées.

Que peut alors nous apprendre une mise en perspective géohistorique et systémique en milieu urbain et périurbain ? Nous allons chercher à asseoir l'idée selon laquelle les héritages naturels comme ceux des politiques de gestion contribuent à territorialiser le risque et permettent de comprendre la situation contemporaine à la lumière des évolutions passées, dans une perspective dynamique qui apporte de ce fait des éléments de prospective. Ce travail avance donc l'hypothèse de la variabilité spatio-temporelle du risque et vise à comprendre le rôle des héritages hydrogéomorphologiques et sociétaux dans la territorialisation du risque. La relation des villes à leur(s) fleuve(s) ne serait pas linéaire mais rythmée au contraire par l'alternance de phases de crise, qui matérialisent le risque et font évoluer les modalités de sa gestion, et de phases plus calmes au cours desquelles le risque évolue silencieusement.

Par-delà la spécificité des territoires, il semblerait qu'on ait là un trait commun aux vieilles villes fluviales, qui fonderait la spécificité du risque d'inondation fluviale en milieu urbain et périurbain.

Comment repérer ces évolutions, les analyser ? Le premier temps de la démonstration vise à poser les termes de la question et ses présupposés théoriques, en s'intéressant au risque d'inondation et à sa gestion aux échelles européennes et nationales ainsi qu'au niveau des principaux bassins versants français, tant du point de vue des héritages que de la réalité contemporaine. Comment interpréter les nombreuses inondations catastrophiques survenues depuis quelques décennies ? Nous chercherons à identifier les enjeux de la gestion actuelle et à repérer des évolutions communes aux différents cas particuliers envisagés.

Dans ce contexte, nous montrerons ensuite la pertinence du cas lyonnais pour approfondir la démonstration.

Les trois parties suivantes seront ainsi consacrées à l'étude géohistorique et systémique du risque au sein du corridor fluvial du « Y lyonnais », à la confluence du Rhône

et de la Saône. Par essence, ce terrain d'étude se prête à l'analyse géohistorique puisque la cité lyonnaise va progressivement s'étendre dans la plaine alluviale.

La deuxième partie porte sur une mise en perspective sur le temps long et à l'échelle historique, afin de comprendre les modalités de la construction urbaine en interaction avec la dynamique fluviale. Comment expliquer que Lyon se soit installée dans un espace contraignant, dans le lit majeur de ses deux fleuves, il y a plus de 2 000 ans, et qu'elle ne se soit dotée d'un système de protection qu'au XIXe siècle ? Nous chercherons à montrer que, en sus des considérations socioéconomiques et politiques, la contrainte fluviale était moins prégnante autour de notre ère que dans la période précédente, et a favorisé l'installation humaine. La péjoration hydroclimatique du Petit Age Glaciaire, qui a atteint son paroxysme au milieu du XIXe siècle, semble coïncider avec la mise en œuvre d'un système de défense lyonnais.

La troisième partie interroge la situation contemporaine à la lumière de ces héritages. Aujourd'hui, Lyon est-elle une ville à risque ? Il s'agira de diagnostiquer les permanences et les évolutions de l'aléa et de la vulnérabilité afin de comprendre le risque actuel selon une approche multiscalaire.

Le dernier temps de la démonstration portera enfin sur les facteurs d'explication de la réalité du risque dans la région lyonnaise, en s'intéressant au jeu d'acteurs qui fonde les choix des politiques de gestion et façonnent la réalité des territoires.

Première partie

Le réveil d'une ville endormie : introduction à une étude du risque fluvial en milieu urbain

L'augmentation accrue des témoignages de dommages liés aux risques et de leur coût ces dernières décennies suscite un intérêt social, politique et scientifique croissant pour la question des risques. Nos sociétés contemporaines semblent particulièrement vulnérables alors même qu'elles cherchent de plus en plus à gérer les phénomènes dommageables auxquels elles sont exposées. Si tous les espaces sont concernés, les villes semblent concentrer les risques et même favoriser leur augmentation et leur diversification. Ce constat aujourd'hui bien admis pose la question de la nature du lien entre le risque et l'urbanisation. Les villes sont-elles plus vulnérables du fait de la concentration des enjeux exposés, ou n'y a-t-il pas une dialectique entre risque et urbanisation qui fonderait la spécificité du risque urbain ? Qu'en est-il plus particulièrement du risque d'inondation, notamment du risque de crue dans les grandes villes fluviales ?

Une mise en perspective sur le temps long et à l'échelle historique semble suggérer que le rapport des villes à leur fleuve n'est pas linéaire mais rythmé au contraire par des interactions entre l'hydrosystème et la logique de l'urbanisation, et par l'alternance de phases de crise et de périodes d'accalmie communes aux vieilles villes occidentales traversées par de grands organismes fluviaux. La gestion du risque d'inondation n'est-elle pas marquée par le rôle des héritages géomorphologiques et des politiques antérieures de gestion, qui fonderait la spécificité du risque d'inondation dans les vieilles villes fluviales ? Au-delà de la diversité des situations particulières, est-il possible d'apporter une explication unitaire du risque fluvial en milieu urbain et périurbain ? La priorité donnée au développement urbain que semble illustrer la généralisation de l'urbanisation et la tendance à la concentration des effectifs dans les grandes vallées n'auraient-ils pas induit des choix de gestion du risque déterminés par et pour les villes ?

La survenue de nombreuses inondations catastrophiques depuis le début des années 1990 semble avoir relancé la problématique des inondations en matérialisant une augmentation du risque. Y a-t-il réellement aggravation, et si oui, quels en sont les facteurs d'explication ? Comment se fait-il que la gestion du risque semble avoir disparu pendant un temps des préoccupations de la société ? Alors que l'occupation des zones inondables s'est généralisée, peut-on déceler l'émergence de nouveaux enjeux et de nouveaux modes de gestion ? Dans ce contexte, que dire alors de la situation de Lyon face au risque d'inondation ? Cette question paraît avoir longtemps été secondaire dans une agglomération pourtant en grande partie bâtie dans le lit majeur des deux fleuves qui la traversent. L'Etat a récemment remis la question de la réalité du risque dans la ville à l'agenda des politiques urbaines, tandis qu'on constate ces dernières décennies des revendications sur les marges de l'agglomération, dont les riverains dénoncent une aggravation des inondations. Cela nous amène à nous interroger sur les raisons qui ont fondé l'absence de cette préoccupation chez les acteurs de la gestion, et sur celles qui expliquent pourquoi la problématique de la contrainte fluviale semble réapparaître ces dernières années. Doit-on y voir l'expression d'un affranchissement de la ville vis-à-vis de la contrainte fluviale, tandis que les espaces périurbains resteraient moins bien protégés, ou la relative quiétude des acteurs lyonnais ne traduit-elle pas un sentiment de sécurité en partie illusoire, l'urbanisation n'ayant pas seulement diffusé le risque mais l'ayant en réalité déplacé et modifié ?

Force est de constater que le risque est une question complexe, en particulier en milieu urbain. Traditionnellement, son analyse passe par la prise en compte du binôme aléa/vulnérabilité. Selon la définition classique, le risque peut se définir par l'équation : $\text{risque} = \text{aléa} \times \text{vulnérabilité}$. L'aléa, qui peut être naturel, technologique ou social, concerne la réalité physique du risque et se caractérise par son extension spatiale, son intensité, sa probabilité d'occurrence et sa durée. La vulnérabilité désigne, selon la définition proposée dans un premier temps par R. D'Ercole (1994), « la propension d'une société donnée à subir des dommages en cas de manifestation d'un phénomène naturel ou anthropique ». La mesure analytique de la vulnérabilité, objective, basée sur une évaluation quantitative des

enjeux et l'estimation du coût économique des dommages potentiels aux personnes, aux biens et aux activités exposés, a été progressivement complétée par une approche synthétique qui vise à définir une unité de mesure commune aux différents facteurs de vulnérabilité (Dauphiné, 2001). Pour notre part, nous retiendrons la définition synthétique proposée par R. Laganier : la vulnérabilité est « un fait social, économique et politique, caractérisé par son coût économique et psychologique, sa perception et sa gestion¹ ».

La bibliographie souligne les limites de l'approche classique du risque, marquée par une lecture duale du binôme aléa-vulnérabilité, selon laquelle l'aléa, indépendant, serait la composante active de l'équation, qui s'imposerait à une vulnérabilité plus ou moins passive sur un territoire alors réduit à un espace support. Cela vaut spécialement pour les risques dits naturels, à l'interface nature-sociétés, nés de « l'hybridation » entre nature et culture selon l'expression de M. Reghezza (2006), des interactions complexes homme-milieu. L'enjeu est aujourd'hui à une approche globale, transversale, voire systémique, qui permette de saisir le risque dans toute sa complexité. Plusieurs auteurs ont ainsi proposé de nouvelles clés de lecture du risque, que nous présenterons au cours de cette partie, avant de proposer un éclairage nouveau et complémentaire, au croisement des approches systémique et géohistorique, qui s'insère dans l'effort actuel de réflexion sur la complexité d'un phénomène dont la gestion est un enjeu important pour les décennies à venir.

Le cheminement que nous proposons dans cette première partie vise en définitive à poser les termes de notre questionnement, à expliciter ses présupposés théoriques et ses fondements méthodologiques. Le premier chapitre sera consacré à l'analyse de la relation entre le risque et l'urbanisation, en particulier en milieu fluvial urbain et périurbain. L'accent sera mis sur le rôle des héritages géomorphologiques et des choix des politiques de gestion qui contribuent à territorialiser le risque, tout en cherchant à dégager la spécificité du risque de crue dans les vieilles villes fluviales. Dans un deuxième temps, nous interrogerons la réactualisation récente de la problématique des inondations aux échelles européennes, nationales et rhodaniennes, afin de situer le contexte dans lequel s'insère la question lyonnaise. Enfin, le troisième mouvement sera consacré à l'inscription épistémologique de la démonstration et à la méthode employée, afin de montrer quelle contribution ce travail se propose d'apporter à l'effort collectif de réflexion sur la connaissance du risque et sa gestion.

¹ Laganier, 2002, p. 14.

Chapitre 1

La ville, le risque et la crue

I. Le couple risque-urbanisation

I.1. Le constat d'une coévolution entre risque et urbanisation

Les nombreux événements dommageables survenus ces trente dernières années ont suscité un intérêt social grandissant pour la question des risques. Si tous les espaces sont concernés, les villes semblent néanmoins concentrer et favoriser les risques. Les travaux de P. Pigeon démontrent ainsi que l'augmentation de la fréquence et de la variété des risques et l'expansion croissante de l'urbanisation semblent synchrones : « l'évolution quantitative est claire : nous assistons à une croissance historiquement inédite tant des risques déclarés que des populations urbaines, croissance qui s'accompagne d'ailleurs de leurs différenciations et diffusions spatiales » (Pigeon, 2005, p. 63).

Il semble donc y avoir un lien entre risque et urbanisation¹, dont l'explication tiendrait en premier lieu à l'augmentation des témoignages de dommages et à la vulnérabilité particulière des villes, tant du point de vue quantitatif que qualitatif (Pigeon, 1994 et 2005 ; Chaline et Dubois-Maury, 1994). En ce sens, alors que le sociologue allemand U. Beck avançait le terme de société du risque (1986), ses collègues français F. Theys et J.L. Fabiani parlent quant à eux de société vulnérable (1987). L'augmentation de la vulnérabilité est liée à la généralisation du phénomène d'urbanisation, qui se traduit par une expansion spatiale, la concentration des effectifs humains, une complexité grandissante due à la multiplication des flux de toute nature ainsi qu'à la diversification et à la spécialisation accrue des fonctions urbaines (Pigeon, 1994, 2005 et 2007).

I.2. Le risque urbain : spécificité urbaine ou simplement risque dans la ville ?

Mais l'augmentation des risques liés à la ville tient-elle seulement à l'augmentation des enjeux qui s'y trouvent, ou y a-t-il une spécificité des risques urbains ? Des recherches récentes ont montré l'existence d'une dialectique entre risque et urbanisation, tant et si bien que les géographes préfèrent le terme de risque urbain à celui de risque dans la ville (D'Ercole, 1994 ; November, 1994 et 2002 ; Pigeon, 1996 et 2005 ; Reghezza, 2006). Le terme de risque urbain désigne à la fois des phénomènes perçus comme spécifiquement urbains, générés par la ville elle-même, et des risques à première vue exogènes, mais amplifiés par l'urbanisation.

La première catégorie concerne en réalité des risques qui ne sont pas exclusivement liés à la ville mais qui lui sont associés (Chaline et Dubois-Maury, 2004 ; Reghezza, 2006) : les risques technologiques, et tout particulièrement les risques industriels, les risques

¹ L'urbanisation désigne ici à la fois le processus de transformation et le résultat de cette transformation

sanitaires et environnementaux, parfois qualifiés de pathologies urbaines, tels la pollution, la dégradation des paysages, le bruit ou le stress, et le risque social.

La deuxième catégorie renvoie quant à elle plus particulièrement aux interactions entre risque et urbanisation. La prise en compte de la dialectique qui existe entre risque et urbanisation tend à favoriser une lecture endogène du risque urbain.

I.3. L'urbanisation favoriserait les risques en modifiant à la fois l'aléa et la vulnérabilité

D'une part, comme on l'a dit, l'urbanisation est un facteur structurel de risque puisqu'elle favorise l'exposition : les risques urbains sont liés à la fois à un renforcement des densités d'occupation diversifiée et à une multiplication de toutes les formes d'échanges au sein de la ville et avec les espaces voisins (Pigeon, 1996 et 2005). Les densités de peuplement (densité de population et continuité du bâti) contribuent à l'augmentation des valeurs foncières, qui explique en partie l'ampleur et l'augmentation du coût des dommages, notamment du coût des dommages aux biens assurés.

D'autre part, si l'intensité et la fréquence des risques sont accrues par un développement massif des constructions dans des zones exposées à un ou plusieurs aléas, on identifie trois facteurs fondamentaux qui aggravent cette tendance :

- La modification et le dépassement des sites urbains révèlent ou modifient certains risques, en anthropisant l'aléa ((D'Ercole *et al.*, 1994 ; Pigeon, 1994 ; Laganier, 2002) et en augmentant la vulnérabilité.
- La complexité de l'urbanisation favorise l'augmentation des effets induits et l'apparition de risques secondaires (Pigeon, 2005 ; Reghezza, 2006).
- L'urbanisation entraîne des mutations sociales qui modifient profondément les mentalités et n'encouragent pas la reconnaissance du risque. C'est aussi l'exagération du risque par des populations locales qui n'y sont pas préparées : les populations citadines sont en effet très mobiles, elles sont coupées de leur attache territoriale et ont donc une faible conscience du risque. Souvent, celui-ci est même nié, jusqu'à l'occurrence d'une catastrophe qui suscite une demande soudaine de protection (Chaline et Dubois-Maury, 1994) et la recherche de responsabilité (Pigeon, 1996).

I.4. L'urbanisation favorise la reconnaissance du risque et sa gestion, et cette volonté de gestion modifie le risque, le déplace, le diffuse

Mais si la ville favorise l'augmentation des risques, elle favorise également leur reconnaissance et la volonté de les gérer (Laganier, 2002, Pigeon, 2005). Il y a donc apparemment une ambiguïté du risque urbain : l'urbanisation entraîne une recherche accrue de sécurité tout en favorisant l'augmentation du risque. La mise en œuvre de politiques de gestion du risque va modifier ce dernier, dans le temps et dans l'espace, et le territorialiser. La prise en compte du politique introduit la dimension temporelle du risque et souligne le rôle des héritages, naturels et anthropiques, qui influencent le risque et sa gestion (Laganier, 2004 et 2006 ; Pigeon, 2005).

Concernant le risque d'inondation, la contrainte fluviale est ainsi un élément d'organisation spatiale qui va susciter des choix d'aménagement de la part des sociétés riveraines, lesquelles vont avoir un effet en retour sur le risque. La question du risque d'inondation en milieu urbain montre la complexité des interactions nature-sociétés, et

risque-urbanisation. Tout en démontrant « la tendance actuelle au glissement des effectifs humains vers les grands axes fluviaux »¹, J. Bethemont (1977) souligne ainsi que la question des inondations illustre « l'ambiguïté et la complexité des rapports existant entre l'homme et l'eau », et pose un double problème d'ajustement dans le temps et dans l'espace. Les bénéfices apportés par la proximité d'un cours d'eau ont fait la fortune de nombreuses villes (bien que la qualité d'un site ne suffise pas à assurer la prospérité d'une cité) et entraîné une volonté de gestion de la contrainte fluviale, qui s'est souvent traduite par un rapport conflictuel entre l'homme et le fleuve, longtemps marquée par une volonté de maîtriser l'aléa et de supprimer le risque, plutôt que par une recherche d'équilibre (Bethemont, 1977 ; Guillaume, 1983).

Voyons à présent, à travers quelques exemples choisis, quelles sont les différentes modalités de la contrainte fluviale en milieu urbain et comment les villes ont abordé la problématique du risque d'inondation, et plus particulièrement du risque de crue fluviale.

II. La gestion de la contrainte fluviale en milieu urbain : un risque territorialisé

II.1. Les principes de la gestion du risque d'inondation

En fonction de la spécificité des territoires, notamment de leurs héritages naturels et anthropiques, les sociétés ont fait des choix de gestion qui territorialisent le risque. Sans parler de déterminisme, les caractéristiques de la contrainte fluviale ont déterminé des problématiques de gestion différentes.

Mais « malgré les spécificités que peuvent introduire les différents types de crue, les stratégies de réduction du risque reposent sur les mêmes fondements » (B. Ledoux, 2006, p. 36). On distingue généralement les mesures structurelles, selon le terme anglo-saxon emprunté à G. White (1945), qui concernent les mesures techniques visant à agir directement sur l'aléa, des mesures non-structurelles qui cherchent à réduire la vulnérabilité de la société par la planification urbaine, en particulier la réglementation de l'occupation des sols, la responsabilisation et l'implication des différents acteurs, la prévision et la gestion de crise.

Jusqu'au début des années 1980, les mesures structurelles furent largement privilégiées et favorisées par la culture technicienne des ingénieurs, dans une volonté de réduire voire supprimer l'aléa inondation. Le retour d'événements importants depuis une trentaine d'années et l'augmentation croissante du coût des dommages liés aux inondations ont montré les limites de ce type de mesures, et révélé leur effet aggravant : ils ont procuré un sentiment de sécurité absolue aux édiles et à la population, favorisant l'extension et la densification des enjeux dans des secteurs pourtant potentiellement toujours inondables, mais marqués par une forte pression foncière liée à l'expansion de l'urbanisation. L'absence de crue importante a été à tort attribuée à l'effet régulateur des barrages ; les travaux de protection ont réduit la fréquence de submersion et favorisé l'oubli du risque qui demeure pourtant en cas de défaillance des aménagements (rupture de digue par exemple) ou pour un événement supérieur à la crue de projet qui est la référence prise pour calibrer les ouvrages de protection.

¹ Le risque d'inondation est le risque dit naturel le plus répandu en France : « il concerne à des degrés divers environ un tiers des communes, dont la plupart des grandes villes, et représente 80% des dommages imputés aux risques naturels » (Laganier, 2006, p.7)

Néanmoins, selon les particularités locales, les choix de gestion diffèrent et sont autant d'héritages qui distinguent les territoires. Dans son acception classique, basée sur l'hydrologie, l'aléa inondation se définit par sa fréquence, sa puissance, son intensité, son extension dynamique, sa durée et sa saisonnalité. Le terme d'inondation recouvre des réalités multiples : on distingue généralement cinq types d'inondations qui peuvent se combiner sur un même territoire. Nous les rappelons ici brièvement. Deux échelles territoriales se dégagent : les villes traversées par de petits cours d'eau, situées dans des bassins versants de taille relativement modeste et souvent marqués par une pente forte, d'où des phénomènes de crue torrentielle, et les grandes villes fluviales, plutôt concernées par le risque d'inondation de plaine.

II.2. Particularités des villes situées dans les petits bassins versants

II.2.a. L'enjeu de la prévision des crues torrentielles

La particularité de la gestion des inondations dans les villes traversées par de petits cours d'eau tient notamment à la nature du phénomène de crue. Les petits bassins versants se caractérisent par une pente forte et un temps de réponse très court, et connaissent des crues torrentielles appelées aussi crues éclair : la montée est brusque et violente, et la décrue tout aussi rapide, portant souvent la durée de l'événement à quelques heures seulement¹. Les crues torrentielles sont le plus souvent dues à des précipitations méditerranéennes ou cévenoles, qui touchent particulièrement le pourtour méditerranéen mais dont l'influence se fait sentir jusqu'aux affluents torrentiels de la Saône aval (Pardé, 1925). Leur capacité érosive est élevée, d'où un charriage important et la formation fréquente d'embâcles, dont la rupture vient aggraver la violence de l'intumescence de la crue (Ledoux, 2006).

Les inondations qui en découlent menacent particulièrement la sécurité des populations du fait de leur brutalité, de la rapidité de la montée des eaux qui peut surprendre la population et de la violence des courants, y compris en lit majeur. Leur prévision est donc un enjeu essentiel de la gestion de ce type de risque. La brièveté du temps de réponse des petits bassins est telle que le suivi des débits ne permet pas d'anticiper la crue ; il faut avoir recours à des mesures pluviométriques et à des prévisions météorologiques afin de donner l'alerte (Cazenave et Chapon, 1994). La gestion du risque d'inondation dans les petits bassins est compliquée par l'absence ou la faiblesse des données hydrométriques et pluviométriques. L'hydrologie y est suivie depuis moins longtemps que celle des grands organismes fluviaux et de leurs principaux affluents (Ledoux, 2006). Il est donc difficile de caractériser la période de retour des événements et de définir une crue de référence permettant de calibrer les ouvrages de protection et d'établir un zonage réglementaire.

Le risque d'inondation torrentielle est resté méconnu jusqu'au début des années 1990, avant d'être tristement illustré par la crue des cadereaux nîmois en octobre 1988 puis par celle de l'Ouvèze en septembre 1992. Deux explications peuvent être avancées (Ledoux, 2006, p. 29) : l'absence d'événement rare de 1945 à la fin des années 1980 et l'expansion rapide de la périurbanisation. La méconnaissance de la contrainte fluviale a favorisé la méconnaissance du risque par l'urbanisation. Il en résulte une augmentation de ce dernier qui se manifeste avec acuité dans les villes, particulièrement sur le pourtour méditerranéen dans les torrents à écoulement temporaires, le plus souvent à sec, qui ont été recouverts par l'urbanisation comme par exemple à Nîmes (Desbordes, 1994 ; Guiton, 1994), Nice (De

¹ Les crues torrentielles peuvent aussi concerner des organismes fluviaux de taille plus importante à pente marquée, comme le Rhône ou la Garonne, mais la durée des événements est toutefois plus longue, étalée sur plusieurs jours (Pottier, 1998)

Saint-Seine, 1994 ; Veyret, 2004), Montpellier ou Marseille (Vinet, 2004). Le retour d'événements pluvieux importants depuis la fin des années 1980 a matérialisé l'aggravation du risque: les enjeux exposés sont bien plus importants tandis que les changements des pratiques agricoles, l'urbanisation et les aménagements qu'elle a suscités ont anthropisé l'aléa en favorisant le ruissellement (impermeabilisation des sols) et en perturbant les conditions naturelles d'écoulement.

II.2.b. Les inondations par ruissellement urbain : un risque endogène

Les crues torrentielles sont souvent accrues par la survenue d'un autre type d'inondation lié à des précipitations intenses et localisées : le ruissellement pluvial urbain. Cette concomitance a pu s'observer par exemple lors des événements de Nîmes en 1988 ou de Vaison-la-Romaine en 1992. Le phénomène n'est pas propre aux villes riveraines de petits cours d'eau, loin s'en faut, mais il s'y manifeste avec beaucoup d'acuité du fait de l'importance des pentes et de la faiblesse du temps de réponse entre les précipitations et le ruissellement.

Le ruissellement urbain résulte des effets de l'urbanisation. Celle-ci engendre des îlots de chaleur urbains qui favorisent l'ascendance des masses d'air et jouent un rôle dans la formation de noyaux pluvio-gènes (Escourrou, 1991). D'après L. Davy (1990), il est ainsi fort probable que ce phénomène ait contribué à l'ampleur des précipitations à l'origine du déluge nîmois du 3 octobre 1988. L'imperméabilisation des sols empêche l'infiltration des eaux qui se concentrent en surface et saturent les réseaux d'écoulement superficiels et souterrains. L'insuffisance de ces derniers s'explique par deux facteurs : l'obsolescence des réseaux artificiels, qui sont désormais sous-dimensionnés compte-tenu de l'extension rapide de l'urbanisation, et la modification ou la disparition des chenaux d'écoulement naturels (rétrécissement du lit ou couverture des petits cours d'eau urbains, pérennes ou temporaires).

Les inondations par ruissellement pluvial peuvent se combiner à l'inondation d'une crue ou survenir isolément. Elles peuvent ainsi toucher des secteurs qui n'étaient pas inondables auparavant. En Espagne, les villes de Madrid et Barcelone sont désormais exposées à ce type de risque (Garcia Codron, 2004). En France, le quartier de la Gabardie à Toulouse a été inondé en juin 1992, non par la Sausse qui le borde, mais par le fossé d'assainissement de l'autoroute A68 Toulouse-Albi (Antoine et Desailly, 1998). Des quartiers des agglomérations montpellieraine et marseillaise jusqu'ici épargnés par le ruissellement pluvial ont été touchés en 2002 (F. Vinet, 2004). En Angleterre, les quartiers situés au nord de Londres ont été inondés par débordement des canaux de drainage en 2000 et 2002 (London Assembly, Environment Committee, 2005). En Amérique du Nord, ce phénomène s'est avéré particulièrement dommageable à Montréal en 1987: le 14 juillet, plus de 100 mm de pluie se sont déversés sur la ville en deux heures, saturant le réseau d'égouts, inondant les lignes du métro et la plupart des voies de communication. En 30 minutes, l'autoroute Décarie fut recouverte par plus de 3 m d'eau. Au total, 350 000 maisons furent privées d'électricité, 40 000 furent inondées et deux personnes trouvèrent la mort. Le montant des dommages fut estimé à 40 millions de dollars (Andrews, 1993)

II.3. La contrainte fluviale dans les villes riveraines de grands organismes fluviaux

II.3.a. Inondation par débordement des crues de plaine

Les villes riveraines des grands fleuves et de leurs principaux affluents sont quant à elles confrontées au risque d'inondation de plaine, ou crues lentes, qui s'étalent sur plusieurs jours, voire sur plusieurs semaines. Les modalités de gestion du risque de crue dans les villes fluviales font l'objet d'une sous-partie à part entière à la fin de ce chapitre.

II.3.b. Inondations par remontée de nappe et reflux dans les réseaux

Les grands bassins sont également sujets aux inondations par remontée de nappes phréatiques, associées ou non à la présence d'un cours d'eau, qui affectent les points bas, les caves et les sous-sols. Ces inondations se caractérisent par leur longueur et entraînent des mouvements de terrain (problèmes de retrait-gonflement). Ce type de risque a été tristement illustré sur le plateau picard lors des inondations de la vallée de la Somme et de ses affluents de décembre 2000 à juin 2001.

Le risque de crue de nappe est souvent mal connu dans les villes aujourd'hui protégées par des digues et dont la topographie du lit majeur a été bouleversée par les aménagements récents (remblais urbains et surtout aménagement du sous-sol). Ainsi à Paris, on ignore quel serait l'impact de la remontée de la nappe dans la configuration actuelle, bien différente de celle qui prévalait lors de la crue de 1910 (Reghezza, 2006).

Au phénomène de l'inondation par remontée de nappe s'ajoute également un autre type d'inondation secondaire non moins complexe lié au reflux des eaux par les réseaux.

II.3.c. Villes d'estuaire : une gestion du risque de crue complexifiée par le risque d'inondation marine

Soulignons enfin la situation particulière des villes d'estuaire qui sont confrontées au risque d'inondation marine, liée à une surcote, qui peut se combiner avec l'occurrence d'une crue fluviale. C'est le cas par exemple de Bordeaux ou Londres. Dans ces villes côtières, on peut craindre que le risque d'inondation soit amplifié par la montée du niveau marin dû au réchauffement climatique et par l'augmentation annoncée de la fréquence des tempêtes marines.

L'agglomération londonienne, par exemple, possède un système de protection complexe contre les inondations fluviale et marine. Depuis le milieu du XIXe siècle, l'exhaussement et le prolongement de l'endiguement de la Tamise et de ses affluents ont accompagné l'urbanisation des zones inondables, cette dernière étant favorisée par l'importante pression foncière dans la capitale. Les travaux de Burby *et al.* (2002) ont montré que la politique de limitation de l'expansion urbaine par la mise en place de « ceintures vertes » a accru la pression foncière sur le lit majeur, favorisant en particulier la requalification des docks en bordure du fleuve, et le réaménagement de friches industrielles à l'est de Londres, dans la partie aval du lit de la Tamise (S. Tunstall, 2004). De 1996 à 2002, le nombre d'habitations résidentielles prévu en lit majeur a été multiplié par 6 (*ibid.*). La mise en place de schémas de protection des zones inondables récemment construites a favorisé l'augmentation des enjeux potentiellement exposés et une demande croissante de protection de la part de la population, comme l'illustre par exemple la construction du canal de délestage de la Jubilee River, suite à l'inondation d'un quartier récemment construit, par

une simple crue quinquennale en 1990 (S. Tunstall, 2004). La construction de ce canal de 12 km de long a coûté plus de 100 millions de livres

Des inventaires récents ont montré les limites de la protection structurelle : actuellement, 98 % de Londres seraient protégés pour un événement bicentennal, mais 5 % des digues sont en mauvais état, ce qui fait craindre pour leur stabilité. Par ailleurs, la hauteur des digues est bien moins élevée sur les rives des affluents du fleuve : selon les tronçons, le niveau de la protection correspond à une crue de période de retour allant de 70 à 100 ans, sachant qu'on méconnaît l'état d'un grand nombre de ces ouvrages, dont l'entretien incombe aux propriétaires fonciers dont on ignore souvent l'identité (London Assembly, 2005). En plus de cela, l'entretien des canaux de drainage fait lui aussi défaut, d'où l'apparition d'un nouveau risque d'inondation plus fréquent, qui s'est matérialisé en 2000 et 2002 dans certains bas quartiers (London Assembly, 2005, S. Tunstall, 2004).

Par ailleurs, le phénomène des marées complexifie la problématique de la gestion des inondations fluviales : la marée haute provoque une surcote qui empêche l'évacuation des crues importantes. Or depuis 1984, la Thames Barrier permet d'empêcher le reflux de la marée dans la Tamise¹. Lors de la prochaine crue forte, cette situation imposera donc un arbitrage entre la protection des quartiers amont et celle des quartiers aval de Londres : la fermeture de la Thames Barrier permettrait d'empêcher le reflux de l'onde de crue de la Tamise et offrirait une certaine capacité de stockage pour protéger les quartier amont de Londres, mais une telle disposition favoriserait à l'inverse l'inondation des quartiers aval puisque la marée, bloquée, provoquerait alors une surcote en aval et empêcherait l'évacuation du flot de crue des affluents de la Tamise (London Assembly, 2005).

III. Spécificité du risque de crue fluviale en milieu urbain et périurbain : le rôle des héritages géomorphologiques et politiques

Nous avançons l'hypothèse qu'il existe une spécificité du risque de crue fluviale en milieu urbain et périurbain : il se comprend à la lumière des héritages géomorphologiques et des politiques de gestion, héritages dynamiques que l'approche géohistorique permet de mettre en lumière. Dans les grandes vallées alluviales d'Europe, le risque a été géré pour et par les villes, à une époque où cette dernière s'individualisait par rapport aux espaces ruraux. A l'heure actuelle, bien que l'expansion de l'urbanisation tende à rendre caduque la séparation traditionnelle entre ville et campagne (Pigeon, 2005 et 2007), l'héritage des modes de gestion et des aménagements passés différencie les territoires et fait ressortir la spécificité des grandes villes fluviales occidentales.

Une mise en perspective géohistorique montre en effet que la gestion des inondations a été élaborée au service des villes, lieu de concentration du pouvoir politique et économique, à partir du moment où on est passé de la mise en œuvre de protections modestes à des initiatives individuelles et ponctuelles à un aménagement de plus

¹ Un coûteux rempart de protection contre l'inondation de marée a été mis en place suite à la tempête de janvier-février 1953, lors de laquelle les docks furent inondés du fait de la rupture par surverse des digues de la Tamise. L'ensemble, achevé en 1984 est géré par l'Agence de l'Environnement en fonction des débits de la Tamise et de ses affluents et du volume de la marée. Le dispositif est composé d'un ouvrage permettant de barrer le cours du fleuve pour éviter la progression de la marée et de 32 km de digues. La Thames Barrier offre une protection contre une surcote de 7 m, ce qui correspond actuellement à un événement de période de retour 2000 ans, mais sera ramené à 1000 ans d'ici 2030 du fait de la montée du niveau de la mer (London Assembly, 2002 et 2005).

grande ampleur. Ainsi par exemple, R. Dion (1961) a montré comment la bourgeoisie urbaine du Val de Loire a obtenu du roi Louis XI l'intendance des levées de la Loire à partir du XVe siècle, celles-ci ayant été édifiées pour les besoins de la navigation marchande, au détriment des enjeux agricoles, pour lesquels l'inondation, fertilisante, était bénéfique. S'ensuivit l'édification de levées hautes et continues qui reprenaient le système de levées élaboré dès le XIIe siècle. Sous l'administration de Colbert, l'Etat se réapproprie le contrôle de l'endiguement et décide la mise en place de « déchargeoirs » pour remédier aux fréquentes ruptures des ouvrages, mais l'inondation de 1733 favorise le retour à une politique du tout endiguement (*ibid.*). Il faudra attendre les ruptures de digues et les inondations catastrophiques causées par les fortes crues de 1846 et 1856, pour que l'Etat impose à nouveau la mise en place de déversoirs. Ces mesures s'accompagneront néanmoins du renforcement des levées et l'édification de digues de ceinture au droit des centres urbains, entre le confluent de la Vienne et Nantes ainsi qu'à Tours (Dion, 1961).

III.1. Variation de la contrainte fluviale et interaction avec le processus de construction urbaine

Par ailleurs, les travaux de la géomorphologie dynamique et de la géoarchéologie introduisent l'idée selon laquelle l'histoire de la construction des vieilles villes fluviales n'est pas linéaire mais discontinue, rythmée par des interactions fortes entre les processus de construction urbaine et les processus de réajustement dynamique des cours d'eau. Des recherches récentes ont mis en évidence l'existence de métamorphoses fluviales qui traduisent l'ajustement des hydrosystèmes à la variation des conditions hydroclimatiques, qui elle-même modifie la part des débits solides et liquides dont le rôle est morphogène¹. La contrainte fluviale n'est donc pas une donnée stable mais elle varie dans le temps et dans l'espace. Sur le temps long, il y a ainsi une variation des conditions de site qui interagit avec les processus de construction urbaine à l'échelle historique. Ce dernier associe en réalité des choix urbanistiques déterminés par des considérations socio-économiques et des réponses hydrauliques aux variations de l'aléa hydrogéomorphologique, réponses plus ou moins affirmées en fonction des niveaux techniques et des moyens financiers des différentes époques (Bravard, 2006 ; Garcia Codron, 2004).

A l'époque romaine et au début de l'époque médiévale, les vieilles cités fluviales se sont installées dans une période de relatif calme hydrologique, sur des sites rendus favorables à l'installation humaine. La péjoration hydroclimatique du Petit Age Glaciaire (XIV-XIXe siècles) a entraîné une augmentation de la contrainte fluviale qui a interagi avec l'urbanisation. A partir de la Renaissance, dans une période de croissance économique et urbaine marquée par une forte pression foncière et l'apparition de nouveaux moyens techniques, les sociétés riveraines ont progressivement cherché à s'affranchir de la contrainte fluviale pour protéger les enjeux existants et permettre l'expansion de l'urbanisation dans le corridor fluvial en gagnant de nouveaux espaces sur le fleuve. Partant, les actions humaines interagissent avec la dynamique naturelle et contribuent à faire évoluer le risque d'inondation.

III.2. Un changement du rapport des villes avec l'inondation précipité par les événements extrêmes du milieu du XIXe siècle

Il nous faut souligner ici l'importance du concept de crise, souvent mis en avant par les travaux géohistoriques sur les inondations (Desailly, 1990 ; Antoine, 1992 ; Meschinot de

¹ Pour une approche plus fouillée de cette question, nous renvoyons le lecteur au chap.1 de la deuxième partie.

Richemond, 1997; Cœur, 2003 et 2004), et qui éprouve la résilience des sociétés et favorise une évolution des politiques de gestion. Les auteurs mettent en évidence l'existence de périodes de stress hydrologique aux XVIII^e et XIX^e siècles qui ont favorisé l'élaboration d'une nouvelle politique de gestion des inondations. Les nombreuses inondations qui ont touché les villes européennes dans la deuxième moitié du XIX^e siècle, en particulier dans la période 1840-1870 (Llasat, 2006) auraient ainsi précipité, au double sens du terme, la mise en œuvre de principes de gestion modernes dans une période favorable au changement¹. Les villes occidentales ont vécu des inondations catastrophiques dans la deuxième moitié du XIX^e siècle entraînant, dans un contexte de concentration des moyens techniques et financiers, une volonté de protection « complète » et « définitive » des centres urbains.

En France, la crue de 1856, qui a touché l'ensemble des bassins de la Loire et du Rhône, ainsi qu'une partie des affluents de la Loire et de la Seine, soit près des deux tiers du territoire métropolitain (SHF, 2006), constitue ainsi une rupture dans le rapport des villes à l'inondation. D. Cœur (2004, p. 76) a montré le rôle de « cristallisation de compétences scientifiques et techniques jusqu'alors éclatées » de cet événement, qui s'est traduit par l'engagement d'un vaste programme d'étude puis de gestion du risque à l'échelle des bassins-versant, sous la direction de l'Etat. On retrouve ici deux échelles de gestion emboîtées : celle des petits bassins versants marqués par la torrencialité et celle des grands organismes fluviaux. Dans les deux cas, la gestion vise à favoriser la protection des villes, dans une logique amont-aval.

Dans les têtes de bassins, les premières lois de 1860 et 1864 sur le reboisement et le réengazonnement des terrains de montagne (dites lois RTM) sont destinées à limiter l'érosion des versants et les phénomènes de torrencialité (Antoine, 1992). La mise en œuvre de ces mesures se traduit localement par une forte opposition des populations locales, dont le mode de vie rural est sacrifié au profit des intérêts urbains situés en aval (Brugnot et Caseyre, 2001).

Dans les grandes vallées alluviales, la loi du 28 mai 1858 « relative à l'exécution des travaux destinés à mettre les villes à l'abri des inondations » affirme la primauté des intérêts urbains au détriment de la protection des espaces ruraux, où l'endiguement est interdit au nom de l'intérêt général. Les pouvoirs publics tirent ainsi la leçon de l'enseignement des nombreuses ruptures de digues survenues lors de la forte crue de la Loire de 1846, et lors de l'événement généralisé de 1856, qui ont illustré les dangers d'un endiguement continu mené sans concertation d'ensemble (Cœur, 2004). Désormais, la gestion des inondations est confiée aux ingénieurs d'Etat des Ponts-et-Chaussées, chargés d'encadrer les travaux de protection des villes et de veiller au maintien du bon écoulement des crues. Conscient qu'une protection complète est impossible et qu'elle déplace voire amplifie le risque, l'Etat donne la priorité aux intérêts industriels et urbains, alors en plein essor et perçus comme la voie du progrès, de la modernité.

La bibliographie rapporte des évolutions semblables en Suisse (Jordan, 2006) ou en Italie (Bocquet, 2004) par exemple. D'une manière générale, les villes occidentales sortent du XIX^e siècle avec le souvenir du traumatisme, qui se traduit par la protection des centres urbains du milieu du XIX^e, protection autour d'une ville qui n'a pas grandi. C'est la

¹ En Italie du Nord, le Pô et ses affluents ont connu trois inondations importantes entre 1839 et 1857 (N. Vassallo, 2006) ; la Suisse a connu des inondations notables en 1868 (J.-P. Jordan, 2006) ; en Europe Centrale, citons les crues du bassin du Rhin et de ses affluents en 1824, 1845 et 1882, celles du bassin du Danube en 1845 (*ibid.*), de l'Elbe 1845, 1862 et 1890 (Bradzil et al, 2004 colloque SHF), de la Vistule en 1813 et sur la période 1839-84 (A. Dobrowolski *et al.*, 2006) ; en Espagne, signalons les inondations catastrophiques du Duero en 1843, 1855 et 1858, du Turia en 1845, 1855 et 1870 (Valencia), du Jucar en 1864, de l'Ebre (Tortosa) en 1845, 1848, 1865, 1866 (Llasat, 2006) ; en France, on peut mentionner la trilogie des crues de la Loire en 1846, 1856 et 1866 (Dion, 1933), celles du bassin du Rhône en 1840 et 1856 (Pardé, 1925), de la Garonne en 1856 et surtout 1875 (Deffontaines, 1932), de la Seine en 1856 et 1910 (Bravard, 2000)

croissance des villes au-delà des limites urbaines du XIXe qui posera ensuite problème, car elle remet en cause l'efficacité du système de protection des centres urbains, comme nous allons maintenant l'évoquer.

III.3. Une protection inscrite entre deux champs de force

Dans un premier temps, la gestion du risque fluvial en milieu urbain se résumera plutôt à une lutte contre l'inondation des villes et consistera essentiellement en la mise en place de mesures structurelles localisées, parmi lesquelles l'endiguement et le recalibrage du lit fluvial tiennent une place prépondérante.

Au milieu du XIXe siècle, la protection des lieux habités est insérée par l'Etat dans une gestion plus globale à l'échelle du bassin versant, dont on a vu qu'elle se traduit par la restauration des terrains de montagne dans les petits bassins et la préservation de la capacité naturelle d'écrêtement des grandes plaines inondables. Néanmoins, comme l'a fait remarquer D. Cœur (2004), le concept de bassin versant comme échelle pertinente de gestion n'a longtemps pas été partagé par les acteurs locaux. Nous avançons ainsi l'hypothèse selon laquelle la gestion des inondations en milieu urbain s'inscrit entre deux champs de force : la vision des édiles, marquée par une conception traditionnelle, fermée, de la protection locale (le rempart de protection contre la crue imitant en quelque sorte celui qu'on édifie contre l'ennemi extérieur), et celle de l'Etat, qui impose une vision moderne et introduit des logiques de gestion amont/aval et rive gauche/rive droite, au nom de l'intérêt général. Cependant, ajoutons d'emblée que la mission confiée aux ingénieurs des Ponts-et-Chaussées interagit avec le développement de l'urbanisation, perçu comme une source de progrès économique et social, et la confiance dans le progrès scientifique et technique, vision cartésienne qui a longtemps poussé la société à penser qu'on pourrait supprimer le risque grâce à la maîtrise de la nature.

Les travaux de grande ampleur tels les barrages de stockage destinés à écrêter une partie de la pointe de la crue, ou la dérivation de tout ou partie du débit, sont envisagés dans de nombreux bassins, mais souvent abandonnés du fait de l'ampleur des travaux et de leur coût financier. Ce sont surtout l'endiguement, le recalibrage des lits fluviaux, les travaux d'assainissement et les remblais qui sont privilégiés (augmentation de la section mouillée, notamment en augmentant le débouché des vieux ponts).

Les barrages écrêteurs : une solution coûteuse et une demi-mesure

Les études lancées dès 1856 pour envisager la faisabilité technique et l'efficacité de barrages de protection destinés à l'écrêtement des crues dans les grandes vallées alluviales concluent toutes à la portée limitée de telles mesures du fait de la configuration des bassins versants : la plupart des sites favorables se situent souvent trop en amont pour permettre de stocker le volume des crues, ou impliqueraient de noyer de très vastes superficies, ce qui est socialement et économiquement inacceptable.

Pour cela, les projets envisagés dans le bassin de la Garonne, du Rhône et de la Saône n'ont pas été concrétisés, excepté sur l'Ain (barrage de Vouglans pour la protection de Lyon) et sur la Durance (barrage de Serre-Ponçon) (SMEPAG, 1989 ; EDF, 1968 ; Territoire Rhône, 2001 ; ce travail, partie III). Cette solution a toutefois été retenue comme un élément du dispositif de protection de l'agglomération parisienne, mais ces derniers ne permettent de stocker que 25% du volume d'une crue du type du maximum historique de 1910 (Bravard, 2000). Il est probable que la perspective de protéger la capitale ait joué comme un argument en faveur de l'acceptation sociale du projet, à quoi s'ajoutent les retombées touristiques des retenues ainsi créées. Dans le bassin de la Loire, la construction

de barrages écrêteurs, discutée depuis le milieu du XIXe siècle, a été mise en œuvre à partir des années 1950, dans l'objectif de stocker environ 500 millions de m³ au moyen de 7 ouvrages construits dans le bassin amont. Si l'un des objectifs visés était de pouvoir stocker une partie du volume des crues, la construction des barrages a surtout été motivée par la nécessité de soutenir l'étiage de la Loire afin d'assurer le refroidissement du parc nucléaire construit le long du fleuve. Les quatre premiers ouvrages ont été construits, mais la réalisation des trois suivants a suscité une vive opposition, portée notamment par l'association Loire Vivante, et a été suspendue.

La solution des canaux de dérivation

La construction de canaux ou de tunnels de dérivation a été mise à l'étude à de multiples reprises dans de nombreuses villes, comme par exemple à Toulouse (SMEPAG, 1989), Paris, Grenoble (Cœur, 2005), Lyon (ce travail, partie II) ou Rome (Bocquet, 2004), mais l'endiguement et le recalibrage du lit fluvial leur a été préféré. De tels aménagements seront néanmoins parfois réalisés comme à Valladolid ou Valence en Espagne (Garcia Codron, 2004), et très récemment à Londres (Tunstall, 2004). L'exemple de Valladolid montre les limites d'une telle mesure : à quatre reprises, l'opération a dû être renouvelée car le report du tracé du fleuve a libéré des espaces rapidement conquis par l'urbanisation, reportant ainsi la question du risque sur les marges de l'agglomération (Garcia Codron, 2004).

Les mesures structurelles localisées comme éléments de l'urbanisation

Le système de protection contre les inondations qui a été mis en place essentiellement dans la deuxième moitié du XIXe siècle et complété au cours du XXe a posé les bases de la modernisation des villes et favorisé le développement de l'urbanisation, comme la montre D. Cœur au sujet de Grenoble (2005).

L'endiguement du lit au moyen de quais et de digues carrossables va servir d'assise aux grands axes de transport. Il a par ailleurs soustrait de vastes espaces aux inondations les plus fréquentes, permettant l'expansion urbaine dans la plaine alluviale, non sans procurer un sentiment de sécurité absolue qui favorise une augmentation de la vulnérabilité. On peut donc dire, à la suite de P. Pigeon (2005, p. 68), que les digues, et plus généralement l'ensemble des mesures de protection localisées, sont des éléments de l'urbanisation à part entière qui participent au processus de développement urbain. L'endiguement est souvent associé à l'assainissement par la mise en place d'égouts longitudinaux pour favoriser l'évacuation des eaux pluviales et éviter le refoulement des eaux de crue (Scherrer, 1992 ; Cœur, 2005 ; ce travail partie II). A Lyon, la rive gauche du Rhône se construit sur un remblai urbain destiné à limiter la stagnation des eaux en cas de rupture de digue et à s'affranchir partiellement des inondations par infiltrations (ce travail, partie II). Enfin, après la deuxième guerre mondiale, les dragages réalisés en lit mineur pour la mise au gabarit de navigation ont fourni des matériaux de construction destinés à la croissance urbaine. Les retenues de stockage remplissent elles aussi des fonctions multiples : la gestion des étiages, la production hydroélectrique, le développement d'une activité touristique liée aux loisirs aquatiques ; si elles peuvent parfois jouer un rôle dans la régulation des débits de crue, cette vocation est compromise par l'existence de ces autres usages aux exigences parfois contradictoires.

L'annonce des crues

Parallèlement, des systèmes d'annonce de crue ont été mis en place sur les grands fleuves et leurs principaux affluents au milieu du XIXe siècle (Cœur, 2004). La nécessité de cette mesure a été rappelée par l'aiguât garonnais de 1875. Ce système d'alerte a d'ailleurs été l'élément essentiel de la gestion des inondations dans la vallée de la Garonne.

Finalement, hormis dans le Val de Loire où les levées sont antérieures au vote de la loi de 1858 (Dion, 1961), les grandes vallées fluviales sont restées non endiguées à l'exception des centres urbains qui ont bénéficié de travaux de protection importants dans la deuxième moitié du XIXe siècle. Ce sont surtout les villes des bassins du Rhône (Grenoble, Lyon, Avignon, Arles, Tarascon, etc.) et de la Loire (Saint-Etienne, Tours, Angers, Laval, etc.), celles qui ont été les plus touchées par la crue de 1856, qui ont bénéficié de l'effort de protection des centres urbains réalisé dans les années suivant le sinistre. Ces travaux, subventionnés en partie par l'Etat et financés par les acteurs intéressés à la protection, à savoir essentiellement les villes elles-mêmes, sont venus consolider et compléter les aménagements déjà existants, dans une volonté de protection définitive des centres urbains.

A Paris, la plus forte crue connue (environ centennale) se produisit en 1910 et submergea une grande partie de la cité : 473 ha furent inondés dans capitale, 14 000 immeubles furent endommagés et 200 000 personnes sinistrées (Bravard, 2000). Suite à l'inondation de 1910, l'endiguement du fleuve, réalisé pour l'essentiel au XVIIIe siècle, fut rehaussé à 7,14 m (ce qui reste bien en-dessous des 8,62 m atteints en 1910). Le rehaussement des digues fut assorti de travaux de désencombrement du lit destinés à améliorer l'écoulement et à abaisser le niveau du plan d'eau en temps de crue. Enfin, comme on l'a évoqué plus haut, ces mesures localisées furent complétées par la réalisation de quatre barrages de stockage sur le bassin amont (1932-1950), dont trois dans le Morvan afin d'écrêter une partie des crues de l'Yonne. Le système suffit tout juste à protéger la ville des débordements de la Seine lors de la crue de 1955, qui atteignit 7,12 m au pont d'Austerlitz. Pour l'essentiel, la protection de Paris a reposé sur la bonne application de la loi du 28 mai 1858 et la préservation du champ d'inondation situé à l'amont de la capitale, qui stocka 1000 hm³ sur les 4000 hm³ écoulés par la crue de 1910 (Bravard, 2000). Mais le principe de l'intangibilité du lit majeur a été compromis par l'existence de la loi de 1807 sur l'assèchement des marais, qui stipule que les travaux de protection sont sous la responsabilité et à la charge financière des particuliers. Une seconde phase de construction des réservoirs amont est lancée en Champagne suite à la crue de 1955 : trois barrages sont édifiés de 1966 à 1991 sur la Seine, la Marne et l'Aube.

Notons enfin que les villes de la Garonne n'ont pas fait l'objet d'un endiguement dans le cadre de la loi de 1858, mais ont été protégées plus tard. Pendant longtemps, la gestion du risque d'inondation fut essentiellement basée sur un dispositif d'alerte élaboré suite à l'inondation de 1875, puis complété dans les années 1980 (SMEPAG, 1989).

- A Toulouse, des projets ont été proposés par les services de l'Etat après la crue catastrophique de 1875 afin de compléter les quais élevés pour l'essentiel au XVIIIe siècle et rehaussés en 1850 (Fortuné, 1988). Il s'agissait en particulier de démolir le pont Neuf et de construire un canal de dérivation, mais cette perspective a suscité l'opposition des élus locaux et de la population (SMEPAG, 1989). L'entreprise est relancée par une décision ministérielle en 1911, et le projet, qui consiste en un recalibrage du lit du fleuve associé à l'édification de digues, est accepté en 1933. La première mesure a été réalisée dès 1937, puis la construction des digues s'est étalée de 1955 jusqu'au début des années 1990. Mais la zone périurbaine de l'agglomération toulousaine reste quant à elle sans protection, et est un des secteurs de la vallée de la Garonne les plus vulnérables (*ibid.*).
- L'agglomération agenaise est restée sans protection jusqu'aux années 1970 (Corne *et al.*, 1994). Les premiers travaux ont été réalisés pour abaisser la ligne d'eau, puis complétés à l'initiative du District de l'Agglomération Agenaise suite aux inondations de 1981, afin de protéger la ville contre une crue centennale. La zone du Gravier, qui borde la Garonne, reste inondable en cas d'événement supérieur à une crue trentennale. Le dispositif mis en œuvre comprend le recalibrage de la

Garonne, la construction de digues équipées de déversoirs de sécurité sur les deux rives, et la construction d'ouvrages de ressuyage et de vidange. En revanche, les quartiers périurbains de Colayrac et St-Cirq restent inondables dès les crues moyennes. Ils sont protégés contre un événement de période de retour 7 ans par l'exhaussement partiel de la voirie qui borde le fleuve (Corne *et al.*, 2004). Un des enjeux essentiels de la protection d'Agen réside dans la préservation du vaste champ d'inondation situé en amont de la ville, à l'aval de Toulouse (SMEPAG, 1989).

- La ville de Bordeaux est partiellement protégée par un rempart hétérogène associant des digues de béton ou en terre, des quais et des remblais (SMEPAG, 1989). La rive droite est théoriquement à l'abri des débordements en cas de crue centennale, mais la protection est plus imparfaite sur la rive gauche. L'essentiel du risque d'inondation provient du risque de rupture de digue, car les terrains situés derrière les ouvrages sont nettement en contrebas : le lit mineur domine certains secteurs urbanisés de plus de 3 m, parfois même de 4 m (PPRI, notice de présentation, 2004). Au risque de rupture de digue s'ajoute celui du débordement direct des affluents de la Garonne, en partie recouverts, dont l'évacuation des crues peut être barrée en cas de forte marée (SMEPAG, 1989). La protection a récemment été complétée par le renforcement du réseau d'assainissement drainant l'impluvium de l'agglomération afin de l'évacuer à la Garonne. Le schéma directeur de l'agglomération bordelaise, approuvé en 2001, prévoit un « programme de lutte contre les inondations assurant la protection des sites urbanisés et préservant les espaces pour le développement local » ; ce programme est motivé notamment par les inondations importantes qu'a connues la ville lors de la tempête de 1999, et qui prévoit en particulier la consolidation et l'extension de l'endiguement. Une clause de réversibilité du caractère constructible des terrains endigués a été prévue dans le PPRI de l'agglomération bordelaise, approuvé en 2004, qui permet à l'Etat de classer les terrains en zone rouge en cas de défaut d'entretien des digues, entretien qui est à la charge de l'agglomération (PPRI, notice de présentation, 2004).

III.4. Expansion de l'urbanisation et aggravation du risque

Au XXe siècle, l'expansion urbaine et le phénomène de périurbanisation ont relancé le couple ville-risque. En France, l'extension de l'urbanisation pose la question du prolongement du rempart de protection au-delà de la limite urbaine du XIXe siècle, et se heurte à l'interdiction faite par la loi de 1858, dont l'application stricte est compromise par l'importance des pressions locales due à une demande foncière grandissante (ce travail, partie IV). Il faut ici souligner que la loi de 1858 permet un contrôle des endiguements au sein du domaine public fluvial, mais ne comporte pas la maîtrise de l'occupation des sols. Par la suite, la mise en place des plans de surfaces submersibles (PSS) instaurés par la loi de 1935, puis des plans d'exposition au risque (PER) en 1984, remplacés par les plans de protection des risques (PPR) à partir de 1995, s'est montrée insuffisante pour enrayer l'expansion de l'urbanisation dans les vallées alluviales.

On a déjà évoqué la tendance à la concentration des effectifs humains dans les grandes vallées alluviales. Les travaux de J. Bethemont ont montré que cette attirance est motivée par des considérations d'ordre agricole, industriel et urbain, et est corrélative de l'aménagement des grands fleuves, qui s'est considérablement accru au cours des Trente Glorieuses (Bethemont, 1972, 2000).

Cela est particulièrement vrai dans la vallée du Rhône, dont l'aménagement « au service de la nation » a été confié à la Compagnie Nationale du Rhône par la loi du 21 mai

1921. L'objectif était d'exploiter la ressource hydraulique du Rhône français au triple point de vue de la production hydroélectrique, de la navigation et des emplois agricoles (en particulier l'irrigation), les bénéfices procurés par la première devant suffire à financer l'ensemble de l'entreprise. L'aménagement consiste en une succession de barrages à dérivation qui forment des biefs navigables dans des retenues au fil de l'eau ceinturées par des digues insubmersibles¹. Le Rhône en aval de Lyon fut équipé de 1950 à 1970², puis le Haut-Rhône de Genève au confluent de l'Ain de 1979 à 1986. Parallèlement, les affluents du Rhône ont eux aussi été équipés de retenues dont la vocation première était uniquement la production hydroélectrique.

Comme le Rhône, le Rhin naturel dans son parcours alsacien et badois, autre fleuve d'origine alpestre marqué un style fluvial en tresses, a été progressivement comprimé par l'édification d'un réseau continu de digues réalisées à partir de la deuxième moitié du XIXe siècle pour la protection contre les crues et les besoins de la navigation (Corbonnois et Humbert, 2000 ; Ledoux, 2006). L'essentiel des aménagements a été réalisé à partir de 1925 dans le cadre de la canalisation du Rhin français destinée à améliorer la navigation et à exploiter l'énergie hydroélectrique par des ouvrages à dérivation. Les digues des canaux ont supprimé l'inondabilité de la plaine sur le cours français et accru le risque d'inondation en aval : une crue moyenne du fleuve inonde désormais la plaine allemande du Bas-Rhin. La convention internationale de 1982 vise à restaurer l'inondabilité sur les deux rives par la création de polders pour réduire le débit de crue à l'aval.

Dans la vallée de la Garonne, Electricité De France a été chargée d'étudier la pertinence d'un aménagement à buts multiples inspiré de l'exemple rhodanien. Le projet ne sera pas réalisé du fait de l'insuffisance du potentiel hydroélectrique du fleuve (SMEPAG, 1989). Ainsi la Garonne est-elle restée peu aménagée et non endiguée, à l'exception des grands centres urbains, comme nous l'avons vu plus haut.

Dans le Val de Loire nantais, la généralisation des levées, achevées au milieu du XIXe siècle par la construction de la Divatte en rive droite du fleuve, à l'aval immédiat de Nantes³, a dans un premier temps favorisé le drainage des marais et le développement de la prairie bocagère. A partir des années 1960, l'expansion de l'agglomération nantaise a entraîné la conversion des prairies au profit d'une activité maraîchère inadaptée à la contrainte fluviale, puis la multiplication des constructions dans le lit majeur en lien avec la périurbanisation, et ce malgré la mise en œuvre d'une cartographie réglementaire à partir de 1982 (Jousseume *et al.*, 2004). L'argument avancé par les municipalités, favorables au développement urbain, est que l'incision du lit induit par les extractions massives pratiquées dans le lit de la Loire dans la deuxième moitié du XXe siècle abaisserait la ligne d'eau et réduirait ainsi le risque, risque qui est par ailleurs considéré comme acceptable compte tenu de la lenteur des crues du fleuve, qui ne mettent pas en danger la sécurité des personnes (*ibid.*). Cet exemple illustre notamment l'effet pernicieux de la mutualisation du coût des catastrophes, souvent dénoncé, qui tend à déresponsabiliser les acteurs locaux et la population qui privilégient les bénéfices apportés à court terme par l'occupation de la vallée et négligent le problème de l'augmentation du montant des dommages potentiels pour la société.

¹ La crue de projet retenue pour calibrer les ouvrages est la crue millénaire calculée par la CNR

² Un premier tronçon avait été aménagé entre 1894 et 1899 par la Société Lyonnaise des Forces Motrices du Rhône à l'amont immédiat de Lyon : le canal de Jonage alimentant l'usine hydroélectrique de Cusset à partir de 1899

³ La levée de la Divatte (1847-1856) est la dernière des levées construite le long de la Loire pour les besoins de la navigation (Marion, 1981 in Jousseume *et al.*, 2004).

Si les canaux ont soustrait une partie de la plaine du Rhône à la contrainte fluviale, et si les barrages ont artificialisé le régime du fleuve, les retenues n'ont cependant pas de capacité d'écrêtement, excepté pour les crues faibles. Au contraire, nous verrons dans la partie III que les ouvrages hydroélectriques ont, pour diverses raisons, contribué à la réduction des volumes stockés dans la plaine et à une accélération du transit des masses d'eau. Mais la concordance de la mise en service des aménagements avec une période sèche, marquée par l'absence d'événements rares, a été interprétée comme un effet régulateur des aménagements, laissant penser que la question des grandes inondations était résolue (DIREN de bassin Rhône-Méditerranée, 2005a). Ce sentiment de sécurité illusoire a été renforcé par l'effet régulateur pour les crues faibles, la fréquence des débordements ayant effectivement été atténuée et la perte de conscience du caractère inondable de la plaine alluviale pour des crues plus importantes favorisée. L'incision des lits fluviaux liée aux extractions de matériaux, qui a abaissé la ligne d'eau, et la présence de digues vont dans le même sens.

Soulignons par ailleurs que la protection apportée par les mesures structurelles ne vaut que jusqu'à la crue de projet (sans parler du risque de défaillance des ouvrages), mais a tendance à procurer un sentiment de sécurité absolue, à favoriser la perte de conscience du risque et à multiplier les enjeux potentiellement toujours exposés à un événement supérieur à la crue de projet. Or, la crue centennale, qui a longtemps été prise comme crue de référence dans la gestion du risque d'inondation, est une crue forte sans pour autant représenter un événement exceptionnel ; elle sera très vraisemblablement dépassée un jour ou l'autre, comme l'ont rappelé les inondations de l'Europe Centrale en août 2002.

La problématique de l'interaction des risques et de la fiabilité de digues, souvent mal entretenues et sous-dimensionnées, a été tristement démontrée dans la plaine du Mississippi en 1993, et plus spécialement dans le delta du fleuve sur les rives du lac Ponchartrin en août 2002, à la Nouvelle-Orléans. En France, la Camargue a récemment connu plusieurs ruptures de digues en 1994, 2002 et 2003. Comme on l'a évoqué plus haut, le problème de la sécurité des digues pose également question en Angleterre, particulièrement dans la région de Londres. L'exemple américain permet de pointer un des effets pernicioeux induits par l'endiguement : lorsque la charge sédimentaire est abondante, la concentration des eaux entre des digues provoque un exhaussement du lit et des lignes d'eau, ce qui entraîne souvent la surélévation progressive des digues. L'exhaussement des levées compromet la stabilité des ouvrages, et les conséquences des ruptures de digues sont aggravées par la différence de niveau entre la crête des digues et les terrains situés en arrière, le lit du fleuve se trouvant surélevé au-dessus de la plaine. A l'inverse, le resserrement du lit peut provoquer une incision du talweg, souvent aggravée par les extractions de gravier pratiquées en lit mineur, et menacer la stabilité des ouvrages comme l'a illustré l'effondrement du pont de Tours en 1978. D'une manière générale, l'endiguement continu accélère le transfert de l'onde de crue et déplace le risque vers l'aval, imposant le prolongement et l'exhaussement du rempart de protection, comme sur la Loire ou dans la vallée du Rhin.

Conclusion

La relation entre le risque et l'urbanisation est donc complexe et tend à confirmer l'existence d'une spécificité du risque urbain, ce qui semble particulièrement vrai dans le cas du risque d'inondation, dont la gestion a été motivée par la primauté accordée aux intérêts des villes.

A l'issue de la crise hydroclimatique du Petit Age Glaciaire, lors de ses manifestations paroxystiques du milieu du XIXe siècle, la protection des enjeux urbains fait l'objet d'un consensus entre les édiles et l'Etat. Les vieilles cités fluviales sortent du XIXe siècle avec l'expérience traumatisante de la catastrophe qui a mobilisé les efforts des décideurs et des gestionnaires dans le but de supprimer le risque. Mais l'expansion de l'urbanisation entraîne ensuite le dépassement du rempart de protection et menace de compromettre le dispositif de défense en déplaçant le risque, tandis que l'absence de forte crue conforte les acteurs dans un sentiment de sécurité absolue en partie illusoire. Le retour d'événements de crue importants à la fin des années 1980 va matérialiser cette « crise latente » au sens de B. Picon (Picon et *al.*, 2006) et relancer la problématique des inondations et de leur gestion.

Chapitre 2

La relance conjoncturelle de la problématique des inondations

Quelle est la réaction de nos sociétés contemporaines à l'aggravation du risque qui s'est matérialisée avec force ces dernières années à l'échelle internationale ? Se dégage-t-il, comme au milieu du XIXe siècle, des principes de gestion communs aux différentes échelles de gestion considérées ? Dans ce contexte, que dire de la configuration du risque dans la région lyonnaise ? Les pages suivantes cherchent à analyser les enjeux de la gestion du risque qui se dessinent depuis une trentaine d'années. Pour ce faire, nous procéderons par un jeu scalaire en nous intéressant successivement à la situation communautaire, nationale puis rhodanienne. A la lumière de ce contexte général, nous pourrions alors interroger la situation lyonnaise. Les cas pragois et parisien nous serviront à apporter un contrepoint au cas de Lyon.

I. Réactivation de la problématique du risque d'inondation

I.1. Relance de la question à l'échelon européen et national

Les récentes inondations qui ont touché l'Europe depuis une quinzaine d'années ont remis la problématique des inondations sur le devant de la scène politique, sociale et scientifique. Le territoire communautaire a été touché presque tous les ans par une ou plusieurs inondations de grande ampleur, aux conséquences socio-économiques parfois considérables. Parmi les événements les plus dommageables, citons ceux qui ont touché le Rhin en Allemagne et aux Pays-Bas (décembre 1993, janvier 1995), l'Oder en Pologne (juillet 1997), la région de l'Angleterre et du Pays de Galles ainsi que l'Europe Centrale (octobre 1998), le Danube (mai 1999), l'Angleterre/Pays de Galles et la Suisse/Italie du Nord (automne 2000), la Vistule en Pologne (juillet 2001), l'Elbe et le Danube (août 2002), le sud-est de la France (septembre 2002, décembre 2003), la Roumanie et l'Allemagne/Autriche/Suisse (août 2005), l'Angleterre (juillet 2007). Ces événements ont occasionné plusieurs milliards d'euros de dommages et entraîné la mort de centaines de personnes. En cinq ans, sur la période 1998-2002, près d'un million de km² auraient été recouverts par les eaux selon l'Agence Européenne de l'Environnement (EEA, 2003).

La recrudescence des crues importantes et les pertes graves qui en ont découlé ont matérialisé une aggravation du risque d'inondation et imposé la nécessité de relancer la réflexion sur le risque et ses modalités de gestion. Cet effort s'inscrit par ailleurs dans un contexte d'incertitude lié à l'aggravation probable des inondations par effet du changement climatique global, qui prévoit en particulier l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des précipitations hivernales. Alors que la société enregistre les impacts des aménagements réalisés depuis 150 ans (Bravard *et al.*, 2001), la prise de conscience de la relation complexe

entre nature et sociétés a progressivement changé les représentations des risques naturels : « l'urbanisation, les changements d'occupation des sols et le développement socio-économique, ajoutés aux effets de régulation des rivières, ont accru le potentiel des dommages dus aux inondations dans de nombreux bassins et littoraux en concentrant la population et les enjeux dans les zones menacées¹ ». On s'oriente peu à peu vers une position intermédiaire entre une conception des risques naturels indépendants de l'homme, où la nature est perçue comme un système fort, qui s'adaptera toujours quelle que soit la perturbation, et la vision d'une nature fragile où l'homme est la cause des catastrophes (J. Berting *in* Brugnot *et al.*, 2001; Bravard, 2001). On passe ainsi de la volonté cartésienne de maîtrise de la nature et de la confiance quasi-absolue en l'efficacité des mesures physiques, dites structurelles, de lutte contre les crues, à la prise de conscience que le risque zéro n'existe pas et qu'il faudra un jour ou l'autre faire face à un événement exceptionnel, à la survenue duquel il faut se préparer afin d'en éviter ou du moins d'en atténuer les conséquences potentiellement catastrophiques.

La Commission Européenne a engagé une vaste réflexion qui s'est traduite en 2004 par l'élaboration d'un programme d'action européen pour la gestion des inondations et la création d'un cercle européen d'échange sur la prévision des inondations (EXCIFE). L'objectif est triple : il s'agit de développer, mutualiser et diffuser l'information et la recherche, d'optimiser l'utilisation des moyens de financement et d'aboutir à une législation européenne (Martini, 2007). Sur ce dernier point, la Commission a proposé le 18 janvier 2006 une directive « relative à l'évaluation et à la gestion des inondations » fondée sur la cartographie du risque et l'élaboration de plans de gestion à l'échelle des bassins hydrographiques visant à mettre en œuvre une stratégie globale de réduction du risque, transfrontalière, basée sur la prévention, la protection et la préparation aux situations de crise.

A l'échelon national, la prise de conscience de la complexité des interactions homme-nature a débouché sur la volonté d'une approche globale et d'une gestion intégrée des phénomènes. Les inondations ne sont plus perçues seulement comme un handicap contre lequel il faut lutter, mais comme une composante du fonctionnement naturel des milieux qu'il faut intégrer au développement et préserver, voire restaurer (Bravard, 2001; Fustec et Lefeuvre, 2000). En ce sens, la nouvelle loi sur l'eau du 3 janvier 1992 établit la notion de « gestion équilibrée » de la ressource en eau, et met ainsi en place un nouveau cadre pour la gestion globale de l'eau et des milieux aquatiques. D'après l'article 2, la gestion intégrée des différents usages, activités ou travaux doit notamment satisfaire ou concilier les exigences du libre écoulement des eaux et de la protection contre les inondations (Pottier, 1998). L'approche est complétée par la loi du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement, ou loi Barnier, qui instaure les principes de précaution et de développement durable.

Cette réflexion s'accompagne d'une redéfinition des cadres d'étude et des échelles de gestion, avec en particulier la revalorisation du concept-clé de bassin versant, pris en tant qu'unité physique de gestion. De nouvelles structures sont mises en place : la loi sur l'eau instaure les Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux, et la loi Barnier remplace les PER par les plans de prévention des risques, les PPR, élaborés par « bassin de risque », à l'échelle intercommunale le plus souvent. On parle de risque territorialisé, et l'on cherche à adapter la gestion et la prévention à la réalité des espaces concernés par les inondations. Un

¹ Texte d'appel à projets conjoints de recherche européen ERA-Net CRUE, 2006.

des enjeux majeurs est de « concilier la Règle qui est de portée générale et s'impose de manière uniforme avec la diversité des situations locales » (Chaline, 1994, p. 165).

On élabore ainsi des outils d'aide à la gestion, en particulier des méthodes d'évaluation consensuelles de la vulnérabilité (Asté, 1994). Le concept de risque acceptable évolue d'une simple acception économique, quantitative, à une approche semi-qualitative (Chardon, 1994), qui accorde plus d'importance à la concertation entre les différents acteurs locaux et à la notion d'enjeux qui devient fondamentale. La fonction des champs d'expansion des crues est réaffirmée, on cherche à en maintenir ou à en restaurer l'inondabilité pour protéger les zones urbanisées où l'enjeu est élevé. La méthode Inondabilité du Cemagref, par exemple, propose un outil permettant d'associer à chaque scénario un bilan de l'ensemble des enjeux, aussi bien économiques que sociopolitiques, et s'inscrit dans une logique de bassin versant (Oberlin et Lambert, 1991). Les auteurs insistent sur la nécessité d'établir une grille de correspondance entre les types d'occupation du sol et la protection minimale demandée vis-à-vis des inondations. Partant de cette diversification des besoins, qui prend acte de l'impasse à laquelle conduit l'homogénéisation de la réglementation, cette approche privilégie l'absence de protection et les aménagements légers. Cela se retrouve également à travers le développement de la protection rapprochée pour un certain niveau de risque.

On assiste à un développement de la culture du risque par le biais des différents acteurs de sa gestion. En ce sens, le rôle des assurances passe de la simple indemnisation à celui de la prévention et à l'observation des mesures réglementaires, grâce à la mise en œuvre de différents moyens tels la modulation des primes, l'institution de franchises et la sophistication des contrats (Chaline et Dubois-Maury, 1994).

L'outil PPR intègre plusieurs de ces évolutions. C'est dans le même objectif de responsabilisation et d'éducation au risque que la loi de 1995 étend les compétences de l'outil réglementaire et prévoit des sanctions pénales et financières pour les collectivités locales comme pour les particuliers ne respectant pas la servitude inondation. Elle permet l'expropriation pour risque naturel majeur. Le zonage et la réglementation PPR s'appliquent désormais à l'existant, et sont pensés comme un cadre modulable en fonction du contexte local (Pottier, 1998; Ministère de l'Environnement, 1999). L'élaboration des PPR associe les acteurs locaux de la prévention du risque, en particulier les collectivités locales.

I.2. Le contexte rhodanien : le rôle déclencheur des crues de 1993 et 1994 et les apports de l'Etude Globale Rhône

Cette évolution générale se retrouve de façon exemplaire à l'échelle du bassin rhodanien. Si aucune crue forte n'est survenue à Lyon depuis 1957, il n'en est pas de même sur les tronçons amont et surtout aval du fleuve. En 1990, le Haut-Rhône en amont de l'Ain a connu une crue centennale. Cet événement a été suivi par une succession d'épisodes de crue importants sur le Rhône aval et ses affluents, à l'origine de graves inondations en septembre 1992, octobre 1993, janvier et novembre 1994, novembre 1996, septembre et décembre 2002, décembre 2003.

I.2.a. Lancement de l'Etude Globale Rhône : pour une approche intégrée du risque à l'échelle de la vallée

Les crues de 1993 et 1994 ont surpris par leur importance et leur proximité dans le temps (Territoire Rhône, 2001), et ont poussé les pouvoirs publics à élaborer une stratégie globale d'aménagement et de gestion du fleuve et de sa vallée inondable, dans le but de réduire les risques liés aux crues moyennes à très fortes du Rhône et de ses affluents. Par un

courrier en date du 4 août 1994, le Ministre de l'Environnement Michel Barnier a chargé le préfet coordonnateur de bassin de lancer une étude globale afin de réunir les connaissances nécessaires à une telle approche : « *les crues de 1993 et 1994 ont occasionné des dégâts considérables. La crue de 1993 dont la période de retour a été estimée à 50 ans, a causé plus d'un million de francs de dommages pour une superficie inondée de 300 km². A la suite de ces crues, la mission interministérielle d'enquête pilotée par l'Ingénieur général Dambre a préconisé d'engager une vaste réflexion au niveau du bassin du Rhône.¹* »

Conscient que la réussite d'un tel projet ne peut se faire sans l'implication des différents acteurs de la gestion du risque, l'Etat a souhaité que l'étude soit portée par les collectivités territoriales. L'établissement public territorial de bassin « Territoire Rhône » (anciennement « Institution interdépartementale des bassins Rhône-Saône », ou IRS) qui regroupe les 11 départements riverains du fleuve, a ainsi été désigné maître d'ouvrage de l'étude. Le suivi est assuré par un comité de coordination animé par le préfet coordonnateur de bassin et le président du comité de bassin, tandis qu'un comité technique regroupe les représentants des principaux acteurs sur le Rhône (départements, régions, associations, services déconcentrés de l'Etat, grandes agglomérations).

Après validation du cahier des charges par le comité de coordination, les études techniques ont été lancées début 1999 et rendues fin 2002. Dans un souci de compréhension globale du risque et de ses principales composantes, elles ont porté sur quatre volets qui ont trait aux différents paramètres en jeu dans les phénomènes de crue, d'inondation et de dommages associés.

- Le volet hydrologie définit les scénarios de crues moyennes à très fortes sur le Rhône (période de retour de 10 à 1000 ans environ).
- Le volet transport solide traite des facteurs d'évolution de la dynamique fluviale et du transport solide et propose des actions de restauration du transit sédimentaire du fleuve.
- Une étude hydraulique, confiée à la CNR, modélise différents scénarios de crue dans la situation de l'époque et définit l'aléa hydraulique pour différentes périodes de retour.
- Enfin, une étude de l'occupation du sol recense les enjeux et quantifie les dommages humains et économiques causés par les crues. La perception des acteurs et des riverains est également abordée, bien que l'approche de la vulnérabilité soit essentiellement économique.

Sur la base des connaissances acquises lors de ces quatre années d'étude, Territoire Rhône a présenté en mars 2003 un document d'orientation proposant des objectifs stratégiques et les axes du programme d'action à envisager (Hydratec pour Territoire Rhône, 2003).

I.2.b. Un constat clair : le risque s'est aggravé, notamment en milieu urbain

L'étude a fait le constat chiffré de l'importance des dommages potentiels et de la grande vulnérabilité des enjeux urbains. D'après les résultats obtenus, l'ensemble des 556 000 habitants réparti sur les 2 450 km² de la vallée alluviale est susceptible d'être touché par les inondations directes et indirectes dues aux crues du fleuve. Sur les 310 communes riveraines du fleuve, la moitié se situe dans des pôles urbains et concentre près de 90 % de

¹ Extrait de la lettre de commande du Ministère de l'Environnement adressée au Préfet coordonnateur de bassin, 4 août 1994.

la population de la vallée (505 000 habitants), dont 60 % dans la seule agglomération lyonnaise (330 000 habitants).

Les débordements du Rhône (compte non tenu des inondations des affluents) affecteraient 28 000 personnes en cas de crue moyenne (environ décennale), 62 000 en cas de crue forte (de période de retour environ 100 ans, à l'exemple des crues de 1856 sur le Rhône à partir de Lyon ou de 1990 en amont du confluent de l'Ain) et 158 000 en cas de crue très forte (d'un débit d'occurrence millénaire, tel l'événement de 1840 sur la Saône). Plus des trois quarts des populations concernées se situent dans les villes¹. A cela s'ajoutent plus de 400 000 personnes pouvant être inondées par la remontée de la nappe d'accompagnement du Rhône ou par la saturation du réseau hydrographique affluent du fleuve (Hydratec pour Territoire Rhône, 2003).

Par ailleurs, plus de 13 000 entreprises représentant 100 000 emplois sont situées en zone inondable, ainsi que 103 000 ha de terres agricoles dont le mode d'exploitation n'est pas du tout adapté à la submersion (71,8 % sont cultivées en céréales et 28,2 % en cultures spécialisées à forte valeur ajoutée : maraîchage, vignes, vergers, serres). A cela s'ajoutent les nombreux équipements et les infrastructures de transport (route et rail) susceptibles d'être mis hors service par la progression des eaux et d'handicaper fortement la gestion de la crise, mais qui n'ont pas été entièrement recensés par l'EGR.

Les dommages directs (tab. 1), compte-non tenu des dommages aux équipements et aux réseaux de transports et de communication, ni de ceux aux équipements collectifs ou induits par les interruptions de service, ont été estimés à 0,6 milliard d'euros en crue moyenne, 2 milliards d'euros en cas de crue forte et 4,3 milliards d'euros en cas de crue très forte. Ces chiffres ne sont qu'une approximation², mais ils donnent néanmoins un ordre de grandeur du coût considérable qui serait à supporter par la société le jour où un événement de grande ampleur surviendra. Ils ont d'ailleurs été confirmés à la hausse (excepté pour le montant des dommages agricoles, sachant que la saison durant laquelle se produit la crue fait varier les dommages de 1 à 2) par le montant des pertes recensées suite à l'inondation du Rhône aval en décembre 2003 (DIREN de bassin Rhône-Méditerranée, 2005a).

Importance de la crue	Enjeux			
	Logement (4)	Activités commerciales et industrielles (5)	Activités agricoles (6)	total
Moyenne (1)	0,11	0,14	0,30	0,6
Forte (2)	0,63	0,77	0,53	1,9
Très forte (3)	1,86	2,15	0,80	4,8

(1) crue environ décennale sur l'ensemble du Rhône avec brèches accidentelles dans le delta

(2) crue environ centennale sur l'ensemble du Rhône avec brèches accidentelles dans le delta

(3) crue environ millénaire sur l'ensemble du Rhône avec brèches accidentelles dans le delta

(4) la part relative des dommages aux habitations individuelles représente environ 60 % des dommages tous types d'habitat confondus en crue moyenne, 45% en crue forte et 35% en crue très forte.

(5) estimations établies en supposant des délais d'intervention supérieurs à 48 heures. Pour des délais inférieurs les dommages peuvent être réduits de 20 à 40%

(6) les montants indiqués ont été calculés pour une crue de printemps, période la plus préjudiciable à l'agriculture. En cas de crue d'automne ou d'hiver, le montant global peut être réduit de moitié.

¹ 75 % en cas de crue moyenne, 77 % en cas de crue forte et 80 % en cas de crue très forte

² Territoire Rhône estime que la marge d'incertitude des chiffres avancés est de 50 à 100 %

Tab. 1. Répartition par type d'enjeu des dommages estimés à l'échelle de la vallée pour trois niveaux de crue du Rhône, en milliards d'euros

(source : Hydratec pour Territoire Rhône, 2003, p. 26).

Voyons plus en détail quelle est la répartition spatiale des enjeux¹ (tab. 2 a, b et c):

- les zones agricoles inondables se répartissent sur le Haut-Rhône et à l'aval de Montélimar, mais l'essentiel du montant des dommages agricoles concerne le Rhône aval, et plus particulièrement le delta (près de 80 % des pertes de l'ensemble de la vallée).
- Le corridor compris entre Jons et Vaugris (en particulier l'agglomération lyonnaise et les villes de Givors et Vienne) ainsi que le delta (et notamment la ville de Arles) concentrent environ 80 % des dommages aux activités industrielles et commerciales.
- Concernant l'habitat, plus de 70 % des pertes seraient enregistrées dans la région lyonnaise et dans le delta (Arles) en cas de crue forte ou supérieure (respectivement 16,1 % et 52,7 % pour une crue forte et 29,7 % et 42 % en cas de crue très forte). Près de la moitié du montant des dommages aux logements résulterait de l'inondation des secteurs d'habitat dispersé et pavillonnaire.

I.2.c. Des pistes de réflexion pour une stratégie de gestion globale

L'étude globale a démontré que des crues aussi importantes que les événements catastrophiques de 1840 et 1856 peuvent encore se produire. Par ailleurs, elle a mis en évidence l'impossibilité de mettre l'ensemble de la vallée à l'abri des inondations : « *une telle stratégie aurait des conséquences dommageables sur les secteurs bénéficiant actuellement d'un fort niveau de protection. Plus grave encore, elle pourrait remettre en question la sécurité des digues de la Compagnie Nationale du Rhône* » (Hydratec pour Territoire Rhône, 2003). Ainsi, l'endigement des plaines situées à l'amont de Lyon entraînerait une augmentation du débit de pointe d'une crue centennale de 1 000 m³/s (soit près d'un quart) dans la traversée de la ville.

Face à ce constat, quatre objectifs sont proposés :

- Prévenir toute aggravation du risque qui pourrait résulter d'une évolution du lit (réduction des zones d'expansion des crues dont l'EGR a réaffirmé le rôle d'écrêtement du débit de pointe, sédimentation dans le Vieux Rhône et dans les retenues), de l'augmentation des enjeux exposés aux crues, de la détérioration des systèmes de protection actuels (on craint en particulier les ruptures de digues) ou d'une mauvaise anticipation de la crue.
- Réduire la vulnérabilité des enjeux situés en zone inondable.
- Atténuer l'aléa dans les secteurs à enjeux fortement et fréquemment inondés, en particulier pour les crues moyennes, grâce à l'amélioration de la capacité de stockage des plaines d'inondation ou à la création de zones d'expansion des crues (ZEC) et, si l'absence de conséquence dommageable à l'aval est démontrée et en cas d'enjeu majeur, des mesures de protection rapprochées (création ou rehaussement de digues).
- Prévenir une catastrophe de grande ampleur en cas de crue exceptionnelle (crue centennale et au-delà) dans les secteurs habités en améliorant la prévision, la prévention et la gestion de crise.

¹ Les scénarios de crue envisagés par l'EGR tiennent compte de brèches accidentelles dans le delta mais supposent la bonne tenue des digues par ailleurs.

Tab. 2 a

BIEF	Nbre sièges agricoles	Serres (ha)	Vignes et Vergers (ha)	cultures spécialisées (ha)	cultures printemps (ha)	cultures hiver (ha)	total surface agricole (ha)
GENISSIAT	1	0	0	0	16	38	50
SEYSSEL	0	0	0	0	0	0	0
CHAUTAGNE	0	0	0	0	11	19	30
BELLEY	19	3	14	4	468	83	570
BREGNIER CORDON	13	5	19	6	1 280	162	1 470
SAULT BRENAZ	67	0	96	52	2 545	792	3 480
CUSSET	25	8	27	33	1 472	508	2 040
PIERRE BENITE	30	6	6	45	1 026	442	1 520
VAUGRIS	10	16	11	3	38	74	140
PEAGE DE ROUSSILLON	21	13	92	88	0	0	190
SAINT VALLIER	14	2	396	42	321	314	1 070
BOURG LES VALENCE	5	1	215	10	15	19	250
BEAUCHASTEL	20	1	262	25	26	25	330
BAIX LOGIS NEUF	104	19	1 659	126	888	568	3 250
MONTELMAR	16	0	493	34	111	76	710
DONZERE	16	8	542	22	511	625	1 700
CADEROUSSE	169	73	3 337	286	2 788	4 031	10 510
AVIGNON	74	25	899	152	381	953	2 410
VALLABREGUES	155	88	3 516	690	190	524	5 000
DELTA	601	219	14 214	1 316	26 880	25 893	68 520
TOTAL	1 360	487	25 800	2 932	38 965	35 147	103 330

Tab. 2 b

BIEF	Nbre d'habitants	% sur total Vallée	Nbre entreprises	Nbre emplois	% Nbre entreprises sur total vallée	% Nbre emplois sur total vallée
GENISSIAT-SEYSSEL	180	0%	2	20	0%	0%
CHAUTAGNE	390	0%	11	150	0%	0%
BELLEY	2 200	0%	312	3 200	2%	3%
BREGNIER CORDON	1 200	0%	1	15	0%	0%
SAULT BRENAZ	2 300	0%	45	330	0%	0%
CUSSET	2 900	1%	10	2 400	0%	2%
PIERRE BENITE	325 000	59%	8 460	61 900	64%	63%
VAUGRIS	13 000	2%	934	8 400	7%	9%
PEAGE DE ROUSSILLON	1 100	0%	0	20	0%	0%
SAINT VALLIER	3 300	1%	37	1 420	0%	1%
BOURG LES VALENCE	2 200	0%	72	180	1%	0%
BEAUCHASTEL	5 200	1%	254	1 040	2%	1%
BAIX LOGIS NEUF	2 700	0%	5	100	0%	0%
MONTELMAR	560	0%	5	100	0%	0%
DONZERE	6 400	1%	414	1 700	3%	2%
CADEROUSSE	16 400	3%	36	80	0%	0%
AVIGNON	2 300	0%	61	2 000	0%	2%
VALLABREGUES	89 900	16%	79	540	1%	1%
DELTA	76 600	14%	2 507	14 250	19%	15%
TOTAL	554 000	100%	13 245	97 700	100%	100%

Tab. 2 c

BIEF	Nbre sièges agricoles	Serres (ha)	Vignes et Vergers (ha)	cultures spécialisées (ha)	cultures printemps (ha)	cultures hiver (ha)	total surface agricole (ha)
GENISSIAT	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
SEYSSEL	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
CHAUTAGNE	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
BELLEY	1%	1%	0%	0%	1%	0%	1%
BREGNIER CORDON	1%	1%	0%	0%	3%	0%	1%
SAULT BRENAZ	5%	0%	0%	2%	7%	2%	3%
CUSSET	2%	2%	0%	1%	4%	1%	2%
PIERRE BENITE	2%	1%	0%	2%	3%	1%	1%
VAUGRIS	1%	3%	0%	0%	0%	0%	0%
PEAGE DE ROUSSILLON	2%	3%	0%	3%	0%	0%	0%
SAINT VALLIER	1%	0%	2%	1%	1%	1%	1%
BOURG LES VALENCE	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%
BEAUCHASTEL	1%	0%	1%	1%	0%	0%	0%
BAIX LOGIS NEUF	8%	4%	6%	4%	2%	2%	3%
MONTELMAR	1%	0%	2%	1%	0%	0%	1%
DONZERE	1%	2%	2%	1%	1%	2%	2%
CADEROUSSE	12%	15%	13%	10%	7%	11%	10%
AVIGNON	5%	5%	3%	5%	1%	3%	2%
VALLABREGUES	11%	18%	14%	24%	0%	1%	5%
DELTA	44%	45%	55%	45%	69%	74%	66%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tab. 2. Part absolue et relative des enjeux situés dans la plaine alluviale : a - population et entreprises, b – agriculture en part absolue, c – agriculture en part relative

(source : Hydratec pour Territoire Rhône, 2003, p. 22-23).

I.3. Réactivation conjoncturelle des crues de 2002 et 2003 ; lancement du Plan Rhône

I.3.a. Les mesures prises à l'échelle nationale

En 2002, deux initiatives nationales ont permis d'engager des actions sur le Rhône et sur ses affluents.

- La création des Services de Prévision des Crues (SPC) qui ont remplacé les services d'annonce de crue en janvier 2006 afin d'anticiper les phénomènes à l'échelle des bassins versants.
- L'appel à projet du Ministère de l'Environnement pour des programmes d'actions de prévention des inondations (PAPI, circulaire du 1^{er} octobre 2002). Quatre projets ont été retenus sur les bassins de la Saône, de l'Isère, des Gardons et de l'Ouvèze.

Les crues de septembre et décembre 2002 ont par ailleurs orienté une partie des dispositions de la « loi risques » alors en cours d'élaboration (loi du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages). La nouvelle législation insiste sur le « *nécessaire partage des responsabilités* » et avance trois idées fortes qui doivent contribuer à faire évoluer la gestion :

- Les risques peuvent être réduits mais ils ne pourront jamais être supprimés. Etant donné que le risque zéro n'existe pas, l'enjeu est de favoriser la contribution de chacun à la réduction des dommages potentiels et de « *donner les moyens à chaque personne de devenir acteur face au risque* » en développant l'information et la « culture du risque ».
- Tout n'a pas été tenté pour réduire les risques et il reste des pistes nouvelles à explorer dans ce domaine. Ainsi, la loi étend le domaine d'intervention du fonds Barnier qui peut désormais servir à financer des travaux d'adaptation du bâti existant pour en réduire la vulnérabilité ainsi que l'achat de terrains situés en dehors des zones inondables en vue d'une reconstruction.
- Les solutions à mettre en œuvre s'inscrivent sur le moyen voire le long terme, mais il est nécessaire de les engager au plus vite.

I.3.b. Le plan Rhône : pour une stratégie de gestion à l'échelle du bassin, globale et territorialisée

Le contexte d'élaboration

Les crues de 2002 et 2003 ont rappelé la nécessité urgente d'une politique de gestion cohérente du Rhône qui soit menée à l'échelle du bassin versant. Par le décret du 21 janvier 2004 le Premier Ministre a chargé le préfet coordonnateur de bassin d'élaborer et de mettre en œuvre une stratégie globale de prévention et de lutte contre les inondations.

Parallèlement, les présidents des régions Rhône-Alpes, Provence-Alpes-Côte d'Azur et Languedoc-Roussillon, à travers l'appel du Grand Delta (3 mars 2004) et la tenue des Etats Généraux du fleuve Rhône de janvier à juin 2005, se sont engagés à conduire une politique commune et cohérente de gestion du Rhône, d'envergure européenne, axée sur la solidarité financière et spatiale (amont/aval, rive droite/rive gauche) et la concertation entre les différents acteurs impliqués dans la gestion du fleuve.

Ces deux initiatives se sont rejointes et ont abouti à l'élaboration du « Plan Rhône », dont l'ambition est de « *favoriser l'aménagement et le développement durable du fleuve Rhône et de sa vallée* » en embrassant la problématique des inondations ainsi que celles de la qualité des eaux et de l'environnement, de la production d'énergie, des transports, du tourisme et de la culture et du patrimoine rhodanien. En particulier, il s'agit de « *concilier la prévention des inondations et les pressions du développement urbain et des activités humaines en zone inondable* » (DIREN de bassin Rhône-Méditerranée, 2005a). Le projet donne une orientation de gestion pour les vingt ans à venir (2025) et définit un programme d'action pour les dix premières années qui doit être réévalué à mi-parcours.

Une volonté de gestion concertée et territorialisée

La démarche est présidée par un Comité directeur de suivi (composé du préfet coordonnateur de bassin, du président du Comité de bassin et des trois présidents des Conseils régionaux) qui s'appuie sur un conseil scientifique. Chaque thème est porté par un comité de pilotage (appelé COPIL, c'est l'instance de décision des pouvoirs publics) et un comité technique auxquels sont associées les collectivités locales (départements et grandes agglomérations). C'est la DIREN de bassin qui pilote, au nom de l'Etat, le pôle technique de compétences.

Afin de permettre une gestion concertée et territorialisée du risque d'inondation, trois territoires homogènes ont été définis : le Rhône Amont de Genève à Givors (qui comprend le bassin de la Saône « *pour pouvoir traiter le problème de l'aléa à Lyon* »), le Rhône Moyen entre Givors et Montélimar, et le Rhône aval de Montélimar à la mer. Sur chaque tronçon, un Comité territorial de concertation regroupe l'ensemble des acteurs intéressés afin de favoriser leur adhésion au projet et de définir des plans d'actions adaptés à la réalité et à la particularité des territoires. Aux yeux de la puissance publique, une des conditions de réussite du projet repose sur la mise en place d'une gouvernance impliquant chaque partenaire dans la réflexion, la décision et le financement des actions.

Trois champs d'intervention principaux...

Les grandes lignes du Plan Rhône et une première tranche opérationnelle ont été validées par le Comité Interministériel à l'Aménagement et à la Compétitivité des Territoires (CIACT) du 12 juillet 2005. Sur un budget prévisionnel de 1,5 milliards d'euros, près de la moitié (670 millions) sont destinés au volet inondation. Ce dernier a été validé au comité de pilotage du 21 novembre 2005. L'ambition est d'agir sur toutes les composantes du risque à travers trois champs d'intervention (DIREN de bassin Rhône-Méditerranée, 2005b) :

- Prévenir toute aggravation de l'aléa et essayer de le réduire par la maîtrise du ruissellement, la préservation et l'amélioration de la gestion hydraulique des zones d'expansion de crue existantes, le maintien de la fonctionnalité des ouvrages de protection (en particulier le confortement des digues pour éviter leur rupture) et de la capacité du lit. On cherchera également, dans la mesure du possible et à condition de ne pas aggraver les conditions à l'aval, à diminuer l'importance des inondations dans les secteurs fortement et fréquemment inondés. D'après l'étude globale du Rhône, 200 000 personnes sont en effet exposées aux crues moyennes du fleuve, en particulier en amont de Lyon, en rive droite du Rhône (Niévroz, Thil et Neyron) et sur les bords de Saône à Lyon (12 000 personnes à Couzon, Rochetaillée, Fontaines, Collonges et Caluire *in* Hydratec pour Territoire Rhône, 2003).
- Réduire la vulnérabilité des enjeux exposés aux crues, « notamment en insufflant, maintenant et développant la conscience du risque ». L'impératif de ne pas aggraver

le risque « suppose que se développe une « culture du risque » dont une des premières manifestations passe d'abord par une politique d'aménagement du territoire intégrant le risque d'inondation, avec une maîtrise de l'occupation des sols dans les zones inondables » (DIREN de bassin Rhône-Méditerranée, 2005b, p. 5). Le Plan Rhône affirme que les biens menacés ne doivent pas augmenter malgré la pression foncière ; ils doivent être adaptés à la contrainte fluviale ou déplacés hors des zones inondables. Le montant des dommages potentiels pour toutes les gammes de crue doit être stabilisé d'ici 2010, puis diminué de 10% à l'horizon 2015, et de 25% à l'horizon 2025.

- Si des mesures d'atténuation de l'aléa et de la vulnérabilité sont souhaitables et possibles, l'amélioration qu'elles apporteront ne permettra pas de supprimer le risque. Il faut donc admettre l'existence d'un risque résiduel et anticiper la crise afin qu'elle ne se transforme pas en catastrophe de grande ampleur. Le plan Rhône vise ainsi à « renforcer la prise de conscience face au risque d'inondation » afin de « savoir mieux vivre avec le risque ». Il s'agit de mobiliser tous les acteurs face à la question des inondations, de développer la connaissance et la compréhension des phénomènes et de changer les attitudes face au risque, ce qui passe par la prévention, la sensibilisation des populations et de tous les acteurs concernés, la prévision (amélioration des délais d'alerte pour anticiper au mieux la gestion de crise) et la mise en place de plans de secours.

...déclinés selon la spécificité des territoires

Ces champs d'intervention se déclinent différemment sur chacune des entités spatiales de gestion :

- Sur le Rhône amont, deux sous-ensembles peuvent être distingués. A l'amont de Lyon, l'objectif principal est de préserver et d'améliorer la gestion hydraulique des champs d'expansion des crues pour atténuer l'aléa à l'aval. Ce secteur se caractérise en effet par des enjeux encore relativement peu nombreux (moins de 2% de la population de la vallée selon l'EGR), des aménagements hydrauliques récents dont l'impact sur le Vieux Rhône est bien moins avancé que sur le Rhône aval et d'importantes zones d'expansion des crues. Par ailleurs, un sondage d'opinion réalisé début 2006 sur l'ensemble de la vallée a montré que les riverains du Haut-Rhône ont gardé la conscience du risque, du fait d'une moindre mobilité qu'à l'aval et de l'inondation régulière de vastes zones inondables (Sondage BVA réalisé pour la DIREN Rhône-Alpes du 30 janvier au 18 février 2006). L'agglomération lyonnaise devra quant à elle faire l'objet d'un « important travail d'information et de sensibilisation pour développer une culture du risque jusque-là limitée » (DIREN de bassin Rhône-Méditerranée, 2005b, p. 8).
- Sur le Rhône moyen, la priorité sera de ne pas aggraver l'aléa en veillant à la sécurité des digues et au bon entretien du lit. L'importance et la densité des enjeux empêchent d'y envisager des mesures d'atténuation dynamique de l'aléa. L'essentiel des améliorations sera à attendre de l'amélioration du laminage à l'amont de Lyon.
- Le Rhône aval concentre des enjeux importants particulièrement exposés qu'il convient de protéger au mieux en renforçant les digues existantes et en améliorant la capacité du lit. Ce secteur comprend de vastes champs d'inondation dont le rôle est capital pour réduire l'aléa sur la zone d'Avignon et en Camargue, mais de nombreux endiguements ont fortement réduit la capacité de stockage de la plaine. Il s'agit donc de préserver et de restaurer la capacité d'écroulement.

Une doctrine réglementaire commune prend en compte le risque de rupture de digue et complète la notion de crue de référence par celle de crue exceptionnelle

Les inondations de 2002 et 2003 ont fait de la sécurité des personnes une des priorités des pouvoirs publics. Les actions engagées en ce sens portent sur l'amélioration du délai de prévision des crues, la sécurité des digues et la prise en compte du risque de rupture, l'information préventive de la population et l'action réglementaire.

Dans le programme d'action découlant de la stratégie globale de prévention des inondations, le volet « prévention réglementaire » tient une place essentielle et engage la responsabilité forte de l'Etat. La DIREN de bassin a ainsi élaboré une Doctrine commune des plans de prévention du risque inondation applicable au Rhône et à ses affluents à crue de plaine, qui explicite les modalités d'application de la doctrine de l'Etat dans le contexte rhodanien (DIREN de bassin, 2006). La mise en œuvre de l'outil PPR doit permettre de satisfaire les deux impératifs de non-augmentation des enjeux exposés et de préservation des champs d'expansion des crues.

Le document souligne, à la suite du rapport d'inspection sur la crue de décembre 2003, que les procédures anciennes n'ont pas permis de maîtriser l'urbanisation en zone inondable et l'accroissement des enjeux exposés aux inondations, qui sont désormais « considérables » : « la plupart des villes et villages riverains du Rhône sont concernés, soit par des inondations directes (débordements), ou indirectes (remontée de nappe ou de réseaux), soit par des risques de rupture de digues ». Par ailleurs, si les grandes agglomérations sont relativement bien protégées contre les crues moyennes, elles « pourraient subir des dommages très forts pour les crues exceptionnelles¹ ». Il est donc urgent de réviser les procédures les plus anciennes dans les secteurs où les enjeux exposés sont les plus importants, d'y encadrer strictement le développement des activités humaines et de favoriser une adaptation de l'existant, en particulier grâce à l'utilisation du fonds Barnier selon les nouveaux termes de la loi « risques » de juillet 2003.

La DIREN met en exergue la nécessité d'une « gestion solidaire » de l'aléa à l'échelle du bassin versant et précise les modalités d'articulation entre la crue de référence et la crue exceptionnelle. L'aléa de référence doit correspondre à la modélisation du débit de la plus forte crue connue aux conditions d'écoulement actuelles, ou du débit centennal si le plus fort événement historique recensé est d'une période de retour inférieure à 100 ans. Par ailleurs, la survenue possible d'une crue exceptionnelle supérieure à la crue de référence sera indiquée et pourra déterminer des prescriptions particulières pour l'implantation d'établissements sensibles, la gestion de crise et la préservation des zones d'expansion des crues. En plus des débordements directs, l'aléa dû aux remontées de nappes et de réseaux sera pris en compte, et un sur-aléa lié aux ruptures de digues éventuelles sera appliqué sur une bande de sécurité en arrière des ouvrages (définie en fonction de la différence de niveau entre la crête des ouvrages et le terrain situé en arrière) et dans les zones d'écoulement rapide.

La note de présentation doit « permettre de convaincre et pas seulement de contraindre » l'élu ou le citoyen de la nécessité de la démarche et des décisions strictes qui en découlent (DIREN de bassin, 2006).

¹ DIREN de bassin, 2006, p. 9

II. Le coup de semonce de 2002 : l'enjeu patrimonial, support d'une réflexion sur la réalité du risque

La crue qu'a connue de bassin de l'Elbe en août 2002, d'occurrence au moins cinq-centennale en République Tchèque, a été l'événement hydrologique le plus important des cinq derniers siècles à Prague et la plus grave inondation que la ville ait connue depuis 1890. La crue de la Vltava, affluent de l'Elbe, a dépassé de 70 cm le maximum historique de 1890 dans la traversée de Prague, inondant la capitale tchèque et un tiers des 78 000 km² du territoire national. L'inondation a occasionné plus de 3 milliards d'euros de dommages, soit l'équivalent de plus de 5 % du PNB, selon l'évaluation de l'Unité d'Intelligence Economique (Seidl, 2002). 50 000 personnes ont dues être évacuées dans la capitale, et 200 000 dans l'ensemble du pays.

Après Prague, Dresde fut durement touchée par l'inondation. La ville dut être partiellement évacuée et vit son centre historique envahi par les eaux, en dépit des digues édifiées à la hâte au moyen de sacs de sable. La capitale culturelle de l'Allemagne de l'Est, réputée pour son patrimoine architectural et dont les musées comptent les collections parmi les plus riches d'Europe, tenta tant bien que mal de sauvegarder son patrimoine architectural et culturel. Malgré tout, les dégâts furent énormes. La crue atteignit 9,4 m à Dresde, dépassant de loin le record historique de 1845, où l'Elbe avait coté 8,77 m. Les collections du Palais Zwinger (qui comportent de nombreux chefs d'œuvre de la Renaissance, en particulier la Madone Sixtine de Raphaël) durent être déménagées en urgence et mises à l'abri dans les étages supérieurs. L'opéra Semper fut gravement endommagé et dut être entièrement restauré. Le montant des pertes enregistrées par la ville fut estimé à plus de 100 millions d'euros.

Il semble que les inondations catastrophiques qui ont touché l'Europe centrale en août 2002 ont réactivé la problématique de la ville et de la crue sous l'angle patrimonial : dès lors cet enjeu sert en effet de support à une réflexion sur la réalité du risque dans les vieilles cités fluviales. Les crues de l'Elbe et du Danube ont en effet durement touché les centres historiques de Dresde et Prague, et menacé ceux d'autres villes au riche patrimoine architectural et culturel, telles Salzbourg et Vienne, ou le quartier du château de Buda à Budapest. Le 20 août 2002, l'Unesco adressait ainsi un message de soutien aux villes exposées au risque d'inondation, et soulignait l'enjeu de la préservation du patrimoine¹. En novembre 2002, l'Europe créait quant à elle un fonds de solidarité d'une enveloppe annuelle de 1 milliard d'euros qui peut notamment être employé à la mise en œuvre de « *mesures de protection immédiates du patrimoine culturel* »².

Par ailleurs, les difficultés rencontrées à Prague ou Dresde ont rappelé que des crues exceptionnelles, égalant ou même dépassant largement les maxima historiques connus, pouvaient à nouveau se produire et prendre en défaut les systèmes de protection élaborés depuis le milieu du XIXe siècle. En effet, si la plupart des grandes villes sont relativement bien protégées contre les inondations en cas de crue moyenne, comme l'a par exemple montré l'Etude Globale Rhône, un grand nombre reste néanmoins exposées à des événements plus importants. Et dans bien des cas, on ne disposait pas au début du XXIe siècle d'une connaissance actualisée pour un tel risque ni d'un plan de secours à la hauteur des enjeux menacés. Les inondations de 2002 ont souligné la nécessité de ne pas limiter l'affichage et la gestion du risque à la crue centennale, longtemps prise comme crue de référence, ni même à la plus forte crue connue, mais d'envisager l'éventualité d'une crue

¹ source : www.unesco.org

² Source : www.europa.eu, décision communautaire IP/02/1686 du 15 novembre 2002

exceptionnelle. Le Plan Rhône souligne ainsi que « *les événements de 2002 en Europe centrale ont rappelé que des crues de très grande ampleur, largement supérieures aux références historiques pouvaient survenir*¹ ».

L'analyse des cas pragois et parisien permet de saisir en quoi l'expérience de la catastrophe a changé les pratiques de gestion de ces deux capitales, et pousse à interroger la prise en compte de la problématique des inondations à Lyon, dont l'Etude Globale Rhône a fait ressortir la vulnérabilité. La ville de Paris a rapidement cherché à tirer les enseignements de l'expérience pragoise. Suite à la visite du maire de Paris à Prague en décembre 2003, les deux municipalités ont décidé de collaborer pour prévenir le risque d'inondation et de s'épauler en cas de crise. A la lumière des exemples de Prague et de Paris, il s'agira ensuite de questionner le cas lyonnais : existe-t-il une inquiétude lyonnaise semblable à celle perceptible à Paris face à la probabilité d'une nouvelle crue catastrophique à Lyon ? Comment les différents acteurs abordent-ils la problématique du risque d'inondation dans le contexte actuel ? L'approche de l'Etat et des édiles urbains est-elle complète au regard de ce que les pays voisins ont vécu récemment ?

II.1. L'expérience de la catastrophe à Prague : les crues de 1997 et 2002 et leurs conséquences

II.1.a. Un endommagement important

Suite à la grande inondation de 1890, la ville de Prague fut dotée d'un endiguement important sur les deux rives de la Vltava, achevé en 1920 (Bures, 2007). Si l'essentiel de l'agglomération fut alors pourvu d'un rempart de protection, les travaux ne furent pas réalisés dans les quartiers historiques du fait de l'opposition de la population, soucieuse de préserver le caractère patrimonial du centre ancien (*ibid.*). L'importance de la crue de juillet 1997, qui a inondé la Bohême orientale et la Moravie, a poussé malgré tout les édiles urbains à combler les lacunes de l'endiguement. Un système original de digues amovibles a alors été imaginé afin de protéger la ville historique. Le dispositif, inspiré du modèle viennois², consiste en une ceinture maçonnée de 15 cm qui vient accueillir des barrières métalliques en cas de crue forte, ces dernières étant stockées le reste du temps dans des containers et amenées sur place par camions lorsque l'alerte est donnée.

Le système de parois amovibles, dont la première phase fut achevée en 2000, a été éprouvé avec succès lors de l'événement exceptionnel d'août 2002 : le nouvel endiguement a bien résisté et a conservé une revanche de 10 à 20 cm au maximum de la crue. Le dispositif a permis de sauvegarder le quartier de la Vieille Ville et l'ancien ghetto juif de Josefov, en rive gauche de la Vltava. Il fut d'ailleurs qualifié de « *mur de l'espoir* » par les habitants de Prague, alors que les quartiers non encore protégés étaient tour à tour inondés. Prague n'a en effet été que partiellement épargnée par l'inondation : de nombreux quartiers restaient sans protection et ont été durement touchés. Le quartier Renaissance de Mala Strana, situé en rive droite de la Vltava, au pied du Château de Prague, les quartiers de Karlín et de Liben, en rive gauche, ont été largement inondés. On a enregistré 4 m d'eau dans certaines rues du quartier populaire de Karlín, où 10 % des maisons ont été endommagés. La crue a inondé 15 des 51 stations du métro de Prague, et en a mis 25 hors service ; la station de Florenc, la plus touchée, n'a été rouverte qu'en mars 2003. Deux des trois lignes de métro sont restées paralysées pendant 8 mois.

¹ Plan Rhône, cahier inondations, 2005, p. 4.

² Nous parlons ici de la capitale autrichienne.

Si la Vieille Ville a heureusement pu être épargnée, la capitale tchèque a tout de même enregistré d'importants dégâts, causés en particulier à son patrimoine historique et culturel. Une partie des archives de la ville a été détruite et plusieurs monuments historiques ont été endommagés, en particulier le théâtre national de Prague, d'une grande valeur architecturale. Dans le quartier de Mala Strana, un certain nombre de palais et de constructions d'époque Renaissance ont été noyés sous 1 m d'eau. On a craint pour la stabilité du Pont Charles, édifié au XIV^e siècle par le roi de Bohême Charles IV.

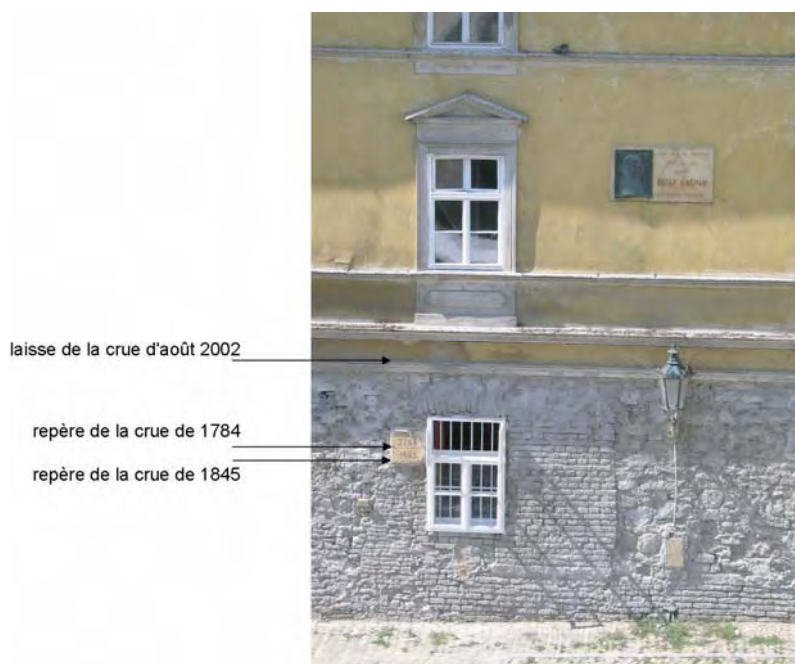


Photo 1. Repères de crue sur un immeuble du quartier de Mala Strana à Prague

(cliché : C. Combe, sept. 2003)



Photo 2. Dégâts dans le quartier pragois de Karlin

(cliché : C. Combe, 2003).

II.1.b. La réaction de l'Etat et des élus locaux suite à la crise de 2002

L'ampleur du sinistre a poussé les édiles urbains à accélérer l'achèvement des travaux de protection et a incité l'Etat tchèque à élaborer une politique de gestion à l'échelle du bassin versant. Le système de parois amovible est actuellement en cours d'achèvement, et aura coûté au total 116 millions d'euros. Cinq ans après les inondations, à l'occasion de l'anniversaire de la catastrophe, la municipalité pragoise se félicitait de posséder « *à l'heure actuelle probablement le meilleur système anti-inondations en Europe* »¹. Ce dernier est constitué d'un rempart de protection de 18 km de long (13 km de barrières fixes installées sur les quais qui ont été entièrement rehaussés, et 8 km de barrières amovibles) et de stations de pompage. La ville dispose également d'un modèle de simulation informatique qui intègre la vitesse de l'augmentation du niveau de l'eau et le fonctionnement des barrières.

Parallèlement, à l'échelle du bassin, on cherche à restaurer les champs d'inondation et la capacité hydraulique du réseau hydrographique. Un programme d'actions de prévention contre les inondations a été adopté par le Gouvernement en novembre 2006. 146 millions d'euros ont été investis entre 2002 et 2005 dans la construction de polders, de chaussées de retenue et dans des travaux d'approfondissement du lit des rivières et des étangs. La protection complète coûtera 1,8 milliard d'euros.

II.2. Un événement qui réactive l'inquiétude parisienne

Paris a toujours su qu'elle restait vulnérable aux crues importantes de la Seine, le dispositif de protection existant permettant d'atténuer la hauteur des eaux de crue sans supprimer l'inondation, mais l'exemple de Prague et Dresde a contribué à accélérer la prise de conscience des pouvoirs publics de l'importance de cette menace.

Suite aux inondations du début des années 1990, des études avaient été lancées dès 1994 afin d'améliorer les connaissances sur les crues du bassin versant de la Seine et d'évaluer les conséquences socio-économiques à l'échelle de la Région Ile-de-France. La mise au point d'un outil de modélisation hydraulique et socio-économique détaillé avait ainsi été commandée au bureau d'études Hydratec dans l'optique de définir des objectifs de protection de la vallée, d'améliorer la gestion des ouvrages existants et d'éclairer les choix d'investissement par une approche coûts/avantages menée sous l'angle économique (Hydratec, 1998). L'étude avait alors fait ressortir que des dégâts sensibles apparaîtraient pour une période de retour comprise entre 10 et 15 ans selon les vallées, et que le risque était très fort pour une crue inférieure à la centennale : des pertes majeures seraient à attendre dès la crue de période de retour 70 ans, même en tenant compte de l'effet régulateur des barrages (sans les barrages, la période de retour aurait été abaissée à 40 ans). En cas de crue forte, le système de protection mis en œuvre après les crues de 1910 et 1955 doit permettre d'abaisser le niveau des eaux dans la capitale mais il ne supprime pas le risque. Selon les calculs, 15 arrondissements de Paris et 300 000 habitants seraient touchés par une crue importante, et le montant des dommages attendus se porterait à plus de 500 millions d'euros (Hydratec, 1998).

Une des conclusions majeure de l'étude était que la réalisation de barrages supplémentaires ne permettrait pas de supprimer le risque, mais pourrait tout au plus réduire les dommages de 30 %. Ce constat réaffirmait donc la nécessité de conserver les zones d'expansion des crues et d'agir sur la vulnérabilité en contrôlant l'occupation des sols. La construction d'un barrage supplémentaire qui permettrait de porter le volume stockable

¹ Déclaration du maire de Prague à la presse, site de Radio Prague (www.radio.cz), article du 14 août 2007.

à 1 000 hm³ fut décidée sur le Haut-Bassin de la Marne, et des solutions complémentaires furent mises à l'étude telle l'augmentation de la submersibilité du champ d'expansion de La Bassée (10 000 ha). Mais malgré les efforts consentis, on ne pourra éviter l'inondation le jour où une crue forte surviendra. L'enjeu est de réduire au maximum les conséquences du débordement et d'anticiper la crise le mieux possible.

A la suite du diagnostic établi en 1998, des plans de prévention du risque d'inondation ont été prescrits dans les huit départements de la Région Ile-de-France, mais les procédures ont tardé à être mises en œuvre, jusqu'à ce que les événements de 2002 viennent rappeler les enjeux d'une meilleure gestion du risque. Les pouvoirs publics et les gestionnaires de services susceptibles d'être inondés s'interrogent : et si Paris, elle-aussi, venait à être inondée demain, quelles en seraient les conséquences ? Serait-on à même de faire face à une telle crise sans que le scénario ne devienne catastrophique ?

Un peu plus de trois mois après l'inondation de Prague, le préfet de police a convoqué les 330 maires de la région Ile-de-France pour les sensibiliser à l'importance de la problématique des inondations et les pousser à accélérer les procédures réglementaires en cours d'élaboration. La moitié des PPRI de l'Ile-de-France était achevée en 2003, et la dernière de ces procédures vient d'être approuvée dans les Yvelines en juillet 2007.

Le PPRI du département de Paris, prescrit le 17 juin 1998, a été approuvé le 15 juillet 2003, puis révisé en 2006-2007 afin de mieux évaluer les risques encourus par les bâtiments publics. Etant donné la densité du bâti dans la capitale, le zonage réglementaire vise surtout à réduire les risques en diminuant la sensibilité des enjeux. Les pouvoirs publics ont choisi de ne pas tenir compte de l'amélioration apportée par les digues et les barrages-réservoirs pour définir l'aléa de référence. Ils ont en effet estimé que l'effet bénéfique des travaux de protection est très probablement annihilé par l'augmentation des volumes ruisselés du fait de l'imperméabilisation des surfaces urbanisées et de l'aggravation probable des événements de pluie intenses par effet du changement climatique global. Pour ces raisons, l'aléa de référence n'a pas été déterminé en fonction du débit maximum historique mais en fonction des plus hautes eaux connues : les niveaux atteints en 1910 dans le lit mineur ont été reportés sur la topographie actuelle afin de délimiter l'importance de l'aléa. Néanmoins, l'éventualité de voir un jour survenir une crue supérieure à la centennale, comme ce fut le cas sur l'Elbe en 2002, n'est pas évoquée. On ignore donc quelles seraient les conséquences d'un scénario millénal à Paris.

La notice de présentation du PPR de la Seine est révélatrice de l'importance de l'enjeu patrimonial aux yeux des pouvoirs publics. Le document dresse l'inventaire détaillé des enjeux menacés par l'inondation : les monuments historiques et les sites classés se trouvent en tête de liste, devant les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), les administrations publiques et les ambassades, les établissements de santé et les autres services publics stratégiques (réseaux de transport en commun et d'électricité notamment).

Le rapport souligne « *l'intérêt patrimonial* » et l'énorme valeur des biens abrités dans les 384 bâtiments concernés, en particulier le palais du Louvre, le Petit Palais et le Grand Palais. Parmi les sites classés, citons le Jardin des Plantes, l'esplanade des Invalides ou la Place de la Concorde. Il est précisé par ailleurs que 29 musées (parmi lesquels ceux du Louvre, d'Orsay, des Arts Premiers, le Muséum d'Histoire Naturelle, le Grand et le Petit Palais et le musée Carnavalet) et 16 bibliothèques se situent dans la zone inondable par la

crue de référence : « *l'enjeu pour ces établissements réside dans la protection de leurs collections ou de leurs biens qui représentent un patrimoine national particulièrement important* »¹.

En plus de ces enjeux culturels, de nombreux bâtiments abritant des autorités de premier plan sont menacés (l'Élysée, l'Assemblée nationale et presque tous les ministères, 21 ambassades), ainsi que 35 % des hôpitaux de Paris, 3 gares SNCF, de nombreuses stations de métro (si une station venait à être inondée, il faudrait 6 mois pour remettre le réseau en service) et une partie du réseau d'électricité. Au total, plus du cinquième des surfaces de Paris (2138 ha) et plus de 271 000 habitants des 16 arrondissements de la ville sont concernés. La survenue d'une inondation atteignant la cote des plus hautes eaux de 1910 inonderait 250 km² dans la région parisienne et affecterait 500 000 Franciliens. Elle coûterait entre 8 et 9 milliards d'euros.

Le PPRI a débouché sur l'élaboration d'un plan spécialisé de secours afin d'assurer la sécurité des parisiens, adopté le 1^{er} septembre 2003 (Reghezza, 2006). Les organismes en charge de missions de service public doivent établir un plan interne de sauvegarde contre les inondations « *afin d'identifier leur vulnérabilité propre et de prendre toutes les mesures constructives ou organisationnelles leur permettant d'assurer la protection du patrimoine placé sous leur garde ou de réduire autant que possible les perturbations causées aux usagers de ces services publics* »². Seuls les ouvrages de la Bibliothèque Nationale sont à l'abri car le niveau de la crue de 1910 a été pris en compte lors de son aménagement. À l'inverse, d'importants travaux d'agrandissement réalisés au cours des années 1980 et 1990 aux musées d'Orsay et du Louvre ont abouti à l'aménagement en sous-sol inondable d'importantes superficies destinées aux réserves et à des espaces d'exposition supplémentaires (12 700 m² pour le seul musée du Louvre).

La Direction des Musées de France a arrêté un plan de sauvegarde en deux temps : de façon préventive, les réserves les moins utiles aux recherches des conservateurs ont été déplacées début 2003 dans un site de stockage non inondable de 10 000 m² situé au nord de Paris. Parallèlement, un plan de mouvement en interne a été élaboré afin d'être en mesure de mettre les œuvres à l'abri dans les étages non inondables des musées dans un délai de 72 heures, une fois la cote d'alerte atteinte.

Dans sa thèse, M. Reghezza (2006) montre que de nombreuses incertitudes demeurent cependant quant au déroulement d'une crise dans la capitale, et souligne certaines lacunes du scénario envisagé et du plan de gestion de crise qui en découle.

Lyon, ville située au confluent du Rhône et de la Saône, qui abrite le plus grand ensemble Renaissance d'Europe et dont le centre historique a été classé au patrimoine mondial de l'Unesco, entre elle aussi dans cette problématique. Une partie du Vieux Lyon et la totalité de la Presqu'Île sont situées dans le lit majeur historique du Rhône et de la Saône. Or, au début du XXI^e siècle, nul ne savait quelle pouvait être l'ampleur du risque d'inondation dans l'agglomération. Dans la ville elle-même, on ignorait quelle serait l'extension d'une inondation d'un débit identique ou supérieur à celui des crues historiques de 1840 et 1856. On trouve d'ailleurs peu de repères marquant le niveau de ces grandes crues, qui ont pourtant inondé une grande partie de la ville (B. Faou, 2005).

¹ DULE, Notice de présentation du PPRI de la Seine dans le département de Paris, 2003, p. 14

² DULE, Notice de présentation du PPRI de la Seine dans le département de Paris, 2003, p.16

III. Le cas lyonnais : la relance tardive d'une question qu'on croyait résolue

III.1. Un sentiment de sécurité qui pose question

L'essentiel de la protection lyonnaise contre les crues est hérité des principes établis par la loi du 28 mai 1858. Lyon a été fortement éprouvée par les inondations catastrophiques de la Saône et du Rhône de novembre 1840 et mai-juin 1856, qui ont fait rompre par deux fois les digues de la rive gauche et dévasté une grande partie de la ville. Le traumatisme de ces deux événements a poussé les pouvoirs publics et les édiles urbains à investir massivement dans l'édification d'un rempart de protection, dans une volonté de protection complète et définitive de la ville contre les crues. L'efficacité de la défense devait par ailleurs être garantie par le maintien des champs d'expansion des crues situés à l'amont de Lyon. Par la suite, la croissance de l'agglomération a entraîné le prolongement du rempart de protection vers l'amont et vers l'aval. Mais les aménagements suscités par l'urbanisation et réalisés sans plan d'ensemble, en lit mineur et en lit majeur, n'ont-ils pas perturbé l'hydrosystème et interagi avec le risque ?

Le système de protection du centre urbain a bien résisté aux crues de 1918, 1928, 1944 et 1957, mais aucune crue majeure n'est survenue depuis le milieu du XXe siècle, période au cours de laquelle les interventions humaines se sont multipliées au sein du corridor fluvial. On se trouve donc face à une situation paradoxale : d'une part, les conditions de mise en eau ont très probablement fortement évolué, selon des modalités et dans des proportions largement méconnues, qu'il conviendra de préciser, et d'autre part la courbe de la vulnérabilité potentielle a nettement augmenté puisque les enjeux se sont multipliés et diversifiés au sein du lit majeur. Parallèlement, l'absence de forte crue semble avoir contribué à l'oubli, de la part des différents acteurs, du caractère potentiellement inondable d'une grande partie de la plaine. Par ailleurs, la mise en service de l'ouvrage CNR de Pierre-Bénite a abouti à la création d'un plan d'eau à niveau relativement stable à partir du milieu des années 1960 : les crues faibles du fleuve ne provoquent plus d'augmentation notable du niveau des eaux, ce qui a très probablement participé à effacer la conscience de l'existence même des crues du fleuve dans la traversée de la ville.

Tout se passe comme si la ville s'était endormie sur son sentiment de sécurité, à l'abri de ses digues dont les lyonnais auraient même oublié l'existence : la crête des quais et des digues est aujourd'hui empruntée par des voies de circulation et, dans le vécu de la population, les ouvrages remplissent avant tout le rôle d'axes de transport plutôt que celui de protection contre les crues. Les Grands-lyonnais n'ont plus conscience qu'ils vivent en zone potentiellement inondable, nombreux ignorent jusqu'à l'existence même d'un dispositif de protection, ce qui pose la question de l'entretien des ouvrages. Tandis que le nombre des enjeux potentiellement exposés a considérablement augmenté depuis les travaux du milieu du XIXe siècle, qu'en est-il de l'efficacité de la protection lyonnaise ?

A notre connaissance, il n'existe pas de document officiel mentionnant explicitement le fait que Lyon serait désormais invulnérable, mais on assiste en revanche à la disparition du souci de garantir la protection des enjeux urbains. Des projets élaborés à la fin des années 1960 mentionnent encore la nécessité d'abaisser le niveau des fortes crues dans la traversée de la ville (Winghart et Chabert, 1965 ; Agard *et al.*, 1968). Mais une partie des dispositions alors proposées sera finalement abandonnée, sans que cela paraisse inquiéter les services de l'Etat ni les acteurs locaux. Depuis, et jusqu'à une époque très récente, la question des inondations à Lyon, et encore plus celle des conséquences d'une aggravation

du risque, semblent absentes des préoccupations des gestionnaires et de la conscience des Lyonnais.

L'évacuation de la problématique des inondations à Lyon est par ailleurs confirmée par l'analyse de la cartographie réglementaire et de sa prise en compte dans le droit des sols. Au début des années 1980, les travaux de G.-C. Ravier ont identifié un certain nombre de lacunes dans la protection lyonnaise et souligné l'hétérogénéité de la cartographie réglementaire et sa mauvaise prise en compte dans le droit des sols (1982a et b). Ce document, qui a été transmis aux services gestionnaires et se trouve notamment dans les archives vivantes du SNRS, ne semble pas avoir préoccupé outre mesure les acteurs lyonnais. Il faudra attendre 15 ans avant que ne soit reconnue la nécessité de remettre à jour la connaissance du risque et d'homogénéiser et durcir sa réglementation sur le territoire du Grand Lyon.

A Lyon, les limites du plan des zones inondables (PZI) de 1911, basé sur les limites de la crue du Rhône de 1856, n'ont été que partiellement reprises dans le POS de Lyon, et n'ont pas fait l'objet d'une servitude d'utilité publique. Seules sont prises en compte les zones inondables du PSS du Haut-Rhône de 1972, basé pour sa part sur la crue de 1928, qui n'a pas débordé dans Lyon excepté dans le secteur de l'actuelle Cité Internationale du fait de l'existence du rempart de protection. Autrement dit, malgré la validité réglementaire du PZI sur le territoire de Lyon, qui avait été approuvé suite à la loi de 1858 afin d'afficher l'existence du risque en cas de rupture des digues ou de survenue d'une crue plus forte, on a en réalité privilégié les limites de l'inondation de 1928, qui se limite presque au lit mineur dans la traversée de la ville, comme si les terrains du lit majeur historique situés en arrière du rempart de protection n'étaient plus inondables. Cela est confirmé par le cas villeurbannais : la commune est concernée par le PSS du Haut-Rhône, dont la servitude est prise en compte dans le POS, mais par contre le risque n'est pas affiché sur les terrains épargnés en 1928 du fait de la construction des digues, mais inondés en 1856. Cela semble confirmer l'hypothèse selon laquelle les acteurs de la gestion considèrent que la question du risque sur les terrains protégés au milieu du XIXe siècle est résolue.

Il n'existe par ailleurs aucune réglementation sur la Saône lyonnaise. On constate donc des lacunes dans l'affichage du risque, qui est par ailleurs très hétérogène : la crue de référence retenue pour le PSS de la Saône, en amont de la commune de Lyon, est celle de 1955, qui est bien inférieure à la crue centennale préconisée par les textes et sans commune mesure avec l'extrême historique de 1840.

La contrainte réglementaire n'a pas été strictement appliquée, comme l'a justement souligné G.-C. Ravier (1982a, p. 99) : « la disparition du sentiment de risque lié aux inondations s'est traduite, sur le terrain, par le non respect de la réglementation, et la dérogation est devenue le droit ». Fait à nouveau constaté au début du XXIe siècle, cette fois par les services de l'Etat qui reconnaissent l'insuffisante portée réglementaire de la cartographie existante : « *l'absence de règlement spécifique entraîne une gestion au coup par coup des opérations dans le cadre d'un régime déclaratif*¹ ».

En plus de cela, à l'heure où ces lignes sont écrites, Lyon ne dispose pas encore de plan de secours et de gestion de crise à la mesure des enjeux exposés.

Pourtant, le retour de crues aussi importantes voire supérieures aux événements historiques du milieu du XIXe n'est pas à exclure. A la suite de M. Pardé, tous les auteurs qui ont travaillé sur la question des crues à Lyon ont évoqué le fait qu'un tel scénario, bien

¹ SNRS, 2000, rapport de synthèse adressé au préfet, p.4

qu'exceptionnel, reste tout à fait possible (Pardé, 1925 et 1928 ; Villien, 1937 ; Faucher, 1968 ; Bravard, 1985 ; IRS, 2001). Ne risquerait-il pas de prendre en défaut le système de protection lyonnais ? L'expérience de la crue de 2002 en Europe centrale a rappelé les limites de la crue de référence : des crues supérieures à la crue centennale et aux maxima historiques connus surviendront un jour à Lyon. Cette éventualité n'est-elle pas rendue encore plus probable par les conséquences attendues du réchauffement climatique puisque les modèles prévisionnels annoncent tous une aggravation des précipitations hivernales dans le bassin du Rhône, saison qui est justement celle pendant laquelle la probabilité d'occurrence de crues importantes à Lyon est la plus forte ?

III.2. Problématiques du risque aux marges de la ville

La quiétude des acteurs lyonnais contraste avec les revendications que l'on observe au niveau des marges de l'agglomération.

III.2.a. Une aggravation de l'aléa inondation en rive droite du canal de Miribel ?

En rive droite du canal de Miribel, à l'amont de Lyon, les communes du département de l'Ain se plaignent d'une aggravation des inondations sur leur territoire depuis le début des années 1980, matérialisée selon eux par les crues de 1983 et 1990, et réclament une meilleure prévention du risque et une meilleure protection contre les débordements du Rhône. Ces revendications ont tardé à être entendues par les services de l'Etat, qui restaient sceptiques quant à la réalité d'une aggravation de l'aléa. Les communes de l'Ain estiment être oubliées, voire sacrifiées au profit de l'agglomération lyonnaise, et se sont même fédérées en un Syndicat de défense des communes riveraines du canal de Miribel en 2000. Au-delà du conflit d'acteurs, qu'en est-il réellement du risque actuel et de son évolution ? Si l'aggravation de l'aléa déplorée par les communes est avérée, à quoi est-elle due et est-il possible d'y remédier ? Les communes concernées ont-elles pris en compte l'aggravation du risque dans leur gestion de l'occupation du sol ?

III.2.b. Le constat de la perte d'écrêtement de l'île de Miribel-Jonage

Tandis que les communes de la rive droite du canal de Miribel déplorent une aggravation des hauteurs d'eau et une extension des zones inondées, des études récentes ont à l'inverse mis en évidence une diminution des débordements en rive gauche et une perte de la capacité d'écrêtement de l'île de Miribel-Jonage. Pourtant, la fonction de laminage des crues est une vocation affirmée de la plaine depuis le vote de la loi de 1858 et un enjeu majeur pour la protection de Lyon située à l'aval immédiat de ce secteur. Étonnamment, cette évolution ne semble pas préoccuper les acteurs locaux. La plaine de Miribel-Jonage a d'ailleurs accueilli de nombreux aménagements en lien avec le développement de l'agglomération. Qu'en est-il de l'incidence de ces derniers sur le risque d'inondation ? Quels sont les facteurs d'explication de la perte de la capacité de stockage du lit majeur et quelles en sont les conséquences sur la propagation des crues et les niveaux à l'aval ? Ce constat n'entre-il pas en contradiction avec l'éventuelle aggravation des inondations en rive droite ? Ou, au contraire, ces deux évolutions ne seraient-elles pas liées ?

III.2.c. Le paradoxe vaudais

La commune de Vaulx-en-Velin est officiellement inondable mais, dans les faits, la position de l'Etat et des élus locaux, et les choix d'aménagement pris par ces derniers, semblent contredire cette réalité. La commune considère que son territoire n'est plus

inondable depuis la fin des années 1950 : la crue de 1957, dernière crue importante du Rhône dans la région lyonnaise, s'est arrêtée au pied de la digue de Vaulx-en-Velin et aurait ainsi consacré la « victoire sur le Rhône »¹. Pourtant, l'essentiel du territoire communal est concerné par le plan des surfaces submersibles du Haut-Rhône approuvé en 1972 : officiellement, Vaulx-en-Velin reste inondable. La position de l'Etat traduit la même ambiguïté : c'est à lui que revient le choix du classement d'une partie du territoire communal en Zone à Urbaniser en Priorité (ZUP), projet déclaré d'utilité publique en 1963² : 83 000 logements ont ainsi été construits de 1970 à 1980, alors même que le SNRS affichait dans le même temps le caractère inondable de ce secteur.

Par ailleurs, sur le terrain, plusieurs indices posent question quant à l'efficacité des digues de protection : la digue de ceinture de Vaulx-en-Velin est en terre et semble dégradée en plusieurs points, et le remblai autoroutier qui double cet ouvrage comporte plusieurs passages inférieurs : est-on certain que l'inondation appartienne au passé ? En plus de cela, la perte de la capacité d'écrêtement de la plaine de Miribel-Jonage, à l'amont immédiat de la commune, ne risque-t-elle pas de provoquer une augmentation du niveau des eaux et une mise en charge plus forte des ouvrages, comme l'ont souligné les auteurs du rapport final de l'Etude Globale (IRS, 2002) ?

Comment expliquer alors cette situation paradoxale, et qu'en est-il réellement du risque d'inondation à Vaulx-en-Velin ?

III.2.d. Quelle crue de référence pour gérer le risque sur la Saône ?

Deux problématiques principales semblent se dégager dans le Val de Saône. D'une part, la représentation des riverains et des acteurs locaux dénonce une aggravation des crues juste débordantes et met en cause le rôle des barrages de navigation. D'autre part, la volonté affichée récemment par l'Etat de durcir la réglementation du risque au nom de l'intérêt général et du principe de précaution soulève un certain nombre d'observations. Sur la Saône, le maximum historique de 1840 est nettement supérieur aux crues de référence sur lesquelles la réglementation s'est longtemps appuyée : crue centennale calculée pour les PER des communes situées en dehors du territoire du Grand Lyon, crue de 1955, de période de retour inférieure à 70 ans, sur les communes de l'agglomération, et aucune crue sur la Saône lyonnaise où le PPRI du Grand Lyon, en cours d'instruction, constitue la première cartographie réglementaire.

Ce constat pose tout d'abord la question de l'aggravation du risque : aucune prescription particulière n'existait dans le lit majeur historique non inondé par les crues de référence et ailleurs les cotes réglementaires se trouvent très probablement en-dessous des hauteurs d'eau résultant d'une crue exceptionnelle. Le risque a-t-il augmenté, et si oui, comment, alors, gérer l'existant ?

Par ailleurs, le durcissement de la position de l'Etat n'est-il pas source de conflit entre les acteurs ?

III.2.e. Des remblais massifs dans le couloir de la chimie

Qu'en est-il enfin de la situation à l'aval de Lyon ? L'inondation de 1957 a dépassé les hauteurs observées lors de la crue historique de 1856, qui a pourtant roulé un débit bien

¹ Expression extraite du site officiel de la commune de Vaulx-en-Velin (www.ville-vaulx-en-velin.fr/pages/ville_avenir/histoire_geo.php) : « Sous la municipalité René Carrier (1953-1966) intervient la victoire sur le Rhône : la grande digue réalisée entre 1955 et 1956 a résisté à la crue de 1957. »

² La décision ministérielle de la création de la ZUP de Vaulx-en-Velin prise en 1963 a été confirmée par le gouvernement dans son arrêté du 18 janvier 1964.

plus important. A l'époque, cette aggravation fut attribuée à l'impact des remblais. Or depuis, le paysage du Rhône a été profondément bouleversé par la construction de l'ouvrage CNR de Pierre-Bénite, et l'on peut observer la présence de nombreux remblais supplémentaires. Parallèlement, le couloir de la chimie s'est fortement urbanisé et a accueilli de nombreuses industries, dont plusieurs sont classées Seveso. Quelle est alors l'incidence de ces aménagements sur le risque d'inondation, tant au niveau de l'aléa que de la vulnérabilité ?

III.3. Relance de la question du risque d'inondation fluviale par les services de l'Etat

La réaction tardive des acteurs de la gestion du risque dans la région lyonnaise est surprenante. Alors que Paris a toujours su qu'elle restait vulnérable, Lyon semble s'être endormie sur son sentiment de sécurité, à l'abri derrière ses digues. Pourtant, la ville s'est étendue et densifiée au sein du lit majeur, et bien au-delà des limites du rempart de protection du XIXe. Potentiellement, sa vulnérabilité est donc plus élevée. Il y a une dizaine d'années, dans un contexte de recrudescence des crues fortes, et face à l'éventualité d'une aggravation de l'aléa, l'Etat, assumant sa fonction jacobine, a posé la question du risque à Lyon et remis cette problématique à l'agenda des politiques urbaines.

Une première étude sommaire réalisée en 1998 par le Service Navigation Rhône Saône avait pointé la question de l'hétérogénéité et de l'obsolescence de la connaissance du risque et de sa réglementation (SNRS, 1998). En 2000, à la demande du préfet délégué de bassin¹, les services gestionnaires ont amorcé une réflexion sur un plan d'actualisation des connaissances de l'aléa et de la vulnérabilité et d'actions « *en vue de meilleures prévention et protection contre le risque d'inondation*² » sur le territoire de la Communauté urbaine de Lyon (COURLY). Cette décision a débouché sur le lancement d'un plan de prévention du risque d'inondations³ du Rhône et de la Saône sur le territoire du Grand Lyon, prescrit par le Préfet du Rhône le 7 janvier 2004, et qui a été partiellement approuvé en 2007.

Il est également prévu de remettre à jour la réglementation du risque sur les communes de l'agglomération situées en dehors du périmètre du Grand Lyon. Parallèlement, des réflexions ont été engagées pour envisager la faisabilité du rétablissement de la capacité d'écrêtement de l'île de Miribel-Jonage, notamment dans le but de soulager la rive droite du canal de Miribel. Mais les actions humaines réalisées dans ce secteur ont profondément déstabilisé l'hydrosystème. La restauration du fonctionnement naturel, tout comme la possibilité d'établir des mesures de protection rapprochées se heurtent à l'importance et à la variété des enjeux urbains, et posent le problème de la compatibilité des usages.

Le parti pris par les services en charge de la gestion du risque est celui d'une plus grande sécurité : l'aléa de référence sera désormais bien plus contraignant que celui retenu jusqu'à présent. Quelles sont les implications de cette prise de décision ? Comment est-ce analysé, légitimé ou contesté par les différents acteurs ? La réactualisation de la problématique des inondations semble peu relayée, à l'heure actuelle, auprès de la population lyonnaise, alors que l'Etude Globale et le Plan Rhône ont justement insisté sur la nécessité de développer une culture du risque à Lyon. Une étude confiée par la DIREN à

¹ Courrier adressé aux services de l'Etat en date du 21 mars 2000

² SNRS, « Risque inondation sur la Communauté urbaine de Lyon, note technique de synthèse », rapport du 5 mai 2000, 13 p, p. 2

³ Le pluriel ici employé par les services de l'Etat renvoie à l'inondation par débordement direct et aux inondations indirectes liées à la remontée de la nappe d'accompagnement du fleuve, au reflux par les réseaux et à l'éventualité de rupture de digue

la Maison du Fleuve Rhône, réalisée en 2007, a conclu à la faible conscience du risque de la part des habitants (Tröger, 2007).

Conclusion

La réactivation tardive de la problématique des inondations à Lyon est surprenante. Bien que les enjeux soient considérables, la réglementation de l'occupation des sols s'est révélée obsolète et hétérogène jusqu'au début du XXI^e siècle. Le peu d'inquiétude constaté au niveau des gestionnaires locaux contraste avec les revendications au niveau des marges, surtout à l'amont, qui tardent à être entendues. Cela semble néanmoins évoluer ces dernières années du fait des exigences affichées au niveau ministériel (directives ministérielles relayées par la DIREN de bassin). Tout se passe comme si la ville s'était dotée des conditions matérielles et perçues de la sécurité au milieu du XIX^e siècle et semblait depuis endormie sur son sentiment de sécurité. Mais dans un contexte de recrudescence et d'aggravation potentielle des inondations, l'Etat a récemment remis la question des inondations du Rhône et de la Saône à l'agenda des politiques urbaines. Il semblerait qu'on retrouve ici les deux champs de force évoqués au chapitre premier.

Comment expliquer le sentiment de sécurité de la cité lyonnaise et la réactivation tardive de la problématique des inondations ? Qu'en est-il précisément de la réalité du risque de crue du Rhône et de la Saône à Lyon, et quelle en a été la genèse ? Quels sont les fondements des revendications observées sur les marges, et comment ces problématiques sont-elles prises en compte par les acteurs de la gestion du risque ? La façon dont l'Etat et les gestionnaires locaux envisagent la situation lyonnaise est-elle complète au regard des héritages géomorphologiques et anthropiques qui façonnent le territoire et à la lumière de l'expérience récente des catastrophes de 2002 et 2003 ? Autrement dit, qu'en est-il de la territorialité présente, passée et à venir du risque d'inondation à Lyon et de son articulation avec la prise en compte de cette question à l'échelle du bassin du Rhône ?

Question éminemment complexe que celle du risque d'inondation et de sa gestion, qui pointe l'importance des interactions entre le risque et l'urbanisation, et soulève l'enjeu de la prise en compte du temps et de l'espace. Le cas de l'agglomération lyonnaise illustre parfaitement les limites de l'approche classique du risque, limites de plus en plus reconnues. L'enjeu est aujourd'hui celui d'une approche globale des phénomènes. Sur la base des développements précédents, le dernier chapitre de cette partie introductive propose une nouvelle clé de lecture du risque de crue en milieu urbain et périurbain qui s'insère dans un effort de réflexion mené par de nombreux chercheurs.

Chapitre 3

Inscription méthodologique, problématique et méthode de travail

De ce qui précède, il ressort que le risque d'inondation en milieu fluvial urbain et périurbain est un phénomène complexe situé à l'interface nature-société. L'approche classique du risque, issue du croisement entre aléa et vulnérabilité, s'est heurtée à une vision duale du rapport homme-nature, fortement marquée par le spectre du déterminisme (November, 2002), et a de ce fait rapidement montré ses limites. Prenant acte de ce constat, les recherches et la gestion des risques naturels s'orientent aujourd'hui vers une approche globale, transversale, voire systémique. De nouveaux modèles se mettent ainsi en place, qui visent à montrer l'importance des interactions entre le milieu et la société et cherchent à offrir de nouvelles clés de lecture permettant de saisir le risque dans toute sa complexité.

La démarche ici proposée s'insère dans cet effort de recherche. Ce chapitre vise à présenter l'inscription épistémologique de notre approche afin d'en montrer les fondements et l'originalité et d'expliquer les choix méthodologiques mis en œuvre.

I. Pour une approche de la complexité du risque

I.1. Le risque comme phénomène physique et social : vers une approche unitaire du risque

I.1.a. Les approches comportementaliste et radicale

Le constat de la diversité des réactions et des attitudes d'une société face à la crise a fondé la théorie dite béhavioriste ou comportementaliste, développée par l'école de Chicago. Cette approche vise à déterminer la gamme des ajustements possibles au sein des groupes sociaux au regard de leur perception et de leur prévention des risques (Thouret, 1996). En 1970, R. Kates établit une classification des risques naturels en fonction de deux axes directeurs : l'un allant de l'ordre au chaos, l'autre du facteur artificiel contrôlable au facteur naturel incontrôlable. Face au risque incontrôlable, on distingue ainsi quatre grands types de comportement : la négation du risque, son acceptation passive, la volonté de prendre des mesures et la fuite. Les quatre modes principaux de réponse sociale sont théoriquement séparés par trois seuils socioculturels : la prise de conscience du risque, l'action de réduction des dommages et le seuil de refus, menant à une modification radicale (Thouret et d'Ercole, 1996; Chester, 1993).

Ces bases sont reprises par les travaux pionniers de G. White à propos des investissements anti-risque dans la vallée du Tennessee (White, 1974), puis par l'étude fondatrice de Burton, Kates et White en 1978 : le risque résulte d'une interaction entre système naturel et social. Selon les auteurs, les deux ne peuvent être assimilés à des causes ; les événements naturels sont neutres, ce sont les hommes qui transforment

l'environnement en bienfaits et en risques, en utilisant les potentialités de la nature à des fins économiques, sociales et esthétiques. Il faut donc utiliser une combinaison de caractéristiques physiques et sociales pour mesurer le risque (Burton, Kates et White, 1978). Sept dimensions sont distinguées dans un phénomène physique, qui jouent profondément sur les représentations du risque et les actions potentielles : l'intensité, la fréquence, la durée, l'aire d'extension, la rapidité (*speed of onset*: c'est le temps écoulé entre l'apparition d'un phénomène et son intensité maximale), la dispersion spatiale et l'espacement entre deux catastrophes. Les représentations sont évaluées pendant l'événement, entre les événements et après ceux-ci. Parallèlement, les actions préventives et les mécanismes de prise d'assurance sont analysés pour comprendre l'importance des représentations par rapport au risque. Ainsi, les réactions collectives et individuelles sont envisagées comme des formes d'adaptation contrastées en fonction d'un contexte socioculturel qui favorise ou inhibe l'adaptation aux effets des catastrophes, puis leur contrôle éventuel.

Récemment, Ph. Schoeneich et M.-C. Busset-Henchoz (1998) ont montré comment l'étude des représentations, des attitudes et des comportements individuels est complétée par la théorie de la dissonance cognitive, au sens de Festinger (1957). L'analyse des stratégies collectives s'enrichit du concept de scènes locales du risque (Decrop et Charlier, 1995; Decrop *et al.* 1997 ; Dourlens et Vidal-Naquet, 1998) et de la notion de culture du risque (Renn, 1995) qui permet d'expliquer les différences d'attitudes par rapport à l'acceptabilité du risque, donc à des problèmes de gestion collective (Schoeneich et Busset-Henchoz, 1998).

Une autre clé de lecture est proposée par les tenants de la théorie de la marginalisation, qui critiquent la position dominante et insistent sur le lien entre niveau de développement et conséquences désastreuses d'un phénomène extrême (Hewitt, 1983). Ces recherches ouvrent sur la notion de ségrégation socio-spatiale vis-à-vis de l'inondation.

I.1.b. L'approche globale et l'étude qualitative de la vulnérabilité

A la rencontre des théories précédentes, l'approche globale des phénomènes naturels proposée par R. D'Ercole au milieu des années 1990 (D'Ercole, 1994) insiste sur la notion d'enjeu et se fonde sur un triple constat : les phénomènes paroxystiques, récurrents, sont perçus comme des anomalies mais traduisent en fait l'évolution instable de la Terre; les dommages reflètent les dysfonctionnements d'un système socio-économique donné: ils sont tolérés en fonction d'un contexte socio-économique et technique particulier; les réponses humaines aux crises résultent de comportements dans un système sociopolitique propre (Thouret, 1996; D'Ercole et Thouret, 1996). Ce courant s'inscrit dans un mouvement de réaffirmation du rôle de la géographie appliquée. En effet, de nombreux théoriciens s'accordent à souligner la nécessité pour nos sociétés vulnérables de concilier la connaissance fondamentale des phénomènes naturels et leur prévention.

Il en résulte une approche qualitative et semi-qualitative de la vulnérabilité, qui complète l'approche quantitative jusqu'ici dominante en France. La vulnérabilité est appréhendée comme un système composé d'éléments vulnérables et de facteurs de vulnérabilité. Ces facteurs doivent être identifiés et analysés, car ils induisent un certain type de réponse de la part de la société concernée (D'Ercole, 1994). Les différentes composantes du risque peuvent être artificiellement dissociées pour les besoins de l'analyse afin de mieux distinguer la part de chacun des facteurs de vulnérabilité, pour mieux cibler ensuite les actions de réduction du risque à entreprendre.

On distingue ainsi:

- Les facteurs structurels, que l'on peut regrouper en quatre grandes catégories (Thouret et D'Ercole, 1996): sociodémographique et économique ; socioculturelle

(facteurs cognitifs ou éducatifs, et facteurs de perception) ; physique, technique et fonctionnelle ; institutionnelle et politico-administrative.

- Les facteurs géographiques et conjoncturels qui sont les paramètres spatio-temporels de l'impact d'une inondation et les caractéristiques de la catastrophe.

Cette approche complexifie l'équation classique du risque et s'applique en particulier à l'étude des risques en milieu urbain, où l'on observe des interrelations complexes entre de très nombreux facteurs.

I.1.c. Risque, urbanisation et territoire

Les travaux portant sur la dialectique risque-urbanisation plaident également en faveur d'une démarche unitaire d'explication du risque (Pigeon, 1994 et 2005; Pigeon et d'Ercole, 1994; Chaline et Dubois-Maury, 1994 ; November, 1994 et 2002 ; Laganier, 2002).

L'approche phénoménologique des risques urbains développée par P. Pigeon insiste sur la prise en compte de l'endommagement direct et diffus en tant que matérialisation territoriale du risque (Pigeon et D'Ercole, 1994; Pigeon, 2001 et 2005). Cette démarche, déjà développée au chapitre 1 de cette partie, s'appuie sur une analyse systémique du risque et s'intéresse aux effets en retour de l'urbanisation sur l'évolution de l'endommagement, sur sa reconnaissance sociale et politique comme sur sa manifestation physique (Pigeon, 2005).

Certains auteurs s'intéressent plus particulièrement aux relations entre risque et territoire comme clé de lecture de la complexité des phénomènes. La ville n'est pas abordée comme un simple espace de manifestation du risque, mais comme un espace hétérogène issu d'un mouvement incessant de construction-destruction (Lavigne *et al.*, 1998) : les valeurs sur lesquelles le risque est fondé vont différencier les lieux du territoire. Des trajectoires individuelles ou collectives spécifiques pourront être observées en fonction de cette valorisation différenciée de l'espace (November, 1994).

A partir du cas de risque de crue centennale dans la métropole parisienne, M. Reghezza (2006) montre ainsi comment les recompositions spatiales liées à la métropolisation ont modifié les formes de l'endommagement potentiel et créé de nouvelles vulnérabilités. S'appuyant sur une approche synthétique de la vulnérabilité en tant que potentiel d'endommagement et en tant que capacité de résistance sociale aux perturbations, l'auteure propose de dépasser l'approche segmentée du risque liée au binôme aléa/vulnérabilité par une prise en compte de la vulnérabilité globale, qui permet de prendre en compte les chaînes de risque selon une approche multiscalaire, et de réintroduire l'espace géographique comme outil de compréhension du risque. M. Reghezza propose ainsi une nouvelle grille de lecture du risque : aux deux niveaux de vulnérabilité souvent identifiés, à savoir l'endommagement matériel causé par l'aléa inondation et l'endommagement fonctionnel, elle introduit un troisième niveau intermédiaire qui articule les deux premiers : le niveau structurel ou niveau de désorganisation pouvant diffuser les dysfonctionnements à une échelle plus vaste. L'approche s'appuie sur une analyse du scénario catastrophe possible en cas de crue atteignant des niveaux analogues à ceux observés en 1910 : cette analyse est basée sur une reconstitution du scénario envisagé par les pouvoirs publics et complétée par des enquêtes au moyen de questionnaires-type auprès des acteurs de la gestion.

Au début des années 1990, N. Pottier a quant à elle mis au point une démarche d'évaluation de l'impact des mesures non-structurelles de gestion de l'inondation sous l'angle de la territorialisation des politiques publiques (Pottier, 1998). Cette approche, progressivement enrichie par les retours d'expérience (Pottier et Hubert, 1998 ; Pottier *et al.*,

2003 ; Hubert et De Vanssay, 2005), considère que l'appropriation locale des outils de cartographie réglementaire traduit la territorialisation de l'action publique. La méthode est basée sur une double évaluation de l'outil réglementaire menée à partir de critères qualitatifs et quantitatifs. D'une part, il s'agit d'évaluer la pertinence de sa mise en œuvre en reconstituant a posteriori son processus d'élaboration. L'analyse porte d'autre part sur une évaluation de la performance de ces mesures en termes d'efficacité de résultat et en termes d'effets induits (changement d'affectation des usages du sol, évolution des paysages, transformation des comportements sociaux vis-à-vis de la réglementation par exemple). Le protocole d'étude est basé sur une analyse documentaire, des observations de terrain et des techniques dites « vivantes », à savoir des entretiens semi-directifs et des enquêtes par questionnaire menées auprès des acteurs de la gestion et de la population.

I.2. La prise en compte du temps et de l'espace : la notion de variabilité spatio-temporelle

I.2.a. L'approche géohistorique du risque fluvial et le rôle des héritages des politiques de gestion

La prise en compte de la notion de variabilité spatio-temporelle, appliquée à l'aléa et à la vulnérabilité, enrichit l'équation classique et offre une nouvelle clé de lecture du risque. En ce sens, un éclairage nouveau est apporté par l'approche géohistorique du risque d'inondation.

Des travaux de géographie régionale se sont intéressés à l'évolution des paysages et à l'histoire des aménagements fluviaux dès les années 1930. Dans sa thèse sur la moyenne Garonne, P. Deffontaine (1932) a procédé à une mise en perspective non pas chronologique mais rétrospective pour étudier le changement des paysages ruraux de la vallée. Cependant la méthodologie développée par l'approche géohistorique trouve ses fondements dans les travaux pionniers de R. Dion sur le Val de Loire (1933 et 1961). Dans une perspective diachronique, R. Dion a procédé à l'analyse de l'adaptation des établissements humains à la topographie fine et à la variation des cotes de submersion en lien avec le développement et la surélévation de l'endiguement. L'auteur a ainsi reconstitué la genèse des levées de la Loire depuis le XIIe siècle et analysé l'évolution du profil des levées depuis le XVIe siècle en relation avec la chronologie et les caractéristiques des inondations, observées plus finement sur la période 1845-1929 (observation quotidienne des hauteurs d'eau sur les principales stations du cours de la Loire pour analyser les caractéristiques des débordements, la fréquence des submersions, leur répartition mensuelle et leur durée).

Plus récemment, B. Desailly (1990), J.-M. Antoine (1992) et D. Cœur (2003) ont développé des approches parentes dans les Pyrénées orientales et dans les Alpes, appliquées à des cours d'eau torrentiels jusqu'alors peu étudiés, du moins sous cet angle. L'approche de ces auteurs est basée sur la reconstitution de la chronique des inondations sur la période d'étude (XVIIe-XXe siècles) pour apprécier le rôle déclencheur des événements importants dans la transformation des modes de gestion des crues et de leurs débordements. A la lumière de cet inventaire, qui fait ressortir une alternance de périodes concentrant des événements importants et des phases plus ou moins longues d'accalmie, les auteurs analysent le processus complexe de gestion du risque depuis les motivations explicites et implicites des différents acteurs (analyse de discours des différents groupes sociaux) jusqu'à la réalisation concrète des mesures de gestion. Il s'agit de diagnostiquer, dans une

perspective diachronique à l'échelle historique (plusieurs siècles), l'emprise et les conséquences spatiales des inondations en relation avec les actions de gestion mises en œuvre, pour apprécier le rôle déclencheur des événements catastrophiques dans la transformation des modes de gestion. La méthodologie est basée sur une analyse critique des archives textuelles et iconographiques disponibles (tirées essentiellement des départementales) et de la littérature existante.

La géohistoire systémique, quant à elle, introduit la notion de variabilité spatio-temporelle appliquée à l'aléa et à la vulnérabilité. Si le risque résulte du croisement entre aléa et vulnérabilité (Dauphiné, 2001), aléa comme vulnérabilité évoluent, et cette évolution varie en fonction des échelles d'observation. L'accent est mis sur le rôle des héritages des politiques de gestion et des aménagements et structures de gestion qui en découlent (Laganier, 2002 et 2006). A l'échelle du bassin versant et à un pas de temps historique, l'évolution de l'occupation des sols modifie les terroirs hydrologiques et joue donc sur les volumes ruisselés ainsi que sur le temps de transfert bassin versant/lit mineur (Scarwell et Laganier, 2004). L'approche géohistorique s'intéresse également à la dialectique entre risque et urbanisation, notamment au fait que la vulnérabilité évolue en relation avec la modification de l'occupation du sol : de nombreuses études mettent en avant l'augmentation de la vulnérabilité due au développement des enjeux en zones inondables (*ibid.* ; Veyret et al, 2003 ; Dauphiné, 2001).

R. Laganier appréhende ainsi le risque d'inondation sous l'angle des interactions entre la société et l'hydrosystème dans une perspective de territorialisation, en tant qu'élément d'organisation spatiale (Laganier, 2002 ; Laganier et Scarwell 2004 ; Laganier *et al.*, 2006). Les interactions homme-milieu ne peuvent être appréhendées sans prendre en compte à la fois le temps et l'espace, ce qui ouvre sur la notion de variabilité spatio-temporelle du risque et des dynamiques qui le composent. L'auteur développe des méthodes d'approche complémentaires selon un jeu scalaire, en particulier les outils de la cartographie (télédétection et systèmes d'information géographique notamment) qui permettent de spatialiser les interactions, et ceux de l'approche socio-spatiale basée sur un travail d'enquête permettant l'analyse des enjeux et des réseaux d'acteurs. Il s'intéresse à l'évolution historique du système du risque, qui permet d'analyser la territorialisation de la contrainte fluviale : il s'agit de comprendre les modalités de gestion actuelle et leur traduction spatiale à la lumière des héritages des politiques de gestion passées. L'approche géohistorique ouvre également sur une dimension prospective à travers une démarche d'évaluation des politiques publiques de gestion, dont elle doit favoriser l'appropriation collective.

L'approche géohistorique peut par ailleurs être enrichie par les travaux de la dynamique fluviale, de la géomorphologie dynamique et de la géoarchéologie, qui viennent enrichir le concept classique d'aléa basé sur l'hydrologie.

I.2.b. De l'équilibre dynamique à la métamorphose fluviale: l'enrichissement du concept d'aléa par la notion d'instabilité

La définition classique de l'aléa est basée sur hydrologie. Les crues et les inondations ont été progressivement décrites par des critères mesurant leur puissance (durée, débit de pointe, forme de l'hydrogramme de crue, volume ruisselé et écoulé), leur fréquence, et leur extension dynamique. Le caractère normal ou exceptionnel d'une inondation peut être défini grâce à la combinaison de ces différents critères, selon une approche statistique ou climatologique (Laganier et Davy, 2000).

La méthode hydrogéomorphologique de détermination des zones inondables, qui s'est développée en lien avec l'élaboration de la méthode PER (Garry, 1994; Garry *et al.*, 2002), a contribué à affirmer le rôle et la place des cartes dans la connaissance, l'étude et la gestion du risque d'inondation. Fondée sur une différenciation spatiale des héritages, elle vise à étudier la plaine alluviale et le fonctionnement des cours d'eau, et s'appuie sur une utilisation complémentaire du travail de terrain et de la télédétection, en particulier l'analyse stéréoscopique des photographies aériennes (Garry et Doridot, 1987; Lambert et Prunet, 2000; Prunet et Vidal, 2001). Il s'agit d'étudier les courbes-enveloppes des crues historiques et de repérer les transformations d'origine anthropique ayant pu modifier le fonctionnement hydraulique de la plaine (notamment les obstacles à l'écoulement de crue). Cette approche s'appuie sur les concepts de lits mineur, moyen et majeur pour identifier trois ou quatre unités fonctionnelles dans une plaine alluviale moderne (Garry *et al.*, 2002). Une notion essentielle est celle de débit à pleins bords, noté Q_{pb} , dont la fréquence est fonction de la taille du bassin versant dans un contexte régional relativement homogène (Petts, 1977), et au-delà duquel les crues débordent dans la plaine alluviale et peuvent avoir une action morphogène (Bravard et Petit, 1997). On distingue ainsi les crues non débordantes, contenues dans le lit mineur, les crues fréquentes qui modèlent le lit moyen et les crues rares à exceptionnelles, qui parcourent les lits majeurs ordinaire et maximal (Garry *et al.*, 2002). On a ainsi une hiérarchisation de l'aléa sans doute plus pertinente au regard de la réalité du phénomène d'inondation que celle basée sur des périodes de retour apparemment très précises mais pourtant dépendantes de la période d'observation (Masson, 1993; Garry *et al.*, 2002; Lambert et Prunet, 2000; Bravard, 1998).

La méthode hydrogéomorphologique peut être perfectionnée en replaçant la période actuelle dans le cadre de l'évolution des lits majeurs sur le temps long, depuis l'Holocène, et à l'échelle historique.

Le concept classique d'aléa, basé sur l'hydrologie, s'enrichit en effet d'une mise en perspective dans le temps et dans l'espace, grâce aux concepts récents de la géomorphologie dynamique et aux apports de la géoarchéologie (Bravard et Salvador, 1999). Depuis une quinzaine d'années, la géomorphologie s'est en effet complexifiée grâce aux outils de la systémique, empruntés à la thermodynamique (Bravard, 1998). L'intérêt que l'on peut trouver à ces nouvelles approches est de prendre en compte sur la longue durée le fonctionnement de la totalité des flux et des formes au sein du bassin versant, en dégagant des interactions (Bravard et Petit, 1997) par un jeu d'emboîtement d'échelles spatio-temporelles.

L'apport essentiel de ces travaux est l'abandon de l'idée de stabilité, et même d'«équilibre dynamique», au profit des notions fondamentales de réversibilité et de mobilité, introduites par le concept intégrateur de système fluvial pris dans ses quatre dimensions spatio-temporelles (Schumm, 1977; Roux, 1982; Amoros et Petts, 1993; Bravard et Petit, 1997) et la notion de métamorphose fluviale (Starkel, 1983). Les chenaux et le lit majeur, définis par des variables internes, ou variables géométriques, s'auto-ajustent aux flux liquides et sédimentaires en transit, appelés variables de contrôle ou variables externes. La notion de métamorphose fluviale désigne un changement d'état durable de tronçons fluviaux au sein du système (Bravard, 1998). Il s'agit d'un bouleversement du fonctionnement du système causé par un «forçage» externe, autrement dit une perturbation, d'origine climatique ou anthropique, entraînant le franchissement d'un seuil au-delà duquel le système bascule vers un autre état, par exemple le passage d'un style en tresses à un style à méandres. Le temps de réaction-relaxation varie en fonction de la possibilité d'ajustement dynamique du système par la mise en œuvre de processus de rétroaction positive ou négative (Bravard et Petit, 1997).

Dans son étude des usages passés et de l'écologie de la Garonne, M. Fortuné (1988) adopte ainsi une perspective historique, globale et comparative afin d'analyser les interactions entre la société et le fleuve depuis la fin du XVIIIe, sous l'angle du

fonctionnement écologique et de l'ajustement du fleuve aux perturbations anthropiques. L'analyse est basée sur l'étude de documents cartographiques et photographiques, de documents d'archives et de la littérature existante. S'appuyant sur le concept d'hydrosystème fluvial, L. Astrade (1996) a quant à lui cherché à déterminer et à caractériser le fonctionnement de l'hydrosystème de la Saône en crue en prenant en compte l'influence des héritages géomorphologiques et l'impact des actions humaines menées depuis le milieu du XIXe siècle sur la dynamique fluviale, selon un jeu d'emboîtement d'échelles spatio-temporelles. Ces deux auteurs abordent la crue non pas comme un handicap contre lequel il faut lutter, mais comme une composante du fonctionnement naturel des milieux humides, qu'il faut intégrer au développement et préserver, voire restaurer.

La notion de métamorphose fluviale a été appliquée à la paléodynamique par le Polonais L. Starkel (1983), qui a mis en avant l'importance des notions de couplage-découplage des versants et du fond de vallée, sous impact climatique et anthropique¹, qui contrôlent les crises érosives, donc les entrées sédimentaires (fig. 1). Cette démarche a ensuite été reprise et complétée par la géoarchéologie, qui reconstitue par un travail interdisciplinaire les paléofonctionnements et les paysages qui leurs sont associés, grâce à différents marqueurs temporels et aux descripteurs de fonctionnement que sont les paléochenaux (Bravard et Salvador, 1999). Nous avons déjà évoqué les perspectives apportées à l'étude du risque fluvial en milieu urbain par les travaux de la géoarchéologie : l'histoire de la construction urbaine s'enrichit de la prise en compte des interactions de l'urbanisation avec des contraintes de site non stabilisées (Bravard, 2007).

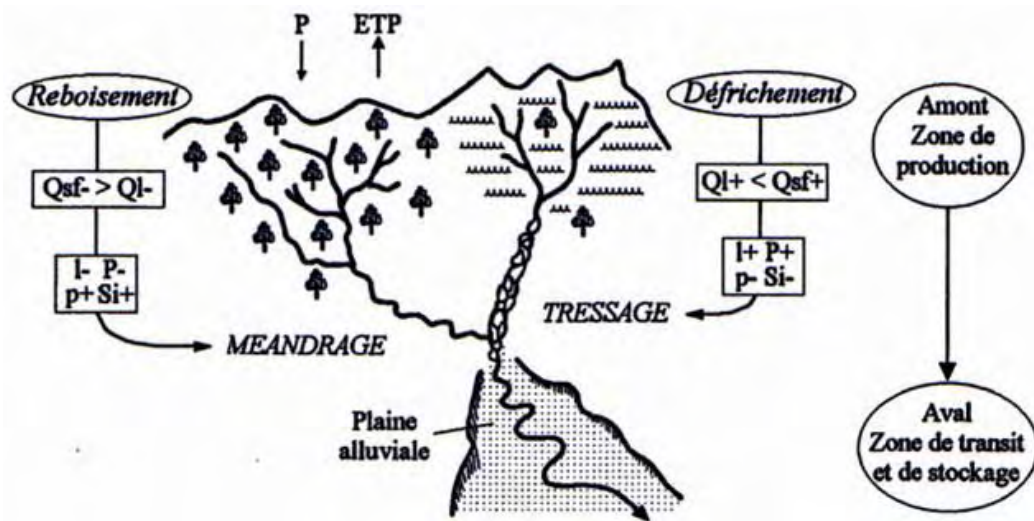


Fig. 1. Ajustement des lits fluviaux aux flux liquides et sédimentaires

(source: Bravard, 1998).

En d'autres termes, l'histoire de la dynamique fluviale introduit dans le jeu du risque la notion fondamentale d'instabilité et enrichit la notion d'aléa, basée jusqu'ici uniquement sur l'hydrologie : le support physique de la crue évolue, connaît des pulsations verticales dans les systèmes à forte énergie, qui réagissent aux perturbations climatiques et anthropiques. Le raisonnement porte ici sur un temps plus long et un espace plus vaste que ceux envisagés par l'ingénieur, qui ne considère que la modification du lit mineur et seulement à l'échelle d'une crue donnée. Le géomorphologue prend en compte la métamorphose durable, sur un temps plus long, non seulement du lit mineur mais aussi de

¹ On trouve la trace de défrichement agro-pastoral à partir du Néolithique

ses marges. On a donc une instabilité des conditions de site : à hydrologie égale, à occupation humaine égale, la transformation de l'enveloppe fluviale modifie l'aléa et donc le risque.

L'étude des dynamiques: des temporalités différentes selon les secteurs

Les outils de la systémique et le jeu d'emboîtement d'échelles spatiales et temporelles permettent d'approcher, de décrire et de comprendre la complexité du système fluvial. Plus largement, nous pensons que cette méthode se prête très bien à l'étude du risque en milieu fluvial dans son ensemble.

L'objectif de l'approche géomorphologique est d'identifier les héritages qui jouent sur les processus actuels, de diagnostiquer d'éventuels changements en cours et de prévoir des déséquilibres potentiels. Par rapport au système hydrologique, le système géomorphologique se caractérise donc par l'analyse de la dynamique des flux au moyen d'un jeu d'emboîtement d'échelles spatiales et temporelles. Il faut une fois encore insister sur l'importance de la durée, en interaction avec l'espace, et où se combinent différents pas de temps :

- Tout d'abord, l'échelle du Tardiglaciaire et de l'Holocène permet l'étude des changements climatiques majeurs et des processus géomorphologiques globaux qui affectent le fonctionnement du système (Bravard et Gilvear *in* Amoros et Petts, 1993).
- L'échelle historique, dans laquelle le géographe est particulièrement à l'aise, se prête à l'étude des impacts anthropiques directs et indirects des travaux d'ingénierie et des changements d'occupation du sol. C'est également le cadre d'influence de la péjoration climatique du Petit Age Glaciaire (XIVe-XIXe s.), très probablement marquée par des crues différentes de ce qu'elles sont aujourd'hui et une très abondante charge de fond, provoquant l'exhaussement, l'élargissement et l'instabilité de la bande active, ainsi que l'aggravation des inondations (Bravard, 1998).
- L'échelle contemporaine, voire actuelle, est pertinente pour l'étude des hydrosystèmes très perturbés et particulièrement réactifs.
- Les scénarios du futur, sur la base de nos connaissances actuelles.

I.2.c. Théorie de l'auto-organisation critique appliquée au risque

La théorie de l'auto-organisation critique, qu'A. Dauphiné suggère d'appliquer à l'étude des risques (A. Dauphiné, 2001), relève elle aussi de la prise en compte des dynamiques. Cette approche s'inscrit dans le cadre de la théorie plus générale du chaos, à laquelle s'apparente l'approche systémique. Le comportement des systèmes auto-organisés est régi par deux lois fractales : d'une part, ces derniers « subissent une double évolution, une évolution générale très lente, et des évolutions très brutales pendant un intervalle de temps très bref », d'autre part, les mécanismes auto-organisés critiques « façonnent des structures spatiales fractales » (*ibid.*). On a donc un temps long, que P. Péguy (2001) qualifie d'horizontal, inhérent au fonctionnement de chaque système, et un « temps-action », issu de systémogénèses successives, qui introduit la verticalité. Cette approche de la complexité par le temps se combine là encore avec l'organisation spatiale, marquée par la prise en compte d'objets à dimension fractale, aux limites imprécises.

II. Problématique du risque d'inondation dans le corridor du « Y lyonnais » : pour une approche géohistorique et systémique du risque en milieu fluvial urbain et périurbain

II.1. Problématique du risque fluvial dans le Y lyonnais

Notre démarche, qui prend acte de l'extrême complexité du risque fluvial en milieu urbain et périurbain, se situe au croisement des approches globale, systémique et géohistorique, et vise à étendre la prise en compte de la variabilité spatiotemporelle à l'ensemble des dynamiques qui conditionnent le risque. L'objectif est d'analyser, par un jeu d'emboîtement d'échelles de temps et d'espace, le système du risque et ses composantes, qui sont autant de sous-systèmes en interaction. Autrement dit, nous proposons d'étudier en quoi les dynamiques du milieu (morphodynamiques), de l'hydrologie, de l'occupation du territoire (développement économique et social et extension spatiale de l'urbanisation), de l'endommagement et des perceptions du risque, mises en œuvre dans la durée, et étudiées selon différents pas de temps, conditionnent le risque en milieu fluvial.

Cette approche est travaillée à l'échelle de l'agglomération lyonnaise au sens large, et plus particulièrement sur le corridor fluvial de ce qu'on peut appeler le « Y lyonnais », formé par trois tronçons qui s'articulent autour de la confluence du Rhône et de la Saône (fig. 2):

- La Saône à l'aval de la confluence de l'Azergues, au droit de la ville de Trévoux, jusqu'à la confluence au Rhône,
- Le Haut-Rhône depuis le barrage de Jons, qui marque l'entrée dans la plaine de Miribel-Jonage, à la diffuence des canaux du même nom, jusqu'au confluent du Rhône et de la Saône.
- Le Rhône à l'aval de Lyon, du confluent jusqu'à la restitution du canal de fuite de Pierre-Bénite, à Ternay.

La particularité du « Y lyonnais » se fonde dans l'ancienneté des rapports entre la ville et les fleuves, puisque la construction de Lyon remonte à l'Antiquité gallo-romaine (49 avant J.-C.). A l'origine, l'essentiel des sites primitifs se situe hors des lits majeurs du Rhône et de la Saône¹. Par la suite, la croissance urbaine exige de nouveaux espaces, et entraîne le dépassement des sites originels et l'occupation progressive de la plaine alluviale. L'hypothèse est qu'il y a alors très probablement interaction entre le système fluvial, l'urbanisation et les aménagements suscités par l'agglomération, en lit mineur et en lit majeur, et le risque. L'urbanisation du corridor fluvial semble en effet marquée par des interactions complexes dans le temps et dans l'espace avec :

- Les fluctuations de l'enveloppe fluviale et les crues, qui modifient les conditions de site et les caractéristiques des inondations.
- L'hydrologie des crues, leur fréquence, et les dommages qu'elles engendrent, qui matérialisent le risque.

¹ Néanmoins, des travaux récents ont mis en évidence une occupation très ancienne sur le site de Vaise (Franc *et al.*, 2007), avant le peuplement des collines de Fourvière et de la Croix-Rousse, sur lesquels la ville gallo-romaine s'est ensuite développée.

- Un faisceau d'impact directs et indirects dus aux aménagements suscités par l'agglomération, tant en lit mineur qu'en lit majeur.
- Les dynamiques de perception et de gestion du risque, liées à l'endommagement et aux enjeux socio-économiques et politiques de l'inondation.



Fig. 2. Le corridor fluvial du « Y lyonnais ».

II.2. Originalité de la démarche

Le risque en milieu fluvial reste bien souvent analysé essentiellement à un instant t , ou du moins sur des chenaux considérés comme stables dans le temps.

A notre connaissance, la prise en compte de la variabilité de l'aléa ne concerne que la composante hydrologique de ce dernier. L'approche géohistorique s'intéresse à la chronologie des crues et des inondations pour diagnostiquer l'alternance de phases de calme et de stress hydrologique afin d'interroger leur rôle dans la mise en œuvre de politique de gestion. La géohistoire systémique, quant à elle, prend en compte deux facteurs d'évolution d'origine anthropique : l'impact des changements d'occupation des sols sur l'augmentation des volumes ruisselés (échelle du bassin versant) et les obstacles formés par les aménagements qui modifient les conditions d'écoulement de la crue (échelle du risque). Mais, dans les systèmes réactifs tels le Rhône, il convient de tenir compte également de la modification de l'enveloppe physique de la crue par l'ajustement du système fluvial aux variations hydroclimatiques sur le temps long, et aux perturbations anthropiques sur un temps plus court. L'approche géohistorique systémique, qui s'intéresse à la variation de l'aléa et de la vulnérabilité dans le temps, est ainsi enrichie par la prise en compte de l'aléa géomorphologique.

L'approche hydrogéomorphologique, pour sa part, prend en compte les héritages géomorphologiques mais ne considère pas la mobilité de l'enveloppe physique des crues sous contrôle climatique et anthropique, ni l'incidence de ces variations sur le risque en milieu fluvial.

Par ailleurs, l'étude des interactions - quant il est question d'interactions relevant d'une même complexité et non de simple superposition de deux réalités parallèles, comme c'est souvent le cas notamment en matière de cartographie réglementaire - n'est pas si répandue dans l'étude du risque, ou du moins elle ne nous semble pas exploitée à sa juste mesure.

Les approches comportementaliste et globale sont bien fondées sur l'étude des interactions, mais elles s'intéressent surtout aux représentations et à la vulnérabilité en tant que système, qui dépendent elles-mêmes des caractéristiques de l'aléa.

L'approche phénoménologique, quant à elle, étudie bien l'impact des actions humaines sur le risque et son aggravation, à partir d'une étude de l'endommagement pris en tant que matérialisation du risque, mais la dynamique du milieu reste très peu prise en compte. La relation de causalité ne va bien souvent que dans un sens : elle s'intéresse à l'anthropisation de l'aléa mais pas à l'adaptation sociétale à la modification de la contrainte naturelle. En plus de cela, l'analyse du risque est menée de façon synchronique et n'est pas enrichie de la profondeur temporelle.

Notre démarche est donc novatrice en ce sens qu'elle vise à étendre la prise en compte de la variation et de la variété spatio-temporelles à l'ensemble des composantes du risque en milieu fluvial, pris en tant que système complexe issu de l'interaction des différentes dynamiques qui le façonnent. Ce travail s'intègre dans un effort de recherche marqué par le souci de la prise en compte des interactions nature-sociétés et de l'intégration du temps et de l'espace comme clé de lecture du risque. On est bien loin de l'équation classique du risque, comme le montre le schéma synthétique de la figure 3. Ce schéma conceptuel a été proposé par J.-P. Bravard (2003) à propos du risque dans le bassin du Haut-Rhône. La démonstration s'appuie sur ce modèle conceptuel et le complète par la prise en compte du jeu d'acteurs et du rôle des représentations du risque dans les choix des politiques de gestion. L'hypothèse est qu'il se dégage très probablement différents sous-systèmes spatiaux en fonction de la proximité des territoires vis-à-vis du cœur urbain. Pour analyser les interactions spatio-temporelles entre les dynamiques naturelle et sociétale, l'approche systémique s'appuie sur une méthodologie cartographique basée sur l'utilisation d'un SIGéohistorique dont les bases méthodologiques sont explicitées à la fin de ce chapitre.

Le risque en milieu fluvial urbain et périurbain est un système complexe, à l'interface nature-société, qui évolue dans le temps et dans l'espace. Les différentes dynamiques qui le composent interagissent sur une durée plus ou moins longue, et modifient ainsi l'aléa et/ou la vulnérabilité, contribuant à façonner et à faire évoluer la structure spatiale du risque. Aux pas de temps et sur les espaces considérés, l'évolution n'est pas la même.

D'une part, l'aléa évolue du fait de la variation des flux liquides et sédimentaires. Ces changements se font à la fois sous contrôle climatique, avec l'alternance de phases de calme hydrologique et de périodes de crises hydroclimatiques qui se traduisent par une augmentation de la contrainte fluviale, et par impact anthropique. L'impact des actions humaines joue à la fois à l'échelle du bassin versant, à travers l'évolution de l'occupation du sol et l'artificialisation du régime par les barrages, et sur l'espace du risque où il peut y avoir des modifications directe et/ou indirecte des conditions d'écoulement par les aménagements réalisés en lit mineur (travaux de génie civil réalisés pour endiguer ou approfondir le chenal) et en lit majeur (remblais, constructions bâties, voies de communication).

Parallèlement, la vulnérabilité augmente elle aussi, surtout lors des périodes où la contrainte fluviale est moins forte : on a un « risque résiduel » au sens de Lascoumes, et une « vulnérabilisation »¹ qui modifie et fragilise « en sourdine » le système du risque (B. Tamru, 2002 ; Bravard, 2003 ; Combe, 2004). La vulnérabilisation peut se traduire par une augmentation de la vulnérabilité comme par une augmentation de l'aléa. Cette fragilisation est révélée par l'occurrence d'événements exceptionnels ou par le retour à une phase de crise hydrologique.

Insistons sur l'importance du temps de la crise, en tant que phénomène déstabilisateur qui éprouve la résilience du milieu et des sociétés et fait évoluer le risque d'inondation dans ses manifestations physiques, dans sa perception et dans sa gestion (C. Combe, 2002). Les perturbations vont en effet entraîner des mécanismes dits de rétroaction positive ou négative agissant sur l'aléa et/ou la vulnérabilité, qui vont à leur tour augmenter le risque (rétroaction positive) ou le réduire (rétroaction négative). L'efficacité de ces processus dépend de la résilience de l'hydrosystème et de la société.

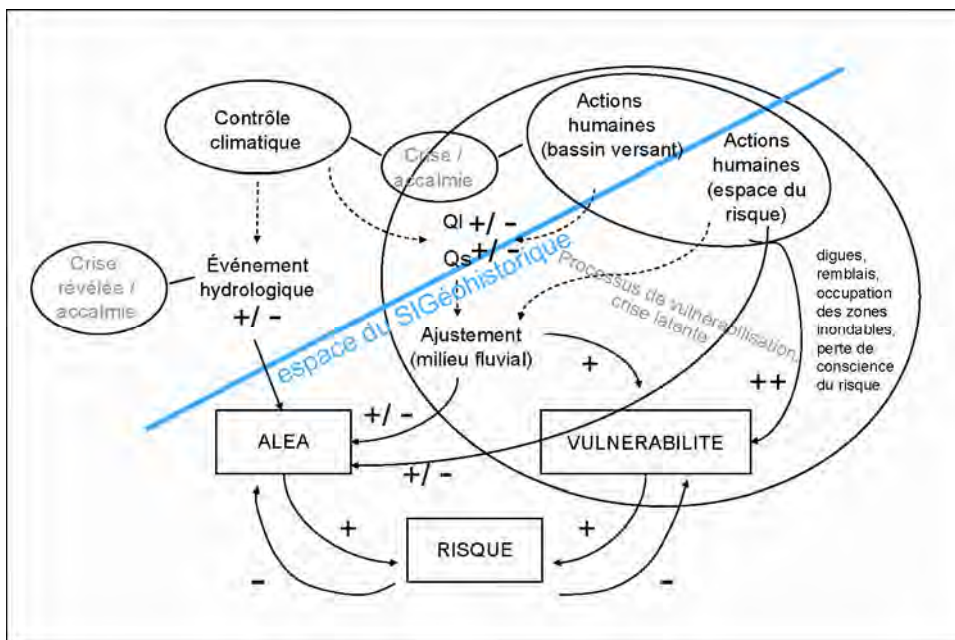


Fig. 3. Variabilité spatio-temporelle du risque en milieu fluvial

(d'après Bravard, 2003, modifié).

Qu'en est-il de l'évolution de l'aléa, de la vulnérabilité, du risque, selon les pas de temps et les espaces considérés? Quelle est la capacité d'adaptation de la société aux perturbations? Quelles sont les actions humaines qui vont avoir une action sur le risque, qu'elles soient volontaires ou inconscientes? Autrement dit, qu'en est-il des interactions entre l'aléa, les aménagements et l'urbanisation?

En fonction de ce complexe d'interactions très spatialisé, et donc éminemment géographique, qu'en est-il de la prise en compte du risque par les édiles? Qu'est-ce qui sous-tend l'action, la prise de décision ou son absence? Un des objectifs de la démarche, à travers l'analyse de la territorialisation des politiques de gestion du risque d'inondation sur la

¹ Le terme de vulnérabilisation a été proposé par B. Tamru (2002) à propos de l'émergence du risque d'inondation à Addis-Abeba, puis complété par j.-P. Bravard (2003)

période d'étude, est d'interroger le gradient ville/campagne par rapport à la contrainte fluviale. Nous avançons l'hypothèse de l'existence d'un gradient pôle de protection active contre les crues dans le cœur urbain/pôle de passivité sur les marges qui subissent l'inondation pour protéger l'urbain.

C'est à ces questions que nous allons tenter de répondre, en travaillant notre approche à partir de l'étude du risque d'inondation par les crues du Rhône et de la Saône dans l'agglomération lyonnaise.

II.3. Cadre de travail et application de la recherche

Notre doctorat s'inscrit dans le cadre du programme de recherche du CNRS « Zone Atelier Bassin du Rhône », dont le « Y lyonnais » est un des sites pilotes. La ZABR vise à favoriser le travail interdisciplinaire entre une vingtaine de laboratoires selon plusieurs thèmes de recherche, dont un des plus importants est l'aide à la prise de décision pour l'aménagement du territoire. A ce titre, ce travail a été inséré dans la politique de gestion actuelle du risque fluvial dans la région lyonnaise. La sensibilisation des acteurs à l'importance de la prise en compte du temps et de l'espace et la concrétisation de cette volonté d'application de nos recherches a été un point essentiel de la démarche. Un des apports majeurs concerne la reconstitution de la mémoire du risque par la prise en compte des interactions crue/urbanisation/aménagements. L'enjeu est de comprendre le présent, et de permettre de mieux appréhender les évolutions à venir, à la lumière des héritages du passé.

III. Méthode d'investigation et outils d'analyse

Notre méthode d'approche consiste en une analyse diachronique et spatiale des différentes dynamiques qui composent le risque d'inondation, selon un jeu d'emboîtement d'échelles spatio-temporelles. Il s'agit de suivre, de comprendre et d'interpréter efficacement l'évolution du risque par la prise en compte des différentes dynamiques qui le composent et l'étude de leurs interactions.

III.1. Les différentes échelles temporelles de l'analyse diachronique

Si la longue durée permet une mise en perspective nécessaire pour mieux comprendre le risque et les interactions qui le fondent, notre analyse portera essentiellement sur l'échelle historique et le temps court, soit environ les deux derniers siècles. En effet, la croissance de Lyon nécessite la conquête de nouveaux quartiers gagnés sur l'espace alluvial à partir de la fin du XVIII^e siècle, qu'on a cherché ensuite à protéger contre les inondations.

C'est surtout à partir de la deuxième moitié du XIX^e siècle que commence l'essor des actions humaines en lit mineur et en lit majeur, sur l'espace du risque comme à l'échelle du bassin versant (il est bien entendu inutile de préciser que les interactions homme-nature existent déjà à l'Holocène, et jouent un rôle sur les crises érosives) : les grands travaux d'endiguement commencent dès 1837-38 (le Service Spécial du Rhône est créé en 1838). C'est aussi le moment d'occurrence des deux dernières manifestations hydrologiques de la péjoration climatique du Petit Age Glaciaire que sont les crues catastrophiques de 1840 et 1856. Par ailleurs, on dispose à partir de là d'observations précises et d'une documentation abondante concernant les grandes inondations, qui permettent une analyse fine du risque.

III.2. La territorialisation du risque et de ses évolutions: les arguments du Système d'Information Géohistorique

La méthodologie mise en œuvre est basée sur la réalisation et l'analyse de cartes afin de spatialiser les différentes dynamiques et voir comment elles évoluent dans le temps. Cela passe par la mise au point d'un SIG historique, pris en tant qu'outil d'analyse à la fois diachronique et incrémental des dynamiques et des interactions.

Un des intérêts des SIG est de permettre le traitement de données tant qualitatives que quantitatives, en associant une base de données, des objets géographiques et des images raster géoréférencées. L'outil se prête à la gestion de données complexes : il permet aussi bien de structurer et de spatialiser des données existantes que de procéder à des analyses spatiales et à des traitements statistiques de ces données. Le géoréférencement des données permet de superposer des cartes à différentes dates et d'analyser et représenter l'évolution du risque dans le temps, selon une approche multiscalaire. En ce sens, cette approche se différencie de l'analyse historique classique, puisqu'il s'agit ici d'identifier et d'étudier les interactions spatiales des différentes composantes du risque sur un même territoire, à l'échelle locale et régionale.

Par un jeu d'échelle, le SIG historique permet d'identifier des secteurs où le risque évolue, dans le sens d'une aggravation ou d'une réduction. Un des apports majeurs de la spatialisation des dynamiques au moyen du SIGéohistorique concerne ainsi l'interprétation de la situation géographique du risque : visuellement, on voit apparaître une structuration des phénomènes, une territorialisation du risque entraperçue jusque-là à partir de documents ponctuels. Cette approche du SIG dans une perspective narrative est inspirée des travaux du géographe américain J. Sinton, qui a développé une approche spatiale et diachronique basée sur la cartographie sur les villes de Philadelphie et Cologne (Sinton, 1999 et 2001). La capacité narrative et analytique du S.I.G. s'insère ainsi dans la démarche du géographe, elle est complétée en amont et en aval par un travail d'enquête et de terrain ainsi que par un discours d'interprétation des cartes obtenues.

On obtient finalement des cartes évolutives, comme les séquences successives d'un film, qui, fortement enrichies par un discours de reconstruction et d'interprétation tiré de l'analyse et du recoupement des différentes sources, permettent de représenter les évolutions spatio-temporelles afin de comprendre le risque actuel à la lumière des interactions entre l'hydrosystème et l'aménagement de la plaine suscité par l'urbanisation.

Le SIG historique permet donc de combiner diverses sources d'information, historique et contemporaine, sur un espace donné. Les données rassemblées ont été collectées à partir du croisement de sources écrites, cartographiques et photographiques, complétées par des vérifications sur le terrain ainsi que par des entretiens semi-directifs avec les acteurs de la gestion du risque. Les sources sont mentionnées et critiquées dans les métadonnées accompagnant chaque fichier.

L'espace couvert par le SIG est celui du risque proprement dit ; l'échelle du bassin versant est bien sûr intégrée dans la démarche, mais elle n'est pas prise en charge par le SIG historique (cf. fig. 3). Le SIG est pensé selon deux échelles spatiales emboîtées, de précision différente et représentées sur la figure 4 : le Y lyonnais dans son ensemble, renseigné avec une précision allant du 1/20 000^e au 1/80 000^e, et un zoom plus précis sur le cœur urbain, au 1/10 000^e.

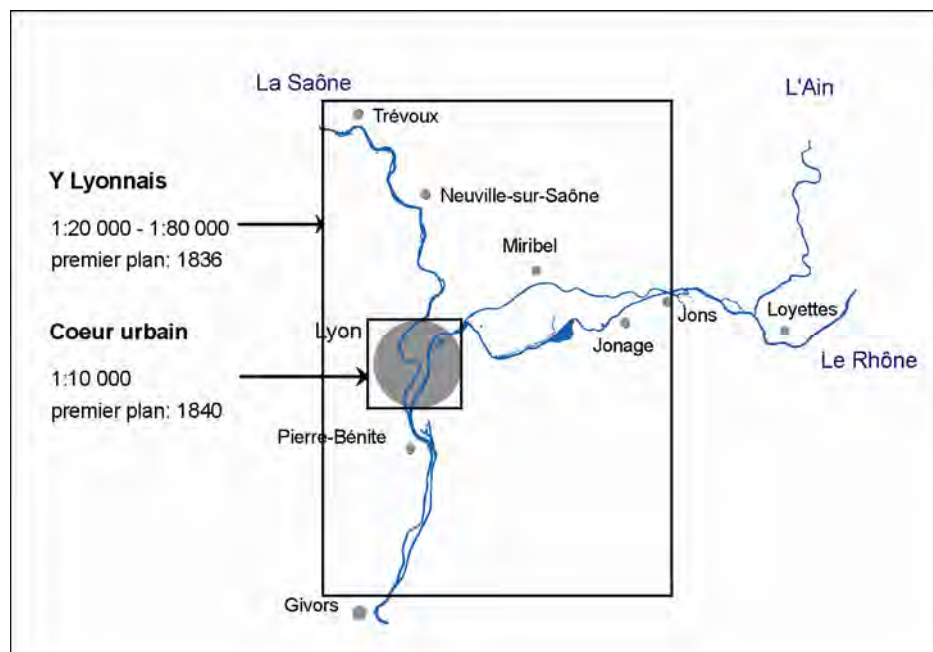


Fig. 4. Les deux échelles spatiales du SIGéohistorique « Y lyonnais ».

III.3. Les sources employées et leur traitement

La démarche s'appuie sur le recouplement et l'analyse critique de différentes sources documentaires écrites, cartographiques, photographiques, sur un travail de terrain et d'enquête mené auprès des acteurs locaux. Il s'agit d'associer, sur l'ensemble de la période :

- Une **analyse critique de la littérature existante** : études hydrauliques et techniques, notamment études d'impact préalables à la réalisation de travaux, travaux universitaires, ouvrages érudits (essentiellement des récits d'inondations).
- Un **travail à partir d'archives** communales (en particulier les archives municipales de Lyon et celles de la bibliothèque municipale de Lyon) et départementales (série S des Ponts-et-Chaussées, qui concerne les travaux publics et l'entretien des cours d'eau et des canaux) et de différentes administrations (Service de la Navigation Rhône Saône, Direction Régionale de l'Environnement, Compagnie Nationale du Rhône, Syndicat Mixte d'Etude pour l'Aménagement du bassin de la Saône et du Doubs)

La méthode mise en œuvre a consisté en une démarche hypothético-déductive : pour pousser plus avant nos hypothèses, il s'est avéré utile de compléter le travail d'archives mené dans les deux premières années du doctorat pour préciser certains points ou vérifier certaines hypothèses. Nous avons ainsi dépouillé plus de 150 mètres linéaires d'archives. Ce travail systématique a permis d'enrichir certains faits connus, et surtout de faire de nouvelles découvertes qui semblent ne jamais avoir été analysées jusque-là.

- Une **étude de la presse écrite**, qui renseigne en particulier sur la perception du risque et peut fournir des informations ponctuelles sur une inondation (conditions météorologiques et caractéristiques de l'aléa), l'endommagement et l'organisation des secours, notamment.

- L'étude de **gravures, de photographies et de cartes postales anciennes**. Les documents iconographiques et photographiques apportent des renseignements sur l'état du paysage alluvial, la morphologie du bâti et les types d'activités, ou encore la dynamique d'une crue historique et l'extension d'une inondation.
- Le **travail de terrain à proprement parler**, qui vient en particulier préparer et compléter l'étude des cartes.
- Des **entretiens libres ou semi-directifs** avec les acteurs du territoire et de la gestion du risque (essentiellement les administrations, les maires des communes, les syndicats).

Précisons ici que notre travail n'a pas porté sur une analyse formalisée du jeu d'acteurs mais sur une approche plus pragmatique de la question. Il s'agit de comprendre ce qui sous-tend la prise de décision d'une action ou son absence, autrement dit ce qu'il en est de la logique de la gestion du risque. Quelles sont les revendications des communes vis-à-vis de l'inondation ? Quelle est la réaction de l'administration ? Les politiques sont-elles globalisées ou territorialisées, et qu'est-ce qui les sous-tend ? Qu'en est-il du gradient ville-campagne par rapport à l'inondation ?

- L'**analyse diachronique de documents cartographiques existants**, qui fournissent des données brutes concernant les territoires, qui renseignent en particulier sur l'occupation des sols et le paysage alluvial, et permettent de situer et contextualiser les aménagements qui vont avoir un impact sur le risque.

Une des premières étapes fut de dresser un inventaire local et national des cartes et plans anciens couvrant l'espace du Y lyonnais pour la période des XIXe-XXe siècles. C'est à partir de ce tour d'horizon qu'une stratégie d'acquisition des données a pu être définie, avant de sélectionner, acquérir, scanner et géoréférencer les documents pertinents.

On a la chance de disposer sur Lyon et ses environs d'une bonne série chronologique sur notre période d'observation. Deux corpus de données ont été constitués :

- Cinq séries de cartes géoréférencées

Trois séries de cartes topographiques anciennes au 1/40 000^e ou 1/50 000^e, scannées par l'IGN puis géoréférencées par le CRENAM, à l'Université Jean Monnet de Saint-Etienne. Le travail de recalage n'a pas été aisé, étant donné les caractéristiques variées des types de levés, qu'on ne connaît pas toujours de façon détaillée. La précision du recalage effectué permet approximativement de superposer les différentes cartes au 1/30 000^e (avec malgré tout de fortes variations locales).

Par ailleurs, nous avons recalé les planches au 1/10 000^e des atlas du cours du Rhône et de la Saône des Ponts-et-Chaussées levés au milieu du XIXe siècle et récemment scannées par le Service de la Navigation du Rhône et de La Saône.

On dispose ainsi d'un fond cartographique géoréférencé pour cinq dates : l'actuel, avec les scans 25 de l'IGN, sur lesquels se superposent les cartes de 1836¹, 1860² et 1949¹:

¹ Quatre feuilles des minutes de terrain dessinées au lavis par quart de la feuille de Lyon de la Carte d'Etat-Major, couleur, échelle 1/40 000^e

² Atlas du cours du Rhône et de la Saône dressés par les Ponts et Chaussées, levés et gravés de 1857 à 1866, planches noir et blanc, échelle 1/10 000^e, 1902 [une feuille : Lyon XXX-31 type 1900, couleur, échelle 1/50 000^e

- En plus de ces fonds raster géoréférencés, le SIG historique est alimenté grâce à une base de données de cartes papier (photocopies de cartes topographiques anciennes acquises auprès des archives de l'IGN), à une échelle plus fine allant du 1/10 000^e au 1/25 000^e, concernant l'espace du corridor fluvial à trois dates : 1882², 1950³ et 1972⁴. Ce corpus complète la série chronologique : l'espace est ainsi couvert tous les vingt à cinquante ans de la fin des années 1830 à l'actuel.

L'interprétation des cartes anciennes nécessite un certain nombre de précautions. Il est souvent difficile d'estimer la validité planimétrique et thématique des cartes topographiques anciennes. Certaines sont des minutes de terrain entachées d'une erreur de localisation importante. De plus, les cartes éditées ont souvent fait l'objet de corrections successives sur les plaques originales, ce qui empêche de dater exactement l'état de l'occupation du sol dont elles rendent compte. Par ailleurs, il importe de mener une analyse critique des informations fournies : en effet, la nomenclature n'est pas la même selon les époques, et la même dénomination peut recouvrir des réalités différentes. Enfin, une autre difficulté à prendre en compte tient au fait que les types d'occupation du sol inventoriés varient au fil du temps : certains ne sont figurés qu'à quelques dates seulement.

Objets spatio-temporels pris en compte et spatialisation des données

C'est à partir du support des fonds cartographiques que les objets géographiques nécessaires à l'étude ont pu être spatialisés dans le SIGéohistorique. Les données pertinentes pour notre analyse peuvent être rassemblées selon plusieurs groupes de critères :

- ceux décrivant les phénomènes d'inondation, c'est-à-dire ce qui concerne les caractéristiques des crues historiques et théoriques dommageables, afin de mesurer l'aléa et de voir quelle est son évolution (zones inondées historiquement ou théoriquement inondables obtenues par modélisation dans la topographie actuelle, hauteurs d'eau, direction des principaux courants ; dans certain cas, l'endommagement constaté sur les digues)
- ceux relatifs aux actions humaines en lit mineur et en lit majeur, qui modifient l'aléa (digues avec leurs points de rupture historiques, remblais, obstacles à l'écoulement des crues, extractions, et les réactions du milieu fluvial⁵)
- ceux traitant de la dynamique de l'occupation des zones inondables et des enjeux de l'inondation (bâti, réseau de transport), pour permettre l'analyse des enjeux de l'inondation, de la vulnérabilité des éléments exposés, et également voir la dynamique de l'extension de l'agglomération et des activités qui l'accompagnent.
- les limites administratives qui nous renseignent notamment sur les cadres de gestion du territoire et sur certains des acteurs (cela aide en partie à comprendre ce qui sous-tend la prise de décision d'une protection ou son absence)
- et enfin les documents réglementant le droit des sols, pour étudier la prise en compte du risque et de son évolution par les collectivités locales, en interaction avec les administrations.

¹ Trois feuilles (1942-1952) : XXX-31 (Lyon), XXXI-31 (Montluel) et XXX-32 (Givors), deux factures différentes, couleur, échelle 1/50 000^e

² 11 feuilles couleur ou noir et blanc (1880-1884), échelle 1/10 000^e

³ 15 feuilles type 1922 (1949-1951), couleur, échelle 1/20 000^e

⁴ 11 feuilles type 1922 (1971-74), couleur, échelle 1/25 000

⁵ Il va de soi que les impacts anthropiques doivent être analysés et démontrés, car toute action n'a pas forcément un impact et ce dernier n'est pas toujours démontrable.

La digitalisation des objets est réalisée à partir du support graphique que fournissent les scans géoréférencés. Trois difficultés majeures ont dû être levées lors de cette étape.

La première est liée à la prise en compte du temps dans l'analyse spatiale, et à la traduction de ces changements dans le modèle conceptuel des données. Pour intégrer des objets qui évoluent dans le temps, le moyen le plus simple est d'intégrer les dates-clé en tant qu'attributs dans la base de données géographique (Sinton, 1999 et 2001). Les choses sont plus complexes lorsque les contours d'un même objet varient dans le temps (par exemple, les digues qui sont prolongées, élargies ou exhausées), ou lorsque les changements n'affectent que quelques éléments de la base de données. La solution apportée a consisté à définir des entités homogènes auxquelles ont été associés des états successifs, comportant chacun une date de début et une date de fin.

Un autre problème rencontré tient au géoréférencement, qui oblige à localiser précisément les objets, ou du moins donne l'illusion de la précision, alors même que la connaissance de leur localisation reste parfois vague. Le cas échéant, seules les métadonnées permettent de pointer l'incertitude voire de préciser la marge d'erreur.

Enfin, pour que les distorsions liées aux problèmes de recalage des documents anciens n'introduisent pas de biais dans l'analyse, tous les objets ont été digitalisés à partir de la référence spatiale des scans 25 de l'IGN.

Conclusion

Force est de constater que le risque est un phénomène complexe à l'interface nature société, marqué par des interactions entre ses deux composantes principales, l'aléa et la vulnérabilité. Une mise en perspective géohistorique semble confirmer le rôle de la prise en compte du temps et de l'espace pour saisir la réalité du risque en milieu urbain et périurbain. Elle met en évidence l'existence de crises « latentes » sur un temps plus ou moins long, au cours desquelles le risque augmente silencieusement avant que cette aggravation ne soit révélée par l'occurrence d'un ou plusieurs phénomènes de crue. La politique de gestion des inondations serait rythmée par cette alternance de phases de relative accalmie, favorables au développement des activités humaines, et de stress hydrologiques lors desquelles la contrainte fluviale se fait plus prégnante et matérialise l'aggravation du risque. Cette crise « révélée » susciterait des réponses de la part de la société, plus ou moins marquées en fonction des moyens techniques disponibles, des contextes socio-économiques et politico-administratifs.

L'aléa et la vulnérabilité évoluent dans le temps et dans l'espace du fait des interactions entre la dynamique fluviale et les héritages géomorphologiques et la dynamique de l'urbanisation et les choix des politiques de gestion du risque. Ces héritages dynamiques contribuent à territorialiser le risque. Mais par-delà la diversité des situations particulières, bien réelle, ces mêmes héritages semblent fonder la spécificité du risque d'inondation dans les vieilles villes fluviales. Il semble possible de dégager des périodes de crise qui ont marqué simultanément un grand nombre de villes occidentales et révélé des enjeux communs qui s'appuient sur des concepts de gestion partagés. Ainsi les villes occidentales sortiraient du XIXe siècle marquées par l'expérience de la catastrophe et dotées d'un système de défense plus ou moins complet qui affirme la priorité des enjeux urbains et associe la mise en œuvre localisée de mesures structurelles de protection et une volonté de gestion moderne, promue par des Etats forts et fondée sur la prise en compte de l'entité physique de gestion qu'est le bassin versant. Partant du constat qu'une protection généralisée des vallées est illusoire, priorité est donnée aux intérêts urbains, au détriment des zones rurales qui constituent des champs d'expansion des crues stratégiques pour la défense des villes. Il semble alors possible de relire le gradient ville/campagne par rapport à l'inondation, l'urbain se caractérisant par la capacité à se doter des moyens de la protection.

La survenue d'une période marquée par l'absence de crue forte dans la deuxième moitié du XXe siècle aurait favorisé un sentiment de sécurité complète et définitive vis-à-vis des crues et encouragé la conquête du lit majeur, qui s'est faite au détriment de l'amélioration obtenue au sortir de la crise du Petit-Age Glaciaire. De fait, le retour de crues importantes ces dernières décennies a matérialisée une nouvelle aggravation du risque imputable au développement de l'urbanisation, qui a vulnérabilisé le système du risque par la multiplication et la diversification des enjeux au-delà de l'endiguement du XIXe siècle, et par l'anthropisation de l'aléa. Les événements récents ont rappelé que des crues exceptionnelles aux conséquences potentiellement catastrophiques sont encore possible aujourd'hui et seraient particulièrement dommageables. On en revient alors à une nouvelle mobilisation de la société qui cherche à adapter les outils de la gestion afin de réduire le risque. Comme au milieu du XIXe siècle, l'effort de réflexion part du constat de la limite de la protection structurelle et de la nécessité de gérer le risque à l'échelle du bassin versant. Mais cette fois, l'expansion de l'urbanisation est telle qu'on reconnaît d'emblée que le risque ne pourra pas être supprimé et qu'il faut composer avec ce nouvel héritage qu'il s'agit de s'approprier car les riverains ont perdu la conscience du risque.

Dans ce contexte, la gestion du risque est confrontée à la difficulté d'appréhender celui-ci dans toute sa complexité et pointe les limites de l'approche classique du

phénomène, marquée par une lecture duale selon laquelle l'aléa serait la composante active mais stable de l'équation qui s'imposerait à une vulnérabilité passive. L'approche géohistorique et systémique offre une nouvelle clé de lecture qui peut contribuer à dépasser cette difficulté. Les deux composantes principales du risque évoluent en interaction l'une avec l'autre, et cette évolution se conçoit en jouant sur les échelles spatio-temporelles. L'enjeu est de comprendre la genèse du risque et de la saisir dans sa territorialité passée, présente et à venir à la lumière des héritages géomorphologiques et des effets des choix des politiques de gestion passées, pris en tant qu'héritages dynamiques qui contribuent à façonner le risque dans le temps et dans l'espace.

Le cas du risque d'inondation dans le « Y lyonnais » semble propice à asseoir notre démonstration. Le choix de ce terrain d'étude se place d'emblée dans une perspective spatio-temporelle puisque la ville de Lyon, située au cœur du « Y lyonnais », va progressivement s'étendre au sein du corridor fluvial. Lyon se trouve par ailleurs au centre du bassin versant du Rhône, et nous émettons l'hypothèse que la gestion du risque d'inondation dans la ville va avoir de fortes répercussions sur les marges du « Y lyonnais » et à l'échelle de la vallée en y déplaçant le risque. La préservation des champs d'inondation situés à l'amont est stratégique pour la protection de la ville et contraint le développement de ces espaces, et la protection structurelle des enjeux urbains déplace probablement le risque à l'aval, comme semblent le confirmer les inondations importantes survenues sur le Rhône aval ces dernières années. Bien entendu, d'autres facteurs sont à prendre en compte pour expliquer la situation du risque sur le Rhône aval ; néanmoins il est probable que les choix de gestion faits à Lyon et pour Lyon se répercutent à l'échelle du bassin, au sein duquel l'agglomération tient une place socio-économique et politique essentielle.

Il convient d'interroger la quiétude de la ville que nous avons identifiée dans les pages qui précèdent, ainsi que les revendications des territoires situés sur les marges de l'agglomération. Peut-on y voir l'expression de la sécurité de la ville qui se ferait au détriment des espaces voisins ? Mais pourquoi alors l'Etat a-t-il récemment remis la question du risque à l'agenda de la politique urbaine ? Qu'en est-il de la réalité du risque à Lyon, et quelle en a été la genèse ? Quels sont les enjeux actuels qui sous-tendent la problématique des inondations au sein du « Y lyonnais » ? Comment la ville a-t-elle pu s'installer et se développer au sein du lit majeur depuis plus de 2 000 ans en ne semblant s'être mobilisée autour de la question du risque qu'au milieu du XIXe siècle, et ni avant, ni après ? Une telle lecture n'est-elle pas réductrice, et si, au contraire, elle est avérée, quels sont les facteurs d'explication d'une telle situation, pour le moins surprenante ?

Deuxième partie

La ville au péril des fleuves de
l'Antiquité au désastre de 1856.
L'endiguement du cœur urbain

On a vu que le milieu du XIXe siècle constitue un tournant dans la politique de gestion des inondations qui pose les fondements de la gestion actuelle du risque dans les grandes villes fluviales. A Lyon, les inondations catastrophiques de 1840 et 1856 sont les crues historiques de référence qui semblent avoir entraîné la mise en place du dispositif de défense actuel de la ville. Il s'agit bien entendu d'analyser en détails ces deux événements et leurs conséquences afin d'asseoir cette théorie et de mieux comprendre le rôle déterminant de ces crises dans l'évolution du rapport de la ville à ses fleuves.

Mais l'observation des champs d'inondation des crues du milieu du XIXe siècle soulève plusieurs questions essentielles. On va voir en effet qu'une grande partie du Vieux Lyon en rive droite de la Saône était sous les eaux, et que plusieurs quartiers de la Presqu'île étaient soumis aux doubles débordements de la Saône et du Rhône. Autrement dit, l'essentiel de la vieille ville médiévale était inondable au XIXe siècle. Mais alors, comment expliquer qu'une cité d'une telle importance ait pu s'installer et se développer dans un espace aussi contraignant, et ce sans grande protection jusqu'à la deuxième moitié du XIXe siècle, soit pendant près de deux millénaires depuis la fondation de la colonie romaine ? L'hypothèse serait que la contrainte fluviale n'est pas une donnée stable mais est au contraire rythmée par des périodes de durcissement marquées par un retrait de l'occupation ou des tentatives d'adaptation des peuplements, et des phases de relative accalmie favorable au développement de l'urbanisation. La crise hydroclimatique du Petit Age Glaciaire semble s'être manifestée à Lyon et avoir suscité des tentatives de réponse hydrauliques de la part de la ville. Qu'en est-il alors des interactions entre l'hydrosystème et la société ? La péjoration des conditions naturelles, si elle est avérée, a-t-elle été perçue à l'époque par les acteurs locaux ?

Cette hypothèse est complexifiée par un autre constat : à partir du milieu du XVIIIe siècle, la ville dépasse le site de la presqu'île et cherche à s'étendre dans la plaine alluviale. Ce serait donc au moment où la contrainte fluviale devient plus forte que la ville part à la conquête du lit majeur. N'a-t-on pas là une apparente contradiction ? Qu'est-ce qui a motivé le développement urbain, et quelles ont été les formes de la conquête urbaine ?

Enfin, l'observation de la géométrie du champ d'inondation de la grande crue de 1856 amène un autre questionnement. La carte de l'inondation de 1856 indique plusieurs espaces laissés hors d'eau au sein même du lit majeur. Comment se fait-il que la plaine, qui semble si homogène si l'on en croit la topographie très peu différenciée (du confluent de l'Ain à Lyon, soit sur plus de trente kilomètres de long et plusieurs kilomètres de large, les dénivellations transversales n'excèdent pas les deux à trois mètres) et la carte géologique au 1/50 000e Lyon-Montluel, qui présente la plaine alluviale holocène comme un ensemble homogène composé d'alluvions post-würmiennes, soit inégalement soumise aux inondations ?

Pour répondre à ces interrogations, nous proposons dans les pages qui suivent de reconstituer les étapes de l'urbanisation du corridor fluvial en relation avec l'évolution des conditions de site et les variations de la contrainte fluviale. Il s'agit d'identifier les périodes de crise et d'interroger l'existence des réponses apportées par la société et leur effet en retour sur le risque d'inondation à Lyon. Le premier chapitre sera consacré à une mise en perspective sur le temps long pour comprendre le rôle des héritages géomorphologiques et de la dynamique fluviale. Les trois chapitres suivants seront consacrés à l'étude des modalités de la conquête progressive de l'espace alluvial par la ville jusqu'à la survenue des grandes crues du milieu du XIXe siècle et la mise en œuvre d'un système de défense voulu complet et définitif.

Chapitre 1

Mise en perspective sur la longue durée : du Tardiglaciaire à l'époque moderne

Les problèmes et les interactions des dynamiques qui composent le risque et le font évoluer dépendent, comme on l'a dit, du pas de temps considéré. On peut distinguer deux mouvements, qui correspondent à deux échelles temporelles d'observation :

- La longue durée, soit une mise en perspective du risque et des héritages géomorphologiques du Tardiglaciaire à l'époque moderne.
- L'échelle historique, depuis la deuxième moitié du XVIII^e siècle, marquée par une augmentation des actions anthropiques et une complexification grandissante du risque, en lien avec le développement de l'agglomération et des enjeux qui l'accompagnent.

La compréhension des modalités de l'inondation de la plaine alluviale avant que les aménagements humains de grande ampleur aient affecté la morphologie et les écoulements nécessite un retour sur l'histoire du remblaiement du corridor fluvial. Il existe en effet de faibles variations de niveau héritées qui délimitent des secteurs plus ou moins exposés à la contrainte fluviale. Les travaux de la paléodynamique et de la géoarchéologie menés depuis 25 ans ont permis de préciser les modalités de construction de la plaine alluviale, en mettant en évidence le rôle de l'ajustement fluvial aux variations des entrées de flux liquides et sédimentaires. Ces recherches ont permis d'identifier une série de métamorphoses fluviales depuis le Tardiglaciaire (*ibid.*; Bravard et Salvador, 1999), qui se traduisent par l'existence de pulsations verticales du plancher alluvial et par la mobilité latérale des lits fluviaux. « Des talus ont été identifiés là où les divagations ont pu retailler des niveaux anciens à la faveur du resserrement du lit majeur ; ailleurs, la confusion entre les niveaux est due à l'égalisation de la surface topographique par les dépôts successifs de limons de débordement » (Bravard *et al.*, 1995, p. 178)

Le principe général est le suivant : à l'amont de Lyon, le Rhône non aménagé possédait une forte pente liée au calibre des matériaux, héritée des modalités de la déglaciation et en réajustement constant du fait des variations de l'apport sédimentaire fourni par l'Ain en provenance du Jura (Bravard, 1985), une charge grossière abondante et de puissants débits de crue. Du fait de ces caractéristiques morphodynamiques, le fleuve est très réactif et est le moteur du fonctionnement du système fluvial dans le « Y lyonnais » (Bravard *et al.*, 1997). La Saône, quant à elle, est moins mobile, mais sa dynamique à la confluence est fortement influencée par le fonctionnement rhodanien : elle est contrôlée dans sa partie aval par le niveau de base du Rhône. La longue durée (échelle de l'Holocène) s'avère donc pertinente pour l'étude du risque, tant pour comprendre les héritages géomorphologiques qui conditionnent aujourd'hui la géométrie des crues (formation de

basses terrasses emboîtées, notamment en rive gauche du Rhône actuel) qu'au regard des interactions entre la dynamique du milieu et celle des sociétés.

Le concept d'aléa, traditionnellement basé sur l'hydrologie et analysé sur des chenaux considérés comme stables, doit être complété par la prise en compte de la dynamique fluviale et de la variabilité spatio-temporelle : la contrainte fluviale n'est pas une donnée constante mais varie au contraire du fait de l'ajustement dynamique des cours d'eau aux fluctuations des conditions hydroclimatiques. Les modalités de l'aléa hydrogéomorphologique varient en fonction du type de paysage fluvial (fig. 5). Dans les périodes de péjoration hydroclimatique, la chute des températures provoque l'abaissement de la limite de la couverture forestière et expose les versants à l'érosion, cette dernière étant favorisée par l'abondance des précipitations et l'hydrologie active qui en découle. Un abondant matériel sédimentaire alimente ainsi l'hydrosystème, qui répond à l'augmentation des charges solides et liquides par le développement d'un style en tresses. De telles situations se produisirent ainsi dans le Y lyonnais notamment au Ier Age du Fer et, à l'échelle historique, lors du Petit Age Glaciaire. Un style en tresse est caractérisé par l'expansion et l'exhaussement de la bande active, favorisé par une hydrologie intense. Les crues sont fréquentes, leur niveau est élevé du fait de la faible profondeur du lit, la formation de courants importants est favorisée par une pente forte et provoque des phénomènes de corrosion de berge, dont le tracé est instable. Au contraire, l'établissement d'une période de calme hydroclimatique, plus sèche et aux températures plus clémentes, entraîne le tarissement de l'apport sédimentaire du fait de la reconquête forestière, qui induit une tendance à l'incision et au méandrage. Un style à méandres se traduit ainsi par une tendance à la simplification du lit et à son incision. Le tracé en plan est donc plus stable, les crues débordent moins facilement, elles sont plus lentes et moins fréquentes. Une plus grande partie de la plaine est à l'abri des inondations pour les crues faibles et moyennes ; le paysage fluvial est donc plus favorable à l'installation humaine.

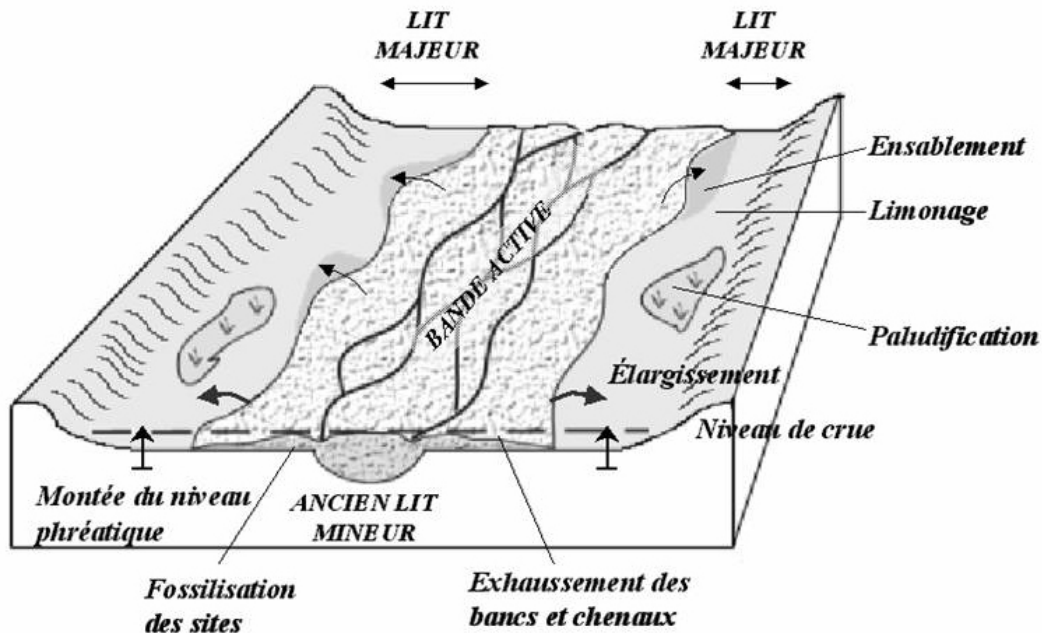


Fig. 5. Processus géomorphologiques affectant l'enveloppe fluviale dans une période de crise hydroclimatique

(source : Bravard, 2003).

L'analyse géohistorique du risque fluvial s'enrichit ainsi de la prise en compte des relations complexes entre l'aléa et les sociétés : l'histoire de la construction urbaine des vieilles villes fluviales n'est pas linéaire mais discontinue, elle est rythmée par une interaction forte entre les processus de construction urbaine et les processus de réajustement dynamique des cours d'eau. Bien loin du déterminisme naturel, « on conçoit donc que le processus de construction urbaine a été modelé par une histoire complexe qui associe des choix urbanistiques certes déterminés par des considérations socio-économiques, mais aussi à des réponses hydrauliques, plus ou moins affirmées en fonction des niveaux techniques des différentes époques, à des contraintes naturelles non stabilisées » (Bravard, 2007, p.34)

A Lyon, on peut ainsi avancer l'hypothèse d'une conquête des basses terres dans les périodes de calme hydrologique, lorsque les crues sont rares et faibles, et du retrait ou de l'adaptation de la ville dans les périodes de crise hydrologique au cours desquelles le risque est plus prégnant.

Nous adopterons dans les paragraphes suivants un plan diachronique pour retracer les étapes de l'édification de la plaine et comprendre les conditions qui ont permis la conquête de l'urbanisation du corridor fluvial.

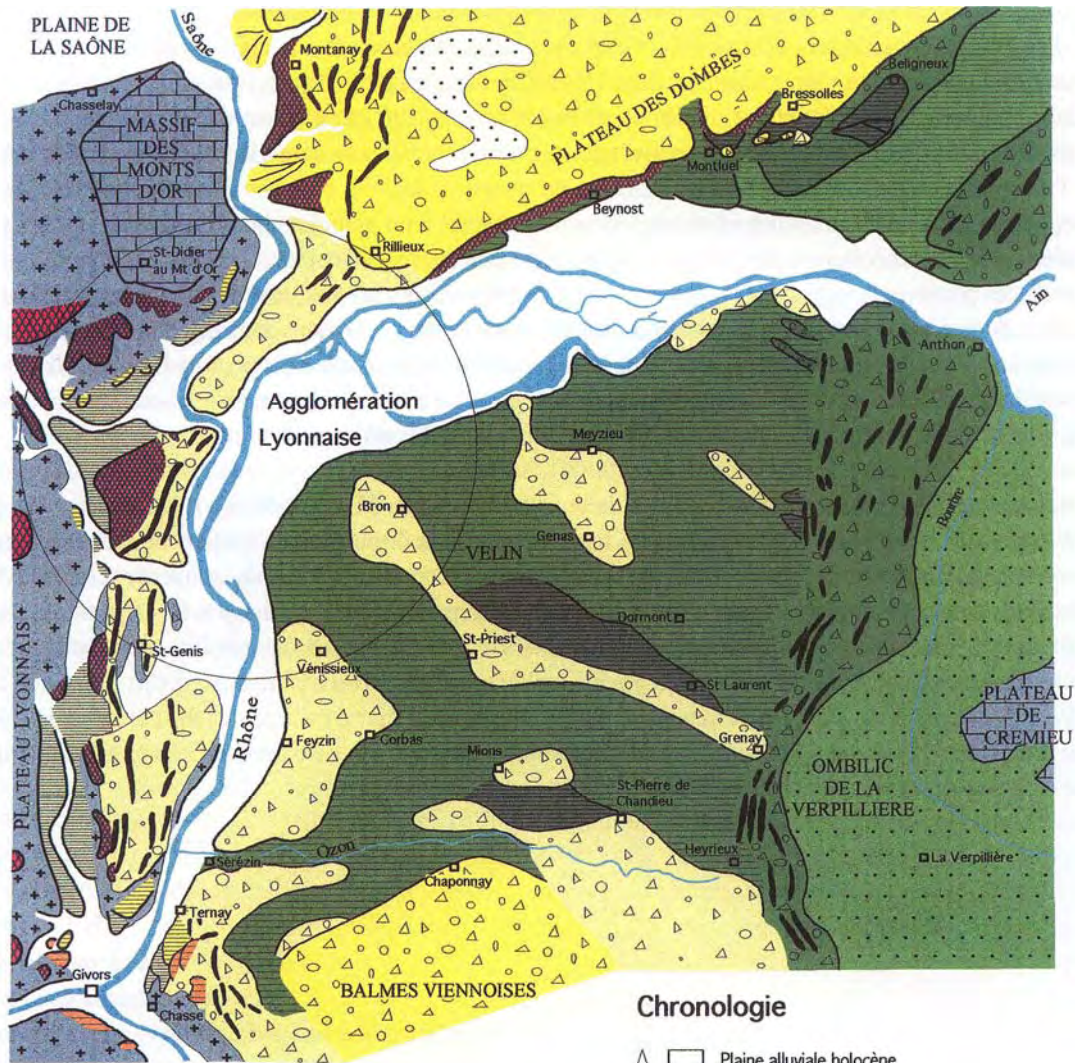
I. Avant les Romains : du Tardiglaciaire à l'Holocène

I.1. Le site de Lyon

Encadré par le Massif Central à l'ouest et par les collines de l'Est lyonnais, le corridor fluvial du Y lyonnais est formé par trois branches fluviales articulées autour de la confluence du Rhône et de la Saône. Le secteur d'étude est ainsi constitué par la plaine du Rhône amont de Jons à Lyon, celle de la Saône aval à partir de Trévoux et par le Rhône aval de la confluence à Ternay. Le choix de la délimitation de cet espace se justifie au triple point de vue de la dynamique fluviale, de l'histoire de la construction urbaine et des aménagements fluviaux. Cet espace possède une homogénéité géomorphologique : il est influencé à l'extrémité des deux branches amont par la confluence de deux affluents torrentiels qui alimentent l'hydrosystème d'une charge grossière relativement abondante, et il se caractérise par une forte pente et par une importante capacité d'ajustement aux variations des conditions hydroclimatiques, sur le temps long, ainsi qu'aux perturbations anthropiques à un pas de temps plus court. Sur le long terme tout d'abord, les travaux de la paléodynamique fluviale et de la géoarchéologie ont permis d'identifier une série de métamorphoses fluviales qui ont fait varier l'intensité de l'aléa et façonné un lit majeur complexe. La prise en compte de cette variabilité spatiotemporelle de l'aléa éclaire la compréhension des conditions dans lesquelles s'est faite l'urbanisation du corridor fluvial.

La géographie lyonnaise est marquée par la coexistence de trois grands domaines morphologiques (Mandier, 1981) (fig. 6) :

- A l'Ouest, la bordure orientale du Massif Central est recouverte par le massif sédimentaire des Monts d'Or, d'altitude moyenne 300 mètres, incliné vers l'est et modelé en cuesta. Cet ensemble domine le corridor fluvial par un talus raide quasi-continu de Fourvière à Millery, qui correspond à un escarpement de ligne de faille exhumé. Le socle cristallin se retrouve en rive gauche de la Saône à hauteur du défilé de Pierre-Scize et dans le lit-même de la Saône à l'Ile-Barbe.



Morphologie

-  Terrasse fluvio-glaciaire (eaux de fonte issues du glacier)
-  Moraine de fond (sous le glacier)
-  Moraine frontale (devant le glacier)
-  Ombilic (zone surcreusée par le glacier)
-  Alluvions non glaciaires
-  Talus

Chronologie



-  Plaine alluviale holocène
-  Fini-Würm (retrait glacier)
-  Würm récent
-  Würm ancien
-  Riss récent
-  Riss ancien
-  Mindel
-  Plio-quaternaire
-  Miocène supérieur
-  Terrains sédimentaires secondaires
-  Sode primaire

Fig. 6. Carte des formations quaternaires de la région lyonnaise

(source : O. Franc d'après Mandier, 1988 in Arlaud et al., 2000).

- Dans l'Est lyonnais, un ensemble de collines correspondant au remplissage tertiaire et quaternaire du fossé d'effondrement delphino-bressan se divise en deux grands secteurs géomorphologiques (Franc *et al.*, 2007) : au nord-est, le plateau morainique de la Dombes, à 300 mètres d'altitude moyenne, surplombe le corridor fluvial par une cote de plus de 100 mètres de commandement ; au sud-est, les collines mollassiques de l'Est lyonnais s'élèvent à environ 200 à 250 mètres.
- Du plateau de Caluire à Givors, le contact entre ces deux entités est formé par des terrains sédimentaires tertiaires et quaternaires recouvrant le substratum, au sein desquels se déroulent les cours du Rhône et de la Saône. Comme on l'a évoqué plus haut, cet ensemble possède une topographie complexe constituée de plusieurs niveaux hérités qui s'expliquent par l'histoire du remplissage sédimentaire, marquée par une alternance de phases d'accumulation et d'incision en lien avec les pulsations verticales et la mobilité latérale des organismes fluviaux. Le tracé actuel du réseau hydrographique s'est probablement fixé au milieu du Quaternaire (Mandier, 1984), époque à laquelle le Rhône et la Saône se sont fortement incisés, la Saône allant jusqu'à entailler le socle ancien au niveau du défilé de Pierre-Scize. Lors du maximum du Riss, le glacier alpin s'est avancé jusqu'aux plateaux de Fourvière et de la Croix-Rousse, barrant l'exutoire de la Saône qui devint un lac temporaire tandis que les écoulements fluvio-glaciaires reprenaient par la vallée morte du plateau lyonnais. Des dépôts de moraines se sont produits au Mindel et au Riss. Au Würm, un important matériel fluvioglaciaire a été accumulé. Au Tardiglaciaire et à l'Holocène, les vallées du Rhône et de la Saône ont ensuite été réentaillées jusqu'à 170-160 m dans les formations quaternaires, soit un enfoncement de plus de 10 mètres par rapport à la terrasse fluvio-glaciaire du Würm récent.

I.2. La formation de plusieurs niveaux de terrasse au sein du corridor fluvial

La reconquête forestière qui accompagne la fin des temps glaciaires réduit l'intensité de la charge solide. Cela entraîne l'ajustement du système fluvial : le niveau du lit du Rhône et de la Saône s'abaisse, ce qui aboutit à la création de plusieurs terrasses dégagées dans le matériel würmien. Dans l'est lyonnais (fig. 7), la série de basses terrasses emboîtées identifiées par P. Mandier (Mandier, 1984) est héritée des modalités de la déglaciation würmienne et s'explique par trois « pulsations majeures » du glacier du Rhône à l'amont de Lyon. A Balan, la terrasse de la Valbonne se décompose de ce fait en un niveau sommital cotant 194-195 m et des couloirs secondaires de creusement à 192 et 190 m. En aval de la Boisse, ces niveaux fluvio-glaciaires ont été érodés : seule subsiste la terrasse de Saint-Maurice de Beynost, à 188 m d'altitude (Bravard, 1985). En rive gauche du Rhône, la terrasse würmienne de Villeurbanne-la Guillotière se situe à 175 m, soit une altitude relative d'une dizaine de mètres par rapport à la bande d'activité contemporaine.

Par érosion régressive depuis le confluent, la Saône s'est elle aussi incisée dans ses alluvions würmiennes. J-P Bravard a émis l'hypothèse que la terrasse caillouteuse de Villefranche, située elle aussi à 175 mètres, serait contemporaine du niveau de Villeurbanne (Bravard *et al.*, 2002). La basse terrasse sableuse qui ceinture la plaine de Vaise à une altitude relative de 6 à 12 m par rapport à la plaine actuelle serait quant à elle contemporaine des stades C et D de P. Mandier (vers 18 000-15 000 BP). L'hypothèse la plus probable est celle d'une importante accumulation sableuse dans un environnement fluviolacustre résultant du barrage des écoulements de la rivière par les alluvions du Rhône (terrasse de la Guillotière) (Bravard et Salvador, 1999).

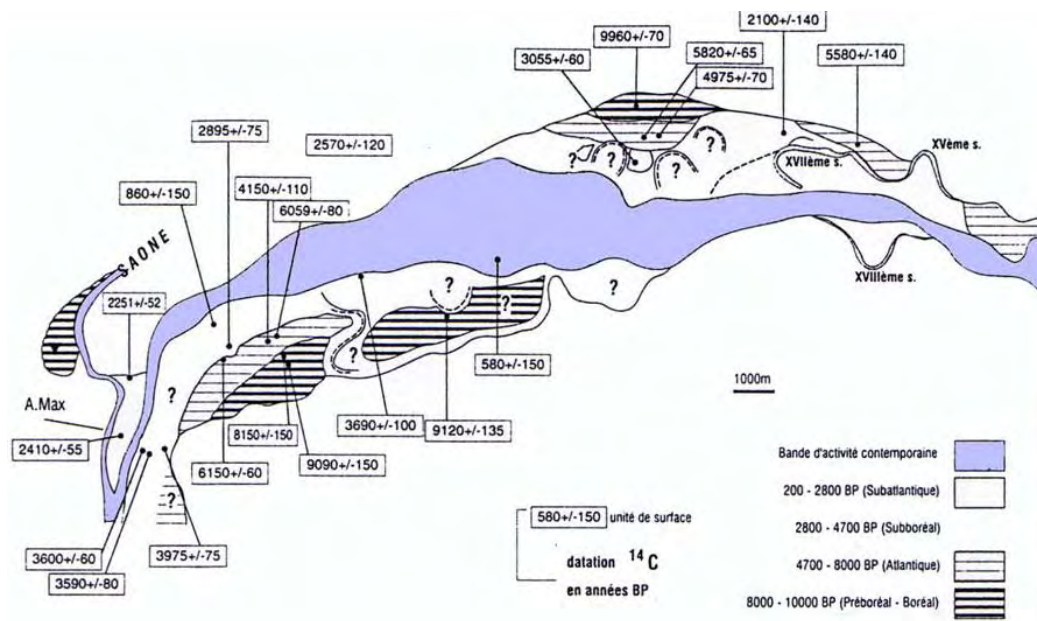


Fig. 7. Datation absolue des unités spatiales de la plaine du Rhône en amont de Lyon

(source : Bravard et al., 1995).

Une phase brutale de refroidissement climatique expliquerait ensuite une importante réaccumulation sédimentaire dans les fonds de vallée, à la charnière entre le Tardiglaciaire et l'Holocène (11 000-9 000 BP) (*ibid.*): dans la plaine du Rhône à Lyon, un important remblaiement d'au moins 5 à 6 mètres aurait recouvert la plaine entre l'Alleröd et la fin du Boréal, atteignant une altitude supérieure à celle que gagneront ensuite les niveaux fluviaux holocènes. Ce niveau, d'une altitude relative supérieure de un à deux mètres par rapport au sommet des bancs caillouteux du Rhône moderne (163-165 m à Lyon), correspond au maximum de l'extension du Rhône vers l'est, et a été repéré à la Boisse, Meyzieu et Villeurbanne. Comme au maximum du Würm, l'accumulation des alluvions du Rhône a barré l'exutoire de la Saône et provoqué une accumulation rapide de sédiments fins dans la plaine de Vaise, relayée à l'amont par une sédimentation fluviale. (Bravard et al., 2002).

L'Atlantique (6800-5400 BP) inaugure ensuite une phase de déplacement vers l'ouest et d'expansion de la bande active qui culminera au I^{er} Age du Fer. Selon Bravard (1995a), il est probable que le Rhône ait d'abord connu une phase d'incision au début de cette période, s'enfonçant dans le remblaiement caillouteux mis en place dans la période précédente et abandonnant la basse terrasse de Villeurbanne (163-165 m à Lyon), puis ait ensuite été marqué par une phase d'aggradation dans une période de forte activité.

Ce qui subsiste des très bas niveaux atlantiques, perchés depuis l'enfoncement qui a suivi, correspond vraisemblablement aux secteurs de plaine épargnés par la crue de 1856. Sur la carte géologique au 1/50 000^e, un lambeau de terrasse est identifiable à 190 mètres, en contrebas du hameau du Pollet (Bravard, 1985). L'observation de la limite de l'inondation de 1856 à partir de la carte du Cours du Rhône au 1/10 000, levée et gravée de 1857 à 1866, permet également de repérer ce niveau au sud-est de Balan vers 186 mètres (entre le village de Balan et la ferme du content), à Niévroz et à Thil, au lieu dit la Verchandièrre à Meyzieu, au lieu dit Malbois abritant la ferme Martel à Meyzieu, à

l'emplacement du vieux village de Vaulx-en-Velin, et enfin plusieurs « mollards » à Villeurbanne dont celui de Château Gaillard.

C'est très certainement à la même période - probablement vers 6 000-2 500 BP, en tout cas avant le Second Age du Fer - que la partie aval du Val de Saône a été remblayée par les apports massifs de la charge de fond de l'Azergues, dont le matériel caillouto-graveleux compose la basse terrasse de Quincieux. Cette dernière, d'une altitude de 166-169 mètres, a ensuite été perchée par l'incision de la Saône à l'époque protohistorique et historique. L'entrée sédimentaire massive fournie par l'Azergues « a durablement affecté le cours aval de la Saône dont le fonctionnement s'est dès lors dissocié de celui de la Grande Saône »¹ (Bravard, 1997 ; Bravard *et al.*, 2002) : à l'aval du confluent de l'Azergues, le profil en long de la Saône lyonnaise, dont la pente est nettement plus marquée qu'à l'amont, est contrôlé par l'apport sédimentaire en provenance du Massif Central (*ibid.*).

La période de forte accumulation fluviale centrée sur le I^{er} Age du Fer (800-350 BC) aboutit à la mise en place du plancher alluvial du site de Lyon (fig. 8). Cette période correspond à la construction progressive de la Presqu'île, dont la configuration originelle différait fortement, comme on peut s'en douter, de celle que l'on connaît aujourd'hui. Tandis qu'une importante charge graveleuse est accumulée par trois chenaux mobiles du Rhône d'orientation NE/SE, situés au niveau des places de la Bourse, de République, et de Bellecour, la Saône est repoussée à l'ouest et plaquée au pied de la colline de Fourvière, dont elle entaille le versant. Au sortir de la plaine de Vaise, dans laquelle elle s'étale, la rivière est ainsi contrainte en un chenal étroit et unique, au niveau du défilé de l'Homme de la Roche, emprunte le tracé des actuelles rues du Bœuf et Tramassac, avant de confluer au Rhône, jusqu'au début III^e siècle BC (fin de la Tène), sous la place B. Crépu actuelle. Jusqu'à la fin du I^{er} Age du Fer, la contrainte fluviale ne permet donc pas encore l'occupation de la Presqu'île, qui reste trop hostile. Toutefois, deux secteurs sont d'ores et déjà le lieu d'implantations humaines et correspondent ainsi aux sites primitifs de Lyon : d'une part la plaine de Vaise et ses versants bordiers, d'autre part le quartier Saint-Vincent, au pied de la colline de la Croix-Rousse, occupé dès cette époque en vertu de sa position abritée des fluctuations du Rhône (Bravard et Salvador, 1999).

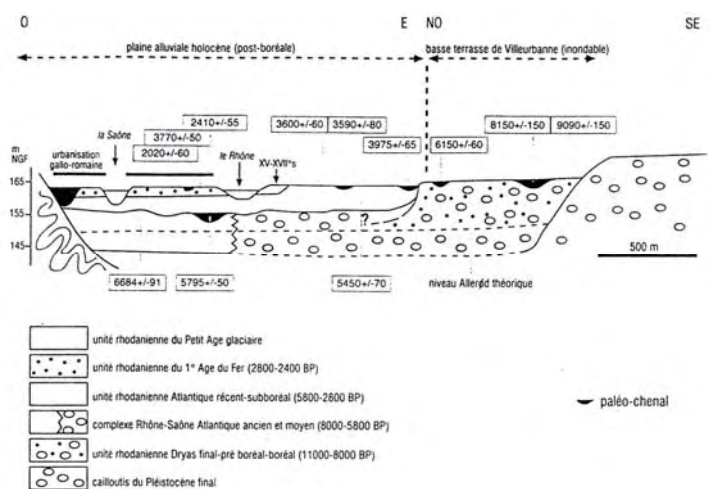


Fig. 8. Coupe est-ouest dans le remplissage sédimentaire de la plaine du Rhône à Lyon au niveau de la presqu'île

(source : Salvador *et al.*, 1995).

¹ Bravard *et al.*, 2002, p.96

II. Un paysage fluvial en pleine mutation devenu favorable à l'installation humaine à l'arrivée de la colonie romaine

II.1. Variabilité spatio-temporelle de la contrainte fluviale

La cartographie des grandes inondations du XIXe siècle ne permet pas de rendre compte de la réalité du risque d'inondation à l'Antiquité, ni au Moyen-Age, car la géométrie du champ d'inondation et les modalités de mise en eau de la plaine étaient bien différentes. En effet, on sait aujourd'hui que le paysage fluvial d'alors n'était pas du tout le même que celui des époques moderne et contemporaine : à partir de la fin de la Protohistoire et jusqu'au début du Petit Age Glaciaire, le Rhône développait un style à méandres et la tendance générale était à l'incision. Par conséquent, l'aléa inondation était relativement faible par rapport aux périodes précédente et suivante : les crues étaient très probablement moins fréquentes, elles étaient plus lentes et atteignaient des niveaux moindres. C'est la métamorphose des organismes fluviaux amorcée à la fin du Second Age du Fer qui a rendu possible la colonisation des terres basses : avant cela, le corridor fluvial était impropre à la colonisation humaine. A la fin du Moyen-Age, alors que Lyon s'est développée sur les bords de Saône, en Presqu'île, et convoite de nouveaux espaces à gagner sur le fleuve, la péjoration hydroclimatique du Petit Age Glaciaire entraîne une aggravation de l'aléa et recrée, probablement avec plus d'acuité, les conditions défavorables qui prévalaient avant notre ère. En découlera une succession d'adaptations hydrauliques aboutissant à la volonté d'une protection définitive de la ville contre les crues.

Depuis la découverte d'un vestige de quai romain au cœur de la Presqu'île signalée par l'archéologue Artaud en 1846, la communauté scientifique a été animée par le souci constant de comprendre les conditions de formation de la plaine alluviale ainsi que les modalités de son occupation. L'enjeu était double : d'une part localiser l'emplacement du confluent du Rhône et de la Saône à l'époque romaine, d'autre part confirmer l'existence d'anciens bras fluviaux ouverts à travers la Presqu'île et en préciser le nombre et le tracé. A travers ces questionnements, il s'agissait de pouvoir déterminer quand a pu commencer l'occupation de la plaine et comment le processus d'urbanisation a pu se mettre en place (Arlaud *et al.*, 1994).

Dans un article synthétique publié en 1982, A. Desbat fait l'état des découvertes et des hypothèses concurrentes. Les travaux de géoarchéologie menés depuis sur le site de Lyon ont permis une meilleure compréhension des conditions de formation de la plaine alluviale et de son occupation, et élargi la prise en compte de cette question aux abords de la cité. Les fouilles menées dans le quartier Saint-Jean, au pied de la colline de Fourvière et dans la Presqu'île, ont permis de nuancer les hypothèses émises jusqu'ici : alors que le Rhône et la Saône étaient jusque-là considérés comme fixes sur leur tracé actuel depuis l'Antiquité, on sait maintenant que le réseau a migré depuis le pied de la colline de Fourvière jusqu'à son emplacement actuel.

Il a été démontré que la plaine n'était pas urbanisable à l'Age du Fer, car la contrainte fluviale y était trop forte (Arlaud *et al.*, 1994). C'est seulement au tournant de l'ère qu'a été mise en œuvre l'utilisation de l'espace, rendue possible par une atténuation de l'aléa résultant de la contraction et de l'incision des fleuves dans une période de calme hydroclimatique.

II.2. La métamorphose des fleuves dégage de très basses terrasses

Les découvertes récentes permettent en effet d'imaginer un paysage fluvial en pleine mutation lors de l'arrivée de la colonie romaine au milieu du I^{er} siècle avant J.-C. (fig. 9). Cependant qu'une morphologie de tressage est acquise au Premier Age du Fer, la période de la Tène, réputée sèche, inaugure une phase de calme hydrologique. Les fleuves se métamorphosent et abandonnent le tressage, les lits du Rhône et de la Saône se simplifient puis, très probablement, s'encaissent. Le site de la Presqu'île est alors en cours d'évolution : la topographie est encore marquée par les paléochenaux qui fonctionnent toujours lors des crues et, aux II-I^{er} siècles BC, la confluence migre en aval de la place Saint-Georges. La bande active du Rhône se contracte et se déplace vers l'est, suivie par la Saône, jusque là plaquée au pied de la colline de Fourvière, qui va prendre son emplacement actuel autour du début de notre ère. L'espace insulaire situé entre le bras primitif de la rivière et le nouveau chenal correspond au quartier Saint-Jean actuel. Le confluent, plus au nord qu'il ne l'est aujourd'hui, se décale donc vers l'est, et la Presqu'île actuelle se met en place.

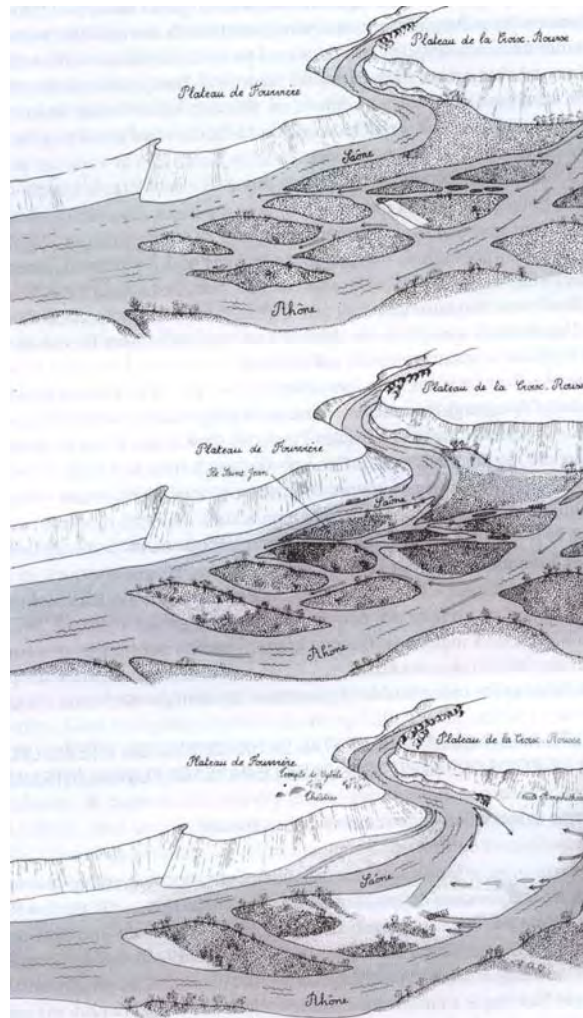


Fig. 9. La métamorphose du site alluvial de Lyon. De haut en bas : à la fin du I^{er} Age du Fer, autour de notre ère et à la fin du 1^{er} siècle après J.-C.

(source: dessins de Plantevin in Arlaud et al., 2000, modifié).

II.3. Conquête des basses terres et adaptation de l'urbanisation aux variations de l'aléa

A la fin de la Tène, l'enfoncement et la contraction des cours d'eau a rendu la plaine alluviale et les bas de pente favorables à l'occupation. L'ancien espace de tressage est devenu une très basse terrasse fluviale, relativement abritée des crues, qui sera rapidement mise à profit par la conquête gallo-romaine. Motivée par une importante poussée démographique et permise par le retrait du Rhône sur sa rive gauche, la conquête des basses terres débute sous le règne d'Auguste, vers 10 BC (Franc *et al.*, 2007), à partir des pentes des collines de Fourvière et de la Croix-Rousse. On s'installe sur les berges des deux cours de la Saône (il existe vraisemblablement une activité portuaire à la confluence des deux Saône jusqu'à la fermeture du chenal primitif mi IIIe s) et de façon rudimentaire en Presqu'île, dans les paléochenaux du Rhône¹, tandis que les sites à l'abri des crues (exhaussés jusqu'à 164,3 m) correspondent à des niveaux de circulation et à deux bâtiments sur le site du Grand-Bazar.

A partir de là, les sociétés ont ensuite adapté leur mode d'occupation aux variations de l'aléa : vides sanitaires, drains avec amphores dans l'Antiquité, remblaiement de plusieurs mètres quelquefois.

Au I^{er} siècle, l'évolution vers la stabilité est perturbée par une crise hydrologique (Bravard *et al.*, 1997), et par le retour de flux tractifs du Rhône, avant le retour d'une longue période favorable jusqu'au Moyen-Age. A plusieurs reprises, les crues envahissent les quartiers bas de la Presqu'île. La reprise de l'activité hydrologique et le durcissement de la contrainte fluviale qui en découle vont limiter le développement de la Presqu'île, et l'urbanisation se concentre surtout sur les bords de la Saône. Sous Auguste, Tibère et Claude, on observe le remblaiement progressif du chenal primitif de la Saône par le double effet de la dynamique fluviale (fortes crues au cours IIe siècle AD) et des rejets anthropiques qui accélèrent la fermeture définitive du paléochenal au milieu IIe siècle AD et rattachent l'île Saint-Jean au pied de Fourvière. Une fois la plaine stabilisée, l'occupation de la rive droite de la Saône sera continue jusqu'à nos jours, ponctuée de séquences de remblaiement, si bien que les rez-de-chaussée vont être progressivement enterrés.

En Presqu'île, une première adaptation de l'urbanisation semble se dessiner sous le règne de Claude : un remblaiement caillouteux de 50 cm est attesté, sur lequel on construit de grands entrepôts. Plusieurs traces d'une adaptation de l'occupation humaine à la contrainte fluviale ont été identifiées: des travaux d'assainissement, d'exhaussement, de protection vont peu à peu stabiliser la plaine, qui semble à l'abri des crues à partir du IIe siècle AD. Toutefois, dans la partie nord-est de la Presqu'île, l'urbanisation n'a été acquise que bien plus tard, autour du XIV^e siècle, empêchée jusque-là par la trop grande proximité du Rhône et la présence de chenaux de crues régulièrement actifs (Arlaud *et al.*, 1994).

La situation de la rive gauche du Rhône reste quant à elle très mal connue. Les premières occupations sont attestées au Campaniforme et au Bronze final, sous la forme d'un déboisement et d'une mise en culture (Argant, 1991). Un reboisement est possible à l'Age du Fer, puisque le territoire semble avoir été quasiment vierge au début de l'Antiquité. Le début de la colonisation gallo-romaine est attesté au I^{er} siècle AD. A l'époque, alors que l'hydrologie était relativement active en Presqu'île, la rive gauche du Rhône ne connaissait pas de crues dévastatrices mais des inondations lentes du type de celles de la Saône actuelle. Néanmoins, l'élargissement du Rhône, au I^{er} Age du Fer en particulier, a pu rendre le fleuve

¹ Les fouilles attestent la présence de fosses, de foyers et de cabanes, probablement liée à une activité de pêche dans des bras en eau calme.

relativement infranchissable, ce qui pourrait expliquer que la conquête lyonnaise n'ait pas gagné la rive gauche du fleuve (Bravard, 2007)

III. Une tendance à l'incision dans une période favorable à la conquête des basses terres, prolongée jusqu'au Moyen-Age.

III.1. Repli urbain de la fin de l'Antiquité au milieu du Moyen-Age

On sait peu de choses sur la période allant de la fin de l'Antiquité au milieu du Moyen-Age. Il est tenu pour acquis que la ville se replie au pied de la colline de Fourvière, en rive droite de la Saône, suite à l'abandon de la ville haute. L'instabilité politique au moment de la chute de l'Empire et dans les siècles suivants aurait favorisé le pillage des canalisations de plomb alimentant les aqueducs de Fourvière, provoquant l'abandon total de la ville haute, dépourvue de point d'eau. J.-P. Bravard suppose que la ville était alors probablement partiellement repliée sur les points hauts de la plaine, en particulier lors de la très probable crise hydrologique du Haut Moyen-Age (Bravard, 2007).

La période carolingienne est marquée par une disparition quasi-complète de la ville, comme l'indique B. Gauthiez (1993) dans son étude de la formation et de l'évolution de l'espace urbain, pour laquelle il a reconstitué la cartographie de la ville du Moyen-Age. Repliée sur une étroite bande en rive droite de la Saône, Lyon aurait connu son extension minimum du VIIe au IXe siècle, et n'aurait pas comporté plus de 1 500 habitants à l'arrivée de Leitrade, au début du IXe siècle (*ibid.*).

III.2. Reconquête des basses terres lyonnaises et installation des villages de Vaulx-en-Velin, Niévroz et Thil

La reconquête des basses terres sera ensuite orchestrée par les ordres monastiques, qui vont se multiplier et implanter leurs domaines notamment dans la plaine. En Presqu'île par exemple, on voit se mettre en place de vastes exploitations agricoles et industrielles dirigées par les moines, qui suscitent le développement de petits groupements de population à proximité des abbayes. L'ensemble demeure cependant très extensif et conserve un aspect particulièrement rural.

Au XIe et XIIe siècles, on assiste par ailleurs à un développement des campagnes dans une période d'optimum au cours de laquelle le Rhône développait un style à méandres, dont les traces sont d'ailleurs encore bien visibles à l'amont de Lyon, et dont la présence au droit de la ville est attestée par les cartes et plans anciens figurant la rive gauche du Rhône. A cette époque, le fleuve s'est donc enfoncé dans sa plaine caillouteuse, alors beaucoup moins inondable. Cette dernière a pu être colonisée en particulier lors des grands défrichements du XIe siècle. Ainsi en amont de Lyon, les villages de Niévroz, Thil et Vaulx-en-Velin, fondés justement à cette période d'après les archéologues (F. Favier et S. Dechavanne *in* A. Belmont, 1989), se sont manifestement établis pendant une période de calme hydrologique sur des très basses terrasses où le phénomène de crue était beaucoup moins important qu'aujourd'hui. Les premiers habitants de Niévroz, Thil et Vaulx-en-Velin, qui comptent aujourd'hui parmi les seuls villages installés en lit majeur, et qui sont régulièrement inondés pour ce qui est des deux premiers (Combe, 2001), ne prenaient donc

alors pas de risque en construisant sur ces sites, mais c'est la métamorphose du fleuve s'ajustant au retour d'une période de crise qui provoquera le retour d'une partie de la plaine en lit majeur.

III.3. Une croissance urbaine qui répond à la mobilité du paysage fluvial

La véritable reprise de la croissance urbaine se produit en fait aux XIIe et XIIIe siècles, dans un contexte d'apaisement politique favorable à la reprise démographique et à l'extension des groupements humains. L'urbanisation va alors se développer dans la Presqu'île, exhaussée par les limons de crue et quelques remblais. La « revitalisation de la ville gallo-romaine »¹ semble avoir été directement favorisée par un relâchement de la contrainte fluviale lié à l'incision des fleuves et à la migration du Rhône vers sa rive gauche (Burnouf *et al.*, 1991 ; Gauthiez, 1993).

L'évolution est relativement rapide puisque le pont du Rhône doit être reconstruit et déplacé à plusieurs reprises pour s'adapter au changement de tracé (Burnouf *et al.*, 1991). A la suite des travaux de Burnouf *et al.* (1991), B. Gauthiez (1993) a démontré que le point de passage du Rhône a progressivement été déplacé vers le sud (fig. 10), vraisemblablement en lien avec la fluctuation du lit du Rhône, qui avait tendance à migrer vers l'est, nécessitant pour la société de s'adapter à la mobilité du paysage fluvial.

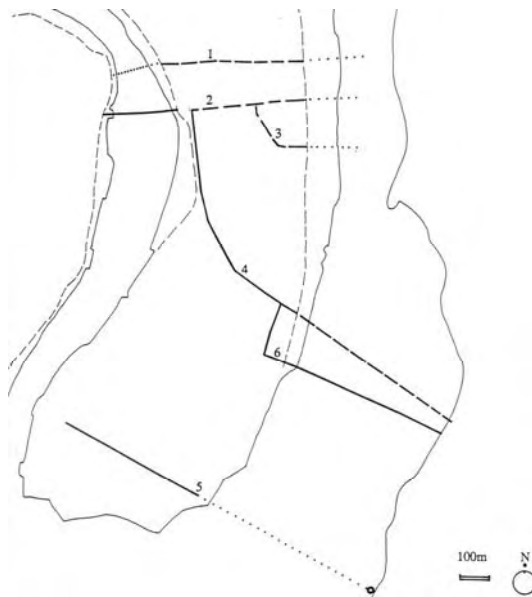


Fig. 10. Le déplacement du point de franchissement du Rhône du XIe s. au début du XIIIe s.

1 - avant les années 1070 : port de la Douane, place de la Platière, rue du Bas-d'Argent ; **2** – vers 1074 : pont de Saône, Saint-Nizier, rue Gentil ; **3** – au XIe s. : rue de la Gerbe ; **4** - au milieu des années 1180 : rue Mercière, pont du Rhône ; **5** - premier quart du XIIIe s. : rue Sainte-Hélène, bac contrôlé par la tour Béchevelin ; **6** – vers 1225 ou après : nouveau pont du Rhône

(source : Gauthiez, 1993, modifié).

¹ Gauthiez, 1993

- Avant la construction du pont du Change au droit de l'église Saint-Nizier, qui débute en 1050, le point de franchissement de la Saône se serait d'abord trouvé plus en amont, au niveau de la Platière, celui du Rhône étant probablement assuré par un bac situé dans le même alignement.
- Au milieu du XIe siècle, l'achèvement du pont sur la Saône déplace une première fois l'ensemble vers l'aval, à hauteur de Saint-Nizier.
- Puis le point de passage du Rhône aurait ensuite été implanté à l'extrémité de la rue de la Gerbe, où un port est attesté par les textes au XIIe siècle (*ibid.*), avant d'être fixé plus à l'aval par la construction du pont du Rhône en 1183, au débouché duquel naîtra le bourg de la Guillotière. Assurant la liaison entre les deux ponts, la rue Mercière devient alors la grande rue commerciale de la cité, qui affirme de plus en plus sa place dans les échanges européens.
- Enfin, à la fin du XIIe siècle, un bac est installé non loin du confluent de l'époque, dans l'axe de la rue Sainte-Hélène, permettant alors le développement du bourg de Béchevelin.

Le retrait du Rhône vers sa rive gauche a par ailleurs très vraisemblablement été accompagné d'une incision de la Saône, et d'une colonisation des berges par la ville. Aux XIIe-XIIIe siècles, la largeur du lit de la Saône s'est en effet réduite au profit des constructions. Le gain opéré sur les rives atteint 100 mètres dans l'axe de l'église Saint-Nizier (fig. 11).

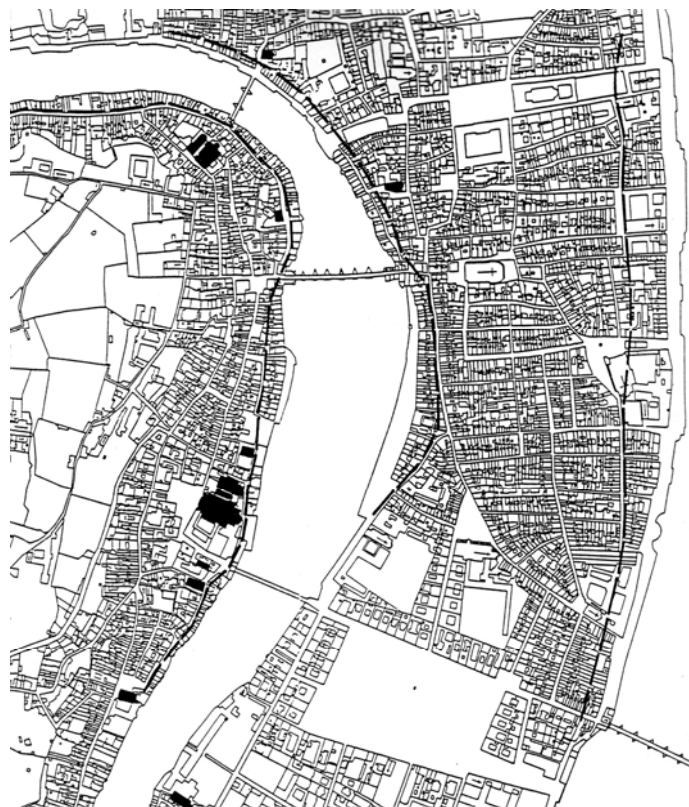


Fig. 11. Secteurs gagnés sur les rives du Rhône et de la Saône par lotissement à la fin du XIIe et au début du XIIIe s.

(source : Gauthiez, 1999). L'ancien tracé des rives est indiqué en pointillé.

IV. Péjoration hydroclimatique du Petit Age Glaciaire : Lyon redevient un site exposé

IV.1. Une contrainte fluviale plus forte, des enjeux plus nombreux

La péjoration hydroclimatique du Petit Age Glaciaire (XIIIe/XIVe-mi XIXe) entraîne une nouvelle crise sédimentaire et hydrologique et provoque une aggravation du risque d'inondation. En découle le retour d'une partie de la plaine en lit majeur, sous l'effet de la reprise de l'exhaussement et de l'expansion de la bande active (Bravard *et al.*, 1990). Le Rhône connaît une nouvelle métamorphose, qui s'accompagne d'une modification et d'une augmentation spatiale et temporelle de l'aléa hydrologique : les crues débordantes sont plus fréquentes, plus violentes, leur niveau est plus élevé du fait de l'élargissement de la bande active et de l'exhaussement du fond du lit. Le même phénomène se retrouve à Vienne, Arles, Avignon (Leveau, 1999), Grenoble (Cœur, 2003). Mais, bien sûr, le processus interagit avec les actions humaines car les travaux de protection resserrent le fleuve et modifient eux aussi l'aléa.

Comme au Premier Age du Fer, et probablement avec plus d'acuité, Lyon redevient un site au péril du fleuve, et les crues sont d'autant plus dévastatrices que les enjeux exposés se sont multipliés dans la plaine. Au début du XIVe siècle, Lyon, devenue ville royale en vertu du traité de Vienne de 1312, puis ville libre depuis la charte de 1320, s'est en effet étendue et a gagné en population : les quartiers commerçants prospèrent à Saint-Jean et à Saint-Nizier, le centre économique de la Grenette traverse et anime le bourg agricole de la Presqu'île, le bourg Chanin se développe au débouché du pont du Rhône, plusieurs moulins sont déjà installés sur le fleuve. Au milieu du XVe siècle, le plan scénographique de la ville de Lyon figure une ville entassée derrière ses murailles, en arrière des couvents des Célestins et des Jacobins.

IV.2. Des réactions différentes entre ville et campagne

IV.2.a. Abandon de site en amont de Lyon

A l'amont de la ville, le passage du méandrage au tressage est acquis au XVIe siècle. De la fin du Moyen-Age au début de l'époque moderne (soient cinq siècles), le fleuve s'est déplacé de deux à trois kilomètres vers le nord (fig. 12), attaquant sa rive droite (A. Belmont, 1989). Les habitants de Miribel voient ainsi leurs terres communales emportées par le fleuve, et le village de Thil est plusieurs fois détruit et reconstruit plus au nord, temporairement à l'abri des crues. Au XVIIIe siècle, le chenal principal du Rhône retourne au centre de la plaine.

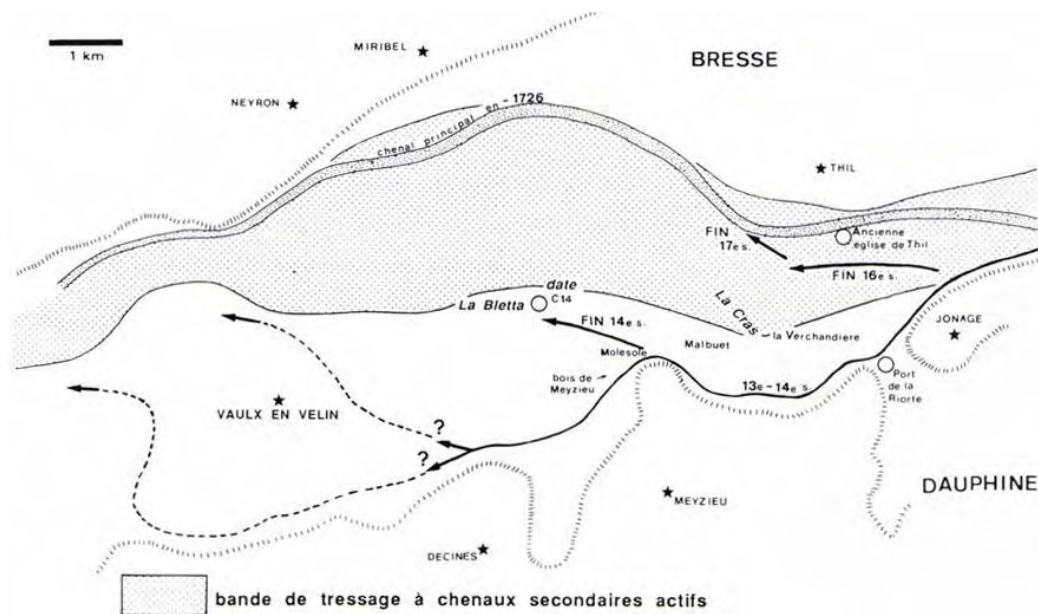


Fig. 12. Tracés successifs du Rhône entre le XIIIe et le XVIIIe siècles dans la plaine de Miribel-Jonage

(source : Belmont, 1989)

IV.2.b. Les tentatives de réponses apportées par la ville

A Lyon, l'augmentation de la charge solide et du niveau des crues se traduit également par une tendance à l'élargissement de la bande active dès le XIIIe siècle. L'aggravation de la contrainte fluviale qui découle de cette métamorphose provoque une première réponse des édiles : le pont médiéval de la Guillotière est ainsi élargi (Burnouf *et al.*, 1991). On assiste très probablement à un exhaussement des fonds du Rhône et de la Saône provoqué par l'apport massif de sédiments en provenance de l'Azergues et de l'Ain, comme semble le confirmer le concours de l'Académie de Lyon lancé en 1804 sur les moyens de lutter contre les atterrissements du Rhône¹. « La rive gauche du Rhône, la plus basse et non exhaussee, car la plus récente, était la plus exposée et fut la plus touchée » (Bravard, 2007). L'instabilité du lit majeur moderne et la fréquence des inondations empêchaient toute tentative de mise en valeur durable des terres. Pendant longtemps la bande fluviale active fut ainsi marquée par une exploitation agricole extensive, sous la forme de communaux, adaptée à la submersion : on allait y faire paître les bêtes (d'où le nom de « brotteaux »), couper les taillis pour le bois de chauffage et pêcher.

Mais, malgré une nette expansion de la bande active, la mobilité du fleuve est moindre car des travaux de régularisation et de stabilisation, demandés par les riverains et motivés par les intérêts urbains, sont mis en œuvre dès le milieu du XVIIIe siècle, comme nous allons le voir plus en détail par la suite. Cependant, les témoignages d'inondations catastrophiques dans la ville existent bien : 1570, 1602, 1711, 1840 et surtout 1856, qui a conduit à la protection définitive de la ville.

A la fin de l'Ancien Régime, la Presqu'île est surpeuplée, et la ville connaît une importante crise foncière qui exige la conquête de nouveaux espaces. On entreprend alors

¹ AML, 342 WP 001. Cf. Partie chap.2 IV.4

de gagner des terrains sur l'espace alluvial. Or d'importantes inondations se succèdent à la même époque ; elles sont particulièrement dévastatrices en 1754, 1769, 1812, 1825, 1840 et 1856. En découle une interaction forte entre la croissance urbaine et l'ajustement fluvial à l'augmentation des flux liquides et solides : on cherchera à fixer le cours du Rhône puis à préserver l'espace urbain des débordements des fleuves : « c'est dans cette époque de croissance urbaine et de péjoration hydroclimatique que se joue l'avenir du paysage de la ville » (Bravard, 2007).

Conclusion

De ce qui précède, il ressort qu'une des particularités de Lyon réside dans l'importance des interactions homme-milieu (plus de 2000 ans d'histoire des relations ville/fleuve) : la colonisation humaine a dû adopter différents comportements face aux fluctuations hydrogéomorphologiques pour maîtriser un espace inhospitalier et contraignant : dans un premier temps, avant l'industrialisation et les moyens techniques qui l'accompagnent, on utilise la topographie naturelle, les installations en lit majeur se limitent aux basses terrasses qu'on remblaie progressivement et à plusieurs reprises pour assainir ou protéger les constructions (on accélère le comblement naturel des chenaux de crue). De l'époque romaine jusqu'au XVI^e siècle, la ville va se développer le long de la Saône, sur les deux rives, à Saint-Jean et sur la Presqu'île (Bonneville, 1997), tandis que la rive gauche du Rhône reste difficilement franchissable, soumise à des crues violentes, et est donc inoccupée, à l'exception du village rural de La Guillotière.

A la fin du Moyen-Age, alors que Lyon s'est développée sur les bords de Saône, en Presqu'île, et convoite de nouveaux espaces à gagner sur le fleuve, la péjoration hydroclimatique du Petit Age Glaciaire entraîne une aggravation de l'aléa et récrée, probablement avec plus d'acuité, les conditions défavorables qui prévalaient avant notre ère. En découlera une succession d'adaptations hydrauliques aboutissant à la volonté d'une protection définitive de la ville contre les crues.

Au-delà des contraintes liées à l'instabilité du milieu fluvial et aux crues, la proximité du cours d'eau offre un potentiel de ressources et des axes de circulation privilégiés. On a souvent parlé de la situation et du rôle de carrefour de la ville. En ce sens, la tête de pont jetée sur la rive gauche du Rhône, à La Guillotière, sera détruite à plusieurs reprises par le Rhône, mais inlassablement reconstruite (Burnouf et al, 1991) car indispensable au fonctionnement d'une voie de passage importante, plus tard à la frontière entre Rhône et Dauphiné. Le développement commercial et industriel remarquable que va connaître Lyon en raison du renforcement de sa position dans les échanges va s'accompagner d'une forte croissance démographique, qui posera vite le problème de la saturation de l'espace de la Presqu'île. La nécessité d'apporter une réponse à la question de l'extension de la ville poussera les édiles à chercher à coloniser l'espace des fleuves, ce qui, coïncidant avec le retour d'une période de crise hydroclimatique, se traduira par des interactions fortes entre la ville et ses fleuves, dont résulte une évolution importante du risque d'inondation.

Chapitre 2

Essor industriel et amorce de la conquête du lit majeur

Après une période de retrait puis de redéveloppement de la cité médiévale sur les espaces favorables des bords de Saône et de la basse terrasse de la Presqu'île, Lyon va connaître un essor constant à partir de la Renaissance qui impose le gain de nouvelles terres délaissées jusque-là du fait de la contrainte fluviale. Dans un premier temps, les lyonnais vont assainir les terres marécageuses situées aux extrémités de la Presqu'île avant de chercher à conquérir de nouveaux espaces sur le fleuve. Mais alors, le paysage fluvial semble évoluer en lien avec la péjoration hydroclimatique du Petit-Age Glaciaire. On s'attend donc à percevoir les signes d'interactions très fortes entre la ville et ses fleuves.

Dans les paragraphes qui suivent, nous détaillerons les étapes de l'urbanisation de la Presqu'île et celles de son endiguement avant de nous intéresser aux prémices de l'extension de la Lyon sur la rive gauche du Rhône, largement inondable et, pour ces raisons, longtemps délaissée par les Lyonnais. Nous chercherons à savoir si la crise hydroclimatique du Petit Age Glaciaire s'est faite sentir à Lyon, et de quelle manière. Si tel est le cas, les riverains ont-ils perçu l'aggravation de la contrainte fluviale, et quelles tentatives de réponses ont alors été apportées par la société ?

I. Remblaiement et lotissement des Terreaux et de Bellecour (1550-1610)

A partir du milieu du XVe siècle, la cité lyonnaise va connaître un grand essor démographique et commercial. Le royaume n'est plus en guerre, les échanges avec l'Italie se développent. L'ordonnance royale du 8 mars 1462, qui accorde à Lyon le privilège de quatre foires franches annuelles, favorise l'irruption du grand commerce, illustrée par l'installation des banquiers italiens (la banque des Médicis se déplace de Genève à Lyon en 1466). Lyon affirme ainsi sa place dans les échanges et voit le développement de son artisanat, attirant une population de plus en plus nombreuse. Dès le XVe siècle, elle est devenue une ville importante, la deuxième de France : de 1460 à 1520, la population triple pour atteindre 60 000 à 70 000 habitants sous le règne de François Ier (Latreille, 1975). En 1536, le roi accorde à la ville la liberté du travail de la soie et de l'imprimerie. La nécessité de loger les nouveaux arrivants et d'entreposer les marchandises est alors à l'origine d'une véritable fièvre de construction, qui efface le caractère rural de la Presqu'île. Mais si la ville se transforme et s'embellit, elle ne s'étend pas avant le milieu du XVIe siècle. Jusqu'à cette date, Lyon ne dépasse pas les enclos des Célestins et des Jacobins, et, du fait de la proximité du Rhône, le nord-est de la Presqu'île reste inoccupé.

Au milieu du XVI^e siècle, l'urbanisation conquiert par des remblais les basses terres marécageuses du nord-est et du sud de la Presqu'île.

La désaffectation de l'enceinte des Terreaux s'accompagne du comblement des fossés de La Lanterne (1546-55) pour la construction de l'Hôtel de ville actuel (Lévy-Schneider, 1925 ; Arlaud *et al.*, 2000 ; Petit et Scherrer, non daté). L'occupation de la partie nord-est de la Presqu'île peut alors se faire relativement à l'abri des inondations, dans un secteur où la proximité du Rhône avait jusque-là empêché le développement de l'urbanisation, et le quartier des Terreaux se développe le long des vieux-fossés.

Au sud de la Presqu'île, la conquête des terres marécageuses de Bellecour est amorcée lors de l'occupation de la ville sous la Réforme, en 1562 et 1563. Afin de défendre la ville, les troupes du Baron des Adrets empiètent sur le domaine foncier des religieux pour créer une place d'armes à l'emplacement de la future place Bellecour (fig. 13), reliée au pont du Rhône par une voie tracée à l'emplacement de la rue de la Barre actuelle. Ces grands travaux publics signent les prémices d'un nouveau quartier et amorcent l'extension de la ville vers le sud. Dès 1560, la veuve Claudine Laurencin crée un lotissement le long de la rue du Plat. Mais ce secteur non remblayé reste facilement inondable : le Rhône et la Saône se rejoignent sur la place lors d'une crue en 1570. L'endroit sera exhaussé par Henri IV au début du XVII^e siècle : le roi ayant acheté les terrains de Bellecour pour en faire une place royale consacrée aux usages publics, l'ensemble est nivelé et remblayé avec des gravats et des décombres dès 1609, puis planté de tilleuls. Les terrains voisins sont vendus et bâtis.

On est en droit d'imaginer que les remparts construits le long de la rive droite du Rhône de 1513 à 1563 (fig. 14) apportent probablement une certaine protection contre les débordements du fleuve. Du moins, cette fonction est attestée concernant les remparts d'Ainay, en avant du confluent (Kleinclausz, 1925). Suite à une crue importante en 1654, probablement à l'origine de la séparation de l'île du Conflant des jardins d'Ainay, le Consulat affecte 45 000 livres aux réparations de l'ouvrage endommagé (ibid.).



Fig. 13. Le terrain de Bellecour avant d'être aménagé en place au milieu du XVI^e s.

Détail du Grand Plan Scénographique de Lyon (AML1S165)



Fig. 14. Les remparts d'Ainay en 1659

Extrait du plan cavalier dressé par S. Maupin « Description au naturel de la ville de Lyon et paysages alentour d'icelle » (1659) (BM Lyon, Rés 28122/14)

II. L'endiguement de la Saône

II.1. Embryons de quais sur la Saône (1605-1649)

II.1.a. Situation au milieu du XVIe siècle

Selon R. Gagès (1982), c'est à partir de la Renaissance que la Saône devient un concept urbain, véritable « rue fluviale » symbole de l'histoire de la ville, tandis que le Rhône demeure un fleuve frontière jusqu'au XVIIIe siècle.

Le plan scénographique de 1550 (fig. 15) nous permet de saisir l'aspect du paysage urbain au milieu du XVIe siècle. Si l'axe fluvial tient une place essentielle dans la vie économique de la cité, la ville médiévale tourne le dos à ses fleuves : les berges sont fermées par l'alignement serré des maisons dont les façades principales donnent sur une rue intérieure parallèle à la Saône, par les murs des couvents et par les courtines des fortifications côté Rhône. En rive droite de la rivière, les constructions plongent directement dans l'eau, et sont « séparées par d'étroits passages qui mènent à des escaliers par lesquels on accède aux bateaux dormants amarrés à demeure, qui sont des entrepôts ou des boutiques » (Pelletier, 2002b, p. 60). Le même schéma se retrouve en rive gauche, mais les constructions y sont précédées d'une grève plus ou moins large, en terre battue ou empaillée, accueillant un grand nombre de ports sommairement aménagés.



Fig. 15. Plan Scénographique de Lyon d'après la réduction de G. Braun

(source : AML, in Kleinclausz, 1925).

II.1.b. L'aménagement de la rive gauche et les premiers quais de la Saône (1605-1649)

Le développement de l'activité commerciale et du trafic fluvial permet de doter la ville de ses premiers quais véritables, aménagés en gradins, pour faciliter la circulation des piétons et le déchargement des marchandises (cf. carte de synthèse de l'endiguement de la Saône, fig. 18 p. 99).

Une série d'ouvrages est ainsi édifiée sur la Saône dans la première moitié du XVIII^e siècle, essentiellement en rive gauche de la rivière. Il ne s'agit pas d'un endiguement continu mais d'une succession de quais embryonnaires et de ports en gradins s'avancant dans la rivière. Le quai des Augustins est établi dès 1605, continué vers l'aval par le quai Saint-Antoine et le quai des Célestins, achevés en 1624, et vers l'amont par le quai Saint-Vincent, construit de 1618 à 1623 le long du bourg du même nom. D'abord barré à l'amont par le bastion Saint-Jean qui contrôlait le défilé de Pierre-Scize, ce dernier ouvrage est rapidement prolongé vers le nord par le quai d'Halincourt (fig. 16). En 1639, le marquis d'Halincourt, alors gouverneur de Lyon, fait en effet pratiquer une porte au droit du fort Saint-Jean et construire une nouvelle route en direction de Neuville, qui remplace le long de la plaine de Serin l'étroit et tortueux chemin déjà existant en rive droite. Ainsi desservi, le quartier de Serin va alors se développer grâce au trafic fluvial et devenir un bourg de pêcheurs et de marinières à l'activité grandissante. Un pont sera ensuite édifié à l'extrémité du quai, de 1729 à 1743.



Fig. 16. Le quai d'Alincourt à l'entrée du défilé de Pierre-Scize au milieu du XVIII^e s.

Vue prise de l'amont vers l'aval. Lithographie de Lallemand, BM Lyon in Pelletier, 2002b.

II.2. Réaménagement des berges de la Saône dans la première moitié du XIX^e siècle

II.2.a. La nécessité de créer un passage carrossable en rive droite : édification d'une ligne de quais

Au milieu du XVIII^e siècle, la rive gauche de la Saône est donc bordée de quais, mais les ouvrages sont étroits et sujets à de fréquents éboulements, et l'ensemble reste inondable. En rive droite, les maisons du Vieux Lyon ont toujours les pieds dans l'eau sauf au droit du quai de la Baleine construit en 1640. Le projet de créer une ligne de quais surélevés et élargis pour faciliter les communications et protéger la ville contre les inondations voit le

jour à la fin de l'Ancien Régime : l'idée est proposée par J.-A. Morand dans son plan général de 1763, et reprise en 1780 par l'Intendant de Lyon J. de Flesselles (Kleinclausz, 1925). Mais le Consulat hésite face à l'ampleur de la dépense : il faut d'abord détruire les maisons riveraines et indemniser les propriétaires. Les premières destructions commenceront sous la Révolution : l'arrêté des 6 pluviôse et 6 ventôse an II (1794) décide que « toutes les maisons, depuis le pont de pierre jusqu'à la porte de Vaise du côté de la Saône, seront renversées [...] pour donner la largeur convenable à une grande route, ainsi que les maisons qui gênent la libre circulation des convois militaires et autres dans les routes, rues, places, et quais »¹.

L'affaissement du quai de la Baleine à la fin du XVIIIe siècle décide les pouvoirs publics à aménager l'ensemble de la rive droite : les quais déjà existants sont élargis et exhaussés en prenant sur la Saône, et des ports en gradins sont bâtis sur le modèle de ceux de la rive gauche. Les maisons anciennement situées du côté droit de la rue intérieure voient de ce fait leur rez-de-chaussée à demi enseveli en arrière de la digue.

D'amont en aval sont ainsi édifiés les quais de l'Observance et de la Chana (1838-41), le quai Pierre-Scize (1811-28, demandé par les habitants dès 1801), le quai de Bondy (1811-28), les quais Humbert (1800) et de la Baleine (1803), le quai et le port de Roanne (1821-26), le quai de l'Archevêché (1810). A l'aval, la construction du quai Fulchiron est décidée dès 1838 mais l'opération est compliquée par le grand nombre de maisons qui bordent la rive. Les travaux ne commencent qu'en 1843 et s'étaleront jusqu'en 1858. Pour la construction de ce dernier ouvrage, on hésitera entre empiéter sur la Saône ou détruire les maisons riveraines. C'est la deuxième solution qui sera finalement retenue en 1838 après avoir pris l'avis de la population (Pelletier, 2002b).



Fig. 17. Le quartier de Bourgneuf en rive droite de la Saône après la destruction des maisons et avant la construction du quai.

Lithographie de Fonville, AM Lyon in Pelletier, 2002b

II.2.b. Amélioration des quais de la rive gauche

Le chemin de halage supporté par le quai d'Halincourt, en partie écroulé en 1806, est repris quelques années plus tard sur toute sa longueur. A Serin, il est remplacé par un nouveau quai, édifié de 1809 à 1813 pour la somme de 180 997 francs, tandis qu'il est simplement défendu par un perré dans sa partie aval (le réaménagement de ce tronçon a coûté 269 000 francs).

¹ AM O, quai de Bourgneuf

L'élargissement, l'exhaussement et la consolidation des quais-digues prennent vraisemblablement un caractère d'urgence supplémentaire suite à l'inondation de 1812 (Kleinclausz, 1925). Par ailleurs, comme le souligne B. Gauthiez, « l'ensemble de ces grandes opérations prend [...] une cohérence progressive du fait de l'intervention de plus en plus forte des services de l'Etat » (Gauthiez, 1993, p 3).

En 1822, on décide d'assainir le quartier de la Pêcherie en y construisant un quai moderne, dont le modèle servira ensuite pour le reste des quais de la ville : « c'est le premier quai qui est constitué avec un quai vertical, parapet, trottoirs et rampes d'accès, bas-port et sauf au port de La Feuillée, sans gradins » (Pelletier, 2002b, p. 68). Le quai est construit en empiétant sur l'emplacement des maisons riveraines. Dès 1830, l'ensemble des constructions à démolir est acheté, les travaux sont alors lancés et s'achèvent en 1836. Dans la foulée, l'ouvrage est prolongé en empiétant cette fois sur la Saône : c'est le quai Saint-Antoine qui est agrandi (1838-43). A l'aval, on a déjà repris le quai des Célestins, de 1812 à 1818, lors de la construction du pont Tilsit. Enfin, l'ancien port de l'Arsenal est reconstruit et remplacé par un nouveau quai de 1839 à 1842.

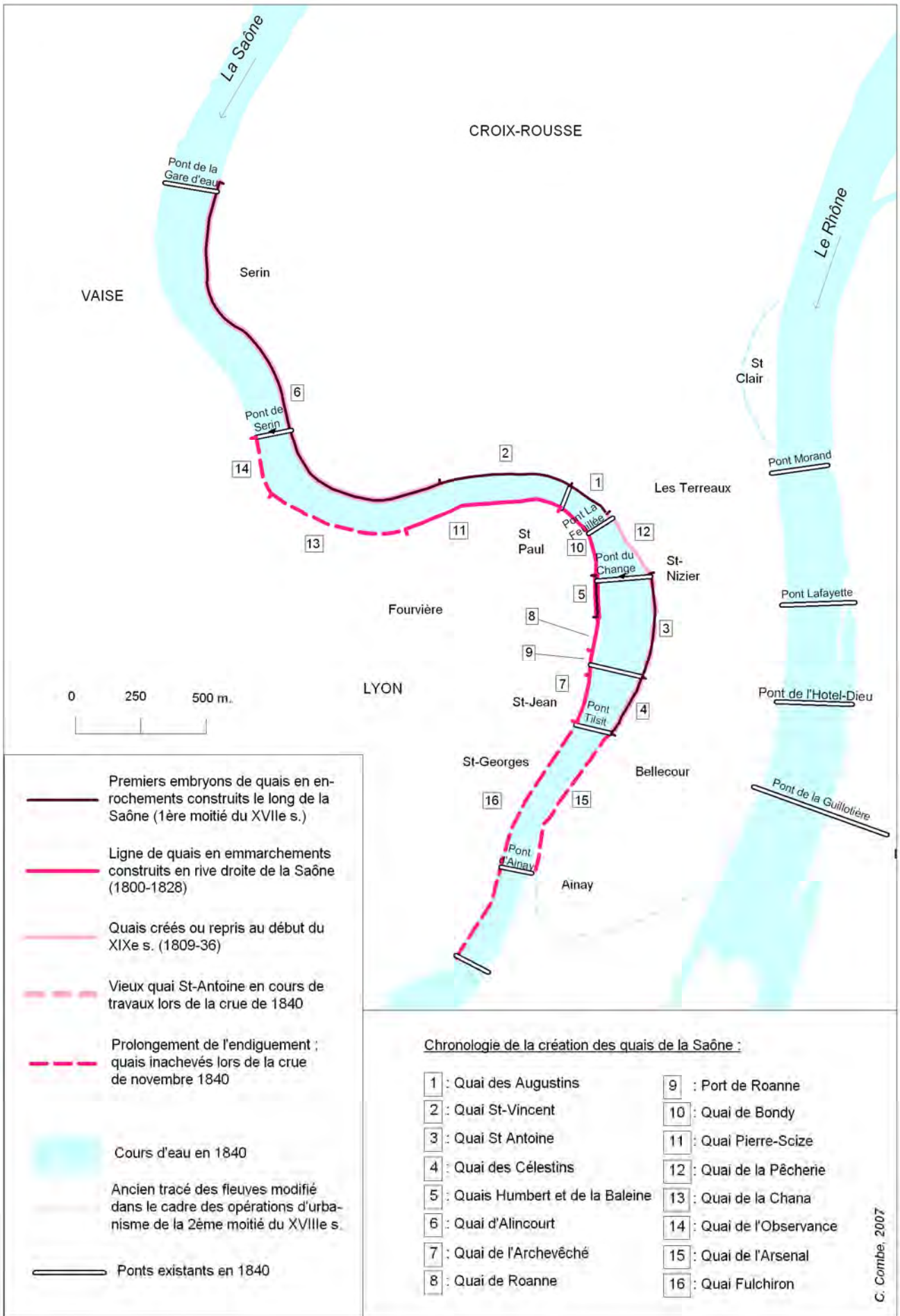


Fig. 18. L'endigement de la Saône jusqu'en 1840.

III. Nouveaux quartiers et construction d'un endiguement continu en rive droite du Rhône

Après la conquête des terres marécageuses de la Presqu'île, la ville dont l'essor démographique est stimulé par le très grand développement de la soierie, ne dispose plus d'espaces favorables à son extension. Limitée par les versants abrupts des collines de Fourvière et de la Croix-Rousse, gênée côté Rhône par l'importance de la contrainte fluviale, elle ne s'étale plus mais s'élève (Kleinclausz, 1925). Les maisons de 5 à 6 étages s'entassent sur les bords de Saône et en Presqu'île, dont la densité contraste avec les collines et la rive gauche du Rhône qui restent pour leur part des campagnes quasiment vides.

Parallèlement, le développement des activités industrielles et commerciales et l'enrichissement des élites urbaines se traduit par la conquête bourgeoise des campagnes lyonnaises : les granges et métairies se multiplient dans la deuxième moitié du XVI^e (Latreille, 1975). Toutefois, les ruraux ne sont pas riches car les terres médiocres prédominent, et le développement d'activités d'appoint, en particulier le tissage et le moulinage pour le compte de la ville, ne suffiront bientôt plus à nourrir une population de plus en plus dense. Dès le XVI^e siècle, les habitants des campagnes lyonnaises émigrent vers la ville. Cas unique en France, déjà 45 % de la population de la région lyonnaise est urbaine au début du XVIII^e siècle (*ibid.*), alors que le phénomène continue à s'amplifier : pendant la deuxième moitié du XVIII^e siècle, 2 000 personnes arrivent chaque année à Lyon (Latreille, 1975 p 228).

Avec 105 700 habitants en 1700, et 115 836 en 1762 pour seulement 4770 maisons, selon les estimations de Kleinclausz (1925), la ville de la fin de l'Ancien-Régime est surpeuplée, d'autant plus qu'une part importante des terres est possédée par les ordres religieux. En 1789, les trois quarts de la Presqu'île sont occupés par les terrains religieux : 184 ha sont réservés à une minorité d'à peine 30 000 personnes, les 90 000 habitants laïcs se partageant seulement 53 ha (*ibid.*), soit une densité de près de 170 000 hab./km² ! Dans la deuxième moitié du XVIII^e siècle, la question de l'extension de la ville s'impose donc avec de plus en plus de force aux élites politiques et sociales, qui vont s'atteler à la question du remodelage de la ville et élaborer de grands projets d'extension et d'embellissement. On va alors entreprendre de gagner de nouvelles terres sur l'espace du fleuve. Or, comme on l'a vu, cette période correspond justement à un moment d'ajustement du fleuve à la péjoration hydroclimatique du Petit Age Glaciaire, qui se traduit par une expansion de la bande active et une aggravation de l'aléa. De ce fait, les aménagements entrepris vont entrer fortement en interaction avec la dynamique fluviale.

Dans la deuxième moitié du XVIII^e siècle, Lyon cesse de tourner le dos au Rhône et investit la rive droite du fleuve, qui va être progressivement aménagée et régularisée au moyen des premières opérations privées d'urbanisme (cf. carte synthétique fig. 19 page suivante). Des Terreaux à Ainay, les courtines sont percées et l'étroit chemin qui longeait la grève est remplacé par une large chaussée bordée de quais et de ports plus ou moins sommaires. A l'amont et à l'aval de la ville, de nouveaux quartiers sont gagnés sur l'espace du fleuve.

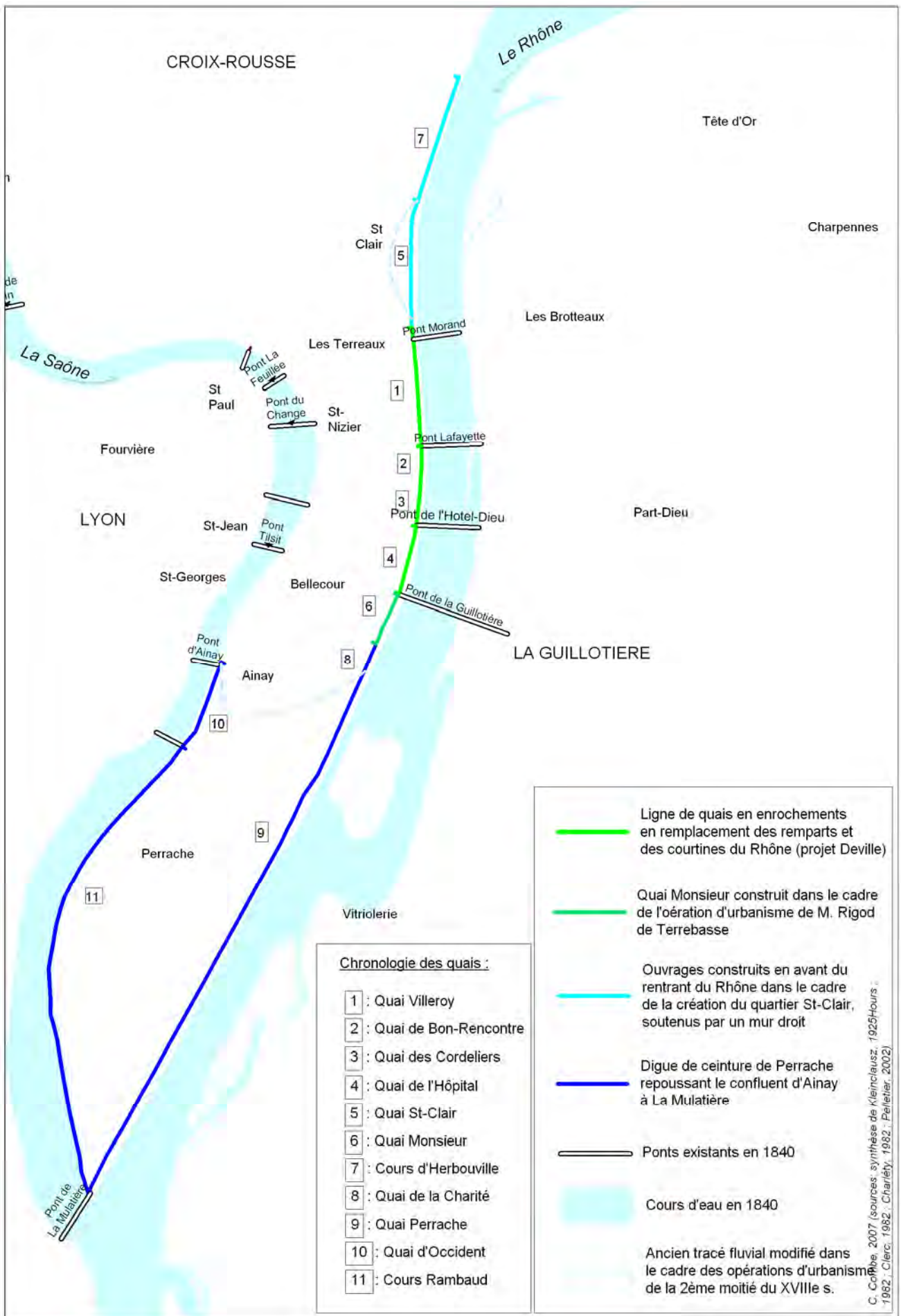


Fig. 19. L'endiguement continu de la rive droite du Rhône et les nouveaux quartiers gagnés sur le Rhône au XVIIIe siècle.

III.1. Edification d'une ligne de quai le long du cœur urbain (1737-1781)

Pendant longtemps on l'a vu, Lyon resta principalement une ville de la Saône. Au XVII^e siècle et au début du XVIII^e, le Rhône, réputé violent et instable, imposait presque chaque année la réalisation de travaux d'endiguement, régulièrement endommagés (les premières digues de Bandinelli datent de 1573 *in* Hours, 1982). Les choses évoluent dans le deuxième tiers du XVIII^e siècle, en particulier du fait de la tendance du fleuve à délaisser sa rive droite. La migration du courant sur la rive gauche va alors rendre possible la réalisation des premiers quais en rive droite du fleuve (Pelletier, 2002b), à la place des anciens remparts.

En 1737, le plan de l'ingénieur Deville (fig. 20) projette l'édification d'un quai en rive droite du Rhône allant du bastion Saint-Clair au pont de la Guillotière, avec le concours financier des recteurs de l'Hôpital et des Cordeliers. En réalité, il ne s'agit pas d'un véritable quai mais d'une série d'ouvrages en enrochements défendant la chaussée qui longe la berge. « Ceux-ci s'avançaient dans le cours d'eau par quatre demi-lunes en maçonnerie entre lesquelles s'implantèrent plusieurs ports en gradins, port du Collège, port de Bon Rencontre, port des Cordeliers » (*ibid.*). Achievés en 1745, les travaux des quais de Villeroy, de Bon Rencontre (qui porteront l'appellation commune de quai de Retz après 1810), de Cordeliers et de l'Hôpital ont entraîné la destruction de presque toutes les fortifications (Kleinclausz, 1925). De 1767 à 1775, l'ensemble est prolongé vers l'aval par Rigod-de-Terrebasse, dans le cadre d'une opération d'urbanisme destinée à remplacer le quartier pauvre des Basses-Brayes par des maisons de style. En avant du nouveau lotissement, le quai Monsieur se compose d'une chaussée bordée d'une promenade plantée. Il ne comporte pas de bas-port mais plonge directement dans le fleuve. Elevé au niveau du pont de la Guillotière, il s'incline vers l'aval pour se raccorder au quai de la Charité, qui constitue la partie amont de la chaussée naissante de Perrache¹. Cette dernière, achevée en 1781, est formée d'une large digue protégée par un perré incliné, surmontée d'une promenade plantée de peupliers.



Fig. 20. Plan de la ville de Lyon et de ses environs par Deville (1746)

(source : *AM Lyon in* Delfante et Pelletier, 2006).

¹ Cf. plus bas le point III. 3 de ce même chapitre

III.2. Suppression du rentrant du Rhône et création du quartier Saint Clair (1749-1763)

A hauteur de Saint-Clair, le Rhône amont, de direction est-ouest, vient butter contre le promontoire de Caluire-Croix-Rousse et prend alors une inflexion nord-sud par un coude très marqué où les eaux rapides viennent saper le pied de la balme lyonnaise. La vitesse du courant a favorisé l'installation de nombreux moulins flottants le long du rivage. C'est aussi le lieu de déchargement des pierres et du bois de construction en provenance du Haut-Rhône : au droit de Croix-Paquet, deux ports ont été établis de part et d'autre de la porte de Saint-Clair.

La possibilité d'édifier un quai en amont des Terreaux est envisagée suite à la construction de l'Hôtel Tolozan en 1740, mais l'entreprise présente un défi technique et financier de taille : il s'agit de rectifier le cours du Rhône en le rejetant sur sa rive gauche (Charléty, 1982). En 1749, le Consulat confie l'opération à Soufflot, qui crée une société immobilière pour réunir les fonds et s'associe au marchand Léonard Milanais et à l'architecte Melchior Munet (Kleinclausz, 1925). La délibération du Consulat du 22 octobre 1749 précise les travaux à exécuter, prévus sur cinq ans : redresser le cours du Rhône au moyen d'un quai en gradins permettant le débarquement des marchandises et créer un nouveau quartier sur les terrains gagnés sur le Rhône, délimité par une rue parallèle au quai (l'actuelle rue Royale), en arrière des futures maisons, trois rues transversales, et agrémenté de deux places à chaque extrémité de l'ouvrage (*ibid.*). Les travaux débutent en 1758, et, dès son achèvement, le quartier Saint-Clair devient un quartier élégant et une promenade à la mode.

L'ouvrage sera complété à la fin du XVIIIe siècle, dans le cadre de l'ouverture de la nouvelle route de Bresse, décidée en 1769 par un arrêté du Conseil qui ordonne la destruction du bastion Saint-Clair et la suppression du rentrant du Rhône par un quai rectiligne. Les terrains ainsi pris sur le fleuve reviendront à l'architecte du projet. Après 38 ans de travaux, le cours d'Herbouville est finalement achevé en 1807 et vient agrandir le nouveau quartier.



Fig. 21. Le quartier Saint-Clair. A gauche, le cours d'Herbouville, à droite le quai Saint-Clair.

(source : AM Lyon in Pelletier, 2002b)

III.3. Extension de la Presqu'Île vers le sud : Perrache et le confluent (1735-1830)

Jusque vers la fin de l'Ancien-Régime, et ce au moins depuis le XIII^e siècle comme l'attestent les textes (Kleinclausz, 1925), le Rhône et la Saône confluaient en aval de l'abbaye d'Ainay. Au-delà des remparts du même nom se développaient des bancs de gravier et « l'isle Moignat », ensemble de trois îlots achetés au domaine d'Ainay par Louis Moignat au cours du XVI^e siècle, dont l'île du Conflant, séparée de la Presqu'Île par la crue de 1609.

En décembre 1735, le Consulat se porte acquéreur de l'île Moignat et des brotteaux environnants contre la somme de 20 000 livres versées à Moignat, 720 livres d'étrennes ainsi qu'une pension de 220 livres à l'abbé d'Ainay et 20 livres de rente au chapitre (*ibid.*). Les motivations des édiles lyonnais sont détaillées dans la délibération du Consulat du 29 décembre 1735 : le gain de ces nouvelles terres sur le Rhône, envisagé depuis le XVII^e siècle, doit permettre de résoudre l'impérieuse question de la saturation de l'espace intra-muros. En effet, Lyon ne peut se développer sur les pentes abruptes des collines, et la conquête de la rive gauche du Rhône est alors exclue car elle nécessiterait de dispendieux travaux d'endiguement et de fortifications que le Consulat est encore loin d'envisager. La solution du confluent permettrait ainsi d'accroître la superficie habitable de la cité afin de proposer des locations meilleur marché aux ouvriers en soie, et offrirait suffisamment d'espace pour pouvoir y entreposer les matériaux pondéreux¹ et y déplacer les établissements insalubres et dangereux alors au cœur de la ville². Enfin, on espère ainsi mieux défendre la ville des inondations « qui noyaient les caves, gâtaient le vin et les provisions des bourgeois et endommageaient les fondations de leurs immeubles » (*ibid.*, p. 257).

Un premier plan d'aménagement prévoyant le recul du confluent jusqu'à la Mulatière, imaginé en 1738 par Guillaume Delorme et confié à Joseph Gras, n'aboutira pas et sera repris en 1766 par Michel-Antoine Perrache (Clerc, 1982). Dans son *Projet pour la partie méridionale de la ville de Lyon*, l'architecte propose de repousser les fleuves environ deux kilomètres et demi plus au sud grâce à une digue de ceinture unique, surmontée d'une chaussée reliée à La Mulatière par un nouveau pont, et de remblayer l'espace ainsi gagné sur le fleuve pour créer une vaste étendue constructible³. Le développement industriel et commercial du quartier devait être favorisé par le creusement d'une gare d'eau raccordée à la Saône et d'un canal devant alimenter des moulins.

D'emblée, l'ambition du projet de Perrache suscite le veto unanime des notables, inquiets de voir leurs revenus fonciers diminuer face à la concurrence du nouveau quartier. Confiant, l'architecte décide de remanier le projet initial. En 1769, il présente un nouveau plan (fig. 22) prévoyant la création de deux ensembles distincts séparés par un large bassin : un quartier élégant dans le prolongement d'Ainay et, plus au sud, un quartier à vocation industrielle et commerciale. Soutenu cette fois par le pouvoir royal, Perrache obtient l'accord de la commission d'enquête. Mais le Consulat et les Hospices n'en restent pas moins hostiles au nouveau quartier et multiplieront les obstacles à la bonne marche du projet.

Les travaux, débutés en 1772, s'avèreront bien plus longs et coûteux que prévu, et n'aboutiront qu'en 1830 (Clerc, 1982). Côté Rhône, la Chaussée Perrache est achevée dès la fin de l'année 1776, mais le Consulat refuse de contribuer à la dépense de la digue de halage en bord de Saône, si bien que l'ensemble est régulièrement inondé par les débordements de

¹ Bois de chauffage et de construction, pierres et sable, céréales et vin en particulier.

² Tanneries, suiferies, triperies, poudrière installée près de Bellecour.

³ AML, BB 305 fol. 3

IV. Lyon franchit le Rhône ; premiers essais de stabilisation du lit

IV.1. La crainte d'une défluviation du Rhône vers l'est au milieu du XVIII^e siècle

Au milieu du XVIII^e siècle, le paysage de la rive gauche du Rhône contraste fortement avec celui de la rive droite : alors que la Presqu'île est surpeuplée et protégée par une ligne de quais nouvellement construits, la rive gauche présente encore un paysage de lônes et de brotteaux, toute tentative d'occupation durable du territoire étant freinée par l'instabilité du fleuve et les fréquentes inondations. Hormis le bourg de la Guillotière au débouché du pont du Rhône (l'unique point de franchissement de la rive jusqu'à Avignon) et un groupement d'une vingtaine de maisons au Pré des Cabanes de la Part-Dieu, seules quelques fermes dispersées, implantées le plus souvent sur les mollards non inondables, occupent de vastes domaines agricoles formés de brotteaux, de prairies et de terres graveleuses, dont l'exploitation extensive est adaptée à la contrainte fluviale. Suite à plusieurs legs importants, la quasi-totalité de la plaine au nord de la Guillotière appartient à l'Hôtel-Dieu, qui possède le monopole des bacs installés sur le Rhône. Hormis quelques épis rocheux au niveau des bacs, la rive gauche n'est absolument pas protégée et reste entièrement soumise aux inondations et aux divagations du fleuve.

Du fait de l'expansion de la bande active, le fleuve a tendance à ouvrir de nouveaux bras à travers la rive gauche, au détriment de sa rive droite dont il semble vouloir s'écarter. Bien plus que la contrainte d'inondation, c'est le risque d'une défluviation du Rhône qui préoccupe les édiles lyonnais. Les Hospices craignent en effet de voir leurs terres emportées tandis que le Consulat redoute de voir le Rhône abandonner sa rive droite et de faire perdre à la ville le bénéfice de l'important trafic fluvial qui s'y tient (activité portuaire et nombreux bateaux et usines flottantes en rive droite), ainsi que l'avantage du pont de la Guillotière. Enfin, il importe que le fleuve continue à baigner sa rive droite pour assurer l'évacuation des effluents urbains déversés dans le fleuve (en particulier au droit de la boucherie de l'Hôpital).

IV.2. La digue de la Tête d'Or (1756-1769)

En janvier 1756, une crue importante rajeunit une ancienne lône entre l'île Chevaline et le Rhône, faisant craindre l'ouverture d'un nouveau bras à travers la rive gauche. Les Hospices et la municipalité de Lyon sollicitent alors le pouvoir royal et obtiennent la construction d'une digue basse en éperon de 500 mètres de long destinée à barrer le faux bras et à repousser le fleuve sur sa rive droite, à hauteur du château de la Pape. La digue de la Tête d'Or, conçue par l'ingénieur du Cours du Rhône Deville suite à un arrêté du Conseil du Roi du 3 octobre 1756, sera financée aux deux tiers par la municipalité lyonnaise, le tiers restant étant à la charge des Hospices qui espèrent récupérer les terrains ainsi gagnés sur le fleuve en comptant sur les atterrissements du Rhône (Barre et Feuga, 1998). L'ouvrage représente une prouesse technique pour l'époque : il ne peut être ancré sur un versant stable et doit être fondé dans le lit même du Rhône par l'échouage d'une grande quantité de pierres dans une zone de très fort courant (Bravard, 1985). Les travaux, adjugés en 1757 pour près de 172 000 livres, s'avèreront longs et difficiles et n'aboutiront qu'en 1768. A peine achevée, la digue sera d'ailleurs endommagée par une crue en 1769¹.

¹ L. de Broal, 1817, *Mémoire sur les dégâts*, AD38, VI S.2.9, in Bravard, 1985, p 343

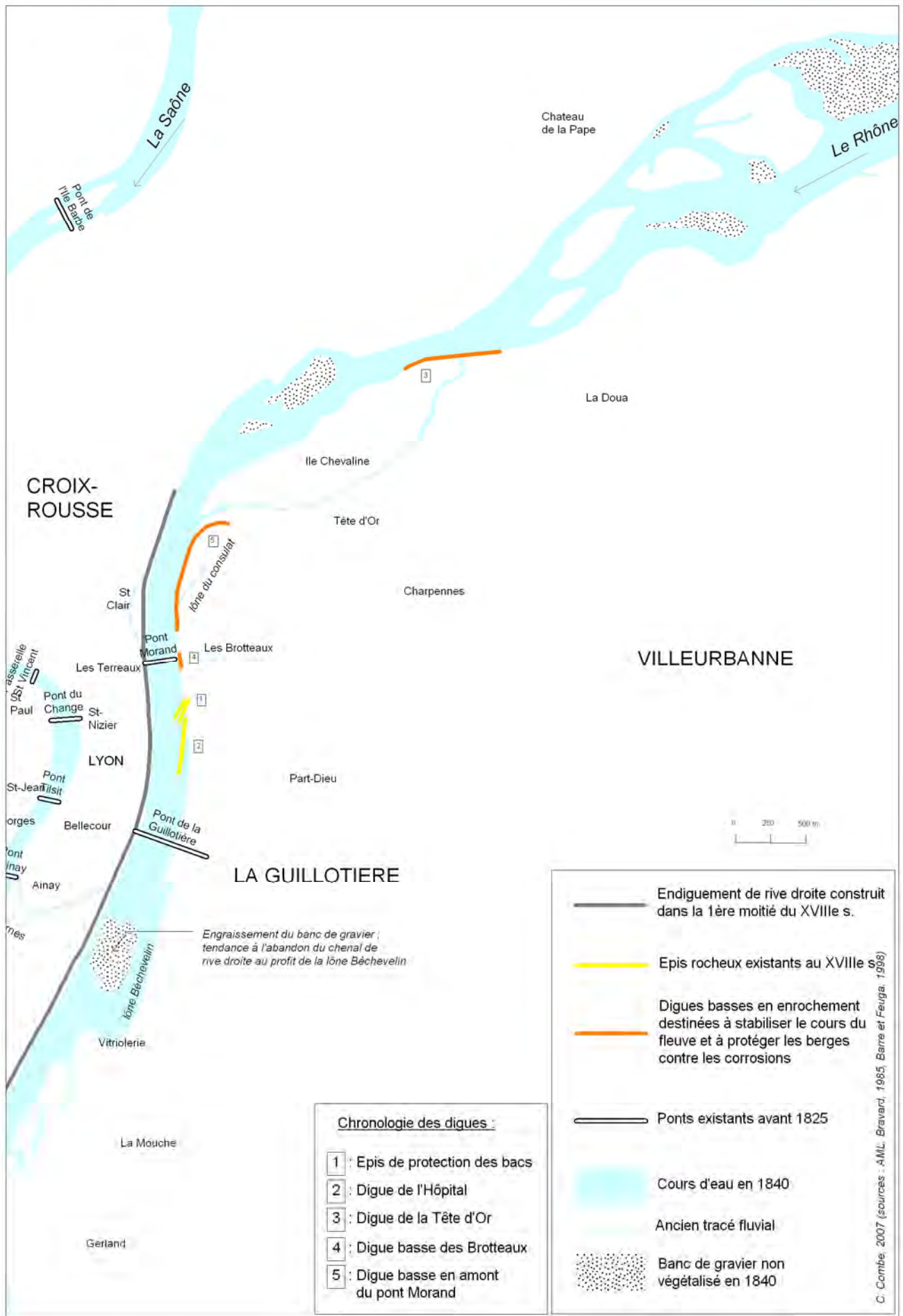


Fig. 23. Carte des prémices de l'endiguement de la rive gauche du Rhône : les premières digues basses.

IV. 3. Lyon franchit le Rhône

IV.3.a. Première valorisation des terrains des Hospices : un nouvel espace de promenade

Avec les premiers aménagements, la rive gauche commence à entrer dans l'espace lyonnais, suite à un changement de politique de la part des Hospices. Face à la crise foncière que connaît la ville au milieu du siècle, les espaces de promenade se font rares et se limitent aux remparts d'Ainay, au nouveau quai Saint-Clair, aux places Bellecour et des Terreaux. En 1760, les recteurs de l'Hôtel Dieu décident donc de proposer un nouvel espace récréatif en aménageant les terrains proches des bacs : dès 1762, une promenade plantée, prolongée par deux contre-allées, s'étend sur 450 m dans l'axe de la rue du Puits Gaillot (Barre et Feuga, 1998). L'entreprise connaît un succès immédiat : dès 1765, le trafic des bacs a triplé (*ibid.*).

IV.3.b. Le plan Morand : pont sur le Rhône, digue des Brotteaux et création d'un nouveau quartier

Forts de ce succès, les Hospices souhaitent continuer à valoriser leurs terrains en répondant à la crise foncière que connaît Lyon par la création de nouveaux espaces urbanisables. On l'a vu, la question de l'extension de la ville s'impose dans la deuxième moitié du XVIII^e siècle : tandis qu'on envisage de conquérir les terres de l'île Moignat jusqu'à la Mulatière, certains n'écartent pas l'idée d'étendre la ville vers l'est, au-delà du Rhône, et de relier les deux rives du fleuve par un nouveau pont, malgré l'investissement technique et financier nécessaire pour s'affranchir de la contrainte fluviale.

Un premier projet élaboré en 1763 par Lallié, Ingénieur en Chef des Ponts-et-Chaussées au département de Lyon, sera jugé trop ambitieux par l'Hôtel-Dieu qui se tourne alors vers Morand, architecte lyonnais qui a participé à la création du quartier Saint-Clair (Kleinclausz ; Barre et Feuga, 1998). En 1764, Morand propose alors un véritable plan d'urbanisme (fig. 24) qui prévoit notamment l'extension de Lyon sur la rive gauche du Rhône, à l'arrière d'un quai insubmersible, reliée à la Presqu'île par un pont à construire dans l'axe de la rue du Puits-Gaillot, et limitée à l'est par un canal en arc de cercle permettant de dériver une partie des eaux de crue¹.

Dans la foulée, Morand achète en 1765 les terrains du pré Deschamps sur lesquels il trace un premier lotissement. Cet investissement lui attirera les foudres des recteurs du Grand Hôpital qui n'apprécient pas de voir la valorisation de leur patrimoine foncier concurrencée de la sorte. Ils s'opposeront à la réussite de Morand jusqu'à ce qu'un accord soit trouvé entre les deux parties quinze ans plus tard. S'il est combattu par les édiles locaux, le projet est par contre soutenu par le pouvoir royal, qui autorise la construction du pont en 1772.

Le pont Morand est achevé à la fin de l'année 1775. A l'aval, la rive est protégée par la digue basse des Brotteaux, construite de 1772 à 1774. En 1771, une crue du Rhône endommage l'ouvrage en construction, qui doit être réparé à la hâte sous peine de voir une partie des terres riveraines emportées.

Enfin, les bases du quartier actuel des Brotteaux sont établies en 1780 par la signature d'un accord prévoyant le lotissement du Pré Morand et d'un dixième du domaine des Hospices, entre le pré Deschamps déjà loti par Morand et le Rhône (Barre et Feuga,

¹ A.M.L., 3 S 115, *Projet d'un plan général de la ville de Lyon et de son agrandissement en forme circulaire dans les terrains des Brotteaux*, J.-A. Morand, 1768.

IV.4. Persistance du problème des atterrissements du Rhône. Une politique d'attente jusqu'en 1825

Dans les années 1780, le problème des atterrissements du Rhône et la crainte d'une défluviation vers l'est se reporte en aval du pont de la Guillotière : le fleuve tend à abandonner son tracé le long de la Presqu'île, multipliant en particulier les atterrissements à hauteur du quai de la Charité, au profit de la lône dite de Béchevelin en rive gauche. L'engraissement des bancs de graviers, déploré dès le début des années 1790, finit par obstruer les ports, gêner l'activité des bateaux usines stationnés le long du quai, qui ne peuvent plus fonctionner qu'en période de hautes eaux, et empêche l'évacuation des eaux usées au débouché des égouts de la ville¹.

Suite à plusieurs pétitions des Hospices, l'Ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées Vareigne soumet le problème au Conseil Général du Département de Rhône et Loire en 1790. Les rapports de Vareigne des 11 novembre et 17 octobre 1792 proposent de remplacer les digues de la Tête d'Or, du pont Morand et de la Guillotière par un ouvrage unique permettant de repousser les eaux sur la rive droite. Mais, pour des raisons financières, c'est un projet plus modeste qui sera élaboré : une digue et un épi à construire en rive gauche, à l'aval de l'arche marinière du pont de la Guillotière. Soumis à la Direction Générale des Ponts-et-Chaussées, ce dernier sera écarté par peur de reporter trop de courant sur la rive droite. On craint en effet de nuire à l'installation des usines flottantes projetée à la même époque le long du quai, et de provoquer l'érosion des quais de la rive droite, en particulier le quai de la Charité bâti en simples pavés avec des gradins en pierre, et aux fondations peu solides.

Six ans plus tard, la question est réactivée par une nouvelle pétition, adressée le 30 fructidor an IV (septembre 1796) à l'administration centrale du Département par les administrateurs des Hospices, adoptée et signée par les corps de métiers travaillant au bord du Rhône. Le texte attire l'attention sur le problème des atterrissements le long du quai de la Charité et l'abandon progressif de sa rive droite par le fleuve, et demande de creuser des tranchées en rive droite pour attirer les eaux au pied des quais nouvellement construits. L'ingénieur en chef Vareigne réaffirme alors la nécessité de créer un ouvrage défensif en rive gauche, depuis le pont Saint Clair jusqu'à l'aval du pont de la Guillotière, et propose dans un premier temps, étant donné que l'effort de guerre ne permet pas de dégager les finances nécessaires, d'accéder provisoirement à la demande des pétitionnaires en draguant le fleuve pour reconnecter l'exutoire des égouts au Rhône².

Il faut attendre la Restauration pour que l'endiguement soit progressivement réalisé. On cherche alors à traiter la double question de l'instabilité et des débordements du fleuve. Un bras de fer s'engage alors avec le Rhône, car on tente de contraindre l'hydrosystème dans ce qui est en réalité un ajustement fluvial à la péjoration hydroclimatique du Petit-Age Glaciaire. Ce n'est qu'au prix d'énormes travaux de régularisation du lit réalisés à grand frais par le Service Spécial du Rhône des Ponts-et-Chaussées et nécessitant un entretien régulier que le fleuve va être complètement fixé. D'ailleurs, après l'abandon de la navigation sur le canal de Miribel dans le début du XXe siècle, dans un secteur où le Rhône avait naturellement un style en tresses, l'arrêt des travaux de rechargement des endiguements est très vite visible, le fleuve menaçant à nouveau la stabilité de ses berges.

En l'an X (1801), suite à une crue qui endommage les murs et les constructions de la rive gauche, les habitants des Brotteaux accusent les travaux réalisés en rive droite pour l'ouverture de la route de Bresse d'alimenter les atterrissements et d'exhausser la ligne d'eau en favorisant ainsi l'érosion de la rive gauche (Bravard 1985, p. 344) ; le même argument

¹ AML, 342 WP 001

² AML, 342 WP 001, *rapport du 20 ventôse an V*

avait d'ailleurs déjà été avancé par Vareigne en 1797. Après plusieurs rapports des Ponts-et-Chaussées sur la question, le préfet du Rhône signe un arrêté le 26 février 1806 interdisant d'entraver le bon écoulement des eaux et tout nouvel ouvrage pouvant favoriser la création d'atterrissements (*ibid.*).

Dès la session de l'an IX, la municipalité de Lyon envisage de réparer la digue des Cordeliers et de la prolonger parallèlement à la rive droite, mais, face aux objections techniques des ingénieurs, on se contente de réparer la digue existante et de la soutenir par un perré allant jusqu'à la culée du pont Morand et bordé de plantations destinées à fixer le rivage et offrant ainsi également un espace de promenade. Le principe d'un prolongement de l'ouvrage vers l'aval, dans l'axe de la quatrième ou de la cinquième arche du pont de la Guillotière en partant de la culée de rive droite (en remblayant l'espace ainsi gagné sur le fleuve), et de son exhaussement au-dessus des plus hautes eaux connues, est néanmoins approuvé par le Conseil Municipal de Lyon. Le budget est voté, mais il sera ajourné l'année suivante par le maire faute de finances.

Depuis le début des années 1780, on a pu observer l'aggradation du lit du fleuve et voir les bancs de gravier qui s'y trouvent s'engraisser et se multiplier. Les édiles comme les ingénieurs se trouvent dépourvus face à la puissance du fleuve et l'ampleur de la tâche, dont la réalisation semble pourtant plus impérieuse d'année en année si l'on souhaite préserver les intérêts urbains. En l'an XI (1804), un concours est donc lancé par l'Académie de Lyon sur les moyens de lutter contre les atterrissements et de diriger le cours du Rhône, qui sera reconduit l'année suivante faute de solution satisfaisante apportée à cette question, sans plus de succès. Deux problèmes sont mis à l'étude : lutter contre l'affouillement supposé - mais non démontré - du pied du quai Saint-Clair, et supprimer les atterrissements « *que l'on voit graduellement s'accroître depuis 25 ans* »¹. On cherche aussi à mieux comprendre la cause des atterrissements formés depuis plusieurs années sur la rive droite du Rhône.

Aucune solution satisfaisante n'est apportée par les candidats, sauf celle d'un endiguement par M. Déchelenette, mais qui sera écartée par les Ponts-et-Chaussées, qui la jugent trop hasardeuse. Les ingénieurs semblent de toute façon penser, comme tous les autres candidats ayant répondu au projet, qu'on ne peut que proposer des palliatifs compte-tenu des limites des finances communales. En réponse, le Conseil Municipal oppose la nécessité de dépasser les idées « *rétrécies* » prévalant jusque-là : « *dans le Grand Empire toutes les idées doivent s'agrandir* »². On projette alors de demander à l'Etat de financer une partie des travaux d'endiguement en vertu de la loi du 30 floréal an X, qui prévoit de consacrer les recettes de la navigation uniquement aux travaux d'amélioration de la voie navigable, mais rien ne sera fait entre la digue de l'Hôpital et le quai de la Guillotière jusqu'à la construction du quai Joinville en 1859.

La survenue d'une inondation importante en 1812 ne semble pas avoir suscité de nouveau projet. Par contre, suite aux crues de juin 1816 et avril 1817, Louis de Broal, Commissaire pour les Ponts-et-Chaussées de la province du Dauphiné, argumente en faveur de la défense de la rive gauche et obtient l'autorisation préfectorale d'édifier un nouvel éperon en enrochements pour repousser le Rhône sur sa rive droite (Préfet de l'Isère). Dans leur rapport sur le projet, les Ponts-et-Chaussées expriment leurs doutes quant à l'efficacité de ce nouvel ouvrage et envisagent, vraisemblablement pour la première fois la construction d'une grande digue de défense (Bravard 1985). Il faudra attendre

¹ AML, 342 WP 001, *séance de 1806 sur le concours de l'Académie de Lyon*

² AML, 342 WP 001, *séance de 1806 sur le concours de l'Académie de Lyon*

quelques années et la survenue d'une crue supplémentaire en 1825 pour voir le début des premières réalisations.

Conclusion

Les développements précédents ont mis en évidence l'impérieuse question de l'extension de la ville au sein du lit majeur et celle de la stabilisation du tracé du Rhône en bordure des quais de la Presqu'île pour éviter une défluviation de ce dernier vers l'Est. L'expansion de la bande active du Rhône et le durcissement de la contrainte fluviale ont effectivement été perçus par les habitants de l'époque qui ont cherché à stabiliser le tracé du Rhône au prix d'efforts répétés dès le dernier tiers du XVIIIe siècle. Le développement des intérêts urbains sur la rive gauche du fleuve dans le premier quart du XIXe siècle fait évoluer la position des édiles et de l'Etat : il ne s'agit plus seulement de fixer le cours du Rhône mais de protéger la rive gauche des débordements afin de permettre l'urbanisation de cette dernière. Mais les premiers ouvrages édifiés seront pris en défaut par les grandes inondations de 1840 et 1856. Ces crues exceptionnelles ont toutes deux envahi une grande partie de la ville et dévasté les faubourgs lyonnais. Que peut nous apprendre l'étude de la gestion de la crise et de l'endommagement sur la situation du risque au milieu du XIXe siècle ? Y a-t-il eu une évolution du risque et de sa gestion entre les deux événements ? Si évolution il y a, est-ce dans le sens d'une aggravation ou d'une réduction ?

Chapitre 3

La défense de Lyon contre les inondations

I. Les premières réalisations en rive gauche (1825-40)

I.1. L'amorce d'une réflexion sur les moyens de défendre la rive gauche : le concours de l'Académie de Lyon de 1825

D'abord commencée assez modestement après la création du pont et du quartier Morand, surtout si on se rappelle l'importance de la crise foncière lyonnaise et la cherté des loyers pratiqués dans la ville, la croissance démographique de la commune de la Guillotière s'amplifiera sous la Restauration. Jusque-là, l'importance de la contrainte fluviale sur la rive gauche du Rhône avait dissuadé beaucoup de lyonnais. Ce lent démarrage s'explique aussi très probablement par le fait que la vente des biens nationaux à la fin du XVIII^e siècle avait permis de libérer un grand nombre de terrains de la Presqu'île monopolisés jusque-là par les couvents.

Alors que la population de la commune de la Guillotière avait déjà augmenté de 17% sous l'Empire, passant de 5 972 à 7 000 habitants entre les recensements de 1805 et 1815, elle aura quasiment triplé au cours de la Restauration, pour atteindre 20 000 habitants en 1830. Les enjeux à préserver en rive gauche commencent alors à devenir suffisants pour attirer la bienveillance de l'Etat et susciter l'intérêt de la Ville de Lyon. La forte crue de 1812 puis celles de 1816 et 1817 avaient aussi probablement sensibilisé les édiles au sort des habitants de la rive gauche. C'est en tout cas suite à cette dernière crue que les Ponts-et-Chaussées envisagent d'endiguer la rive gauche pour résoudre enfin le problème des atterrissements et le risque de défluviation du fleuve. En plus de cela, la ville de Lyon convoite de plus en plus le projet d'annexion de ses faubourgs, qui font d'ailleurs déjà partie de l'aire d'attraction urbaine, et a tout intérêt à « séduire » la rive gauche en lui apportant son soutien, ainsi qu'à se sentir concernée par les préoccupations des quartiers intéressés.

En 1825, l'Académie de Lyon lance donc un concours sur le thème de la protection de la rive gauche contre les crues. Les propositions faites sont de deux natures, qui ont toutes deux leurs partisans, et reprennent en fait les principes élaborés par Morand : un endiguement général et insubmersible et l'édification d'une ligne de quais le long de la rive du Rhône, permettant par ailleurs de fixer le cours du fleuve en favorisant l'incision, ou la dérivation d'une partie du débit dans un canal de ceinture édifié à travers la rive gauche et endigué. Cette deuxième option offre elle aussi l'avantage d'abaisser le niveau des eaux dans la traversée de la ville, mais présente le risque de ravager la plaine en cas de submersion ou, pire encore, de rupture. En plus de cela, l'entreprise pose le problème de l'aggravation des étiages, et l'on craint également de voir se développer les atterrissements si le volume des eaux n'est plus assez suffisant pour évacuer la charge sédimentaire du fleuve.

On ne tranche pas quant à la solution la meilleure, mais la réflexion est lancée, et sera suivie de peu par sa réalisation.

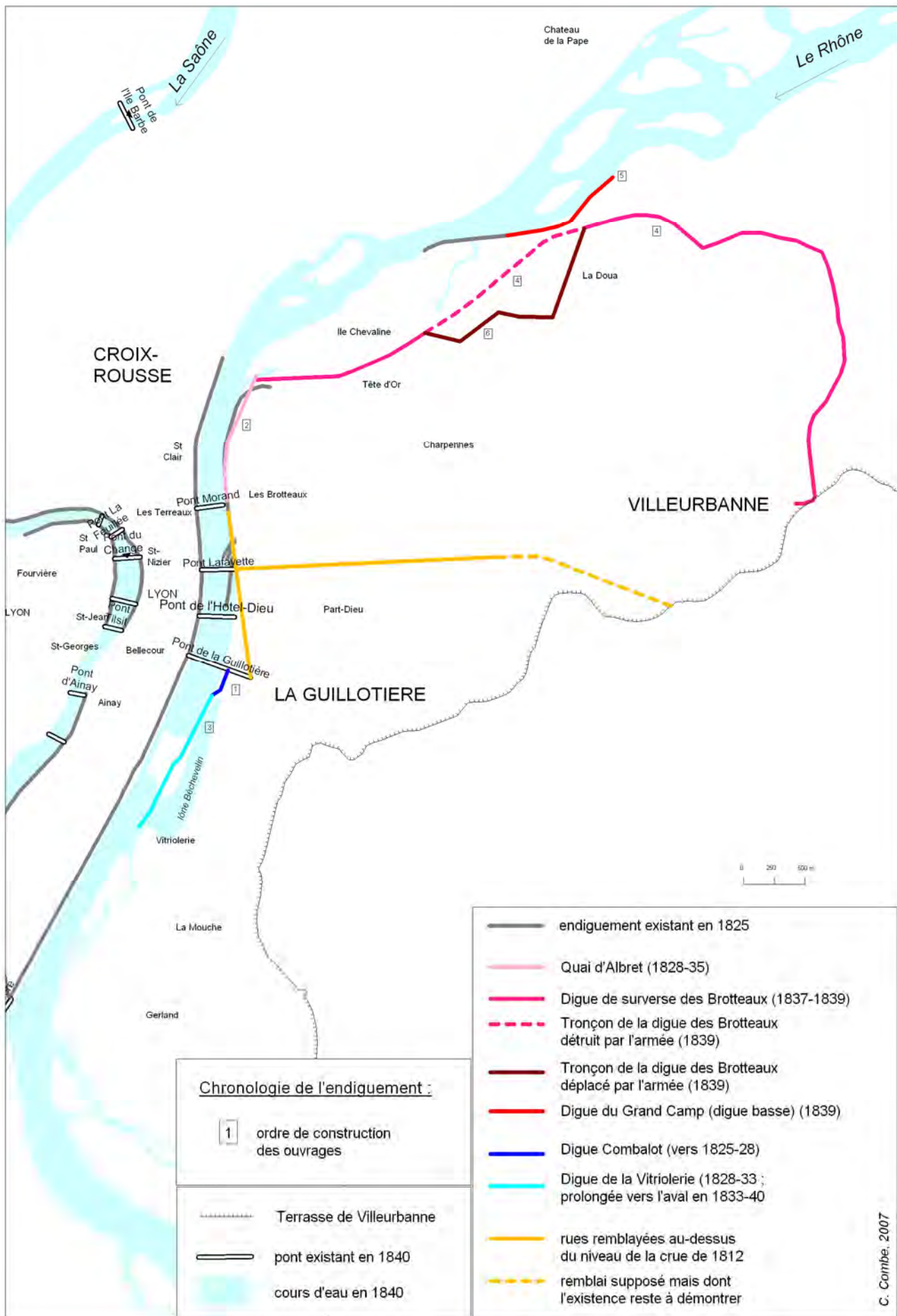


Fig. 26. Les étapes de l'endiguement de la rive gauche du Rhône avant 1840.

I.2. L'édification du premier quai de la rive gauche : le quai d'Albret le long du quartier des Brotteaux 1825-35

L'année suivante, le premier ouvrage de protection de la rive gauche contre les inondations est réalisé à l'initiative des Hospices, qui souhaitent créer un quai insubmersible pour favoriser l'essor du jeune quartier des Brotteaux (fig. 26). La Compagnie des Ponts, ex-Compagnie Morand, était en effet sur le point d'achever les travaux de la place Louis XVI (place du Maréchal Lyautey actuelle) et de son prolongement dans l'axe du pont par le cours Morand commencés en 1816, et cette dernière, mise hors d'eau par remblais, était déjà bordée de beaux immeubles bourgeois. La construction d'une digue à l'amont du Pont Morand devait permettre le développement de nouvelles constructions à l'abri des inondations, augmentant ainsi considérablement la valeur des terrains des Hospices ouverts à la vente. En plus d'offrir à la ville de Lyon la possibilité de s'étendre à proximité du centre des affaires, l'ouvrage devait contribuer à protéger l'ensemble de la plaine en limitant une partie des débordements, inaugurant ainsi le système de défense projeté depuis longtemps sur la rive gauche. Enfin, la digue devait faciliter le halage et le service du port situé en avant.

Le 29 septembre 1826, les Ponts et Chaussées signent ainsi le devis d'une digue perreyée de 980 m édifiée le long de la rive, en amont du pont Morand. L'ouvrage, bâti en gravier pilonné, s'élève à 5,2 m au-dessus de l'étiage, soit une revanche de 20 cm sur la grande inondation de 1812, les plus hautes eaux connues jusque-là, et présente une largeur de 11 m en couronne¹. Le surcoût d'un éventuel élargissement ultérieur est laissé à la charge des acquéreurs des terrains ainsi protégés. Côté Rhône, le talus incliné à 45° est défendu par un revêtement en perré, protégé à sa base par des enrochements. Les travaux sont adjudgés en 1828 pour 274 250 francs de l'époque, le projet de digue initial ayant été rapidement transformé en quai avec un étroit bas-port, prolongé vers l'amont par une banquette de halage.

I.3. La digue de ceinture des Brotteaux (1836-39)

Par une délibération en date du 30 août 1826, le Conseil Général du département fait part aux Ponts-et-Chaussées de sa crainte que le Rhône ne migre vers sa rive gauche au pied des balmes viennoises et qu'il abandonne Lyon en rive droite, se frayant un passage à travers les Brotteaux et la Guillotière.

A l'époque, deux solutions sont envisagées : une digue de ceinture allant de Vaulx-en-Velin à Lyon, ou un endiguement plus complet ancré nettement plus à l'amont, à Jonage, proposé par l'ingénieur en chef du département Favier et soutenu par le Conseil Général qui reproche au projet de digue de ceinture de ne servir que les intérêts lyonnais. Le Conseil général des Ponts-et-Chaussées envoie alors l'ingénieur Dausse pour se consacrer exclusivement aux plans et travaux à exécuter pour « encaisser » le Rhône². Le mémoire de Favier sur les moyens à employer pour fixer le lit du Rhône depuis Jonage jusqu'à Lyon sert de base à la réflexion de Dausse (Bravard, 1985). Plusieurs projets successifs sont alors élaborés mais, face à l'ampleur et au coût de l'entreprise, ce n'est que dix ans plus tard que les travaux seront lancés.

La réalité du danger est attestée par le deuxième rapport de M. de Prony, qui confirme que l'endiguement, pour être efficace, doit être ancré à Jonage. Une soumission est ainsi faite à Lyon le 25 novembre 1830 au nom de la Compagnie des Dessèchements,

¹ ADR, S1360

² Délibération du Conseil Général des Ponts-et-Chaussées du 20 octobre 1827

créée à Paris en 1827. L'avant-projet de l'ingénieur Sinot imagine une « grande digue » droite (plus de 19,3 km de long et 5,25 m de haut), arasée au-dessus du niveau de la crue de 1812 et formant une chaussée carrossable de Jons à l'amont du quai d'Albret. En plus de rendre enfin possible la valorisation agricole de terres jusqu'alors inondables¹, l'ouvrage devait permettre de fixer le cours du Rhône jusqu'à la Tête d'Or pour supprimer le risque de défluviation et faciliter l'endiguement du Rhône du pont Morand à La Mulatière².

Une digue insubmersible, dite « digue en terre de surverse des Brotteaux », est finalement décidée en 1836 pour protéger les communes de Villeurbanne et de la Guillotière. L'exécution du projet des Ponts-et-Chaussées est assurée par des ateliers de charité encadrés par le génie militaire, permettant d'employer les ouvriers en soie au chômage suite à la crise des Amériques. Les travaux se sont élevés à 2 410 000 francs de l'époque, financés pour moitié par l'Etat, à hauteur d'un tiers par les Hospices, le reste des dépenses incombant à charge égale aux communes de Lyon (1/12^e) et de la Guillotière (1/12^e)³. Par la suite, les travaux d'entretien et de réparation sont financés à hauteur d'un tiers par l'Etat, le reste des dépenses incombant à charge égale aux communes de Villeurbanne et de la Guillotière. L'ouvrage, long de près de 7,5 km, s'appuie à l'amont sur le coteau des Balmes viennoises puis emprunte le tracé d'un ancien méandre du fleuve bordant les marais de Vaulx, à la limite de Vaulx-en-Velin et de Villeurbanne, englobe ensuite la ferme de la Douai (qui deviendra la Doua) avant de longer l'ancienne île Chevaline, devenue bois de la Tête d'Or, au nord de la ferme du même nom, pour venir enfin s'ancrer à l'extrémité du quai d'Albret (fig. 26). Il consiste en un remblai de 4,5 m de haut aux talus inclinés, large de 3 m en couronne et arasé à 60 cm au-dessus du niveau de la grande crue de 1812. Le corps de la digue est constitué de terre sablonneuse pilonnée, empruntée en arrière de l'ouvrage, et recouverte de 50 à 60 cm de terre végétale engazonnée⁴.

Dans la foulée, on continue à fixer le tracé du Rhône pour défendre la berge et garantir la digue en terre des corrosions du fleuve en prolongeant la digue de la Tête d'Or vers l'amont par la digue du Grand Camp, édifiée en 1839⁵.

Comme l'a souligné J.-P. Bravard, « l'opération semble avoir manqué de coordination puisque l'armée, locataire des communaux de Villeurbanne et de terres des Hospices de Lyon, découvrit très vite que le « Grand Camp » était coupé en deux par la digue » (Bravard, 1985, p. 350). Dans une lettre adressée au Préfet du Rhône le 2 septembre 1839, l'inspecteur général d'artillerie Charbonnet demande l'autorisation de reculer la partie de l'ouvrage traversant la ligne de tir du terrain de manœuvre⁶. Non content de trouver là un nouveau moyen d'employer les ouvriers au chômage, et malgré l'extrême réticence des Ponts-et-Chaussées qui craignent pour la stabilité de l'ouvrage, le préfet autorise le Génie militaire à reconstruire la section incriminée selon le tracé des parcelles cadastrales, perpendiculairement à l'écoulement des eaux. Mais la nouvelle portion de digue sera construite sans épaulement et au moyen de matériaux légers⁷. Moins d'un an plus tard, l'inquiétude des ingénieurs du Service de la Navigation se trouvera confirmée : lors de la

¹ AML 342WP001, Société Royale d'Agriculture, d'Histoire Naturelle et des Arts Utiles de Lyon, séance extraordinaire du 16 juillet 1834

² AML 342 WP001

³ AML, 342 WP 001

⁴ ADR S 1361

⁵ ADR S1360

⁶ ADR S1361

⁷ AML 4WP, *Délibération du Conseil Municipal de la Guillotière*, 12 novembre 1840

terrible inondation de novembre 1840, la digue de surverse cédera au niveau du tronçon récemment déplacé qui se trouvait face au courant¹.

I.4. A l'aval du pont de la Guillotière, une série d'ouvrages non jointifs près de la Vitriolerie

Alors que le quartier des Brotteaux se dote d'une protection, qu'en est-il de celui de La Guillotière ?

Né au débouché du pont du Rhône à la fin du XII^e siècle, le petit hameau de la Guillotière s'était lentement développé au carrefour des routes desservant le Midi et les pays transalpins, accueillant les Croisés et autres voyageurs de passage. En 1735, l'artère centrale du bourg, la Grande Rue de la Guillotière, était bordée de 130 maisons, et les constructions s'égrenaient le long des chemins bordiers (Cholley, 1925). Comme aux Brotteaux, le reste de la plaine était occupé par de vastes domaines agricoles, les terrains au nord du pont appartenant pour l'essentiel à l'Hôtel-Dieu.

Les choses s'accélérent dans la première moitié du XIX^e siècle : la Guillotière devient un faubourg avec le développement du roulage et des hôtelleries et l'installation des nouvelles industries chimiques et métallurgiques en aval du pont du Rhône, qui trouvent au sud de Lyon de vastes espaces disponibles et bon marché et attirent une population ouvrière de plus en plus nombreuse. La commune connaît alors un développement très rapide, et voit sa population tripler en quinze ans, passant de 7 000 habitants en 1815 à 20 000 en 1830, puis 30 000 en 1846.

Sous la Restauration et la Monarchie de Juillet, les constructions se multiplient de part et d'autre du pont, à mesure que l'on remblaye les délaissés du Rhône pour ouvrir de nouvelles rues. Les opérations de remblaiement s'amplifient après l'inondation de 1825. En 1825-1826, une lône au sud de la future place du pont, à l'emplacement du cours de la Liberté actuel, est comblée à frais communs par la commune de La Guillotière et le principal propriétaire des terrains alentour, André Combalot (R. Curtet, 1999). Suite à la crue de 1825, la commune de la Guillotière achète à l'Etat les îles et la lône enjambées jusque-là par le pont de la Guillotière, et remblaye cet espace en recouvrant les cinq premières arches de l'ouvrage, afin de créer le cours des Brosses et la place du Pont (*ibid* ; Cholley, 1925). Dans le même temps, Combalot fait construire une première digue au sud du pont, arasée à 5 m au-dessus de l'étiage pour protéger les constructions de la rue Basse Combalot, tandis que l'Ingénieur du département du Rhône Cavenne pose les bases d'un nouveau quartier juste à l'aval (Pelletier, 2002b).

D'abord édifiée sans autorisation, la digue Combalot, dite aussi digue Béchevelin, est prolongée vers le sud en 1828 pour barrer la lône de la Vitriolerie, dans le triple but de protéger la Guillotière des corrosions du Rhône, de reporter les eaux sur la rive droite afin de garantir l'évacuation des égouts de la ville qui trouvent là leur débouché, et de resserrer le lit du fleuve pour améliorer les conditions de navigation en assurant un mouillage suffisant². Selon le projet initial, l'ouvrage consiste en une digue rectiligne large de 6 m en crête et couronnée à 6 m au-dessus de l'étiage. Elle doit être réalisée en trois parties dans le prolongement de la digue Combalot, en aval du bas-port du pont de la Guillotière : deux tronçons de 120 m et 220 m de long de part et d'autre de l'entrée de la lône, reliés ensuite par une troisième section qui ferme l'entrée du bras secondaire. Pour contribuer à approfondir le chenal et à canaliser les eaux, les matériaux destinés aux remblais sont extraits dans les bancs de gravier en avant de l'ouvrage, là-même où la ville de Lyon

¹ ADR S 1361

² ADR S1362, *rapport des Ponts et Chaussées sur l'achèvement de la digue de la Vitriolerie*, 25 mars 1833

emprunte d'importants volumes pour remblayer la Presqu'île Perrache. Nous n'avons pas trouvé d'indices permettant de dire si ces extractions ont eu ou non un effet sur le niveau des fonds.

Mais, si les deux premiers pans de l'ouvrage sont achevés en 1830, la suite des travaux est ralentie par la tendance de plus en plus marquée du fleuve à délaisser son tracé de rive droite, où les atterrissements augmentent en dépit des extractions, et à approfondir la lône de la Vitriolerie : profond de 1,2 m sous l'étiage en 1828, le talweg atteint 2,65 m cinq ans plus tard¹. Craignant une fois de plus un changement de tracé du fleuve, les Ponts-et-Chaussées modifient le projet initial en 1833, en édifiant un barrage insubmersible à l'entrée de la lône et en prolongeant la digue jusqu'à la Vitriolerie, au-delà du futur viaduc de chemin de fer. Approuvés le 25 août 1833, les travaux qui s'achèvent en 1840 ont coûté 365 925 francs (Pelletier, 2002b).

Afin de promouvoir le développement de sa commune et d'accroître ainsi les revenus de la municipalité, Henri Vitton, maire de la Guillotière, multiplie les travaux de voirie pour favoriser l'extension du faubourg entre les quartiers des Brotteaux et de la Guillotière, dans le quartier de la Part-Dieu. Le cours Bourbon (actuel cours de la Liberté) est prolongé pour relier la place Louis XVI à la place du Pont, et un axe transversal allant du Rhône à Villeurbanne est achevé en 1829 dans l'alignement du nouveau pont Charles X, à l'emplacement du cours Lafayette actuel. Conçue après l'inondation de 1825, cette voie transversale a été remblayée au-dessus du niveau des eaux de 1812 afin de faire office de digue et de garantir le nouveau quartier contre les débordements du Rhône provenant de l'amont. L'effet de barrage produit par le cours Lafayette sera d'ailleurs déploré par le préfet de l'Isère suite à l'inondation de 1856. Celui-ci accusera l'ouvrage d'avoir exhaussé le niveau des eaux à hauteur de la Doua (Bravard, 1985). Côté Rhône, la rive est protégée des corrosions par la digue de l'Hôpital, épi submersible de 200 m construit au XVIII^e siècle par les Hospices afin d'abriter le port aux pierres et le port aux bois. Par la suite, l'édification d'un quai ne se fera pas sans difficulté car il faudra déplacer les ateliers des tailleurs de pierre et indemniser les propriétaires des maisons riveraines (Pelletier, 2002b).

II. La catastrophe de 1840 et ses conséquences ; priorité à l'urbanisme

Afin de mieux comprendre les caractéristiques spatiales de l'aléa au milieu du XIX^e, et de pouvoir analyser l'évolution du champ d'inondation en relation avec les aménagements entrepris au cours de la période d'étude, nous avons réuni et cartographié les informations disponibles concernant les événements de 1840 et 1856 dans le « Y lyonnais ». Les excellents atlas du cours de la Saône et du Rhône levés et gravés au 1/10 000^e par les Ponts-et-Chaussées de 1857 à 1866 sont bien connus et figurent la limite de l'inondation de 1840 dans la vallée de la Saône, et celle de 1856 dans le bassin du Rhône. Mais pour une raison qui nous est inconnue, la feuille de Lyon ne figure aucune des deux limites. Pour cette raison, la connaissance du périmètre de ces deux inondations dans la ville restait encore relativement imprécise. Nous avons pu reconstituer le périmètre des inondations de 1840 et 1856 dans Lyon à partir du recoupement de différents documents d'archives. Il convient ici de préciser la méthode employée.

¹ ADR S1362, *rapport des Ponts et Chaussées sur l'achèvement de la digue de la Vitriolerie*, 25 mars 1833

Un premier travail de détail a été mené par l'historien L. Freynet (2002), qui a dressé une cartographie très précise des débordements du Rhône et de la Saône en 1840 dans la Presqu'île et ses abords immédiats. Plusieurs documents existent par ailleurs mais ils figurent des limites apparemment contradictoires les unes des autres. Le *Plan des inondations du Rhône et de la Saône dans Lyon et ses faubourgs* au 1/80 000^e conservé dans le fonds Coste de la bibliothèque municipale de Lyon¹ publié par Kaufmann (1840) et par Baron (1841) représente la totalité de la plaine de Vaise sous les eaux, tandis qu'une autre carte, consultable aux archives municipales de Lyon², fait s'arrêter la limite sud de l'inondation dans Vaise à l'actuelle rue Marieton, c'est-à-dire bien en retrait de celle de Kaufmann. Ce dernier document est en fait un exemplaire de la *Carte topographique de Lyon et ses environs* au 1/40 000^e dressée par Dignoscyo et fils et gravée par Rembielinski, sur laquelle a été rajoutée en surcharge une teinte bleutée, à la main, qui correspond selon la légende manuscrite apposée au bas du document à l'inondation de 1840 pour la Saône, et à celle de 1856 pour le Rhône. L'auteur et la date de réalisation en sont inconnus. Concernant l'inondation du Rhône, le périmètre inondé coïncide avec les deux autres sources que nous avons trouvées : le *Plan des zones inondables de Lyon (PZI)*, document réglementaire au 1/25 000^e dressé conformément à la loi de 1858 et approuvé en 1911, consultable au Service Navigation Rhône-Saône, et un *Plan général de l'inondation des 21 et 31 mai 1856* au 1/2 000^e signé de l'ingénieur en chef de la ville G. Bonnet, appartenant au fonds du service municipal de la voirie des Archives Municipales³. En très mauvais état, ce document n'est d'ordinaire consultable que dans sa version microfilmée et n'est alors pas exploitable car les limites sont illisibles. Nous avons cependant eu la chance de pouvoir consulter le document original, qui s'est avéré extrêmement précieux car il permet de trancher à peu près certainement la question. En plus de confirmer la limite des secteurs recouverts par les eaux du Rhône en 1856, et de fournir la limite de l'inondation de la Saône à la même date, qu'on ne trouve nulle part ailleurs à notre connaissance, ce plan figure par un liseré la limite de l'inondation de 1840. C'est du moins ce qu'indique la légende, car à première vue, seul le périmètre de 1856 est représenté : en une teinte bleue pour le débordement du Rhône, et bistre pour celui de la Saône. En observant minutieusement le document, on repère malgré tout la trace du liseré, qui a presque été effacé par le temps, mais correspond à la limite esquissée dans ses grandes lignes par le plan de Kaufmann.

Le périmètre représenté sur la carte au 1/40 000^e coïncide par contre parfaitement avec celui de la crue de la Saône non pas de 1840, mais de 1856, figurée sur le plan au 1/2 000^e. Il semblerait qu'une erreur ait été faite dans la légende de ce document, du moins tous les indices paraissent converger en ce sens. Un dernier argument de poids tend à nous faire trancher la question : la mention dans le même dossier d'archive d'une cote d'inondation située au carrefour de la rue de l'Oiselière et de l'ancienne route du Bourbonnais, en plein cœur du secteur litigieux, et indiquant 3, 85 m d'eau en 1840. Par ailleurs, il semble tout à fait cohérent que le périmètre inondé en 1840 excède celui couvert par les eaux en 1856, puisqu'on observe partout dans Vaise une différence de 2,6 m environ entre les deux crues.

Ces informations ont été complétées par les hauteurs d'eau observées en de nombreux points lors des inondations de 1812, 1840 et 1856 qui ont été recueillies par enquête à la demande de l'ingénieur en chef de la voirie de Lyon⁴ et que nous avons cartographiées.

¹ BML 116 108

² AML 2S69/a

³ AML 925 WP 287

⁴ AML 925 WP 287

II.1. Des conditions météorologiques exceptionnelles et une crue extraordinaire

A l'automne 1840, la ville en plein essor démographique et partie à l'assaut des vastes plaines de ses faubourgs est terrassée par une inondation extraordinaire et terrifiante, considérée par Pardé comme « l'événement météorologique et hydrologique le plus grandiose et le plus déconcertant qui se soit jamais produit, à notre connaissance, dans le bassin du Rhône, peut être même en France » (Pardé, 1925, p. 800).

II.1.a. Première phase de l'inondation : la crue générale du Rhône

Du 28 au 30 octobre, il pleut à torrent sans discontinuer du fait de la succession de deux averses méditerranéennes combinées à une pluie océanique intense. L'importance des précipitations provoque alors une crue générale du Rhône dont la montée fut extrêmement brutale.

Inondation de la Presqu'Ile

Dès le 29 octobre, le Rhône commence à inonder l'ensemble des quais de la rive droite situés entre le futur pont Saint-Clair et le pont de l'Hôtel-Dieu (fig. 27). L'essentiel du quai Saint-Clair est progressivement recouvert par les eaux, mais le reste du nouveau quartier, suffisamment remblayé, est épargné. En aval du pont Morand en revanche, le débordement s'étend en Presqu'Ile à partir des vieux quais de Retz, de Cordeliers et de Bon Rencontre. Le fleuve envahit progressivement les rues adjacentes,¹ puis les rues parallèles au fleuve et les places qu'elles desservent². De la rue de l'Arbre Sec au pont de l'Hôtel-Dieu, seules la place du Concert et la rue Buisson, au débouché du pont Lafayette, sont épargnées. Enfin, une partie du secteur de Bellecour est inondé par refoulement des eaux à partir de l'exutoire des égouts, dont on a déjà vu qu'il se situait juste en aval du pont de la Guillotière : le nord de la place de la Charité et une partie de la rue du même nom, les bordures est et sud de la place Bellecour sont sous les eaux³.

Les modalités de l'inondation du Rhône dans la Presqu'Ile semblent révéler le rôle des héritages géomorphologiques de la plaine. En effet, les zones basses inondées en 1840 correspondent à la localisation des trois paléochenaux de Bourse, République et Bellecour repérés par les travaux de géoarchéologie, sur le tracé desquels plusieurs vestiges attestant d'une ancienne activité du Rhône ont été découverts (Bravard et Prestreau, 1997 ; Freynet, 2002). On est en droit d'émettre l'hypothèse selon laquelle cette microtopographie est réactivée lors des grandes crues et constitue des zones préférentielles d'écoulement des eaux de débordement.

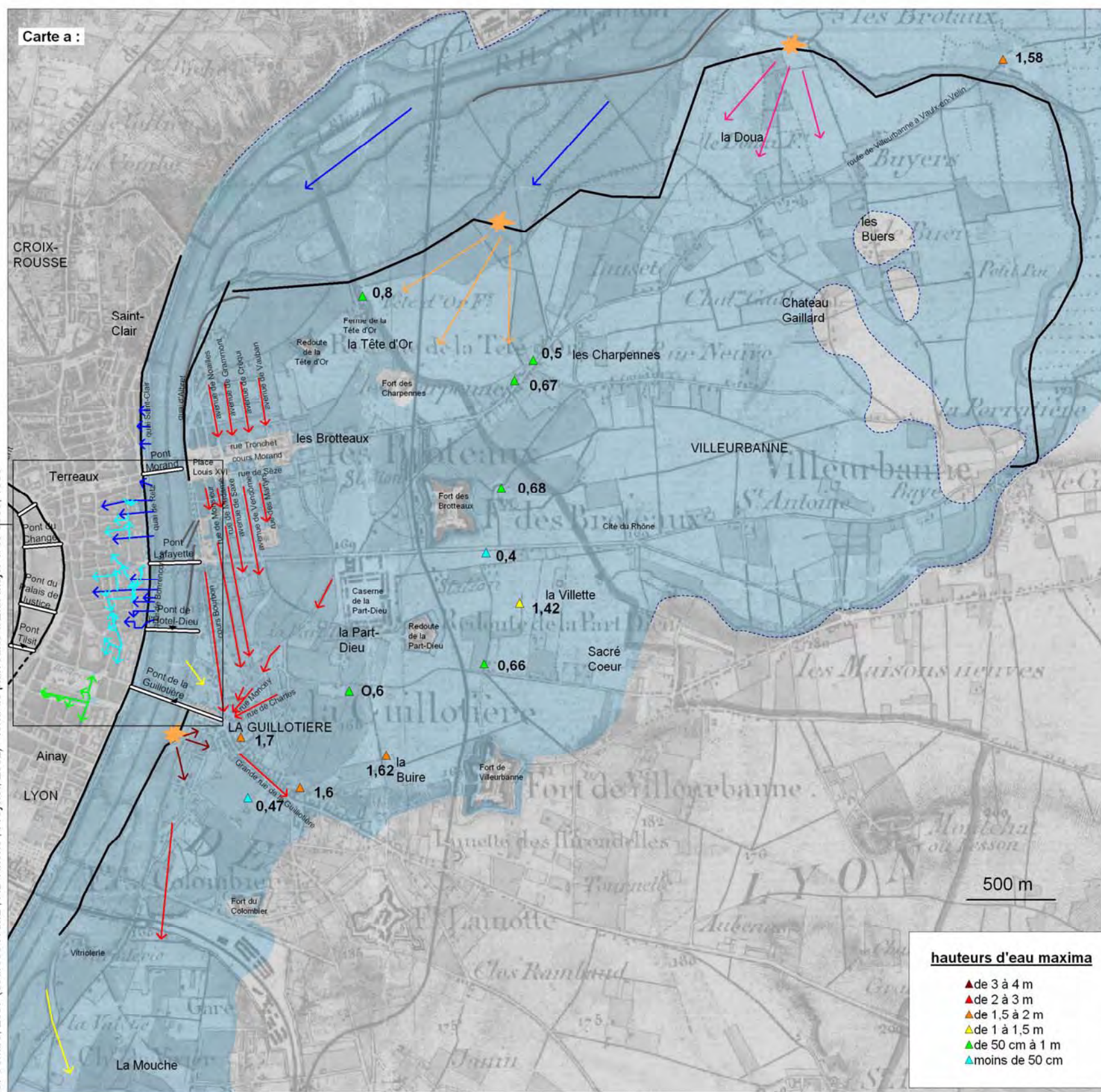
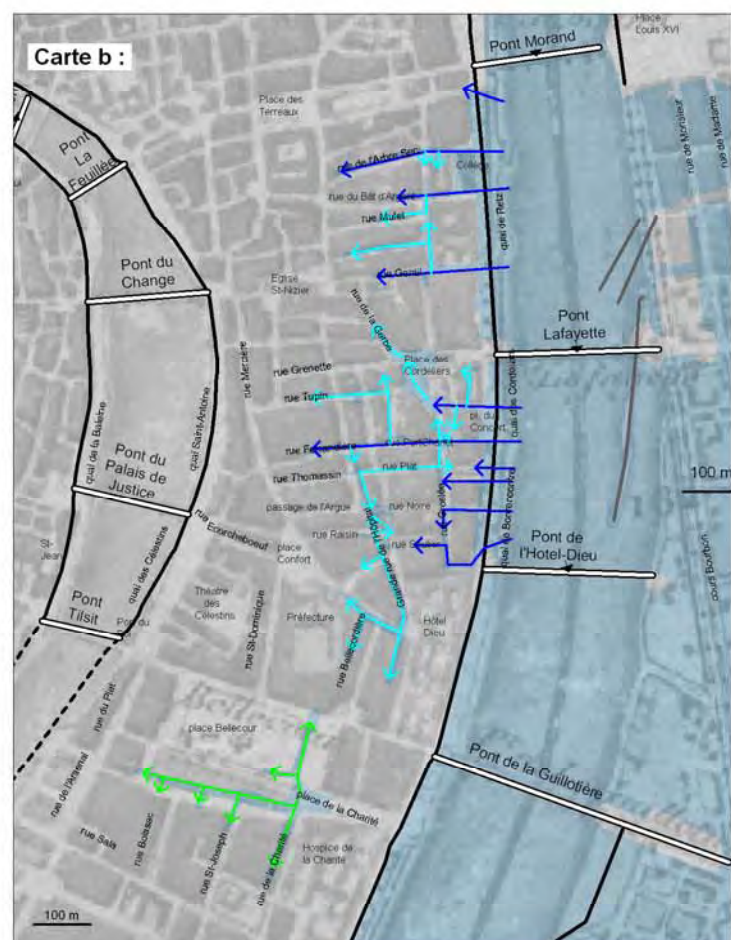
Rupture de la digue en terre des Brotteaux

L'inondation de la rive gauche commence le vendredi 30 octobre au matin : les parties basses de la Guillotière sont inondées tandis que le quartier des Brotteaux se félicite d'être à l'abri de la digue de surverse des Brotteaux et du quai d'Albret.

¹ Les rues de l'Arbre-Sec, du Bât d'Argent, Mulet, Gentil, rues Tupin, du Port-Charlet, Plat et Noire sont inondées dès le 30 novembre.

² Rues Grolée et Bonaventure, place des Cordeliers, rue de la Gerbe, Grande Rue de l'Hôpital, une partie des rues du Bourg Chanin et Bellecordière

³ AML 4WP0051, *rapport de J.-F. Terme, maire de Lyon sur l'inondation de 1840*



Les temps de l'inondation du Rhône en 1840 (29 oct-3 nov.) :

- Inondation de la Presqu'île à partir du 29 nov. (carte a et zoom carte b) :
 - 29-30 oct matin - inondation des quais et des rues adjacentes
 - 30-31 oct - inondation des rues parallèles au fleuve et des places qu'elles desservent
 - inondation indirecte de Bellecour à partir des égouts
- Inondation de la rive gauche du Rhône dès le 30 au matin, rupture des digues de 31 oct. (carte a)
 - 30 oct. matin - inondation des parties non endiguées de la Guillotière
 - 31 oct. 2 h du matin - 1ère brèche dans la digue en terre des Brotteaux (rupture du tronçon déplacé par l'armée en 1939)
 - 31 oct. dans la nuit - 2ème brèche dans la digue en terre des Brotteaux (rupture du tronçon excavé par les vaudais)
 - 31 oct à partir de 2 h et matinée - inondation des Brotteaux et de la Guillotière
 - 31 oct. 15 h - rupture de la digue de la Vitriolerie

- principaux ouvrages ayant une influence hydraulique**
- pont
 - quais ou digue de protection contre les inondations
 - - - - - quai inachevé au moment de la crue
 - digue basse de protection contre les corrosions
 - ★ brèche
- inondation du Rhône fin octobre-début novembre 1840
- limite de crue incertaine

C. Combe, 2007 (sources : AML ; AD Rhône ; Freynet, 2002) - fond de plan carte d'Etat-Major 1/40 000e, 1836

Fig. 27. L'inondation du Rhône en 1840.

Mais le Rhône ne cesse de monter, dépasse le niveau de la crue de 1812, les plus hautes eaux enregistrées jusque-là, et menace la digue en terre, dont les fissures sont activement surveillées et colmatées sous la direction de l'Ingénieur en Chef de la ville. Au cours de la nuit, des habitants de Vaulx-en-Velin désespérés par l'ampleur de la montée des eaux qu'ils attribuent au resserrement de la section d'écoulement opérée par la digue, sont surpris en train de tenter d'ouvrir une brèche dans l'ouvrage, à l'amont du Grand-Camp, pour soulager leur village situé à l'amont. Mais c'est plus en aval que la digue cèdera en premier, au niveau du tronçon déplacé par l'armée quelques mois auparavant (M. Kauffmann, 1840) : à deux heures du matin, cette section est emportée sur 134 m, tandis qu'une deuxième brèche de 50 m se crée dans la nuit dans la partie attaquée par les Vaudais¹. Les eaux s'engouffrent alors avec force dans la plaine des Charpennes et des Brotteaux : les avenues de Vauban, de Créqui, de Grammont et de Noailles sont rapidement inondées, et de violents courants se forment à travers les avenues de Saxe, de Vendôme, des Martyrs, les rues de Madame et de Monsieur (L. Freynet, 2002). Le samedi 31 au petit matin, l'essentiel de la rive gauche est déjà sous les eaux : Villeurbanne et les Charpennes, les quartiers de la Tête d'Or, des Brotteaux, de la Cité du Rhône et de la Buire, celui de La Mouche plus en aval. A dix heures, le flot de la crue atteint la place du Pont de la Guillotière par le Cours Bourbon (actuellement cours de la Liberté) et les rues Saint-Clair, Moncey et de Chartres, avant d'inonder rapidement la Grande Rue de la Guillotière.

Le Rhône atteint son niveau maximum le 31 octobre à 15 h, avec 5,57 m à l'échelle du Pont-Morand, dépassant ainsi de 49 cm le maximum de 1812. A son tour, la digue de la Vitriolerie va céder, cette fois-ci par surverse : 100 m en aval du pont de la Guillotière, l'ancienne digue Combalot, construite face au courant et arasée au niveau de 1812, 1 m plus bas que le reste de l'ouvrage, est submergée et éventrée sur 50 m, alimentant ainsi l'inondation de la rive gauche par un deuxième point. Les quartiers Béchevelin et de La Mouche sont gravement inondés, et un courant violent s'établit Grande rue de La Guillotière.

La pluie s'étant presque arrêtée le 31 octobre et le 1^{er} novembre, la décrue s'amorce le 31 octobre au soir et s'étale jusqu'au 3 novembre².

Elle sera suivie d'une recrudescence du fleuve le 17 novembre qui inonde à nouveau la rive gauche du 18 au 20 novembre (Freynet, 2002).

Géographie de l'inondation en rive gauche du Rhône

Les cotes maximales atteintes en plusieurs points ont été relevées après enquête par les services de la voirie de la ville de Lyon³, et donnent une idée de l'ampleur de la submersion et des zones les plus exposées. En rive gauche du Rhône, on a relevé les hauteurs suivantes :

- 55 cm à l'est du village de Vaulx-en-Velin, au Fontanil
- 1,58 m route de Vaulx au niveau de la digue de surverse, à la limite entre Vaulx et Villeurbanne
- au moins 50 à 67 cm d'eau aux Charpennes, dans l'actuelle rue Gabriel Péri
- 58 cm à la ferme de la Tête d'Or
- 68 cm chemin de Bellecombe
- 1,42 m à la ferme de la Part-Dieu, non loin de la gare actuelle
- Dans le quartier de la Villette, 66 cm chemin du Sacré Cœur, 60 cm rue de Chartres

¹ ADR, S 1361

² *Le Courrier de Lyon*, « chronique locale », 4 novembre 1840

³ AML 925WP227

- les quartiers densément peuplés de la Guillotière et de la Buire sont recouverts par plus de 1,6 m d'eau : 1,7 m rue de la Vierge, dans l'axe de la Grande rue de la Guillotière, 1,6 m dans cette dernière, 1,62 m chemin de la Buire
- 47 cm au château de la Thibaudière, à l'angle des rues d'Anvers et de la Thibaudière
- Le long du chemin de Gerland : 12 cm face au château, 67 cm à la ferme d'Ainay, qui n'existe plus aujourd'hui mais se situe à l'emplacement du port Edouard Herriot, au sud de la rue la Dole

Afin de saisir l'ampleur de l'inondation, l'information fournie par l'analyse des hauteurs d'eau peut être complétée par l'analyse de la géométrie du champ d'inondation que nous avons cartographié. Cette dernière fait ressortir le rôle des héritages géomorphologiques et met en évidence la présence des secteurs remblayés à une cote insubmersible.

En amont, le champ de la crue est délimité par les versants des balmes viennoises et de la Croix-Rousse. A l'est, la limite de l'inondation s'arrête au pied de la terrasse de 15 m. Au sein de la plaine, des mollards émergent de la zone inondée ; ils correspondent, comme on l'a vu, à des lambeaux de très basses terrasses fluviales qui sont insubmersibles. Par ailleurs, d'autres secteurs restés hors d'eau signalent la présence des remblais édifiés par la ville :

- les emprises des places fortes : forts des Brotteaux, de Villeurbanne et des Colombiers, redoutes de la Tête d'Or et de la Part-Dieu
- les têtes des ponts, et, à l'exception du pont de l'Hôtel-Dieu où les constructions ne se sont pas encore développées du fait de l'absence de protection sur ce secteur, les voies remblayées dans l'axe de ces derniers : la place et le cours Morand et certaines parcelles exhausées aux abords, une petite partie du cours Lafayette, la portion du cours des Brosses à l'est du cours Bourbon (actuel cours de la Liberté)
- le monument édifié aux victimes du Siège de la ville par l'armée de la Convention
- entre les ponts Morand et Lafayette, des parcelles bordant le cours Bourbon et une partie de la rue de Condé (rue Bugeaud actuelle)

II.1.b. Deuxième phase : l'inondation monstrueuse de la Saône

L'inondation du Rhône est suivie de près par un extraordinaire débordement de la Saône, probablement le plus important jamais enregistré à Lyon. La Saône était déjà très élevée depuis le 27 octobre, inondant les caves des habitations riveraines à Vaise, sans pour autant alarmer les Lyonnais, bien plus préoccupés alors par la crue du Rhône : les crues de la rivière sont fréquentes et rien n'indique encore le désastre à venir.

Le vendredi 30 octobre, le flot de la crue du Rhône barre l'écoulement de la rivière, contribuant ainsi à l'augmentation du niveau des eaux. A Vaise, les canaux de décharge se remplissent et les ruisseaux en provenance de la balme d'Ecully sont refoulés dans la plaine¹. Dès le lendemain matin, la Saône déborde en plusieurs points (fig. 28) : elle inonde les zones les plus basses du plan de Vaise, en particulier une partie du quartier du Chapeau Rouge où les trois premières maisons s'écroulent, inaugurant une longue liste de destructions, l'ensemble du quartier de la Claire, la route de Paris par la Bourgogne (rue de Bourgogne actuelle). A Lyon, les premières constructions sont envahies en plusieurs points au droit du quai Saint-Antoine, en rive gauche de la rivière (Freynet, 2002).

¹ AML 2WP 029, « Lettre du maire de Vaise au Préfet du Rhône »

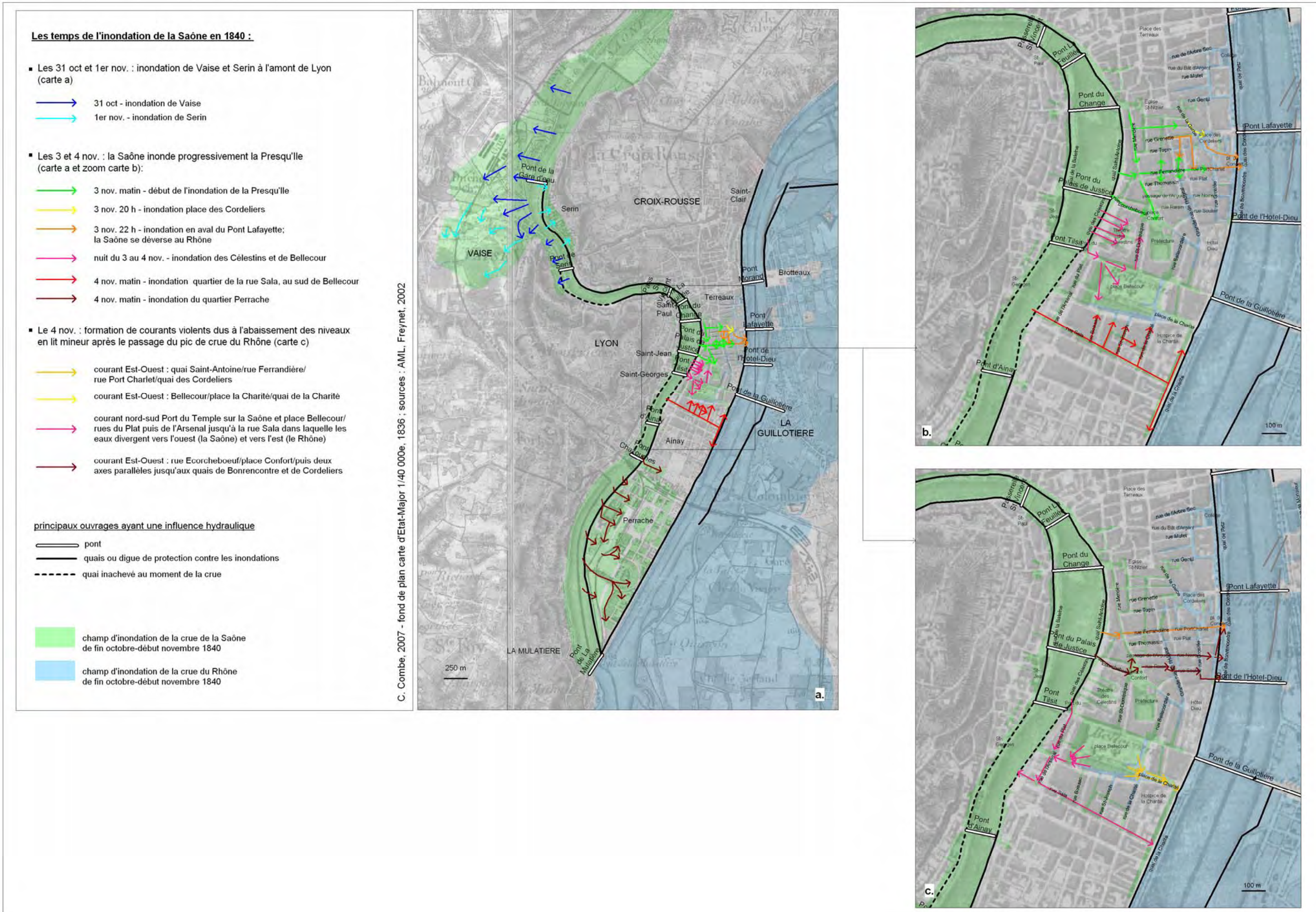


Fig. 28. L'inondation de la Saône en 1840. a : carte générale, b : la Presqu'île inondée les 3 et 4 novembre, c : la Presqu'île traversée par de violents courants après la baisse du Rhône.

Le 1^{er} novembre, alors que les eaux continuent leur ascension, l'inondation de Vaise est complète : aucun bâtiment n'est plus épargné de la Claire au quartier de Gorge de Loup, tandis qu'en face, sur la rive gauche, l'eau gagne le quai de Serin¹. Plus en aval, l'inondation prend aussi une ampleur inquiétante : tous les quais de la rive droite et ceux de la rive gauche jusqu'au quai Saint-Antoine sont inondés, et la circulation est coupée sur au moins 50 rues et places, soit le tiers des routes de la ville selon la presse de l'époque².

Du 1^{er} au soir au 2 dans l'après-midi, la survenue d'une nouvelle averse méditerranéenne va fortement ralentir la décrue du Rhône (Pardé, 1925). Surtout, elle provoque une nouvelle crue torrentielle des affluents de rive droite, « littéralement déchaînés » (*ibid.*), qui viennent gonfler la crue de la Saône, déjà supérieure aux maxima historiques connus jusque-là. La rivière atteint alors 8,89 m au pont La Feuillée.

Le lundi 2, la Saône a envahi les entrepôts et les rez-de-chaussée des habitations du faubourg de Serin, et la totalité des quais en amont du pont Tilsitt, situé au droit de la place Bellecour, est sous les eaux. Dans la nuit, alors que les eaux montent de 5 cm par heure, les premières maisons s'écroulent à Serin ; puis, le mardi, le flot de la crue pénètre à travers la Presqu'Île : il investit la rue Mercière, recouvre la place de la Préfecture (actuelle place des Jacobins) et inonde les rues perpendiculaires à la rivière. A 20 heures, la Saône atteint déjà la place des Cordeliers et, deux heures plus tard, elle rejoint le Rhône : sur 400 m de large, le flot de la rivière traverse alors la Presqu'Île dans l'axe des rues Ferrandière et Port-Charlet, entre le pont Lafayette et le Pont de l'Hôtel-Dieu³. Rapidement, l'inondation s'étend vers le sud : dans la nuit, les eaux débordent quai des Célestins et recouvrent la place Bellecour sous plus d'un mètre d'eau (Freynet, 2002). Au matin, elles submergent l'ensemble de la digue de ceinture de Perrache et investissent la partie sud de la Presqu'Île, restée à sec jusque-là. Ainsi, le 4 novembre, seul le quartier d'Ainay, suffisamment remblayé, et quelques rues de Perrache elles aussi surélevées, sont préservés de l'inondation, tandis que les eaux, qui continuent de monter jusqu'au lendemain en début d'après-midi, couvrent de 1 à 3 m l'ensemble de la Presqu'Île, de Saint-Nizier à la rue Sala, puis du cours du Midi (actuel cours de Verdun, devant la gare de Perrache) à la Mulatière.

Les niveaux impressionnants atteints par les eaux (fig. 29), particulièrement à l'amont de la ville (à l'Île-Barbe et à Vaise), et les vitesses dévastatrices observées dans la rivière, pourtant réputée si calme, s'expliquent par la mise en place d'un phénomène de cascades, causé par la réduction de la section d'écoulement au niveau des vieux ponts de la ville (tab. 3 et photo 3). Ces derniers offrent un débouché insuffisant à l'écoulement du débit extraordinaire de la crue. D'ordinaire très lentes du fait de la faible pente de la rivière, les eaux se sont donc d'abord trouvées encore plus ralenties par les obstacles des piles et tabliers des ponts, et se sont accumulées en arrière de chacun d'entre eux. Très vite, la différence de niveau entre le plan d'eau formé à l'amont de la ville (10,65 m au pont de Serin) et celui observé 5 km environ plus à l'aval (6,43 m au pont d'Ainay) crée une pente telle que les eaux s'écoulaient en un véritable torrent. La dénivellation ajoutée à la pente ordinaire de la Saône a donc été supérieure à 0,8 à 0,9 m en moyenne par km.

A partir du 4 novembre, l'inondation prend un tour encore plus catastrophique : après le passage de la deuxième onde de crue du Rhône causée par l'averse des 1^{er} et 2 novembre, la baisse sensible du niveau du Rhône crée une chute importante, et les eaux de la Saône se déversent alors dans le fleuve en un véritable torrent. Quatre principaux courants transversaux vont ainsi raviner la Presqu'Île, arrachant les chaussées, sapant les fondations, et suscitant l'effroi des lyonnais, impuissants face à la vitesse furieuse et destructrice des eaux de la rivière. Si la décrue s'amorce enfin dans la soirée du jeudi 5, les

¹ AML 3WP 216 « Rapport sur l'inondation de la Saône à Serin », 14 novembre 1840

² *Le Courrier de Lyon*, supplément, 3 novembre 1840

³ *Le Censeur*, « Chronique locale », 7 novembre 1840

eaux baissent avec une extrême lenteur, aggravée de surcroît par un fort vent du sud, et l'inondation reste très importante jusqu'au 10 novembre. Le courant de la rue Ecorche-Bœuf (actuellement rue du Port du Temple) se tarit dès le samedi 7, mais les trois autres persistent jusqu'au mardi 10, date à laquelle la place Bellecour est libérée des eaux. Le 11 novembre, le passage de l'Argue et une partie de la rue Mercière sont à sec, et dès le lendemain seuls les quais restent inondés. Mais les eaux ne rentrent complètement dans leur lit que le 29 novembre. Au total, la ville a été inondée un mois durant, dont une semaine où l'étalement des eaux a été très étendu avec des profondeurs impressionnantes. Les tableaux 4 et 5 accompagnent la figure 28 et détaillent l'importance des submersions.

Pont de l'Île-Barbe	13,88 m
pont de Serin	10,65 m
pont la Feuillée	8,89 m
pont du Change	8,2 m
pont de Tilsitt	7,42 m
pont d'Ainay	6,43 m
pont de La Mulatière	6 m

Tab. 3. Cotes maxima de la crue de l'Île-Barbe à Lyon enregistrées par les Ponts-et-Chaussées

(source : Service Navigation Rhône-Saône).



Photo 3. Le pont de pierre dit pont du Change (XIe s.) à l'étiage vers 1840.

(source : Borgé, 1978, cliché de Durand).



Photo 4. Le quai Saint-Antoine vers 1850
(source : Borgé, 1978, cliché de Durand).



Photo 5. Le quai Saint Antoine sous les eaux en 1840
(source : AML 3PH00617, cliché de L. Froissard)

Localisation des quais d'amont en aval	Rive gauche		Rive droite	
	h. max	h. moy.	h. max	h. moy.
du pont de la gare au pont de Serin	4,25	2,90	3,10	2,60
du pont de Serin au pont Saint-Vincent	2,48	2,30	2,62	1,90
du pont Saint-Vincent au pont de Nemours	2,30	1,90	2,60	2
du pont de Nemours au pont de Tilsitt	3,03	2,2	3,32	2,2
du pont Tilsit au pont Napoléon	1,5	1,2	1,7	1,3

Tab. 4. Hauteur de la crue sur les quais de la Saône en 1840 (en m)

(source : AML 925 WP 227).

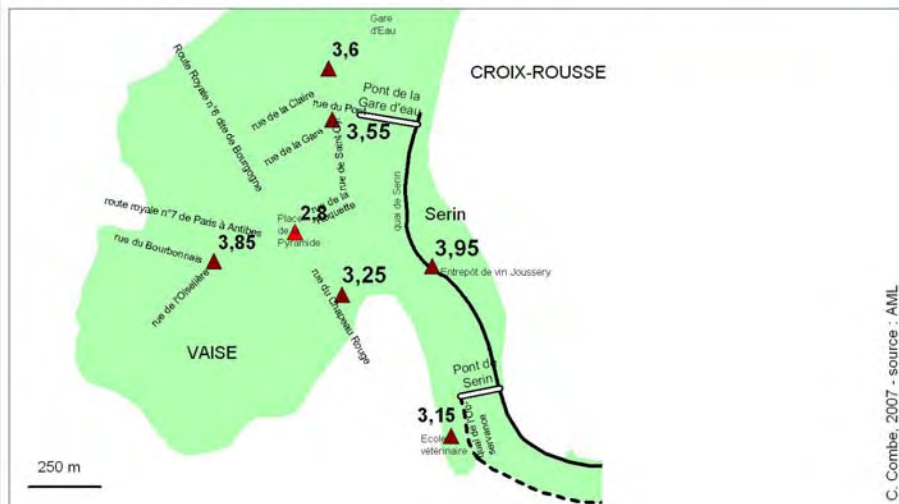
Quartiers touchés	Désignation des points submergés	h. max. atteinte par les eaux	Durée de la submersion
Faubourg de Vaise (r.d.)	carrefour rues de la Claire / de Saint-Cyr	3,6 m	26 jours
	carrefour rues du Pont / de la Gare / de Saint-Cyr	3,55 m	25 jours
	place Valmy		
	carrefour rue l'Oiselière/ du Bourbonnais	2,8 m	14 jours
	rue du Chapeau Rouge, en face de l'hôtel Ecole vétérinaire, dans la cour	3,85 m 3,25 m 3,15 m	27 jours 22 jours 21 jours
Faubourg de Serin (r.d.)	Quai de Serin	3,95 m	27 jours
Quartier Saint-Paul (r.d.)	Eglise Saint-Paul, dans le chœur	1,02m	5 jours
Quartier Saint Jean (r.d.)	emplacement du palais de Justice	1,4 m	7 jours
	église Saint-Jean, derrière le chœur	1,73m	8 jours
	dans la cour des greniers de l'Archevêché	2,26 m	2 jours
Presqu'île (r.g.)	rues Mercière et Dubois	2,55 m	12 jours
	préfecture, au portail	1,37 m	6 jours
	passage de l'Argue	1,5m	7 jours
	carrefour rues Ferrandière / Grolée	1,3m	6 jours
	place Bellecour, vers la rue de la République	1,75m	8 jours
	dans l'église et l'Hospice de la Charité	1,5 m	7 jours
	Hôtel-Dieu, dans le vestibule	82 cm	4 jours
Rue Sala, près du quai de la Saône	1,25 m	5 jours	

Tab. 5. Hauteurs et durée de submersion dans Lyon et ses faubourgs lors de la crue de la Saône de novembre 1840

(source : AML 925 WP 227).



a. Hauteurs d'eau maxima enregistrées en Presqu'île



b. Hauteurs d'eau maxima enregistrées dans les faubourgs de Vaise et de Serin

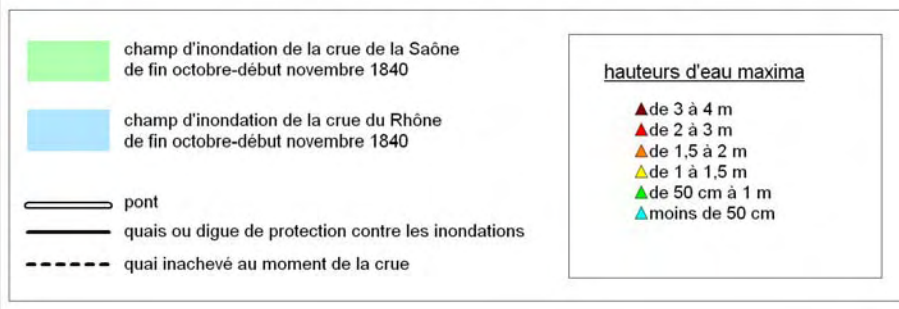


Fig. 29. Hauteurs d'eau enregistrées à Vaise et en Presqu'île en novembre 1840.



Photo 6. La place Confort (actuelle place des Jacobins) et l'ancienne Préfecture du Rhône au milieu du XIXe siècle

(source : Borgé, 1978, photographe inconnu).



Photo 7. La place Confort inondée en 1840

(source : AML 3PH00596, cliché de L. Froissard)

I.2. Une gestion de crise improvisée

Après la rupture des digues des Brotteaux et de la Vitriolerie, les habitants cherchent à fuir la rive gauche. Prise au dépourvue et dépassée par l'ampleur de la catastrophe, l'administration n'est pas en mesure d'organiser l'évacuation de la population. Rien n'est prévu pour le sauvetage des habitants prisonniers des eaux, qui seront heureusement secourus par leurs concitoyens : « l'organisation laisse place à l'improvisation et à l'entraide » (Freynet, 2002). Ce n'est qu'au deuxième jour de l'inondation que les autorités municipales reprennent les choses en main. Toutes les routes étant coupées et la circulation en barque étant rendue périlleuse par les courants, la commune de La Guillotière fait appel à des équipes de marinières et de crocheteurs pour assurer les tâches les plus urgentes. Ils travaillent sans relâche pour la ville jusqu'au 24 novembre. Par ailleurs, le maire de Lyon offre son aide au faubourg et contribue aux secours d'urgence aux indigents : 1000 kg de pain sont envoyés, des salles de l'Hôtel-Dieu sont mises à disposition pour loger les réfugiés des Brotteaux n'ayant d'autre solution d'hébergement. Ils seront 170 à y passer la nuit du 1^{er} au 2 novembre (*ibid.*).

Au moins 40 000 personnes ont dû évacuer leur domicile, dont 12 000 à Vaise, 3 000 à Serin, 25 000 à Lyon. Une part importante des inondés se retrouve dans la plus grande précarité, et est prise en charge par les fonds de secours mis en place durant l'inondation : presque la moitié des habitants de Vaise et de Serin (2 840 et 545 nécessiteux, soit dans les deux cas 43 % de la population des faubourgs), une proportion moindre à La Guillotière (11 %) et à Lyon (3 %), mais qui représente tout de même 2 640 et 4 000 personnes. En tout, 10 025 habitants de Lyon et ses faubourgs, soit 8 543 familles indigentes, ont bénéficié d'un secours alimentaire d'urgence, voire d'un relogement (Freynet, 2002). Le montant des aides alimentaires distribuées approche les 150 000 francs.

Etant donné qu'un grand nombre de maisons ont dû être évacuées par leurs occupants, les autorités prennent également des mesures sécuritaires par crainte des pillages, d'autant plus que l'inondation des canalisations de gaz a interrompu l'éclairage public (il sera rétabli le 10 novembre dans le quartier d'Ainay, quelques jours plus tard dans le reste de la ville). Pour éviter le désordre, les postes de garde sont multipliés dans l'ensemble de l'agglomération.

La catastrophe passée, on s'emploie à effacer les traces du passage de la crue : le nettoyage des routes royales est assuré par le service des Ponts-et-Chaussées, celui des rues est pris en charge par les municipalités. Le déblaiement des propriétés privées est quant à lui encadré par les fonds de secours. En matière de risque sanitaire, les autorités sont soucieuses d'éviter les « suites fâcheuses » constatées lors des précédentes inondations, en particulier le développement d'épidémies de dysenterie et de choléra dues à la pollution des eaux et favorisées par la promiscuité des réfugiés. Les édiles invitent la population à ne pas utiliser l'eau des puits et à s'approvisionner directement aux fleuves, tandis que l'administration municipale organise la livraison d'eau potable à domicile. On préconise d'aérer et de chauffer les habitations pour assécher les murs, de pomper les eaux des caves et des fosses d'aisance qui ont été inondées.

I.3. Des pertes considérables qui matérialisent la vulnérabilisation induite par l'urbanisation

L'étude de l'endommagement causé par la crue permet de mieux saisir la réalité du risque d'inondation au moment de la catastrophe. L'ampleur des pertes mobilières et matérielles fut considérable, et résulte en grande partie de la vulnérabilisation résultant des choix d'aménagement.

Dans Lyon et ses faubourgs, on a comptabilisé 730 bâtiments détruits ou gravement endommagés par les eaux. Ce chiffre représente plus de la moitié des pertes immobilières enregistrées dans le département du Rhône (1315 maisons). Cependant, comme on peut facilement l'imaginer, tous les quartiers ne furent pas également touchés. Les pages suivantes sont consacrées à l'analyse de l'endommagement et à sa répartition spatiale. On va voir que les faubourgs ouvriers, de construction récente, ont été sans conteste plus touchés que Lyon même, où l'essentiel des bâtiments est fait de pierre et a résisté à la submersion.

Ce sont de loin les plaines de Vaise et Serin qui furent les plus touchées : non pas en nombre de destructions, mais en proportion de maisons écroulées. En plus de comporter une majorité de constructions fragiles, ce sont aussi les quartiers qui ont enregistré les hauteurs d'eau les plus élevées (jusqu'à 3,85 m !) imputables en grande partie aux remous des ponts dont nous avons déjà expliqué la cause. Dans la plaine de Serin, encore peu bâtie (Barre, 1993), ce sont surtout les boutiques et les entrepôts alignés en arrière du quai qui ont été touchés : sur les 23 bâtiments endommagés, 10 sont des entrepôts, dont les deux tiers, édifiés à base de planches et de pisé, se sont complètement effondrés. La totalité des marchandises stockées a été perdue.

A Vaise, la moitié des constructions, bâties en pisé, a été dévastée : sur 600 maisons, 250 se sont écroulées, 40 ont été fortement endommagées¹. Les destructions ont surtout concerné les quartiers récents, édifiés depuis 1830 : la plupart des maisons, comportant parfois jusqu'à 4 ou 5 étages, se sont complètement écroulées le long des routes du Bourbonnais et de Bourgogne, de même qu'au sud de Vaise dans la rue du Chapeau-Rouge (*« la plus touchée, seules quelques constructions restent debout »* précise la presse²), et dans le quartier de Champvert, à l'entrée de Gorge-de-Loup. Par contre les constructions anciennes en pierre, élevées entre la gare de Vaise et Champvert ont été épargnées³.

A Lyon même, peu de dommages immobiliers ont été enregistrés, la plupart des maisons étant en pierre. Pour l'essentiel, les destructions concernent les bâtiments en pisé du quartier de Perrache.

C'est la rive gauche qui enregistre le plus de destructions. La moitié des bâtiments endommagés dans Lyon et ses faubourgs se situe dans la commune de La Guillotière (377 sur 730). Cependant, si l'on ramène ce chiffre au nombre d'habitants, c'est le faubourg de Vaise qui a été le plus frappé, comme on l'a déjà dit. Les secteurs les plus densément peuplés furent sans surprise les plus endommagés : les Charpennes, les Brotteaux, (où 60 maisons dont 42 en pisé furent touchées), dans le quartier de la Buire au sud de la Part-Dieu (38 maisons sur 40 se sont écroulées) et dans la Grande Rue de la Guillotière. Dans les quartiers de Villeurbanne, Montchat, Montplaisir et La Mouche, au bâti plus lâche et d'aspect encore rural, les dégâts furent eux aussi importants mais plus disséminés (Freyner, 2002)

¹ AML 2WP029, lettre officielle de la mairie de Vaise

² Le Courrier de Lyon, « chronique locale », 15 nov. 1840

³ *Le Censeur*, 11 nov. 1840

Les dégâts aux infrastructures de transport ont eux aussi été considérables : 3 ponts se sont effondrés sur la Saône (ceux de Saint-Vincent, du Palais de Justice, de La Mulatière), de nombreuses voies ont été délavées ou se sont affaissées, les quais, digues et chemins de halage ont été fortement endommagés, le chemin de fer de Lyon à Saint-Etienne a subi des dégradations majeures. Dans le département du Rhône, l'Etat a enregistré 730 000 francs de dommages aux routes royales, quais, digues et chemins de halage, tandis que les dégâts causés aux routes départementales se sont élevés à 140 000 francs.

Les réparations faites suite aux avaries causées aux quais, digues et chemin de halage par la crue de 1840 furent les suivantes:

- Rive gauche de la Saône :
 - Mur de quai en aval du pont de Serin
 - Port des Célestins et mur de quai de la place du port du Roi : 32 080 f
 - Quai de l'Arsenal : 26 366 f
- Rive droite de la Saône :
 - Le long du quartier d'Ainay, réparation du perré entre la rue Sala et le cours du Midi
- Rive droite du Rhône:
 - Réparation des dégradations des murs de quai de la demi-lune du Port Charles : 717 f
- Rive gauche du Rhône
 - Réparation de la berge en amont de la digue de la Tête d'Or : 910 f
 - Réparation de la digue du Grand Camp : 110 670 f
 - Réparation des brèches de la digue en amont du Pont Morand : 3 737 f
 - Réparation de la digue en terre des Brotteaux : 1 418 f
 - Travaux complémentaires pour l'achèvement de la digue de Vaulx-en-Velin et indemnités pour dommages : 3 200 f
 - Réparation de la digue de l'Hôpital : 5 788 f
 - Réparation de la brèche du bas-port de la Guillotière (digue de la Vitriolerie) : 26 366 f

Dans l'inventaire de l'endommagement, les pertes matérielles et de marchandises ne sont pas en reste, ni le manque à gagner des activités industrielles et commerciales dues à l'immobilisation de la ville.

La plupart des embarcations amarrées le long des quais ont été emportées et détruites par les flots : 71 bateaux de marchandises et usines flottantes ont été perdus¹. La ville est restée inondée pendant un mois, avec des communications bloquées et une économie paralysée : « *une interruption de près d'un mois dans les travaux industriels, dans les relations commerciales, dans les transactions en tout genre [...] et pour ainsi dire, la vie de ce département* »². Indirectement, même les riches commerçants habitant les Terreaux et Saint-Clair, s'ils n'ont pas été inondés, subissent donc d'importants dommages financiers, d'autant plus qu'une grande part des entrepôts de marchandises était installée à Vaise et Serin. A Vaise, les commerçants se font délivrer des certificats justifiant le manquement aux expéditions pendant les quinze premiers jours de novembre, où la navigation était impossible. A Serin, la circulation ne reprend que début décembre.

Le tableau 6 synthétise le montant des pertes financières dans Lyon et ses faubourgs, en francs de l'époque, dont le total est estimé à 9,6 millions de francs.

¹ AML 4WP0051, *rapport de J.-F. Terme, maire de Lyon sur l'inondation de 1840*

² ADR 1001bis, session 1838-43, *rapport sur l'administration du département présenté par M. le Préfet, 1841-42*

	Montant des dommages (en francs)	Part du total des dommages de Lyon et ses faubourgs (%)	Part du total des dommages ramenés au nombre d'habitants
Lyon	2 792 862	29,1	
Vaise	4 922 364	51,3	46 %
Serin	875 577	9,1	52 %
La Guillotière	1 010 724	10,5	
TOTAL	9 601 527	100	

Tab. 6. Pertes financières dues à l'endommagement direct causé par la crue de 1840

(source : AML)

Alors que le total des pertes enregistrées par le département du Rhône dépasse les 16 millions de francs, le montant des sommes consacrées aux secours atteint à peine 2,4 millions, soit moins de 15 % des dommages. L. Freynet (2002) a étudié les modalités de collecte et de répartition des sommes destinées aux secours des sinistrés. L'Etat décide d'un fonds extraordinaire de 5 millions de francs destiné à l'ensemble des 14 départements touchés par la crue. Celui du Rhône, le plus frappé avec plus de 16 millions de francs de pertes totales, bénéficie ainsi de 440 000 francs de la part du Ministère de l'Agriculture et du Commerce. Mais cette aide ne peut répondre immédiatement et complètement à la nécessité des premiers jours, et les édiles locaux font appel à la charité publique. Le montant total des sommes récoltées grâce aux différentes souscriptions se porte à près de deux millions de francs (81 % du montant total alloué aux secours, les 19 % restants correspondant à la somme versée par l'Etat).

Le 7 novembre, un arrêté préfectoral instaure une Commission Centrale chargée de collecter puis de redistribuer des fonds de secours. Dirigée par le Préfet, elle est composée des maires des communes sinistrées et des plus importants notables du département. Dans chaque commune, un comité d'enquête est chargé d'estimer la réalité et le montant des pertes foncières, mobilières et en marchandises, afin de favoriser une répartition équitable des secours. Les sommes disponibles sont distribuées en priorité aux ouvriers indigents et sans ressources. A plusieurs reprises, le préfet insiste sur l'importance de ne pas confondre cette assistance de première urgence avec une quelconque forme d'indemnité, afin de ne pas donner à la population le sentiment d'un droit à l'indemnisation¹. Cette position est d'ailleurs mal acceptée par les couches les plus aisées de la population, qui supportent mal de voir leur position sociale ainsi nivelée (Freynet, 2002). Par ailleurs, une partie des habitants de Lyon déplore de devoir partager les sommes récoltées avec la population des faubourgs. En dépit de ces critiques, le préfet reste ferme. La mission de répartition de la Commission Centrale s'achève le 24 mars 1841.

II.4. Une protection de demi-mesure : priorité donnée à l'urbanisme

De ce qui précède, il ressort donc que la région lyonnaise a été très durement éprouvée par l'inondation de 1840. On tente alors de tirer les leçons de l'inondation pour réduire la vulnérabilité de la ville et de ses faubourgs. Mais on se refuse encore à payer le prix d'une protection complète et « définitive ». Les aménagements entrepris restent des travaux de demi-mesures, et l'on préfère étaler les dépenses, sans imaginer qu'une

¹ AML 4WP0051, Lettre du préfet du Rhône au maire de La Guillotière, 2 janvier 1841

catastrophe aussi importante que celle que la ville vient d'éprouver puisse se reproduire à quelques années d'intervalle. Ainsi la survenue d'une nouvelle inondation extraordinaire en 1856 surprendra les édiles lyonnais, bien plus préoccupés par la poursuite de l'essor commercial et industriel de Lyon et du développement corrélé de l'urbanisation que par la réduction de la vulnérabilité de la ville.

Alors que les habitants des Brotteaux adressent plusieurs pétitions pour sensibiliser les autorités à la préservation de la rive gauche, le préfet du Rhône Jaÿr refuse d'envisager une protection complète de l'agglomération, qu'il considère bien trop coûteuse : « *sans doute, les travaux de l'Etat et du département ne peuvent être conçus d'après les tristes données de l'inondation de 1840. Il faudrait, pour qu'il en fût ainsi, changer le régime de nivellement de Lyon, des villes suburbaines, des ponts, des quais et des digues construites sur tout le cours de nos fleuves. Les forces du budget n'y suffiraient pas* »¹.

Malgré cela, plusieurs leçons sont tirées de l'inondation, synthétisées par Jaÿr dans le rapport qu'il rédige après la crue et qu'il conclut par une phrase pleine d'intentions louables, mais qui seront pour beaucoup laissées en attente « *toutes ces choses ont maintenant une loi écrite dans les ravages de l'inondation. Puisse cette loi être comprise [...] et puissent les administrateurs des communes du littoral attacher à ces corollaires toute l'importance qui convient à de si grands intérêts* »²:

- L'évidence de l'utilité de travaux de défense contre les corrosions du Rhône en amont de la digue de la Tête d'Or en renforçant la digue basse du Grand-Camp.
- L'aggravation du risque sur la Saône due à l'insuffisance du débouché des ponts de la Saône, qui obstruent la section d'écoulement : « *partout de l'espace en hauteur comme en largeur, c'est ce que semble réclamer non plus seulement l'intérêt de la navigation, mais la sécurité des riverains, dût celle-ci se trouver compromise une fois par siècle* »³. On est alors loin d'imaginer qu'une nouvelle catastrophe surviendrait seize ans plus tard.
- La nécessité d'édicter des normes pour la construction des habitations, notamment l'interdiction du pisé ou sa limitation aux étages supérieurs des bâtiments.
- Le besoin d'adapter le nivellement des rues ainsi que la portée et la direction des canaux d'écoulement.
- L'enjeu de protéger les terrains cultivables, en particulier de l'érosion.
- Par ailleurs, Jaÿr mentionne un projet de dérivation des eaux de la Saône au Rhône par la création d'un canal souterrain sous la colline de la Croix-Rousse.

II.4.a. L'interdiction des constructions en pisé ne sera pas partout respectée

Constatant que l'essentiel des pertes immobilières est imputable à l'usage du pisé de terre dans les constructions, les communes inondées édictent de nouveaux règlements de voirie limitant l'emploi de ce matériau de construction :

- A Vaise, tous les bâtiments édifiés dans le périmètre inondé en 1840 doivent posséder un soubassement en pierre dépassant de 1 m le niveau des plus hautes eaux. Ailleurs, les murs doivent être en pierre jusqu'au premier étage des maisons.

¹ ADR 1001bis session 1838-43, *Compte moral et financier des opérations du Comité Central du département du Rhône pour la répartition des secours aux inondés*, 1840

² ADR 1001bis session 1838-43, *Compte moral et financier des opérations du Comité Central du département du Rhône pour la répartition des secours aux inondés*, 1840

³ ADR 1001bis session 1838-43, *Compte moral et financier des opérations du Comité Central du département du Rhône pour la répartition des secours aux inondés*, 1840

- A Caluire, les murs de maçonnerie sont obligatoires et doivent avoir une revanche de 50 cm sur la crue de 1840. Le conseil municipal de Caluire décide par ailleurs d'implanter des repères de crue sous forme de poteaux répartis en différents points de la plaine.
- Le maire de La Guillotière signe un acte de voirie municipale dès le 7 novembre 1840 imposant un soubassement en maçonnerie jusqu'à 60 cm au-dessus du maximum de 1840. L'obligation s'applique aussi à l'existant, dont les maçonneries doivent être surélevées jusqu'au niveau indiqué. Contrairement à la vallée de la Saône, où le traumatisme est tel que le règlement sera appliqué à la lettre, les prescriptions ne seront manifestement pas observées en rive gauche, où, comme on va le voir, les maisons bâties en pisé s'effondreront par centaines en 1856.

II.4.b. Augmentation du débouché de la Saône et prolongement de l'endiguement de la rivière

Sur la Saône, deux séries de mesures sont prises pour réduire le risque que la catastrophe de 1840 venait de matérialiser, financées à double compte par l'Etat et la Ville (fig. 30).

La première nécessité qui s'impose est de réduire l'aggravation du niveau des eaux provoquée par les nombreux obstacles édifiés en travers de la Saône. On décide donc de reconstruire les ponts avec des piles moins massives et moins nombreuses et des arches plus hautes, et de supprimer l'éperon rocheux du rapide de la Mort-qui-Trompe, en saillie dans le lit du fleuve au niveau du défilé de Pierre-Scize. Dans un premier temps, les travaux concernent le pont de Serin, qui est exhausé de 1,90 m environ, le vieux pont de pierre (du Change), dont les arches sont agrandies en réduisant considérablement l'épaisseur des piles qui faisaient auparavant 10 à 11 m d'épaisseur, et le pont de la Mulatière, dont on supprime une pile sur deux. Le pont du Change est démoli en 1843 et remplacé par un nouvel ouvrage baptisé pont de Nemours. Parallèlement, on commence les travaux de déroctage à l'amont de ce même pont sur une hauteur de 86 cm. Les roches ne sont cependant pas arasées au droit du pont lui-même, et continuent à encombrer le débouché du nouvel ouvrage : le remous produit par l'ouvrage était de 78 cm en 1840, il sera de 23 cm en 1856 mais aurait été de 40 cm en cas de crue égale à celle de 1840 selon les ingénieurs de l'époque¹. Il est également prévu de remplacer les gradins du port Lépine par un bas-port, car ils s'avancent en travers de la rivière et réduisent la section d'écoulement, mais l'entreprise est finalement ajournée du fait de l'insuffisance des ressources nécessaires.

Parallèlement à cette première série de mesures qui visent à abaisser le niveau des eaux en temps de crue, on décide de renforcer l'endiguement de la Saône.

¹ AML 925 WP 227

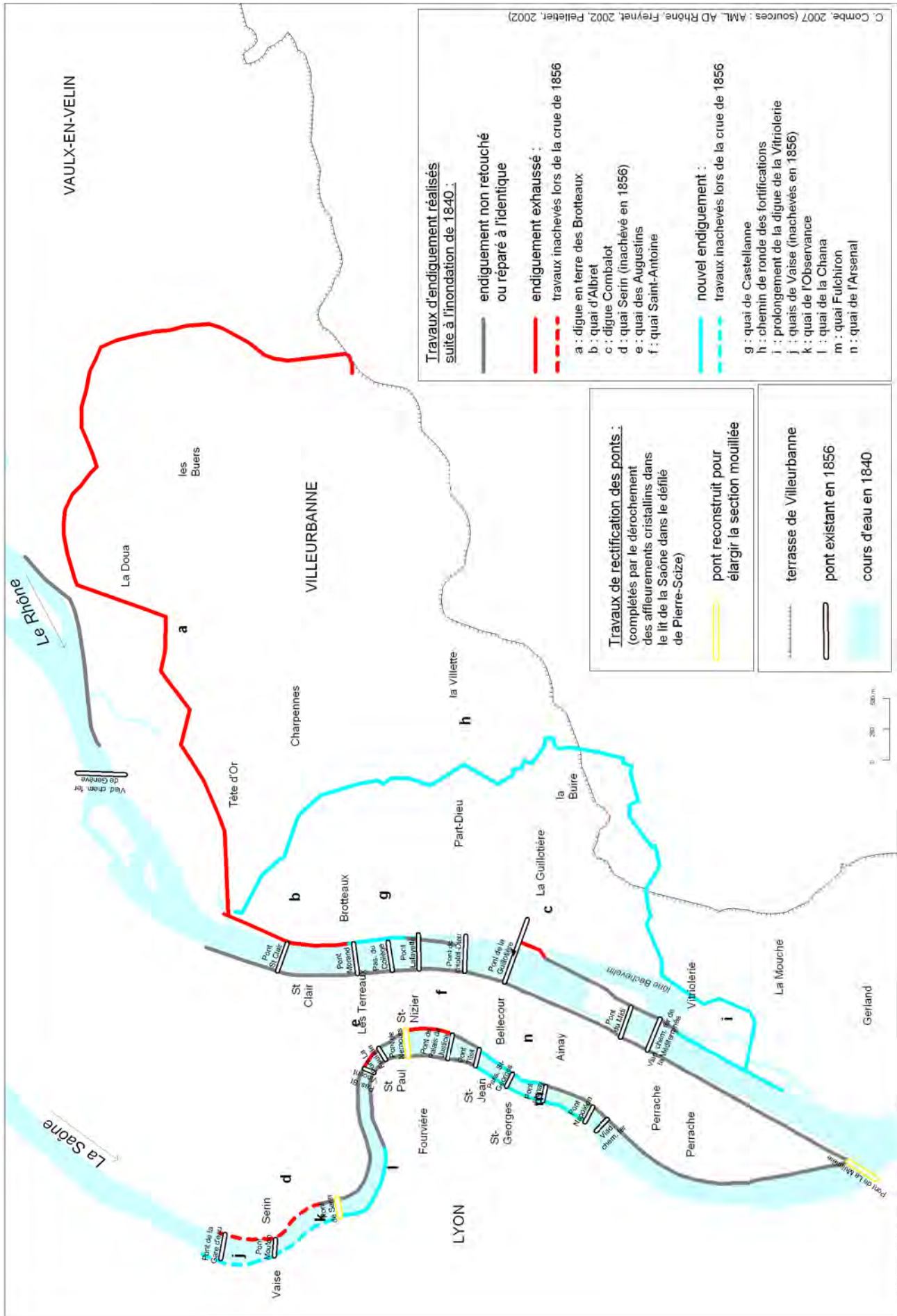


Fig. 30. Travaux réalisés suite à l'inondation de 1840 et état de l'endigement en 1856.

En rive droite, la protection doit ainsi être étendue vers l'amont jusqu'à la gare d'eau de Vaise. Les travaux des quais de la Chana et de l'Observance, à l'aval du pont de Serin, débutent dès 1841. A Vaise même, un quai est décidé en 1843. Dans la partie aval de la ville, on peut enfin commencer la même année à construire le quai Fulchiron décidé à l'aval de Bellecour en 1838, la totalité des maisons à démolir ayant pu être rachetée par la ville.

En rive gauche, le quai Saint-Antoine, dont les travaux étaient commencés depuis 1838, sont révisés dans le sens d'un exhaussement, et achevés en 1843. L'année d'avant, on venait d'achever la construction du quai de l'Arsenal entreprise dès 1839 à l'aval de Bellecour. On décide également l'exhaussement du quai de Serin. Enfin, le quai des Augustins, encore sommaire jusque-là, est remplacé par un véritable quai en 1853.

Malgré l'ampleur des dommages causés par la submersion de 1840 à l'amont de Lyon, les travaux de protection de Vaise et Serin ne sont pas activement menés ; ils ne sont toujours pas achevés lorsque survient la crue de 1856 treize ans après le début des travaux, ce qui donne une idée de la faiblesse des crédits qui y furent consacrés, et de l'ampleur de la question.

On évoque également la possibilité de dévier une partie du débit de crue de la Saône par une dérivation souterraine pour réduire les hauteurs dans la traversée de la ville. Deux tracés sont envisagés : l'un se déversant dans le Rhône en traversant la colline de la Croix-Rousse, l'autre passant sous la colline de Fourvière à partir du pont de Serin et rejetant une partie des eaux en aval du confluent. Face à l'ampleur de la dépense, estimée respectivement à 23 et 30 millions de francs, aucune des deux possibilités n'a été sérieusement envisagée.

II.4.c. L'amorce d'un endiguement complet de la rive gauche

La digue en terre des Brotteaux est reconstruite à l'identique. Pourtant, il est déjà évident que le rétrécissement du champ d'expansion des crues causé par l'endiguement de la rive gauche augmente les risques en exhaussant le niveau des eaux pour un débit de crue égal. En plus de cela, la digue des Brotteaux n'est pas de nature à résister plus de quelques heures à la pression exercée par les eaux : elle a été construite en terre légère et sablonneuse, des emprunts larges et profonds creusés juste en arrière au moment de sa construction en fragilisent la stabilité, et seule une partie de son linéaire est protégée par un revêtement en perré.

Malgré l'hypothèque que ces différents facteurs font peser sur la fiabilité de l'ouvrage, on se contente de colmater les deux brèches du Grand Camp et d'apporter quelques améliorations prévues dans le projet initial, mais qui n'avaient en fait pas encore été réalisées. Suite à une plainte d'un propriétaire vaudais sur les terrains duquel l'inondation de 1840 a été aggravée par l'obstacle que forme la digue à l'écoulement naturel des eaux, on entreprend de ménager un aqueduc sous la levée. Le plaignant est quant à lui indemnisé par l'Etat. Par ailleurs, on reconnaît qu'il est nécessaire de raccorder la digue aux Balmes viennoises pour fermer l'endiguement vers l'amont, en achevant la dernière partie de l'ouvrage qui n'avait en fait pas encore été réalisée. Nous n'avons pas pu retrouver les détails de cette affaire, ni connaître quelle était la longueur de la lacune en question ou quelles furent les conséquences de cette incomplétude lors de la crue ; nous savons seulement que les travaux d'achèvement ont été approuvés par la décision ministérielle du 4 mai 1842¹ et réalisés la même année pour un montant de 12 000 francs. Au vu de la faiblesse de la somme comparée au coût du reste de l'ouvrage (2,4 millions de francs), on peut imaginer que la section concernée était peu importante.

¹ ADR S1361

Par la suite, on exhausse la digue en 1850 pour lui donner une revanche de 60 cm sur le niveau de la crue du 26 novembre 1849, ce qui laisse à penser que cet événement avait une nouvelle fois failli dépasser le couronnement de l'ouvrage. On en profite pour généraliser le perré protégeant le pied de la digue à toute la section allant de la ferme de la Doua au quai d'Albret¹.

Lors de la crue des 21 et 22 août 1852, la digue en terre cède à nouveau sur près de 27 m de long au niveau du tronçon longeant le Grand Camp, l'ensemble de cette section se trouvant par ailleurs menacée en plusieurs autres points. On ménage alors une ouverture temporaire à l'extrémité aval de l'ouvrage pour faire s'écouler les eaux qui avaient fait irruption par la brèche. Nous n'avons pas trouvé plus de détails sur cette inondation ni sur les éventuels dommages qu'elle causa, ce qui laisse penser que les dégâts furent relativement peu importants. D'abord réparée à l'identique, cette section de l'ouvrage est ensuite renforcée sur un peu moins de 2 km - soit la totalité du tronçon reconstruit par l'armée en 1839 - par un élargissement pratiqué au moyen d'une banquette de 2 mètres de large et 4 m de haut, établie à 1,5 m en-dessous du couronnement de l'ouvrage. Ces travaux de consolidation s'élèvent à 26 500 francs, financés à hauteur d'un tiers par l'Etat, et à parts égales par les communes de Lyon et de Villeurbanne².

Pour renforcer la protection de la rive gauche à moindre frais, on profite de l'édification de nouvelles fortifications pour doubler la digue des Brotteaux par un deuxième ouvrage insubmersible. Le boulevard militaire devant relier la ligne des forts selon un arc de cercle allant de la redoute du Haut-Rhône au fort du Colombier, près de la vitriolerie, en passant par les Brotteaux et la Part-Dieu, est ainsi pensé comme une digue promenade édifiée à 50 cm au-dessus du niveau de la crue de 1840. Il est probable que l'armée y vit un moyen de compenser les conséquences fâcheuses dues au déplacement du tronçon de la digue des Brotteaux qui avait fragilisé la digue. Le canal destiné à jouer le rôle de fossé au pied des fortifications avait déjà été creusé de 1835 à 1840. Les travaux du chemin de ronde s'étalent quant à eux de 1841 à 1844.

Dans la décennie qui suit la crue extraordinaire de 1840, la protection de la rive gauche est renforcée par une série d'exhaussements, et surtout par l'édification de nouvelles portions de quais-digues à mesure que l'urbanisation s'étend et se densifie.

En 1844, le quai d'Albret est surélevé de 50 cm, son couronnement passant de 5,2 à 5,7 m au-dessus de l'étiage conventionnel, soit 13 cm au-dessus du maximum de 1840 au pont Morand. En 1846, on décide de prolonger l'endiguement vers le sud en construisant un quai entre le pont Morand et le pont Lafayette. Achievé en 1850, le quai de Castellane, qui correspond à la partie nord du cours Bourbon (cours de la Liberté actuel) est couronné à 6 m au-dessus de l'étiage.

Après réparation en urgence de la brèche de la digue Combalot, cette portion amont de la digue de la Vitriolerie est modifiée selon les mêmes caractéristiques que le reste de l'ouvrage : elle est élargie à 6 m en crête et exhaussée pour obtenir une revanche de 60 cm sur le niveau de 1840. Quelques années plus tard, en 1847 et 1848, l'ouvrage est prolongé à l'aval de l'exutoire de la lône Béchevelin, mais il est élevé à une moindre hauteur. Conçue avant tout pour faciliter le halage, la nouvelle section est ainsi bâtie à 5,3 m au-dessus de l'étiage, le long du fort de la Vitriolerie alors en construction. Afin d'assurer la continuité du halage et le service du fort tout en maintenant l'exutoire de la lône, nécessaire au trafic des

¹ ADR S1361

² ADR S1361

chantiers navals établis en bordure intérieure du faux bras, les deux ouvrages sont reliés par un pont « américain »¹.

En 1850, la rive gauche est donc enfin dotée d'un endiguement presque complet jusqu'à l'aval de la ville. De la redoute du Haut-Rhône au fort de la Vitriolerie, tous les quais sont couronnés au-dessus du niveau de la crue de 1840, et l'on pense qu'ils sont désormais insubmersibles. Seule la portion de berge située entre le pont Lafayette et celui de la Guillotière n'est toujours pas protégée. La construction d'un quai y était déjà pourtant décidée, mais la ville devait pour cela exproprier les propriétaires, ce qui relevait des compétences de l'Etat, et les choses ne furent pas poussées plus avant. Cette portion de la berge étant relativement bâtie, y entreprendre un quai supposait de déplacer les constructions établies au droit des ports abrités par la digue basse de l'Hôpital, et impliquait donc de coûteuses indemnités à verser aux propriétaires. A l'exception de la berge elle-même, cette portion de la rive gauche resta donc peu bâtie tant qu'elle ne fut pas protégée des incursions du fleuve. Cette lacune demeura jusqu'à l'édification du quai Joinville et à la reprise de l'ensemble des quais, après le désastre de 1856.

III. Le désastre de 1856

Seize ans après l'événement spectaculaire de 1840, une nouvelle crue catastrophique du Rhône et de la Saône se produit à la fin du printemps 1856. Une nouvelle fois, les digues de protection en terre ne résistent pas et la rive gauche est à nouveau entièrement inondée. Mais cette fois, les dommages dans ce secteur sont bien plus importants, car la plaine s'est fortement construite. De 1846 à 1856, la population de l'ancien faubourg a plus que doublé, passant de 30 000 à 65 378 habitants.

III.1. Des facteurs météorologiques et hydrologiques exceptionnels

Au cours du mois de mai, une série d'averses a provoqué une première crue du Rhône et de la Saône, qui a déjà inondé une partie des quais dans Lyon. Lorsque l'averse des 28-30 mai commence, les sols des bassins versants du Haut-Rhône et de la Saône sont donc complètement saturés, et les deux cours d'eau coulent encore à plein bord. La quasi-totalité des précipitations tombées du 28 au 30 alimente donc directement le débit de crue.

L'averse du 28 au 30 mai est exceptionnelle du fait de son extension, de son intensité, de sa constance et de sa durée. Elle est à la fois océanique et méditerranéenne, et concerne la totalité des bassins du Rhône et de la Saône. Une pluie torrentielle tombe de façon ininterrompue pendant 48 heures : le bassin versant de la Saône reçoit 100 mm de précipitations, celui du Rhône 110 mm : « l'averse la plus drue tombée, en 2 jours, sur cette région » comme le souligne Pardé (Pardé, 1925). Conséquence de cela, la montée des eaux est extrêmement brusque et rapide.

L'importance de la crue mai-juin 1856 s'explique par la concordance des maxima du Rhône et de ses affluents, en particulier l'Ain et la Saône. C'est la plus redoutable concordance connue du Rhône et de la Saône. Selon Pardé, la crue roule un volume total de 3 milliards de m³ à Givors sans compter les débits initiaux, et le débit maximum instantané aurait été de 4500 m³/s au Pont Morand, et de 6 000 m³/s à Givors (Pardé, 1925 et 1942), alors que le débit moyen du Rhône y est respectivement d'environ 600 et 1030 m³/s.

¹ ADR S1362

III.1.a. Une première crue du Rhône et de la Saône du 15 au 24 mai qui inonde la Presqu'île

Le 11 mai, la Saône, déjà grossie depuis plusieurs jours par les précipitations de la fin du mois d'avril, entre en crue. Le 16, la rivière a recouvert les routes de l'Île-Barbe et de Fontaines ainsi que la totalité du quai de Serin et la plupart des entrepôts de vin et de bois de ce quartier. A Lyon, elle dépasse les 5 mètres au-dessus de l'étiage et commence à refouler par les bouches des égouts en inondant les parties basses des quais, en particulier en rive droite, à l'angle des rues Ecorcheboeuf et du Port du Temple (fig. 31). Face à la montée des eaux des deux fleuves, tirant les leçons de la désorganisation de 1840, la Ville avait anticipé les secours en prévision de l'inondation : l'éclairage des rues était prévu et des barques mises à la disposition des sous-inspecteurs et des cantonniers pour secourir les habitants. En tout, quatre-vingts hommes étaient assignés à différents postes de la ville. Le lendemain, alors que le Rhône déborde à son tour, les eaux de la Saône continuent leur ascension et la crue prend des « proportions vraiment alarmantes » qui font craindre « le retour des catastrophes de 1840 »¹. Le 17 au matin en effet, la rivière a déjà envahi la rue Roquette et la rue du Mont d'Or à Vaise, la circulation est interrompue sur le quai de Serin. A Lyon, l'inondation touche déjà les parties basses de Saint-Jean et de la Presqu'île : tout le quai de la Baleine et les rues basses adjacentes, les quais Saint-Antoine, des Célestins et les rues attenantes jusqu'à la place de la Préfecture, ainsi qu'une partie de la rue Saint-Dominique (Emile Zola actuelle) en rive gauche. A 20 heures, la partie la plus élevée du quai Saint-Antoine, épargnée jusque-là, est noyée : la totalité de ce quai, d'ordinaire très fréquenté, est recouverte par une nappe d'eau d'où n'émergent plus que les rangées de platanes et la crête du parapet bordant la promenade du côté de la rivière ; les eaux ont pénétré jusqu'au théâtre des Célestins. Au cours de la journée, la circulation a été complètement interrompue sur tout le linéaire des quais anciens en aval du pont de Nemours. Seuls les quais-digues les plus récents situés à l'amont de la ville, plus élevés que les autres, sont hors d'eau, à savoir les quais de Bourgneuf et de la Feuillée en rive droite (actuels quais Pierre-Scize et de Bondy), et ceux des Augustins et d'Orléans (rebaptisés depuis quais Saint-Vincent et de la Pêcherie) en rive gauche.

Parallèlement, le Rhône a envahi les quais de la rive droite en un grand nombre de points à partir des exutoires d'égouts et des rampes d'abreuvoirs, si bien que la circulation se trouve interrompue sur toute la longueur du quai de Retz. Inondée à partir des égouts des rues Claudia et Stella, la place des Cordeliers est « transformée en étang »². On commence à craindre pour la stabilité de la digue de la Tête d'Or, en rive gauche, mais le Rhône baisse rapidement après avoir atteint son maximum le 18 au soir (4,45 m au pont Morand) et regagne son lit quelques heures plus tard. Le fleuve n'inquiètera plus les lyonnais avant la fin du mois.

Par contre, la Saône continue de monter jusqu'au 21 mai. Le 18, la crue a presque atteint son niveau maximum, cotant 6,75 m au pont La Feuillée. Les eaux progressent dans la ville : à Vaise, l'inondation est complète jusqu'à la route de Bourgogne et dans la Presqu'île - on navigue en barque sur toute l'étendue de la place de la Préfecture -, tandis que le quartier de Perrache est touché à son tour. C'est à ce moment que l'administration municipale intervient pour tenter d'enrayer la progression des eaux, en utilisant pour la première fois l'égout de ceinture, alors en cours de construction, comme un moyen de protection contre les inondations. Abandonnant la logique des égouts transversaux qui prévalait jusque-là, l'Ingénieur en Chef Bonnet a fait réaliser en rive gauche de la Saône un

¹ AML925WP227, Rapport de l'ingénieur en chef Bonnet sur les inondations du Rhône et de la Saône pendant le mois de mai 1856 et sur les travaux à exécuter pour protéger la ville de Lyon contre les crues des deux rivières

² AML925WP227, Rapport de l'ingénieur en chef Bonnet sur les inondations du Rhône et de la Saône pendant le mois de mai 1856 et sur les travaux à exécuter pour protéger la ville de Lyon contre les crues des deux rivières

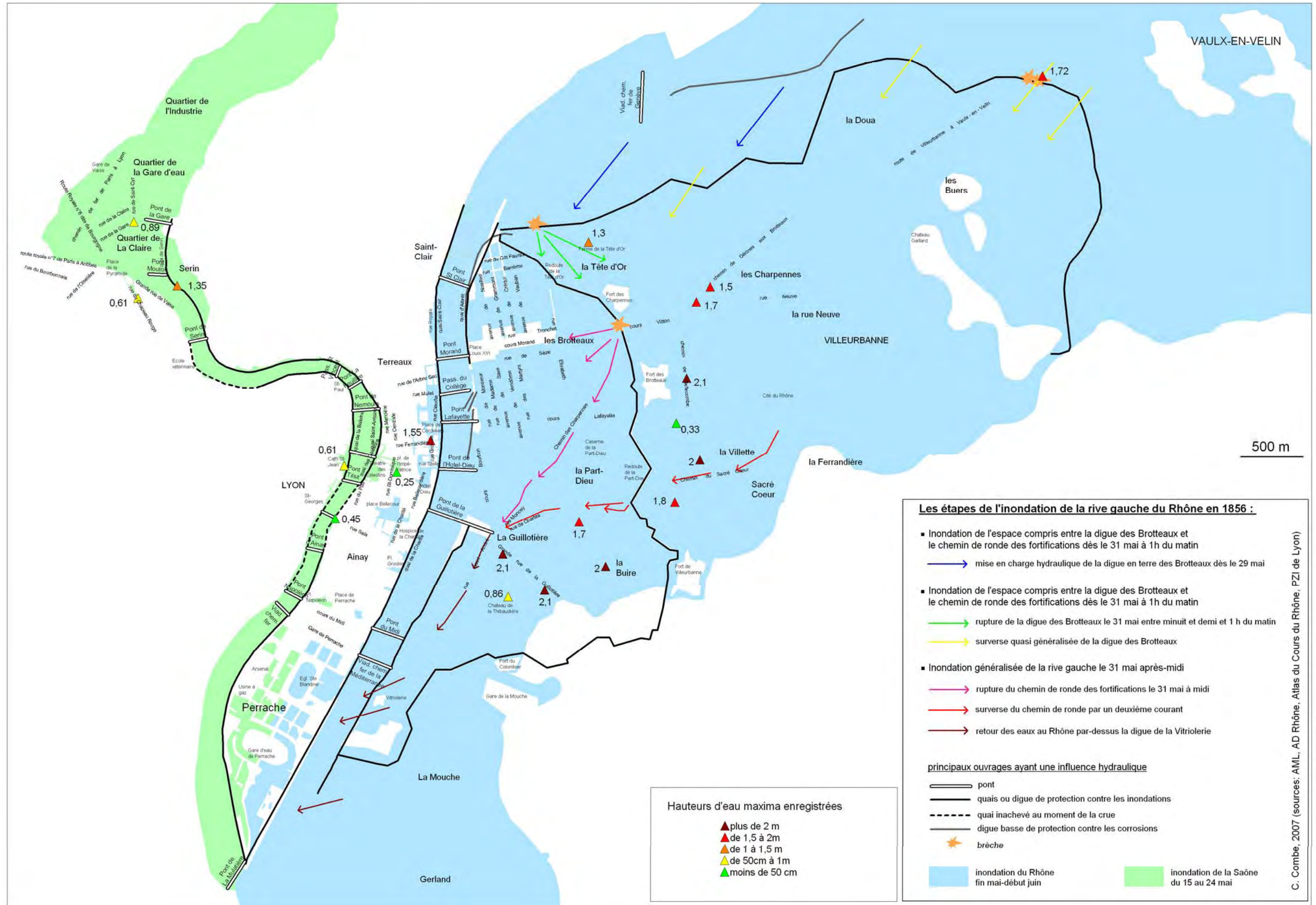


Fig. 31. L'inondation de la Saône et du Rhône en 1856.

grand égout longitudinal collectant les eaux des réseaux adjacents et déversant l'ensemble des effluents à l'aval de la ville. Ainsi, alors que la Saône commence à gagner la rue Centrale (actuelle rue de Brest), Bonnet fait barrer la rue attenante par laquelle les eaux se propagent, et rapidement, l'eau qui recouvrait la rue Centrale s'évacue complètement par les bouches jusqu'au grand égout collecteur. Face à une telle efficacité, le système sera ensuite généralisé, nous y reviendrons bientôt¹. Atteignant 6,93 m le 21, la rivière amorçe lentement sa décrue : elle est encore à 6,40 m le 24 mai, puis la baisse s'accélère jusqu'au 29 mai, date à laquelle les flots sont redescendus à 4,20 m.

III.1.b. Le deuxième pic ravageur des fleuves

Le répit fut de courte durée puisque le premier épisode va s'enchaîner avec une deuxième crue du Rhône et de son affluent. Le 28 mai, le vent tourne à nouveau au sud, apportant trois jours de pluie battante : l'averse tombe sans discontinuer du 28 au 30 mai. En 36 heures du 28 au 29 mai, il est tombé 132 mm de pluie, soit le cinquième des précipitations annuelles moyennes à Lyon. L'intensité des pluies provoque d'ailleurs un certain nombre de glissements de terrains sur les coteaux de balmes lyonnaises².

Dans la nuit du 29 au 30 mai, les eaux amorçent une montée brutale : + 1,6 m pour le Rhône, + 0,75 m pour la Saône, qui dépasse les 5 m le 30, et atteint 6 m le 31. Les parties basses des quais sont à nouveau envahies, mais cette fois, bien que les eaux continuent de monter jusqu'à atteindre 6,33 m le 7 juin à midi, l'inondation s'arrête là : suivant l'exemple démonstratif de la rue Centrale, les égouts ont été mis en service et un batardeau a été édifié le long de la rivière au niveau du quai Saint Antoine qui est alors le point le plus bas par lequel les eaux pénètrent en premier. Cette mesure permet de maintenir la circulation quai Saint-Antoine et dans les rues adjacentes. En revanche, les choses vont prendre une tournure bien plus catastrophique sur le Rhône, en particulier en rive gauche, qui va éprouver la plus terrible inondation qu'elle ait jamais enregistré (fig. 31).

Dès le 30 mai, le Rhône a dépassé son maximum de 1840. Du pont Morand au pont de l'Hôtel-Dieu, toute la ligne des quais de rive droite est inondée, suivie de peu par le quai Saint-Clair, puis celui d'Albret en rive gauche. Le 30 à 22 heures, on a terminé d'exécuter les ordres de l'ingénieur en chef Bonnet, qui a commandé de renforcer la digue en terre et fermer les ouvertures maintenues dans la digue des fortifications pour le passage des chemins desservant la campagne environnante. Mais la montée des eaux est telle qu'elle menace fortement les digues et finit d'ailleurs par les submerger par endroits. Le 30 mai, la hauteur du plan d'eau a cru de 3,20 m en 24 h, soit de près de 0,15 m/h. Dès minuit, des infiltrations causées par la présence de nombreux trous de taupes sont repérées dans la digue en terre, à 300 mètres de la redoute du Haut-Rhône, c'est-à-dire dans la partie de l'ouvrage la plus proche de la ville. Rapidement, un renard se forme à l'intérieur du remblai et fait rompre l'ouvrage dans lequel une brèche de 70 m de large se forme en moins d'une demi-heure, de minuit et demi à une heure du matin. Les eaux s'engouffrent à travers l'ouverture et inondent la plaine des Charpennes, qu'on évacue en toute hâte. L'armée est immédiatement envoyée en renfort, et le sauvetage s'effectue à la lueur des torches grâce aux barques de l'Arsenal, à travers un courant rapide et d'autant plus dangereux que les directions en sont mal connues, au milieu des maisons qui s'écroulent de toute part les unes après les autres. En une seule nuit, 402 maisons s'effondrent dans le village des Charpennes. Le 31 mai au matin, toute la plaine en amont du chemin de ceinture est sous les eaux : *« jusqu'aux balmes viennoises, on ne voyait, aussi loin que l'œil pouvait s'étendre, qu'une immense nappe d'eau trouble chargée de débris, et au-dessus de laquelle s'élevaient les décombres des maisons écroulées.*

¹ Chap. 4 de cette même partie, point II. 2.

² AML 925WP227

D'instant en instant un bruit sourd s'entendait dans l'éloignement puis on voyait une poussière épaisse s'élever ; c'est qu'un nouveau bâtiment venait de s'écrouler dans les eaux »¹.

Alors que l'espace situé en arrière du remblai du chemin de ronde des fortifications continue à se remplir, plusieurs milliers d'ouvriers civils et militaires se hâtent de renforcer et d'exhausser cette deuxième et ultime ligne de protection, dans laquelle des filtrations ont été repérées dès 8 h du matin, « avec des terres rapportées, des fascines, des planches et des gazonnements »². En vain. Pourtant édifiée à 50 cm au-dessus du niveau des eaux de 1840, la promenade sera finalement submergée sous 30 cm d'eau (Bravard, 1985). A midi, le batardeau en maçonnerie fermant le fossé du côté du fort des Brotteaux est emporté sur 100 m. « *Aucun moyen humain ne pouvait plus désormais empêcher l'irruption du Rhône dans les Brotteaux* »³. Une nouvelle alarme est donnée pour évacuer les ouvriers au travail sur le boulevard et tous les habitants des maisons bâties en pisé, qui ont à peine le temps de s'enfuir, sans pouvoir emporter le moindre bien. Les eaux, accumulées en arrière de la deuxième digue à deux mètres au-dessus des Brotteaux, s'engouffrent en trombe dans le quartier *intramuros* en suivant à peu près la direction du cours Vitton et de l'avenue des Charpennes, où la vitesse du courant est telle qu'elle emporte tout sur son passage « *arbres, murs, clôtures, maisons* »⁴. L'ingénieur Bonnet note la formation de deux courants principaux : l'un empruntant la direction du chemin des Charpennes et de la rue Saint-André, l'autre suivant la vallée de la Rize et le chemin du Sacré-Cœur. En aval de la lône Béchevelin, les eaux en furie se jettent dans le lit du Rhône en franchissant la crête de la digue de la Vitriolerie, submergée sur plus d'un kilomètre de long. Ces deux axes d'écoulements préférentiels s'expliquent par l'existence d'une topographie de détail expliquée par les héritages géomorphologiques (ancienne lône et ancien cours de la Rize) ; ces dépressions existent encore aujourd'hui : elles ont été mises en évidence par les travaux de G.-C. Ravier au début des années 1980 (1982a et b). Si les vitesses sont moins violentes en d'autres points de la plaine, la montée des eaux est partout extrêmement rapide, engloutissant presque instantanément les maisons en pisé. Le 31 à 19 heures, soit six heures seulement après la rupture du batardeau, la totalité de la plaine en rive gauche située en contrebas des terrasses de Villeurbanne et de la Guillotière est sous les eaux et presque toutes les constructions de terre sont dévastées.

Le Rhône au pont Morand atteint le record de 6,25 m le 31, hauteur inégalée depuis. La hauteur aurait même été de 6,4 m sans la rupture de la digue des Brotteaux (Pardé, 1925). Enfin, la décrue s'amorce jusqu'au 4 juin.

III.1.c. Les facteurs aggravant de l'inondation

Comme en 1840, bien que dans une mesure moindre, le manque de débouché des ponts a aggravé la pente de la crue de la Saône et a augmenté le niveau du plan d'eau. L'ingénieur en chef Bonnet rapporte ainsi la formation d'une chute qu'il qualifie de considérable au pont de Nemours, au pont Tilsitt et au viaduc du chemin de fer alors en construction au droit de la Quarantaine : « *il est certain que si ces ponts eussent été construits dans de meilleures conditions, et eussent offert aux eaux des débouchés plus considérables, l'inondation de la Saône*

¹ AML925WP227, *Rapport de l'ingénieur en chef Bonnet sur les inondations du Rhône et de la Saône pendant le mois de mai 1856 et sur les travaux à exécuter pour protéger la ville de Lyon contre les crues des deux rivières*

² AML925WP227, *Rapport de l'ingénieur en chef Bonnet sur les inondations du Rhône et de la Saône pendant le mois de mai 1856 et sur les travaux à exécuter pour protéger la ville de Lyon contre les crues des deux rivières*

³ AML925WP227, *Rapport de l'ingénieur en chef Bonnet sur les inondations du Rhône et de la Saône pendant le mois de mai 1856 et sur les travaux à exécuter pour protéger la ville de Lyon contre les crues des deux rivières*

⁴ *Ibid.*

aurait produit des effets bien moins fâcheux dans ce beau quartier de la ville, c'est-à-dire jusqu'à la place des Terreaux »¹.

III.2. Secteurs inondés, hauteurs d'eau, secteurs épargnés et différence avec 1840

III.2.a. L'inondation de la Saône

La comparaison des cotes mesurées sur les quais, en eau à peu près calme, lors des pics de la rivière du 5 novembre 1840 et du 21 mai 1856 indique que les niveaux atteints en 1856 furent partout inférieurs à ceux observés en 1840. Cette différence s'explique avant tout par le fait que la rivière a roulé un débit de pointe bien moins élevé en 1856 qu'en 1840. Mais les travaux effectués entre temps ont également permis d'abaisser le niveau des eaux, tout au moins à l'amont de la ville, c'est-à-dire là où le plan d'eau avait été considérablement élevé du fait du rétrécissement de la section mouillée. Par suite des aménagements réalisés pour augmenter le débouché de la Saône, l'écart entre les deux crues s'atténue d'amont en aval, en particulier en aval du Pont La Feuillée ; s'élevant à 2,68 m en amont de Vaise et du chemin de fer de Paris à Lyon, il est encore de 2,45 m en amont du Pont de Serin puis s'abaisse rapidement en aval du pont La Feuillée (2,12 m) : il n'est plus que de 1,12 m au droit de la place de la Préfecture, de 97 cm à l'amont du pont Tilsitt, 80 cm à l'amont du pont d'Ainay, 74 cm à hauteur du viaduc de la Quarantaine alors en construction.

Qu'en est-il alors de la géométrie du champ d'inondation dans Lyon, comparé au maximum extraordinaire de 1840 ?

A Vaise, comme on l'a signalé plus haut, les hauteurs observées sont sans commune mesure avec les niveaux considérables atteints en 1840 : la Saône s'est arrêtée 2,64 à 2,8 mètres plus bas. Ainsi, le champ de l'inondation, s'il reste important, est inférieur à celui de 1840 : les quartiers de la route du Bourbonnais et de Saint-Pierre-de-Vaise sont épargnés. La rivière a cependant envahi les quartiers bas de Vaise délimités à l'est par le chemin de fer de Paris et l'actuelle rue Saint-Simon, et par la route d'Antibes, aujourd'hui rue Marietton, au sud : les quartiers de l'Industrie, de la Gare d'eau, de la Claire, du Chapeau Rouge sont sous les eaux. Le maximum mesuré indique 89 cm dans l'axe du pont Mouton, au carrefour des rues du Pont, de la Gare et de Saint-Cyr, alors qu'on avait au même endroit le chiffre impressionnant de 3,55 m en 1840. Au sud-est, la rue du Chapeau Rouge n'est couverte que par 61 cm, soit 2,64 m de moins qu'en 1840 (3,25 m), tandis que la place de la Pyramide (actuelle place Valmy) n'aura été submergée que de 21 cm, contre 2,8 m seize ans plus tôt.

De la même façon, les différences de niveaux sont importantes dans le quartier de Serin, bien que les niveaux demeurent très élevés : 1,35 m quai de Serin, soit 2,6 mètres de moins qu'en 1840. L'inondation s'est arrêtée seulement quelques mètres en arrière de la limite atteinte en 1840 : presque toute la plaine est inondée.

En rive droite de Lyon, la rive jusqu'aux environs du pont de Serin est touchée, mais sur une largeur plus faible qu'en 1840 : l'eau a seulement envahi l'extrémité aval de la Grande rue de Vaise, avant le pont de Serin, et une partie du quai de l'Observance près de la montée de l'ancienne école vétérinaire. Par contre, de la passerelle Saint-Vincent au pont d'Ainay, l'ensemble des quais et des rues basses adjacentes est touché comme en 1840, mais avec là encore des niveaux moindres : 1,9 m de différence au pied de l'église Saint-Paul,

¹ AML925WP227, *Rapport de l'ingénieur en chef Bonnet sur les inondations du Rhône et de la Saône pendant le mois de mai 1856 et sur les travaux à exécuter pour protéger la ville de Lyon contre les crues des deux rivières*

1,12 m d'écart derrière le cœur de l'église Saint-Jean, où la profondeur de l'eau est de 61 cm. Seules les têtes de ponts restent à sec.

En rive gauche, l'inondation est nettement moins étendue qu'en 1840, date à laquelle la Saône a traversé la Presqu'île pour se jeter au Rhône. En 1856, tous les quais sont inondés jusqu'à la place Napoléon (actuelle place Gensoul, en amont du pont Kitchener), à l'exception des têtes de pont, d'altitude plus élevée. Les eaux ont pénétré par les rues desservant les quais Saint-Antoine et des Célestins, inondant également la partie amont de la rue Mercière, allant jusqu'à recouvrir la totalité de la place de la Préfecture et s'avancant jusqu'à celle des Célestins. Ailleurs, les flots ne s'étendent pas au-delà des quais. Par contre, la rivière a envahi toutes les parcelles non encore remblayées du sud-est de la Presqu'île, à Perrache, s'avancant à peu près jusqu'à la limite du cours du Midi.

Sur la Saône, les quais et les quartiers voisins ont été inondés pendant 25 jours, en deux phases séparées d'un court répit de 3 jours. Tous les rez-de-chaussée furent évacués, et le commerce fut suspendu pendant plus d'un mois¹.

III.2.b. L'inondation exceptionnelle du Rhône

Dans le lit du Rhône, les hauteurs atteintes par l'inondation ont partout dépassé les niveaux de 1840, en moyenne de 42 cm (la différence minimum mesurée sur les quais de la rive droite a été de 25 cm au droit du pont Lafayette, la plus forte a été de 59 cm en aval du pont Morand).

Dans la traversée de Lyon, en rive droite, les eaux ont longé le mur de soutènement du cours d'Herbouville, envahissant ensuite tous les quais de l'aval de la place Saint-Clair (située au débouché du pont du même nom) au pont de l'Hôtel-Dieu (quais de Saint-Clair, de Retz, de Bon Rencontre) : seules les têtes de pont émergent. Entre le Pont Morand et le Pont de l'Hôtel-Dieu, l'inondation est presque complète sur la moitié est de la Presqu'île. En 1840 déjà, ce secteur avait été particulièrement touché, ce qui tendrait à confirmer le rôle une nouvelle fois joué dans ces situations paroxystiques par la microtopographie héritée des paléochenaux. On a relevé la cote de 1,55 m au carrefour des rues Grolée et Ferrandière, soit 25 cm de plus qu'en 1840. La crue du Rhône ayant été plus forte de la précédente, l'inondation a submergé les terrains restés au sec à l'époque : l'îlot des actuels palais et place de la Bourse ainsi que la moitié nord de l'Hôtel-Dieu et la rue Bourg Chanin (actuelle rue Bellecordière longeant l'hôpital en arrière du quai). De la même façon, le secteur de Bellecour a été à nouveau inondé par le refoulement à partir des bouches d'égout, mais le débordement du Rhône y a été là aussi plus étendu : toute la moitié est de la place Bellecour, recouverte par 70 cm d'eau environ, la majeure partie de la place de la Charité et de la rue du même nom, la rue Joseph (Auguste Comte) et l'entrée de l'avenue de Bourbon (V. Hugo) ont été touchées.

A l'aval du pont de l'Hôtel-Dieu, la ligne de quai est insubmersible, excepté deux lacunes dans la chaussée Perrache d'où les eaux débordent presque jusqu'au cours Charlemagne, entre l'emplacement de la future gare et le cours Bayard. Les autres terrains inondés dans la partie méridionale de la Presqu'île l'ont été par débordement indirect. Derrière Bellecour, le quai de la Charité a été envahi en plusieurs points à partir des bouches d'égout : entre l'Hôpital de la Charité et la place Groslier (Gailleton), dans la cour des Trois passages et à l'entrée de la rue de la Reine (Franklin). A Perrache, tous les secteurs non encore remblayés ont été touchés : en amont de la gare d'eau, les rues sont restées hors d'eau tandis que toutes les parcelles, mis à part les terrains ayant accueilli la prison, une caserne et les abattoirs, ont été noyées. A l'aval, presque toute l'extrémité méridionale a été inondée en arrière du cours Perrache, qui, on l'a déjà dit, s'est révélé insubmersible.

¹ AML 925 WP227, extrait du rapport présenté par M. Goux le 11 mai 1857

En rive gauche, la violence de l'inondation dans la plaine et le niveau atteint par les eaux furent aggravés par l'effet de barrage temporaire de la digue des fortifications : à hauteur du cours Lafayette juste en amont du boulevard des fortifications, les eaux se sont accumulées à 1,75 m au-dessus du niveau observé au même moment dans le Rhône au droit du pont Lafayette, dépassant ainsi de près de 2 mètres (1,95 m exactement) le niveau atteint en 1840. Après la rupture du batardeau du fort des Brotteaux, la pente créée par ce différentiel a entraîné la formation d'un véritable torrent, dont les vitesses s'approchaient en certain points de celles observées en lit mineur. Mais bien que la crue de 1856 soit montée bien plus haut que celle de 1840, le champ des deux inondations eut un périmètre voisin : dans les deux cas, les eaux se sont avancées dans la plaine jusqu'au pied des balmes viennoises et de la terrasse de Villeurbanne, et ont épargné les habitations situées sur les « mollards » (en 1856, ces derniers ont conservé une revanche d'environ 50 cm sur le niveau maximum atteint par les eaux). Dans le quartier des Brotteaux, un plus grand nombre de secteurs a été épargné, du fait du développement des remblais depuis l'inondation de 1840 : ainsi, la partie amont du quai d'Albret, de la Redoute du Haut-Rhône jusqu'à la rue Duquesne, et l'ensemble des rues adjacentes : les avenues de Noailles (actuelle av. Foch), de Grammont (rue Vauban) et de Créqui, les rues Barrême et du Commandant Faurax. Plus à l'est, la portion de la rue Elisabeth (Garibaldi) allant de l'avenue Duquesne à la rue Tronchet émerge elle aussi des eaux. On peut également remarquer l'extension du remblai du cours Morand : ce dernier et la place Louis XVI étaient déjà hors d'eau en 1840, mais cet îlot insubmersible a été prolongé vers l'est jusqu'à la rue Elisabeth, et étendu vers le nord au-delà de la rue Tronchet. Dans les autres quartiers en revanche, l'inondation a été complète, y compris sur les terrains que la crue de 1840 n'avait pas atteints, à l'exception de la tête du pont Lafayette, du cours des Brosses, de la gare de La Mouche et des bastions militaires, hormis le fort et la caserne de la Part-Dieu. Enfin, la partie amont de la digue de la Vitriolerie, rehaussée après 1840, conserve une revanche de plus de 50 cm. La digue des Brotteaux fut submergée sous 20 à 45 cm d'eau.

Comme pour la crue de 1840, les cotes maximales atteintes en plusieurs points ont été relevées après enquête par les services de la voirie de la ville de Lyon, et donnent une idée de l'ampleur de la submersion et des zones les plus exposées (fig. 29 p. 145) :

- 83 cm à l'est du village de Vaulx-en-Velin, au Fontanil (28 cm de plus qu'en 1840)
- 1,72 m route de Vaulx au niveau de la digue de surverse, à la limite entre Vaulx et Villeurbanne (14 cm > 1840)
- au moins 1,5 à 1,7 m d'eau aux Charpennes, dans l'actuelle rue Gabriel Péri (1m > 1840)
- 1,3 m à la ferme de la Tête d'Or (45 cm > 1840)
- 2,1 m chemin de Bellecombe (1,53 m > 1840)
- 2 m à la ferme de la Part-Dieu, non loin de la gare actuelle (58 cm > 1840)
- 1,7 à 1,8 m dans le quartier de la Villette : 1,8 m chemin du Sacré Cœur (1,13 m > 1840), 1,7 m rue de Chartres (1,1 m > 1840)
- les quartiers densément peuplés de la Guillotière et de la Buire sont recouverts par plus de 2 mètres d'eau : 2,1 m rue de la Vierge (44 cm > 1840) et dans la Grande rue de la Guillotière (61 cm > 1840), 2 mètres chemin de la Buire (38 cm > 1840)
- 86 cm au château de la Thibaudière (47 cm > 1840), à l'angle des rues d'Anvers et de la Thibaudière
- Le long du chemin de Gerland : 33 cm face au château (21 cm > 1840), 80 cm à la ferme d'Ainay (13 cm > 1840), qui n'existe plus aujourd'hui mais se situe à l'emplacement du port Edouard Herriot, au sud de la rue la Dole

On ne peut que remarquer les grandes variations des différences de niveau entre 1840 et 1856 : de 13 à 33 cm seulement à Gerland et jusqu'à 1,53 m chemin de Bellecombe, à l'est du fort des Brotteaux. Comme on l'a déjà évoqué, les écarts les plus forts se situent à l'extérieur de la ligne des fortifications, en particulier à l'amont et aux abords du fort des Brotteaux, c'est-à-dire là où l'accumulation en arrière de l'ouvrage a été telle qu'elle a fini par faire céder la digue-promenade construite après 1840.

Selon les chiffres avancés par Pardé, l'inondation a noyé près de 200 000 hectares dans l'ensemble de la vallée du Rhône. La Saône et ses affluents ont recouvert 61 000 hectares (Pardé, 1925). D'après nos calculs, le Rhône a noyé près de 9 570 ha de Jons à Ternay ; un quart de cette superficie correspond à l'inondation des communes de Lyon et Villeurbanne : presque 990 ha à Villeurbanne (soit les 2/3 de la superficie communale), et 1585 ha dans la commune de Lyon (1/3 de la superficie communale¹). La Saône quant à elle a inondé environ 380 ha dans la commune de Lyon (contre plus de 460 ha en 1840).



Photo 8. L'avenue de Saxe sous les eaux en 1856

(source : AML 3PH00597, photographie L. Froissard)

¹ La superficie de Lyon intègre ici les anciens faubourgs de Vaise et la Guillotière ainsi que le territoire de St-Rambert qui à l'époque était une commune distincte de celle de Lyon.

III.3. Mesures prises par l'administration pendant la durée de l'inondation

Des services de barques sont organisés pour rétablir les communications là où les routes sont inondées, et des passages sont mis en place pour la circulation des piétons. La circulation est rétablie quai Saint-Antoine grâce à la mise en service des égouts et à l'édification d'un batardeau le long de la rivière.

Pour pallier l'interruption de l'éclairage public là où les canalisations de gaz ont été inondées, les propriétaires ont l'obligation d'éclairer leurs façades, tandis que l'administration met en place un système d'éclairage au moyen de torches et de lampions sur les quais, les promenades, les places publiques et tous les points considérés comme dangereux. Les édiles craignent en effet des atteintes à l'ordre public et sont soucieux de favoriser le maintien de l'ordre et de la sécurité.

Après le passage de la crue, l'Administration encadre le retour à la normale. L'Ingénieur en Chef Bonnet dirige les opérations et fait nettoyer et désinfecter les rues, les rez-de-chaussée, les caves, les cours des maisons, pomper l'eau des fosses d'aisance et renouveler à plusieurs reprises l'eau des puits. Sur les rives de la Saône et en Presqu'île, les traces de l'inondation ont disparu en quelques jours. Les débris et le limon déposés par la crue ont été évacués et reversés dans la rivière, en particulier au niveau du quai Saint-Antoine. Le 5 juillet, les travaux de déblaiement ont pris une telle ampleur que les riverains se plaignent de l'obstruction du port Saint-Antoine auquel les bateaux ne peuvent plus accéder. Cependant, certains points bas restent inondés pendant plusieurs semaines : le 24 juin, deux énormes mares persistent à Vaise de part et d'autre de la rue de la Claire, aux abords de la gare de chemin de fer.

En revanche, l'évacuation des eaux prendra bien plus de temps sur la rive gauche du Rhône, à la Guillotière et aux Brotteaux, d'altitude plus basse que la rive droite, où l'inondation a atteint un niveau très élevé et où les remblais partiellement réalisés ont en fait aggravé l'impact de l'inondation en piégeant les eaux et en empêchant leur vidange (photo 9). En effet, dans ce qui est devenu le troisième arrondissement de la ville depuis 1852, on a amorcé le remblaiement de presque toutes les rues et, bien qu'elles n'aient pas encore toutes été élevées à leur niveau définitif, loin s'en faut, elles sont néanmoins suffisamment surélevées par rapport aux parcelles qu'elles délimitent pour créer des points bas desquels l'eau ne peut être évacuée. En plus de cela, l'inondation des quartiers *intramuros* est constamment alimentée par le déversement des eaux du fossé des fortifications, que l'armée refuse d'assécher malgré les demandes incessantes de la population riveraine les jours suivant la crue. Ainsi le quartier de la Villette est toujours isolé une semaine après le passage de la crue. Comme le déplorent les habitants, le quartier est transformé en « *un vrai lac* »¹, il continue à être inondé par l'écoulement des terrains situés à l'amont et ne peut être drainé par la Rize car cette dernière est obstruée en de nombreux endroits. Le 10 juin, le « service de dépêchement » des Brotteaux déplore que les travaux d'écoulement de la rive gauche entre le cours Morand et le cours Lafayette soient toujours paralysés par le déversement continu de l'eau des fossés d'enceinte à partir de la brèche formée par la crue.

¹ AML 925WP227, pétition d'un habitant adressée au Sénateur du Rhône le 7 juin 1856



Photo 9. L'inondation persistante des points bas circonscrits par les chemins après le passage de la crue de 1856 (rive gauche du Rhône)

(source : AML 3PH00612, photographie de L. Froissard).

Une des préoccupations les plus urgentes qui anime les autorités est d'assainir les eaux stagnantes : sous l'effet de la forte chaleur de juin, les détritiques se décomposent dans les bas-fonds qui ne peuvent être vidés, et l'on craint le développement d'épidémies. Cette crainte n'est pas que la manifestation du courant hygiéniste de l'époque, mais le reflet d'une réalité : les épidémies de dysenterie due à la pollution de l'eau des puits étaient jusque-là fréquentes après chaque grande inondation. Le 9 juin, le Conseil d'Hygiène publique et de Salubrité de la Ville de Lyon visite les quartiers inondés de la rive gauche. Dans son rapport adressé au Préfet et Sénateur Vaïsse le 18 juin 1856, il distingue la situation de la campagne, à l'extérieur du mur d'enceinte, de celle, bien plus préoccupante à ses yeux du point de vue de la salubrité, de la ville *intramuros*¹. A la Guillotière et aux Brotteaux, on s'inquiète en effet des risques d'épidémies suite au dépôt de déchets putrescibles dans la plaine et à la pollution des puits : « les deux côtés du cours Lafayette en contrebas de la chaussée sont remplis d'une eau verdâtre, putride dont les exhalaisons sont certainement malsaines »². L'eau a en particulier inondé et fait déborder les fosses d'aisance, emporté les déchets des industries, notamment les triperies ; par contre, remarquons qu'on ne se soucie pas le moins du monde des déchets toxiques des industries. Le limon et les déchets déposés par la crue ont d'abord été désinfectés au sulfate de fer ou au chlorure de chaux avant de pouvoir être enlevés et rejetés au Rhône.

Pour accélérer le ressuyage de la plaine, l'administration municipale a mobilisé « une armée de travailleurs tant civils que militaires »³, dirigée par l'Ingénieur en Chef Bonnet qui fait

¹ AML925WP227

² AML925WP227, Rapport du Conseil d'Hygiène publique et de Salubrité de la Ville de Lyon, 18 juin 1856

³ AML925WP227, Rapport du Conseil d'Hygiène publique et de Salubrité de la Ville de Lyon, 18 juin 1856

creuser plusieurs tranchées destinées à drainer les eaux jusqu'au fleuve. Dans le même but, on élargit le ruisseau de la Rize, obstrué dans les décennies précédentes, et les voûtes de tous les égouts existants sont percées pour faciliter l'évacuation des eaux.

Dans un premier temps, on commence par rétablir la circulation en dégageant les rues. On s'emploie ensuite à évacuer « *les lacs circonscrits par les rues* »¹. Pour ce faire, 1 200 ouvriers civils et militaires travaillent nuit et jour à densifier le réseau de canaux amorcé dans les premiers jours et construire des ponts provisoires pour franchir les fossés. Le 18 juin, le gros de la plaine est asséché, mais les eaux demeurent dans les points bas. Il faudra douze jours complets pour réaliser l'ensemble, et plus de vingt jours pour élargir le chenal de la Rize. En tout, plus de 20 000 m de tranchées seront réalisés, certaines dépassant les quatre mètres de profondeur. Enfin, les caves et les points situés en contrebas des fossés de dessèchement sont évacués à main d'homme.

Après le ressuyage de la crue, les habitants doivent évacuer l'eau demeurant dans les cours des maisons et les fosses d'aisance, enlever le limon déposé par la crue et désinfecter les sols, vider les caves, curer les puits et en renouveler l'eau, ventiler et chauffer les maisons pour accélérer la dessiccation des murs. Les autorités interviennent pour accélérer le déblaiement des décombres, en obligeant les propriétaires -qui pour la plupart n'habitent pas les quartiers dévastés mais y possèdent des immeubles de rapport édifiés à bas pris et loués à la population ouvrière - à faire évacuer leurs parcelles.

Les travaux d'assèchement ont coûté 120 000 francs. Finalement, les autorités n'eurent aucune épidémie à déplorer, et l'ingénieur Bonnet se réjouit même du « *grand nettoyage* »² qu'a permis l'inondation, en supprimant de nombreux foyers d'infection.

Voyons à présent quels furent les dommages occasionnés par la crue.

III.4. La matérialisation d'un risque accru par l'urbanisation

Lyon fut la ville du Rhône la plus touchée par le désastre de 1856. Les dégâts matériels furent estimés à 7 millions de nouveaux francs, et la population fut fortement marquée par la catastrophe.

Les destructions ont été peu importantes sur la Saône et en Presqu'île, mis à part à Perrache où certaines constructions de pisé se sont écroulées. Le long des berges de la rivière, des terrains se sont effondrés et des murs se sont éboulés. La faiblesse des pertes immobilières s'explique par l'application stricte des nouveaux règlements de voirie dans les quartiers les plus sinistrés en 1840 : plus aucune construction en terre n'est autorisée depuis lors, et les bâtiments en maçonnerie de brique ou de pierre ont bien résisté. Par contre, le bilan de la rive gauche du Rhône, qui s'est rapidement couverte de bâtiments bon marché élevés à la hâte après 1840, est considérable, en particulier dans le secteur *intramuros* où la double ligne de protection avait enfin fait croire à une protection efficace et attiré les fabriques et la population ouvrière. Les dégâts ont été d'autant plus importants que la rupture des ouvrages a provoqué de violents courants à la course dévastatrice. La survenue d'une telle catastrophe – et qui plus est en plein milieu de la nuit pour ce qui est de la rupture de la digue des Brotteaux, alors que la population était endormie - a causé la mort de 18 personnes.

¹ AML925WP227, *Rapport de l'ingénieur en chef Bonnet sur les inondations du Rhône et de la Saône pendant le mois de mai 1856 et sur les travaux à exécuter pour protéger la ville de Lyon contre les crues des deux rivières*

² AML925WP227, *Rapport de l'ingénieur en chef Bonnet sur les inondations du Rhône et de la Saône pendant le mois de mai 1856 et sur les travaux à exécuter pour protéger la ville de Lyon contre les crues des deux rivières*

En dehors des fossés d'enceinte, l'ensemble des récoltes est ravagé : la submersion des prés et des blés non fauchés entraîne le pourrissement sur pied des cultures, asphyxiées par la vase. Les autorités imposent que les récoltes soient fauchées, séchées puis enterrées. A Villeurbanne, 223 maisons se sont écroulées.

Selon les observations des Ponts-et-Chaussées, à la décrue, les quais furent relativement peu endommagés, à l'exception de la digue en terre des Brotteaux et du chemin des fortifications. Au niveau de la rupture par renard survenue dans la nuit du 30 au 31 mai, le courant a formé une brèche de 70 mètres de long et 9,6 mètres de haut (au pied de la digue, le courant a profondément affouillé le terrain). Après la submersion, deux brèches secondaires de 15 à 20 m de large et 1 à 2 m de haut se sont créées dans la partie amont de l'ouvrage, près du chemin de Vault aux Charpennes¹. Ces avaries ont été réparées par le Service Spécial du Rhône des Ponts-et-Chaussées immédiatement après la crue. A l'aval de la ligne de quai, la crête de l'extrémité de la digue de la Vitriolerie, submergée comme on l'a vu par un courant violent provenant de la plaine, a été érodée sur 1050 m en aval du pied de la rampe d'accès au pont américain. En rive droite, le perré du quai de la Charité, déjà en mauvais état avant l'événement, a été affouillé sur 250 m en aval de la place de la Charité, et doit être rechargé. A proximité des brèches, les phénomènes d'érosion et de dépôt ont emporté les terres ou les ont recouvertes de sable ou de gravier.

Dans la ville *intramuros*, 335 maisons ont été complètement détruites, 448 l'ont été partiellement. Au total, 1185 bâtiments ont été complètement ou gravement endommagés à Lyon et Villeurbanne, les deux tiers se trouvant *intramuros*, en arrière du chemin de ronde, et 200 autres nécessitent d'importantes réparations. Les destructions ont touché des habitations, des fabriques et des hangars (photos 10 et 11).

Pendant plusieurs jours, un grand nombre de familles se sont retrouvées sans abri et ont dû bivouaquer sur les places publiques ou dans des établissements publics et privés, loués par la ville ou mis à disposition par des particuliers. Par ailleurs, la destruction d'un grand nombre de fabriques mit une grande partie des ouvriers au chômage ; ils bénéficièrent de l'assistance de la ville pendant les premiers jours, le temps de mettre en place des établissements provisoires ou de reconstruire les bâtiments d'origine. 116 familles restées dans le quartier après la catastrophe, soit 482 personnes, ont bénéficié des secours de première nécessité que Lyon apporte aux indigents sous forme de distribution de pain, de vêtements, de couvertures et de possibilité de relogement².

Comme le souligne le service de la voirie de Lyon: « *il est certain que si les règlements de voirie relatifs aux constructions en pisé promulgués à la suite des inondations de 1840 eussent été appliqués dans le troisième arrondissement comme ils l'ont été à Vaise et à la Croix-Rousse, on n'aurait pas eu à déplorer la vingtième partie du sinistre. [...] presque toutes les maisons écroulées étaient en pisé et de construction postérieure à 1840* »³. Un certain nombre de maisons plus anciennes avaient déjà été atteintes et dégradées en 1840 et ont été détruites par la crue de 1856 « *parce que les propriétaires avaient eu l'incurie de faire des reprises suffisantes, ou même de reconstruire en pisé les portions de murs écroulés* »⁴. Mis à part quatre à cinq maisons emportées par le courant, l'essentiel des destructions correspond donc à des bâtiments à un étage dont les murs, édifiés en pisé de

¹ ADR S1367-1370

² AML 925 WP 227, *compte final des répartitions aux inondés de 1856 dans le département du Rhône*, dressé par le Préfet du Rhône Vaisse

³ AML 925 WP 287, dossier 4, *Rapport à Monsieur l'ingénieur en chef du Service Municipal*, service de la voirie, 20 juin 1856

⁴ AML 925 WP 287, dossier 4, *Rapport à Monsieur l'ingénieur en chef du Service Municipal*, service de la voirie, 20 juin 1856

terre, ont été délayés par l'eau et se sont affaissés sous le poids des constructions. Si le pisé mâchefer a généralement mieux résisté, il était souvent de médiocre qualité, mélangé à de la terre, et a lui aussi été fortement altéré. Les constructions en pierre, en brique ou en passes de bois ont quant à elles tenu.

Pour cette raison, et à la demande des habitants sinistrés, le premier acte de l'administration est donc d'étendre au quartier de Perrache et au troisième arrondissement l'interdiction d'élever des constructions en pisé, qui était déjà effective dans le reste de la ville depuis l'inondation de 1840, en particulier à Vaise et à Serin. Dès lors, pour contrôler la bonne application du règlement, toute nouvelle construction doit faire l'objet d'une déclaration préalable, accompagnée d'un plan signé de l'architecte en charge des travaux. Dans une lettre adressée au Sénateur Vaïsse le 12 juin 1856, le Voyer en chef Rego préconise d'étendre l'interdiction à Villeurbanne et Vaulx-en-Velin pour toute la partie située au nord de la Balme viennoise¹. « *On prend donc espoir que le retour d'un événement pareil à celui du 31 mai est désormais impossible* »².

Le tableau 7 synthétise le montant des dommages recensés dans le département du Rhône par le Préfet Vaïsse. La somme des dégâts enregistrés dans l'ensemble du bassin du Rhône se monte à près de 50 millions de francs, dont 32 millions pour les récoltes, 10 millions pour les centres urbains, 4 millions pour la réparation des digues (Pardé, 1925). Le département du Rhône a donc enregistré plus du cinquième des pertes totales, et Lyon, avec 7 millions de pertes, fut de loin la ville la plus touchée par la catastrophe.

	Montant de l'ensemble des dommages (M f)	Montant des dommages susceptibles de faire l'objet d'un secours (M f)	% des dommages susceptibles de faire l'objet d'un secours l'objet d'un secours	Montant des allocations à disposition du Préfet du Rhône pour les secours (M f)	Part des secours finalement alloués par rapport à l'ensemble des pertes	Part des secours alloués par rapport aux pertes susceptibles d'être concernées par l'attribution des secours
en capital	3,82	2,02	52,8	-	-	-
objets mobiliers	3,73	2,56	68,7	-	-	-
récoltes et propriétés détériorées	3,22	1,95	60,5	-	-	-
TOTAL	10,77	6,53	60,6	1 325 800	12,3	20,3

Tab. 7. Pertes financières enregistrées suite à l'inondation de 1856 dans le département du Rhône

(source : AML 925 WP 227)

¹ AML 925WP227

² AML925WP227, *Rapport de l'ingénieur en chef Bonnet sur les inondations du Rhône et de la Saône pendant le mois de mai 1856 et sur les travaux à exécuter pour protéger la ville de Lyon contre les crues des deux rivières*



Photo 10. La rive gauche du Rhône après le passage de la crue.

(source : AML 3PH00593, photographie de L. Froissard). On distingue au fond à droite la caserne de la Part-Dieu, à l'emplacement de la gare SNCF actuelle



Photo 11. Détail de l'endommagement au bâti

(source : AML 3PH00598, photographie de L. Froissard)

Conclusion

La deuxième moitié du XIXe siècle est l'époque de la genèse du système de protection lyonnais, dans une période d'essor du capitalisme qui concentre les moyens techniques et financiers au service du développement urbain. La survenue rapprochée des crues exceptionnelles de 1840 et 1856 vont pousser les acteurs de la gestion à tirer les leçons de l'expérience de la catastrophe afin d'apporter des réponses hydrauliques et urbanistiques dans le but de s'affranchir de la contrainte fluviale. La priorité donnée à l'urbanisation semble avoir favorisé un consensus entre les édiles urbains et l'Etat qui conjuguent leurs efforts pour doter la ville des moyens matériels de la sécurité. Le chapitre suivant va permettre d'asseoir cette hypothèse et d'analyser les modalités de l'élaboration d'une nouvelle politique de gestion qui fonde aujourd'hui encore la gestion du risque d'inondation à Lyon.

Chapitre 4

Volonté d'une protection complète et définitive du cœur urbain

Le traumatisme de 1856 marque un tournant dans la relation de Lyon aux inondations : la ville décide de payer le prix nécessaire pour se mettre définitivement à l'abri des eaux. La municipalité sera aidée dans ses dépenses par une intervention importante de l'Etat, qui contribuera pour moitié aux frais des travaux de protection. Il faut ici rappeler que l'inondation extraordinaire de mai-juin 1856 n'a pas concerné que la région lyonnaise, loin s'en faut. L'alternance des précipitations océaniques et méditerranéennes à l'origine de la catastrophe a provoqué des crues et des inondations dans l'ensemble des bassins versants de la Loire, du Rhône et de leurs affluents, ainsi que dans ceux de certains affluents de la Garonne et de la Seine. Au total, les deux tiers du territoire métropolitain ont été touchés simultanément. On a vu que l'ampleur des dommages enregistrés suscita la promulgation de la loi du 28 mai 1858 relative à l'exécution de travaux destinés à mettre les villes à l'abri des inondations. Comme on l'a déjà évoqué dans la première partie de la démonstration¹, cette loi joue un rôle fondamental dans la gestion du risque d'inondation en France, en édictant trois principes essentiels :

- L'exécution par les services de l'Etat de travaux destinés à défendre les centres urbains contre les inondations.
- La répartition des dépenses engendrées par les travaux entre l'Etat, les collectivités territoriales (départements et communes) et les propriétaires riverains. Ce point constitue une avancée réelle car jusque là, l'absence de législation en la matière conduisait à des travaux incohérents souvent inachevés et relativement modestes.
- L'intangibilité des lits majeurs à l'amont des grandes villes. La construction de digues dans ces champs d'inondation naturels doit être autorisée au préalable par l'Etat. Cette mesure consacre le principe d'une gestion globale de l'inondation, à l'échelle du bassin versant, et pose les bases d'une continuité amont-aval qui traduit en fait un gradient ville-campagne. Les grandes zones inondables jusqu'ici peu aménagées du fait de l'importance de la contrainte fluviale et marquées par une exploitation agricole extensive adaptée à la submersion, furent dès lors sacrifiées au profit des enjeux urbains.

A Lyon, l'application de la loi de 1858 se traduit par l'élaboration d'un rempart de protection voulu insubmersible, formé par une ligne de quais et de digues calés au-dessus du niveau des maxima historiques de 1840 et 1856. Les anciens quais sont rehaussés ou reconstruits et les lacunes sont comblées. Parallèlement, la plaine de Miribel-Jonage, située à l'amont immédiat de Lyon, est consacrée comme un champ d'inondation dévolu à la protection de Lyon contre les crues. Ce système de défense est complété par des aménagements urbains destinés à placer les enjeux urbains à un niveau insubmersible et à

¹ Cf. première partie, chap. 1, point III.2

garantir l'évacuation des eaux en arrière de l'endiguement. Aujourd'hui encore, l'essentiel de la protection de la ville est héritée des grands travaux entrepris suite à l'inondation de 1856.

I. Mesures complémentaires de l'endiguement des fleuves

I.1. Les remblais

Dès 1856, le préfet C. Vaïsse fait remblayer certaines rues de la Presqu'Île pour assurer l'insubmersibilité des quartiers qui avaient le plus souffert de l'inondation. Ces travaux ont coûté 500 000 f et concernaient une partie de la rue Impériale, toutes les rues aboutissant à la rue de la Préfecture ainsi que le quai Saint-Antoine remblayé dans le cadre de l'ouverture de la rue Grenette.

En rive gauche du Rhône, on décida d'achever le plus rapidement possible le programme de remblaiement des rues des Brotteaux lancé en 1854, qui concerne toutes les voies ouvertes à la circulation et plus ou moins bâties. À l'origine, avant que la catastrophe de 1856 ne rende prioritaire la défense contre les inondations, il était prévu d'étaler la dépense des travaux sur plusieurs années. De 1854 à 1856, la ville avait déjà consacré 600 000 francs à l'exhaussement de certaines rues, mais on était encore bien loin d'avoir achevé l'entreprise. À l'été 1856, il restait à surélever 51 rues, soit une longueur totale de 40 000 m de voirie, pour une dépense de 1,5 million de francs. Pour garantir l'insubmersibilité de toutes les voies carrossables, leur niveau fut élevé au-dessus de la cote du radier des égouts. Le volume du remblai prévu était de 614 000 m³¹. On décida également d'achever le remblaiement des rues du quartier de Perrache, mais la préséance fut donnée à la rive gauche, bien plus touchée par l'inondation de 1856, et dont les habitants réclamaient haut et fort l'amélioration de leur situation. Les travaux de nivellement des parcelles furent quant à eux laissés à la charge des propriétaires. Il fallut six ans pour achever les travaux, en suivant l'ordre des constructions².

I.2. La construction d'égouts longitudinaux

En remplacement des anciens égouts perpendiculaires à la direction des fleuves, on prévoit la construction de grands égouts le long des rives. Raccordés au réseau secondaire déjà existant, ils collecteront l'ensemble des eaux et les déverseront au Rhône en aval de la ville. En plus de supprimer le rejet des effluents au cœur de la cité, ces aménagements doivent contribuer à réduire le risque d'inondation.

- On supprime ainsi le risque de débordement indirect à partir des bouches d'égout causé par le refoulement des eaux à travers les égouts transversaux (phénomène observé en Presqu'Île en 1840 et 1856), ce qui offre en plus la possibilité d'évacuer les eaux pluviales et l'eau pouvant éventuellement s'infiltrer à travers le relief de l'endiguement.
- Par ailleurs, on prévoit d'y dériver le ruisseau d'Ecully en période de crue, afin d'éviter l'inondation de la plaine de Vaise. Rappelons qu'en 1840, le flot de la crue de

¹ Les matériaux utilisés sont de double nature : 584 834 m³ de terre et 29 012 m³ de gravier.

² AML925WP227, *Rapport de l'ingénieur en chef Bonnet sur les inondations du Rhône et de la Saône pendant le mois de mai 1856 et sur les travaux à exécuter pour protéger la ville de Lyon contre les crues des deux rivières*

la Saône avait barré l'écoulement de cet affluent dont les eaux avaient alors envahi le plan de Vaise. Le détournement du ruisseau permet ainsi l'endiguement complet de l'ancien faubourg, impossible sans cela du fait de la nécessité de lui ménager un exutoire.

- En rive gauche du Rhône, la construction de l'égout longitudinal est nécessaire pour deux raisons. D'une part, il est indispensable de pouvoir y dériver les eaux de la Rize en temps de crue, car le débouché de son cours aval a été obstrué par les constructions et n'est plus en mesure d'assurer l'évacuation suffisante des crues du ruisseau, qui débordent donc dans la plaine. Autrefois canalisé et à l'air libre, ce tronçon est à présent recouvert en de nombreux points et il est impossible de lui restituer une largeur suffisante. D'autre part, le système doit permettre le ressuyage rapide de la plaine en cas de submersion, en particulier si les digues venaient à rompre de nouveau. Le risque de stagnation des eaux dans les points bas circonscrits par les rues est lui aussi supprimé, car la cote du radier de l'égout est nettement inférieure à la cote des terrains les plus déprimés. De cette façon, « *un accident qui est aujourd'hui une effroyable catastrophe se réduirait donc aux proportions d'une gêne momentanée et sans gravité* »¹.

II. L'endiguement « insubmersible » des deux fleuves

D'abord consternés par les proportions prises par la catastrophe, en particulier du fait de la rupture des digues et de la stagnation des eaux sur la rive gauche, les édiles vont rapidement entreprendre un certain nombre de travaux pour combler les lacunes constatées pendant l'inondation, travaux auxquels on donne une priorité absolue. Les dépenses sont immédiatement engagées et prévues au budget de l'année 1857. Certains de ces travaux furent par la suite incorporés dans un projet plus vaste de défense de la ville contre les inondations du Rhône et de la Saône, parfois appelé plan Kleitz, du nom de l'ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées alors à la tête du Service Spécial du Rhône qui fut chargé de concevoir le projet et d'en diriger l'exécution (fig. 32).

Les travaux de première urgence lancés dès 1857 concernent le remplacement de la digue des Brotteaux, jugée trop fragile et considérée désormais comme une menace pour la rive gauche, par un nouvel ouvrage plus résistant, ainsi que la construction de quais sur les portions de berge non encore protégées afin de rassurer la population par l'édification rapide d'une ligne de protection ininterrompue. L'ensemble de ces mesures est autorisé par le décret ministériel du 24 juin 1857. La conception et la réalisation du projet est confiée au Service Spécial du Rhône, tandis que les coûts en sont assurés à frais communs par la ville et l'Etat. Approuvé le 24 août 1859, le plan Kleitz vient ensuite renforcer la protection déjà existante.

Les travaux de défense offrent par ailleurs au préfet l'occasion d'employer les ouvriers de la fabrique lyonnaise alors en crise en ouvrant de vastes chantiers de terrassement à proximité de la ville. Ainsi 1 800 à 2 000 ouvriers sont employés de 1859 à 1861 pour la réalisation des quais de la rive gauche du Rhône (quais d'Albret, de Castellane, Joinville et du Prince Impérial)².

¹ AML925WP227, *Rapport de l'ingénieur en chef Bonnet sur les inondations du Rhône et de la Saône pendant le mois de mai 1856 et sur les travaux à exécuter pour protéger la ville de Lyon contre les crues des deux rivières*

² AML 925WP227, *minute d'une lettre du Sénateur Vaïsse au Ministre*, 20 octobre 1858

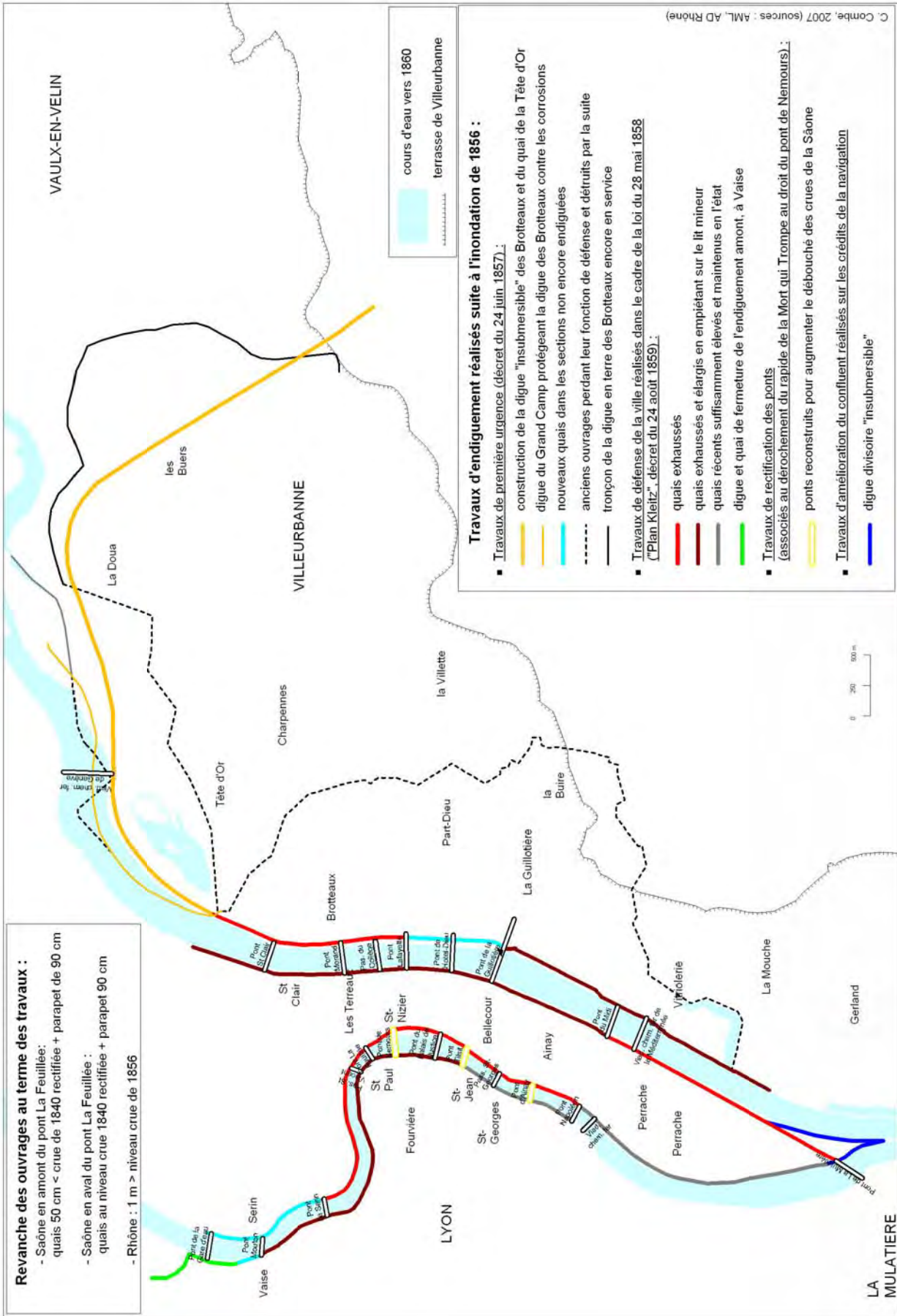


Fig. 32. L'endiguement « insubmersible » du Rhône et de la Saône dans Lyon (1856-1870)

II.1. La disqualification de la digue en terre des Brotteaux. Edification d'une digue et d'un quai maçonnés : la digue « insubmersible » des Brotteaux et le quai de la Tête d'Or

L'exhaussement continu du niveau des eaux par l'effet du resserrement du lit majeur par le linéaire des endiguements, et probablement aussi par effet de l'exhaussement du fond du lit, a fait que la digue des Brotteaux, d'abord élevée à 60 cm au-dessus des plus hautes eaux de 1812, puis plusieurs fois renforcée, a été submergée par les eaux à chaque grande crue (de 20 à 45 cm en 1856)¹.

En mars 1856, un premier projet d'exhaussement, de consolidation et de rectification de l'ouvrage avait été élaboré. Pour libérer les terrains sur lesquels la ville projetait l'aménagement du parc de la Tête d'Or, la partie de l'ouvrage située en aval du viaduc de chemin de fer de Lyon à Genève devait être remplacée par un quai longeant le cours du Rhône, en arrière de la digue basse de la Tête d'Or. Par souci d'économie, la partie amont devait simplement être exhaussée sans rectification de tracé, au grand regret des ingénieurs du service du Rhône, conscients de la fragilisation apportée par le « *travé vicieux* »² de l'ouvrage.

L'inondation du mois de mai modifie complètement la donne, puisque les édiles sont à présents prêts à payer le prix d'une réelle protection. Il est donc décidé de reconstruire un nouvel ouvrage insubmersible possédant une revanche d'au moins 1 m sur le niveau de la crue du mois de mai, cette fois non pas en terre sablonneuse mais en gravier solidement compacté, rendu imperméable du côté du fleuve par un perré maçonné revêtant le talus incliné à 45°. Les ingénieurs de la Ville et du service du Rhône sont favorables à la création d'une digue plus large et carrossable, afin de mieux pouvoir en assurer la surveillance et la recharge en cas de forte inondation. Lors de l'événement de 1856, toutes les routes étaient coupées par les eaux, et il fut impossible d'acheminer des secours suffisants pour colmater la brèche de la digue des Brotteaux. D'une manière générale, l'ingénieur en chef de la Ville insiste d'ailleurs sur la nécessité de maintenir les communications en cas de crue pour assurer la bonne organisation des secours. C'est aussi la raison pour laquelle les remblais des rues des Brotteaux sont activement poussés.

Conformément au projet de mars 1856, l'endiguement, d'une longueur totale de près de 6,5 km, est conçu en deux tronçons :

- En aval du viaduc de chemin de fer, le quai de la Tête d'Or est construit selon le tracé défini quelques mois plus tôt.
- La section amont correspond quant à elle à une nouvelle digue insubmersible de 4 750 m de long, construite en remplacement de l'ancienne digue en terre, large de 5 m en couronne, édifiée à 8,24 m au-dessus de l'étiage et possédant une revanche de 1 m au-dessus du niveau de la crue de 1856. Pour tenir compte de l'exhaussement du niveau des eaux apporté par le quai de la Tête d'Or, qui resserre le lit du Rhône par rapport à la disposition précédente, une banquettes de 50 cm supplémentaires est prévue au sommet de la digue. L'élévation du plan d'eau due au nouvel endiguement serait au maximum de 40 cm selon les calculs des ingénieurs du Service Spécial du Rhône, qui ont privilégié une estimation haute. La digue conserve donc bien la revanche souhaitée de 1 m sur le niveau de la crue de 1856. Mais il faut rappeler l'effet de la rupture des digues, sans laquelle le niveau du plan d'eau aurait été

¹ ADR S1367

² *Ibid.*

supérieur de 15 cm, selon les estimations de M. Pardé (1925) ; la revanche de la digue des Brotteaux sur le niveau de 1856 n'est donc pas de 1 m mais de 85 cm. Enfin, l'ouvrage est protégé des incursions du Rhône par la rectification du perré du Grand Camp.

La dépense totale s'élève à 2,5 millions de francs, et est pour l'essentiel prise en charge par la Ville et l'Etat, respectivement à hauteur de 40 % et 45 %. Les 15 % restants incombent à parts égales à la Compagnie de Chemin de fer de Genève et aux Hospices Civils de Lyon. La contribution financière des premiers est sollicitée en compensation du remous créé par le viaduc du chemin de fer, car ce dernier implique de surélever la hauteur de la digue, ce qui a un coût ; celle des seconds est justifiée par la valorisation que le nouveau quai apporte à leurs terrains situés en arrière de l'ouvrage¹.



Photo. 12. La partie amont de la rive gauche avant la construction du quai de la Tête d'Or et de la digue des Brotteaux

(source : AML 3PH00612, cliché de L. Froissard). Au premier plan à droite se trouve le quai d'Albret, dont la promenade vient d'être récemment plantée ; derrière, le lac du Parc de la Tête d'Or en cours d'aménagement qui correspond à une ancienne lône du Rhône remaniée ; au fond à gauche le viaduc du chemin de fer appelé aujourd'hui viaduc Poincaré.

¹ ADR S1367

II.2. Construction de nouveaux quais pour combler les lacunes de l'endiguement.

Le comblement de la lacune entre le pont Lafayette et le pont de l'Hôtel-Dieu est assuré par la construction du quai Joinville, commencée avant le vote de la loi du 28 mai 1858 puis incorporée ensuite au plan Kleitz. Etant donné que la construction du quai valorisera les terrains des Hospices qui restaient jusqu'ici inondables, la ville se voit autorisée à bénéficier de la loi du 16 septembre 1807 relative aux plus-values, et est exonérée d'une partie de la subvention qu'elle verse annuellement aux intéressés, afin de consacrer cette somme aux travaux de protection de son territoire.

Par ailleurs, on accélère l'achèvement des quais de Vaise (photo 13) et de Sainte-Marie-des-Chânes à Serin, prévus plus de dix ans auparavant après l'inondation de 1840, mais dont la construction avait été en grande partie ajournée jusque-là compte-tenu de la faiblesse des sommes allouées à leur construction.



Photo 13. Les quais de Vaise au droit du pont Mouton

(source : Chauvy, 2003).

II.3. Rectification et exhaussement du rempart de protection

Dès le mois de juin, l'ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées a été chargé par l'Empereur d'étudier les moyens de protéger définitivement Lyon des inondations du Rhône et de la Saône. Pour calibrer les ouvrages à réaliser, Kleitz a cherché à déterminer la probabilité d'occurrence des catastrophes de 1840 et 1856, du moins la probabilité de voir un jour survenir une crue supérieure aux maxima enregistrés. Sur la Saône, la crue de 1840 a été tellement impressionnante qu'on décide de la prendre pour repère : *« des crues qui [seraient supérieures] nous semblent devoir être rangées parmi les événements de force majeure dont on admet la possibilité sans qu'il soit pour cela rationnel de leur opposer à grands frais des moyens préventifs dont*

l'utilité pourrait ne jamais se réaliser»¹. Sur le Rhône en revanche, Kleitz considère qu'une crue plus importante doit être envisagée, étant donné qu'il peut un jour pleuvoir plus qu'en mai 1856 et que la configuration du bassin n'exclut pas une meilleure concordance des maxima du Rhône avec ceux de ses affluents². De plus, il s'agit de rassurer la population qui pense que le niveau des crues ne cessera d'augmenter, comme elle peut l'observer depuis 1812. Le projet est donc calé sur une crue de la Saône égale à celle de 1840, estimée par les ingénieurs du Service Spécial à 3200 m³/s, et sur une crue du Rhône dépassant de 1m celle de 1856, hauteur pouvant être atteinte, selon Kleitz, par une crue d'un débit maximum instantané dépassant d'un quart celui observé en 1856 (5 200 m³/s selon Kleitz), soit 6 500 m³/s. L'estimation du débit maximum roulé lors des deux événements de référence a depuis été discutée, en particulier par M. Pardé (Pardé, 1925 et 1942), comme nous le verrons plus loin dans la démonstration³.

Néanmoins, l'ingénieur précise d'emblée que *« les riverains prudents ne devront pas oublier que des crues supérieures à celles en vue desquels les travaux sont projetés peuvent se produire, qu'une loi inévitable condamne le sol des villes à un exhaussement perpétuel »*⁴. Il engage ainsi les Lyonnais à anticiper d'éventuels exhaussements ultérieurs en plaçant le niveau des habitations au-dessus du niveau de la chaussée et en donnant la plus grande hauteur possible aux rez-de-chaussée des maisons. D'ailleurs, nombreux sont les immeubles lyonnais qui possèdent un entresol ; on pourrait y voir une certaine forme d'adaptation du bâti au caractère inondable de la ville, bien que ce type d'architecture se retrouve dans d'autres villes qui ne sont pas forcément exposées au risque d'inondation. Un autre type d'adaptation du bâti décelable est que la plupart des immeubles construits dans la deuxième moitié du XIXe siècle ne possède pas de cave du fait de la proximité de la nappe et du risque d'inondation indirecte (B. Faou, 2005).

Plusieurs configurations possibles ont été envisagées pour les travaux de rectification et d'exhaussement des quais, mais dans chaque cas les dispositions vis-à-vis de la réduction du risque restent les mêmes : caler les ouvrages du Rhône à 1m au-dessus du niveau de la crue de 1856, et offrir aux ouvrages de la Saône une revanche de 40 à 90 cm sur la crue de 1840 rectifiée. En fonction des variantes du projet, les coûts sont plus ou moins élevés selon qu'on élargit ou non les quais déjà existants pour y établir des chaussées mieux adaptées à l'importance grandissante du trafic, et selon qu'on exhausse uniquement les trottoirs extérieurs et les promenades ou qu'on étend le remblai à l'ensemble du quai, chaussée comprise. Ce dernier choix, qui semble préférable du point de vue de l'embellissement de la ville et qui est soutenu par l'ensemble des acteurs lyonnais, a des conséquences financières non négligeables, car il implique de reconstruire le trottoir de long des maisons, de repaver les chaussées surélevées et, dans les cas où l'épaisseur du remblai à réaliser est très importante, d'indemniser les propriétaires des immeubles dont les rez-de-chaussée se trouveront en partie enterrés. Pour en permettre l'élaboration, une contribution de la ville plus importante que celle demandée aux autres communes de la vallée du Rhône concernées par l'application de la loi du 28 mai 1858 fut exigée par l'Etat : la moitié au lieu du tiers⁵.

¹ ADR S1368, Avant-projet sur la défense de Lyon contre les inondations du Rhône et de la Saône, 18 septembre 1856

² L'hydrologie des crues des deux cours d'eau sera analysée et discutée dans la partie suivante (part. III, chap. 2)

³ Cf. partie III, chap.2.

⁴ ADR S1368, Avant-projet sur la défense de Lyon contre les inondations du Rhône et de la Saône, 18 septembre 1856

⁵ AML.925WP227

III. Le plan Kleitz

III.1. Travaux de défense du Rhône

Sur le Rhône, trois projets sont mis à l'étude¹ : le premier consiste en l'aménagement d'un canal de dérivation d'une partie du débit à travers la rive gauche (projet A), les deux autres prévoient chacun l'exhaussement et l'achèvement de l'endiguement du fleuve ainsi que la réalisation d'un égout longitudinal sur la rive droite, débouchant 200 m en aval du viaduc du chemin de fer de la Méditerranée (projets B et C). Dans la version B, la totalité des quais est élargie à 30 m, excepté le quai Saint-Clair de construction récente. Dans la version C, seuls les quais de rive gauche sont élargis, ceux de rive droite conservant leur largeur initiale : 22 m du pont Morand au pont de la Guillotière et 30 m plus à l'aval.

A la demande de la ville et de ses habitants, on choisit finalement de porter la largeur de l'ensemble des quais, y compris celui de Saint-Clair, à 30 m². Les quais de la rive droite en amont du pont de la Guillotière seront donc avancés de 8 m dans le fleuve, et soutenus par des murs droits maçonnés, parfois précédés d'un bas-port. Ceux de la rive gauche sont quant à eux soutenus par un perré incliné à 45°, précédé le plus souvent d'un bas-port (photo14). Le long des quartiers déjà bâtis, du pont Morand au pont de la Guillotière, seule la promenade sera élevée pour éviter que les seuils des maisons ne se trouvent en contrebas de la chaussée, car cette situation imposerait d'indemniser les propriétaires riverains pour le préjudice causé, ce que l'Etat refuse. Pour éviter de trop percher la banquette ainsi créée, ce qui est jugé contraire à l'embellissement de la ville, les chaussées seront malgré tout légèrement exhaussées et l'élévation du remblai principal ne sera que de 50 cm, le complément de revanche étant obtenu par la mise en place de parapets pleins fonctionnant comme batardeaux. Enfin, la largeur des quais est portée à 30 m en empiétant sur le fleuve. A l'aval de la Guillotière, aucune de ces contraintes n'est à prendre en compte car la rive est peu bâtie et on pourra directement élever le terre-plein à 1 m au-dessus du niveau du maximum historique sur la largeur souhaitée. Entre les ponts de la Guillotière et le pont du Midi, la digue de la Vitriolerie est remplacée par le quai du Prince Impérial. Dans tous les cas, les remblais sont réalisés avec des graviers du Rhône compactés et revêtus d'un perré. La réalisation complète de l'endiguement commencé en 1859 prendra fin en 1870.

L'étude de la faisabilité d'un canal de dérivation à travers la rive gauche, sur le principe déjà envisagé au XVIIIe siècle, est demandée par l'Empereur, une lettre de commande commandant des recherches sur les moyens destinés à améliorer le régime des fleuves³. Un tel système consistait à déplacer le risque vers l'aval en évitant l'étalement des eaux et en accélérant le passage de l'onde de crue. Il s'agissait en fait de sacrifier les zones où les enjeux sont faibles au profit de la ville. On retrouve ici la logique de bassin versant qui s'affirme sous le Second Empire, de façon complémentaire aux principes énoncés par la loi de 1858 et appliqués à l'amont de Lyon, dans la plaine de Miribel-Jonage. Mais, contrairement à la logique mise en place par cette dernière, il ne s'agit pas ici de favoriser l'étalement des eaux à l'amont des lieux habités pour atténuer la pointe de la crue, mais au contraire d'accélérer l'évacuation des eaux vers l'aval, quitte à y aggraver le risque, pour assurer une plus grande sécurité aux enjeux urbains.

Pour abaisser le niveau des eaux, on envisage d'augmenter le débouché des fleuves par la dérivation d'une partie des eaux dans un canal large de 50 m en moyenne. En

¹ AML 925WP287 ; ADR S1368

² AML 925WP287 ; le quai Saint-Clair sera lui aussi finalement exhaussé.

³ Lettre de l'Empereur du 19 juillet 1856 adressée au Ministre de l'Agriculture et des Travaux Publics

dérivant 20 % du débit total de la crue de référence, soit 1 300 m³/s, le canal permettrait d'abaisser de 80 à 90 cm le niveau d'une crue égale à celle de 1856. Deux tracés ont été étudiés par les ingénieurs du Service Spécial du Rhône : l'un longeant le pied des forts, l'autre reculé de 600 m par rapport aux fortifications. Il revient aux autorités militaires de choisir celui qui leur semblera le plus profitable à la défense de la ville¹.

La réalisation du projet apporterait donc une défense supplémentaire à Lyon, mais elle ne pourrait en aucun cas se substituer au système combinant l'endiguement insubmersible des fleuves, la construction de grands égouts collecteurs et l'achèvement du remblaiement des rues de Perrache et des Brotteaux. Le coût énorme de la dérivation fait hésiter tant les ingénieurs que les édiles. Etant donné que l'exhaussement des quais doit de toute façon être achevé avant d'entreprendre le creusement du canal (pour ne pas risquer de ruiner l'entreprise en cours de réalisation si une crue se produit avant l'achèvement des travaux), on décide donc de réaliser le reste des projets avant de trancher la question. Un siècle plus tard, le canal de ceinture n'était toujours pas creusé mais restait d'actualité, moins pour la protection contre les crues que pour les besoins de l'industrie et de la navigation².



Photo 14. Panorama des quais du Rhône.

La vue est prise de l'amont vers l'aval. Les quais de la rive gauche sont soutenus par un perré incliné à 45°, tandis que ceux de la rive droite sont soutenus par un mur droit.

III.2. Travaux de défense de la Saône

Sur la Saône, quatre types de mesures furent entreprises³ : la modification des ouvrages contribuant à élever le niveau de la crue, l'exhaussement des quais au-dessus de la

¹ ADR S1368, Avant-projet sur la défense de Lyon contre les inondations du Rhône et de la Saône, 18 septembre 1856

² Cf. partie IV, chap.2, point II. 2.

³ AML 925WP287, *Note sur les projets présentés par M.M. les Ingénieurs de la Navigation pour la défense de la Ville contre les inondations*

cote de la crue de 1840 ainsi rectifiée, l'endigement du territoire de Vaise et la construction d'un égout longitudinal en rive droite, de Vaise au pont Napoléon¹.

En premier lieu, pour augmenter la section d'écoulement de la rivière, on décide de supprimer les principaux obstacles qui rétrécissent le lit de la rivière et contribuent à élever le niveau de la crue :

- Les ports en gradins, construits en saillie dans la rivière, sont supprimés et remplacés par des bas-ports desservis par des rampes latérales aux quais.
- On décide le dérasement des roches du rapide de la Mort-qui-Trompe, au niveau du pont de Nemours (appelé souvent encore pont du Change), jusqu'à 2,5 m sous le niveau de l'étiage conventionnel (photo 15). Une partie des travaux avait déjà été réalisée après la crue de 1840, mais le pont avait été reconstruit sans que le déroctage ait été fait en ce point. L'entreprise, réalisée de 1859 à 1861, fut compliquée par la survenue de plusieurs crues de la Saône pendant la période des travaux qui occasionnèrent une dépense supplémentaire de 200 000 f.
- Pour améliorer le débouché des ponts Tilsitt et d'Ainay, on reconstruit ces derniers avec des arches plus larges.

Ces mesures de rectification viennent compléter les travaux réalisés suite à l'inondation de 1840 et permettent ainsi d'abaisser le niveau des crues. Les longs calculs réalisés par Kleitz montrent que, contrairement à ce qui avait pu être dit juste après la catastrophe de 1856, la reconstruction des ponts de Serin, de Nemours et de La Mulatière et la destruction d'une partie du rapide de la Mort-qui-Trompe avaient déjà permis d'abaisser le niveau d'une crue semblable à celle de 1840. Les compléments projetés en 1859 améliorent encore la situation. Au total, l'abaissement est au moins de 1,5 m en amont du pont de Nemours, d'1 m environ entre ce dernier et le pont Tilsitt et d'au moins 50 cm en amont du pont d'Ainay. A partir de là, la référence utilisée pour la conception des ouvrages est la crue de 1840 dite « rectifiée », qui correspond au niveau qu'atteindrait une crue de débit égal s'écoulant dans la nouvelle topographie.



Photo 15. Le dérochement au droit du pont de Nemours au milieu du XIXe s.

(source : coll. Vanario in Pelletier, 2002b).

¹ Rappelons qu'en rive gauche, la ville avait déjà presque achevé la construction d'un ouvrage similaire lors de l'événement de mai-juin 1856, ouvrage que l'on eut alors l'idée d'utiliser pour la première fois dans le but d'accélérer le ressuyage de la crue.

Tous les quais de la Saône de Vaise à Lyon sont repris et exhausés au-dessus du niveau de la crue rectifiée de 1840, et l'endiguement est prolongé en amont du pont de la gare d'eau¹. Alors que les anciens quais étaient soutenus par un emmarchement s'avancant dans le fleuve (photo 16), les nouveaux ouvrages sont soutenus par un mur droit maçonné (photo 17). Comme l'exhaussement à apporter est important², les ingénieurs cherchent à limiter le préjudice résultant de l'enterrement des rez-de-chaussée des maisons en limitant le plus possible l'exhaussement des chaussées et des trottoirs le long des maisons. Sur les quais les plus larges, on choisit donc de ne presque pas exhausser les chaussées, l'élévation des promenades ou des trottoirs offrant une résistance suffisante à la pression des eaux. Seuls les quais les plus étroits doivent être remblayés sur toute leur largeur. Pour éviter de trop percher les parties des quais à exhausser, on décide de compléter l'élévation au moyen de parapets de 90 cm de haut disposés de manière à pouvoir batarder en cas de forte crue les lacunes ménagées pour l'accès aux rampes et aux escaliers menant aux bas-ports. Le couronnement du mur, compte non-tenu du parapet, est établi à 50 cm en-dessous du niveau de la crue rectifiée en amont du Pont La Feuillée, et au niveau de la crue en aval. En amont du pont la Feuillée, la revanche est donc de 40 cm, et elle se porte à 90 cm dans le reste de la ville.

En plus des remaniements des quais de Lyon, on décide la réalisation de l'endiguement complet du territoire de Vaise³. Le dispositif est formé à l'amont par une digue transversale ancrée sur le tout récent remblai de la gare de chemin de fer de Paris et aboutissant à la Saône à 150 m en amont du pont de la gare. L'essentiel des terrains traversés par l'ouvrage est encore vierge de constructions. Sur les points où le tracé rencontre des bâtiments, l'endiguement est interrompu de sorte que les lacunes soient batardables en cas d'inondation. Au niveau de la berge, l'ouvrage se raccorde à une digue latérale revêtue extérieurement d'un perré maçonné et s'avancant jusqu'au pont de la gare d'eau. Entre ce dernier point et le ruisseau d'Ecully, un quai de 24 m de large et soutenu par un perré incliné à 45°, est édifié pour compléter les ouvrages achevés en 1857, qui doivent par ailleurs être exhausés, comme on l'a signalé plus haut. Le nouveau tronçon possède les mêmes caractéristiques que l'endiguement existant juste à l'aval, en particulier une revanche de 40 cm sur le niveau de la crue de 1840 rectifiée, mis à part qu'il est conçu en perrés maçonnés et non en pierre sèche. L'ensemble est complété par l'endiguement du ruisseau d'Ecully et sa dérivation en cas de crue dans le grand égout longitudinal. Par la suite, l'entrepreneur de la gare d'eau demandera à ce que la digue transversale soit remplacée par la prolongation du quai vers l'amont, mais les ingénieurs craignent que la gare d'eau ne soit un lieu de refoulement des eaux d'inondation de la Saône si elle est englobée dans le périmètre protégé.

Afin d'homogénéiser les caractéristiques des quais lyonnais, un certain nombre d'améliorations concernant l'élargissement à 30 m des quais aval, déjà « insubmersibles » et qu'on n'avait donc pas besoin d'exhausser, seront apportées au projet, essentiellement sur les propositions de l'ingénieur en chef de la ville, toujours fortement appuyées par le préfet Vaisse⁴.

¹ ADR S1368

² Dans la section comprise en rive droite entre le pont de Nemours et celui de Tilsitt, soit sur environ 650 m, l'exhaussement prévu est de 69 cm au-dessus de la crête des quais, et il est de 1,24 m en moyenne contre les maisons (ADR S1368).

³ AML 342WP 002

⁴ AML 925WP287



Photo 16. Emmarchement au niveau du quai Tilsitt avant la reconstruction des quais

(source : AML)



Photo 17. Les nouveaux quais de la Saône après la réalisation du Plan Kleitz.

Les quais sont soutenus par un mur droit et précédés le plus souvent d'un étroit bas-port pour limiter les obstacles à l'écoulement des crues. Le parapet de 90 cm, ponctué d'ouvertures batardables, est destiné à augmenter la revanche des ouvrages sur le niveau des plus fortes crues (ici : le quai Saint-Vincent, rive gauche).

IV. Une protection coûteuse à laquelle tous les acteurs consentent. Une fois pour toutes ?

IV.1. Montant total des travaux de protection effectués suite à la crue

Au total, le montant de l'ensemble des travaux de défense, qui s'étalent de 1856 à 1870, se porte à près de 26 millions de francs, dont 20,3 millions répartis à frais communs entre la ville et l'Etat, près de 5 millions demeurant à la seule charge de la ville¹ (tab. 8).

Pour financer ces dépenses exceptionnelles, qui ne peuvent être assurées par les ressources ordinaires de la commune, l'Etat a autorisé la Ville à percevoir une surtaxe d'octroi par le décret du 25 avril et la loi du 1^{er} juin 1857. Dans sa délibération du 13 mars 1857, le conseil municipal a en effet demandé l'augmentation de la taxe sur les alcools, dont le produit doit être entièrement affecté à l'exécution des travaux reconnus nécessaires pour préserver la ville des débordements du Rhône et de la Saône. Il est ainsi perçu 1 franc supplémentaire par hectolitre d'eau de vie, de vin, de vinaigre ou de bière. Cette taxe additionnelle entre en vigueur au 1^{er} juillet 1857 et doit initialement prendre fin six ans et demi plus tard, à la fin de l'année 1864. Mais elle est finalement prolongée pendant cinq années supplémentaires, c'est-à-dire jusqu'au dernier jour de 1869. Au total, la somme dégagée pour le financement de la défense de la ville contre les inondations s'élève à près de 8,2 millions de francs. En plus de cela, la Ville réalise un emprunt exceptionnel ; le reste de la dépense est financé par l'économie du montant des subventions accordées d'ordinaire aux Hospices Civils, qui ont été suspendues en échange de la plus-value que la réalisation du quai Joinville a apporté aux terrains que ces derniers possèdent en rive gauche.

IV.2. L'enquête publique préalable au projet

Comment cet effort financier considérable est-il perçu par les différents acteurs ? Les lyonnais sont-ils unanimes quant à la nécessité d'investir dans un tel dispositif de défense ? La crainte des ingénieurs que le relèvement des quais en avant des maisons ne suscite l'opposition des propriétaires s'est-elle avérée justifiée ? En vertu de l'article 3 de la loi du 28 mai 1858 et du décret d'application du 15 août 1858, la mise en œuvre des projets de défense des lieux habités dut faire l'objet d'une enquête préalable destinée à recevoir les observations de la population sur l'utilité et la convenance des travaux projetés, ainsi que sur la répartition des dépenses. L'étude des registres d'enquête ouverts pendant un mois dans la mairie de chaque commune intéressée apporte de précieux renseignements sur la perception du risque par les différents acteurs².

Deux enquêtes furent ouvertes à Lyon du 18 octobre au 19 novembre 1858 : une pour les travaux de la Saône, l'autre pour ceux du Rhône. Après avoir été déposés pendant un mois en mairie, les registres furent l'objet d'un avis motivé du commissaire enquêteur, puis du conseil municipal. Enfin, une commission formée par le préfet examina le dossier dans un délai d'un mois, avant que l'ensemble des pièces ne soit adressé par ce dernier au Ministère de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux Publics, qui statua le projet par un décret d'application. Pour le Rhône comme pour la Saône, très peu d'observations ont été consignées par les habitants. Pourtant, les dispositions prévues pour la réduction du risque

¹ AML.925WP287

² AML.925WP287

a. Travaux au compte de la Ville seule :

Travaux de défense réalisés par la ville immédiatement après la crue 1856 :	
Travaux d'exhaussement réalisés de la presqu'île	500 000
Transformation de la digue d'Albret en quai (élargissement)	150 000
Travaux de voirie à Vaise dans le cadre de l'achèvement du quai de Vaise en 1857 (avant l'exhaussement décidé par le plan Kleitz)	400 000
Travaux de protection complémentaires décidés par la ville et votés au budget de 1857	
remblais des rues des Brotteaux et de la Guillotière (3° ardt)	1 500 000
égouts en presqu'île (1 et 2° ardts)	350 000
égouts en rive gauche du Rhône (3° ardt)	1 050 000
égouts de Vaise et de la Mulatière	1 000 000
TOTAL	4 950 000

b. Travaux à compte commun entre la Ville et l'Etat :

Travaux antérieurs à la loi du 28 mai 1858 exécutés en vertu du décret du 24 juin 1857	
quai de Vaise	3 050 000
quai de Ste Marie des Chaînes à Serin	425 000
digue des Brotteaux	1 550 000
quai de la Tête d'Or	950 000
commencement du quai Joinville	330 000
TOTAL	6 305 000

Travaux approuvés par le décret du 24 août 1859 en application de la loi du 28 mai 1858	
Rectification des ponts de la Saône	
reconstruction du pont d'Ainay	250 000
reconstruction du pont Tilsit	700 000
dérasement des arches du pont de Nemours	550 000
SOUS TOTAL	1 500 000
Exhaussement et rectification des quais de la Saône (9710m)	
murs de quais, promenades et trottoirs de rive gauche	2 830 000
reconstruction des chaussées et trottoirs le long des maisons de rive gauche	265 000
murs de quais, promenades et trottoirs de rive droite	1 535 000
reconstruction des chaussées et trottoirs le long des maisons de rive droite	370 000
construction de l'égout de rive droite entre le ruisseau d'Ecully et le pont Napoléon (4500m)	700 000
SOUS TOTAL	5 700 000
Pavage de certaines voies de la Saône incorporés au projet après enquête	
SOUS TOTAL	500 000
Exhaussement et rectification des quais du Rhône :	
murs de quais, promenades trottoirs et reconstruction des chaussées (8894m)	5 000 000
construction de l'égout de rive droite entre la place St Clair et le viaduc de chemin de fer (3200 m)	500 000
SOUS TOTAL	5 500 000
TOTAL	13 200 000

Travaux de rectification des quais du Rhône non prévus par le décret du 24 août 1859 mais ajoutés en 1861	
élargissement du quai St Clair de 22 à 30 m	280 000
élargissement du quai de la Charité de 26 à 30m	150 000
extension du quai du Prince Impérial sur la section de la digue de la Vitriolerie	370 000
TOTAL	800 000

c. Travaux au compte de l'Etat seul (crédits de la navigation) :

digue séparative au confluent de la Saône	520 000
digue des Rivières à la fuite de la digue de la Vitriolerie	150 000
TOTAL	670 000

d. Synthèse :

Coût de l'ensemble des travaux :	
à frais commun entre la Ville (50%) et l'Etat (50%)	20 305 000
à charge ville seule	4 950 000
à charge Etat seul	670 000
somme totale à la charge de l'Etat	15 102 500
somme totale à la charge de la Ville	10 822 500
TOTAL	25 925 000

Tab. 8. Nature et montant total de l'ensemble des travaux de protection réalisés pour la défense de la ville après la crue de 1856

(source : AML).

lié aux crues de la Saône avaient été largement consultées en mairie, relayées et discutées par la presse locale. Le petit nombre de remarques n'est donc pas attribuable à un manque d'information, ni à une abstention, et l'on est même en droit d'imaginer que les débats engagés dans les journaux ont été fort suivis par la population. Il faut probablement plutôt y voir une absence de critiques traduisant l'adhésion des Lyonnais au projet.

Concernant les travaux de la Saône, seules 5 observations ont été recueillies, mais qui représentent 106 personnes. La plupart des observations sont favorables au projet et prônent le choix des solutions les plus larges parmi les variantes qui sont envisagées par l'Etat. La seule objection faite, mais qui représente 103 signataires, est celle des habitants de Vaise qui s'opposent à la surélévation des quais nouvellement construits et demandent que la digue projetée en amont de la gare d'eau soit accompagnée de ports et de rampes de tirage pour le bois. Selon eux, exhausser les quais n'empêchera pas l'inondation du fait des filtrations probables qui traverseront les ouvrages sans pouvoir être ensuite évacuées. En fait, comme l'explique Kleitz dans son rapport définitif sur le projet de défense du 22 mars 1859, ces réticences sont motivées par le peu d'intérêt qu'ont les propriétaires des immeubles bordant les quais à l'amélioration proposée : les bâtiments étant en pierre, ils sont peu menacés en cas de submersion, et les dommages éventuels enregistrés par les locataires ne coûtent rien aux propriétaires, tandis qu'un exhaussement des quais leur demandera d'investir dans des travaux pour raccorder les habitations à la chaussée. Par ailleurs, un entrepreneur de transports par eau exprime sa crainte que le dérasement des roches du pont de Nemours gêne ensuite la navigation.

Trente observations sont recueillies à propos des projets concernant le Rhône. Les deux tiers, qui représentent 34 signataires, sont des déclarations en faveur du canal de dérivation à travers les Charpennes. Le seul argument avancé par les habitants est la mise en avant de ce projet par l'Empereur lors de sa visite à Lyon le 31 mai 1856. Les ingénieurs pousseront à l'abandon de ce projet en raison de son coût exorbitant et de la réponse suffisante apportée par le reste des mesures envisagées. Seules deux requêtes sont formulées concernant les dispositions du projet de défense soumis à l'enquête : un signataire demande l'exhaussement du quai Saint-Clair sur toute sa largeur. Enfin, deux signataires demandent l'exhaussement des rues aboutissant à la digue de la Vitriolerie.

Comme on pouvait s'y attendre, le Conseil Municipal appuie fortement le projet, et demande que les dispositions les plus larges soient choisies parmi les différentes variantes proposées. Le point de désaccord concerne la question de la répartition de la dépense : alors que la plupart des villes du Rhône ne contribuent qu'à hauteur d'un tiers aux frais des travaux de protection, l'Etat demande à la ville une contribution s'élevant à la moitié du montant des dépenses, conformément aux dispositions adoptées auparavant pour les travaux de défense réalisés jusque-là. Appuyées par le Préfet et par l'avis de la commission d'enquête, qui est d'ailleurs constituée des principaux notables de la ville, les autorités municipales tentent d'obtenir une plus grande aide de l'Etat, qui maintient sa position, justifiée d'après les Ponts-et-Chaussées par le fait qu'une grande partie des dispositions adoptées concerne autant l'embellissement de la ville que la protection contre les inondations. Finalement, on s'accorde à maintenir les bases de la répartition initiale, mais la ville obtient la réalisation des projets aux dispositions les plus complètes.

Conclusion

Nous avons cherché à retracer dans les pages qui précèdent les étapes de la construction urbaine en relation avec l'évolution du paysage fluvial. Si la ville a pu s'installer dans le lit majeur de ses fleuves à la faveur d'une période de calme hydrologique où la contrainte fluviale était relativement faible, le durcissement de cette dernière du fait de la péjoration hydroclimatique du Petit Age Glaciaire a poussé les édiles urbains à défendre les enjeux qui se sont trouvés plus exposés qu'au moment de leur installation. En plus de cela, la crise hydrogéomorphologique coïncide avec une période d'expansion urbaine qui impose le dépassement du site médiéval et la conquête de nouvelles terres sur le fleuve. Cela se traduit par des interactions très fortes entre la dynamique fluviale et l'urbanisation, et la volonté de plus en plus marquée de domestiquer le fleuve et d'adapter les aménagements urbains pour stabiliser le tracé du Rhône et s'affranchir du risque d'inondation. Les crues de 1840 et 1856, qui sont les dernières manifestations exacerbées du Petit Age Glaciaire, ont joué un rôle essentiel dans la volonté de mobiliser les connaissances hydrologiques et techniques ainsi que les ressources financières pour tirer les leçons de l'expérience répétée de la catastrophe et doter la ville des moyens matériels et institutionnels de la protection.

Achévé en 1870, le système de quais et de digues du plan Kleitz forme encore aujourd'hui l'essentiel de la protection de Lyon contre les inondations. La plaine inondable de Miribel-Jonage demeure stratégique pour la protection de Lyon. Le « rempart » de protection a prouvé son efficacité lors de la crue du Rhône de 1928, dont le débit a été très proche de celui de 1856. Pour une crue centennale, la quasi-totalité de Lyon et Villeurbanne est aujourd'hui soustraite au lit majeur naturel, bien qu'il demeure un risque résiduel en arrière des digues. Il semble que la ville soit finalement parvenue à vaincre ses fleuves. Mais alors, si le sentiment de sécurité que nous avons identifié dans la première partie de la démonstration est justifié, comment expliquer que la problématique des inondations soit récemment réapparue ? Que s'est-il passé au cours du siècle dernier qui puisse justifier un tel déséquilibre ? Quels sont éléments nouveaux entrés dans le débat qui expliquent que la ville, gagnée par la quiétude à la fin du XIXe siècle, semble s'être réveillée plus de cent ans après en s'interrogeant sur la réalité du risque sur son territoire ? Est-ce la ville qui s'inquiète, ou seulement l'Etat qui joue la carte de la sécurité pour ne pas connaître le sort de la République Tchèque en 2002 ? Afin de tenter d'apporter des éléments de réponse à cette situation surprenante, il convient d'interroger la configuration actuelle du risque à Lyon à la lumière des évolutions de l'aléa et de la vulnérabilité depuis le milieu du XIXe siècle. Ce diagnostic est l'objet de la partie suivante.

Troisième partie

La configuration du risque au sein du « Y lyonnais » : permanences et évolutions

Le troisième temps de la démonstration vise à faire le point sur la réalité contemporaine du risque à l'échelle du « Y lyonnais », et d'identifier les évolutions décelables de ses principales composantes. Si la problématique des inondations est redevenue sensible dans un certain nombre de villes fluviales occidentales, qu'en est-il de l'agglomération lyonnaise ?

Il est certain que Lyon s'est étendue dans le lit majeur historique de ses fleuves en dépit des objectifs de la loi de 1858. Que dire alors de l'évolution des enjeux de l'inondation depuis la mise en place du rempart de protection et de l'interdiction de l'endiguement en dehors de la ville ? L'occupation humaine est-elle adaptée à la contrainte fluviale ou la vulnérabilité aurait-elle augmenté ?

Face à cette situation construite, comment s'exprime l'aléa ? Une crue identique ou supérieure à celles de 1840 et 1856 est-elle une hypothèse sérieusement envisageable dans la configuration actuelle, et quelles en seraient les conséquences ?

Il s'agit tout d'abord d'analyser les caractéristiques des crues lyonnaises depuis le milieu du XIXe siècle en cherchant à déceler les permanences et les évolutions des extrêmes hydrologiques en termes d'intensité, de saisonnalité et de fréquence. Sur ces bases, nous pourrions alors étudier les modalités de l'extension dynamique des inondations dans une perspective diachronique. Il s'agit d'expliquer les conditions actuelles de mise en eau et de procéder à une analyse territoriale : quels sont les espaces du lit majeur historique soustraits aux débordements directs et indirects et quels sont les espaces vulnérables ? Quelle est la fréquence de l'aléa selon les secteurs considérés et à quelles hauteurs d'eau et quelles durées de submersion peut-on s'attendre d'après les résultats des modélisations ? Que dire enfin de la fiabilité des ouvrages de protection ?

On s'attend à observer une évolution notable de la situation actuelle par rapport à celle qui prévalait avant l'essor urbain et la réalisation des grands aménagements. Il conviendra ensuite de rechercher les causes des changements que l'on aura constatés. Pour cela, le quatrième chapitre s'intéresse aux facteurs d'évolution éventuelle du régime et des conditions de propagation des crues à l'échelle du bassin versant, en faisant dans la mesure du possible la part du rôle des variations climatiques et des effets anthropiques. Nous changerons ensuite d'échelle et réadopterons une approche globale afin de travailler plus finement sur l'espace du « Y lyonnais ».

Chapitre 1

Une tendance à la multiplication des enjeux urbains dans le lit majeur

Les catastrophes de 1840 et 1856 ont abouti à une volonté de protection définitive de la ville contre l'inondation, qui se traduit par une protection structurelle des enjeux urbains de l'époque et le souci de préserver les conditions d'écoulement des crues à l'échelle du bassin versant. Mais, tandis que le cadre législatif défini par la loi du 28 mai 1858 soumet tout nouvel endiguement au contrôle strict de l'Administration d'Etat, et que des règlements interdisent les constructions en pisé dans les quartiers jadis inondables de la ville, qu'en est-il de l'évolution spatiale de l'occupation des terres, en particulier en dehors des secteurs concernés par le rempart de protection ? Le mode d'occupation de la plaine alluviale tient-il compte de la contrainte fluviale et est-il adapté à la submersion ? Quelle est la vulnérabilité du bâti, des infrastructures et des terres agricoles sur le secteur, et quelle en a été l'évolution à mesure que Lyon s'est développée au-delà des limites de 1860 ?

Une première approche de la question est rendue possible par une prise en compte analytique de la vulnérabilité du Y lyonnais, au sens de A. Dauphiné (Dauphiné, 2001). Dans son ouvrage synthétique *Risques et catastrophes*, l'auteur rappelle la définition donnée par le ministère de l'Aménagement et de l'Environnement dans le guide général des Plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPR) : « la vulnérabilité, au sens le plus large, exprime le niveau de conséquences prévisibles d'un phénomène naturel sur les enjeux », à savoir les personnes, les biens, les activités et le milieu environnant.

Les pages qui suivent sont consacrées à l'analyse diachronique de la répartition spatiale des enjeux de l'inondation depuis 1860, qui permet de territorialiser la vulnérabilité prise ici au sens analytique, qui est l'une des dynamiques composant le risque d'inondation.

I. La méthode

I.1. Sources documentaires employées

Nous avons choisi d'analyser l'évolution spatiale des enjeux socio-économiques de l'inondation en fonction de l'utilisation des terres du corridor fluvial depuis la mise en place du plan Kleitz et l'entrée en vigueur de la loi de 1858 au moyen de cartes synthétiques à trois dates clé figurant la situation vers 1860, au milieu du XXe siècle, enfin au début du XXIe siècle. Pour ce faire, plusieurs jeux de cartes ont été utilisés :

- L'atlas du Cours du Rhône des Ponts-et-Chaussées au 1/10 000^e, levé et gravé de 1857 à 1866, nous donne un état de la répartition spatiale des activités dans le corridor fluvial vers 1860, juste après le vote de la loi du 28 mai 1858 et la réalisation des travaux de défense de Lyon contre les inondations.

- L'état de l'occupation du sol au milieu du XXe siècle est fourni par trois cartes en couleur au 1/50 000^e. Les feuilles de Lyon (XXX-31), Montluel (XXXI-31) et Givors (XXX-32) n'ont pas toutes les mêmes dates de publication : elles s'échelonnent de 1942 à 1952 ; l'information a été précisée et complétée au moyen des cartes papiers au 1/25 000^e.
- Enfin, la situation actuelle, du moins celle de la fin du XXe siècle, est fournie par les fonds du scan25 de l'IGN

La précision du recalage des scans des cartes anciennes ne permet pas de superposer parfaitement les tables raster obtenues pour chaque date. Selon les dates et les services producteurs, les documents n'ont pas été élaborés à partir des mêmes méthodes de levé, et ces dernières ne sont pas toujours connues. En plus de cela, les originaux que nous avons fait scanner, qui proviennent des archives de l'IGN ou de celles du Service Navigation, sont anciens et ont pu être déformés par usure au fil du temps. Pour ces raisons, il existe un décalage plus ou moins marqué entre les fonds cartographiques de dates différentes. La superposition entre le fonds 1/10 000^e de l'Atlas des Ponts-et-Chaussées et le scan 25 actuel est relativement précise, mais elle est moins bonne entre ces derniers et le fond 1/50 000^e de 1950. Afin que cela n'introduise pas de biais dans l'analyse de l'évolution de l'occupation du sol, les informations fournies pour 1860 et 1950 ont été reportées sur le support du scan 25.

La précision du travail obtenu est donc celle du 1/25 000^e, voire du 1/10 000^e.

I.2. Délimitation du lit majeur exceptionnel

A partir de ce jeu de données, nous avons réalisé la cartographie des types d'occupation du sol dans le lit majeur exceptionnel. Pour délimiter ce dernier, nous avons choisi de combiner les zones inondées lors des plus fortes crues connues et la zone théoriquement inondable dans la situation actuelle en cas de crue millénale. Nous nous sommes donc appuyés sur le périmètre des inondations de 1840 pour la Saône et 1856 pour le Rhône, auquel nous avons localement ajouté l'emprise des surfaces identifiées comme inondables en cas de crue forte par le modèle hydraulique de la CNR (1998 et 2001), là où elle excède la limite du champ d'inondation historique (en particulier dans le secteur de Niévroz-Thil). Nous ne prétendons pas ici à une analyse exhaustive. Pour avoir une approche plus nuancée de l'aléa historique au sein du périmètre inondé ou inondable ainsi délimité, il aurait été utile de tenir compte des autres paramètres qui le définissent (hauteurs d'eau, vitesse, durée de submersion ; la saison au cours de laquelle une crue forte se produit joue également sur l'endommagement, en particulier pour l'agriculture). Mais nous ne disposons pas de données suffisamment détaillées pour les événements historiques, ce qui aurait permis de comparer la situation actuelle avec celle en vigueur au milieu des XIXe et XXe siècles et de tenir compte de l'évolution des caractéristiques de la submersion.

I.3. Typologie des enjeux de l'inondation

Afin de pouvoir quantifier l'évolution de l'occupation du sol et d'estimer ainsi l'évolution de l'endommagement matériel potentiel, nous avons réalisé une typologie sommaire des enjeux de l'inondation, sur la base des catégories souvent retenues par les méthodes d'analyse quantitative de la vulnérabilité (Ministère de l'Environnement, 1999).

Il s'est agi de découper le territoire en zones d'occupation homogène ou dominante : résidentielle, économique (industrielle et artisanale ou commerciale), agricole, récréative, d'équipement et de services, auxquelles s'ajoutent les espaces naturels.

- Les **zones d'occupation résidentielle** se déclinent à trois sous-catégories définies *en fonction de la densité du bâti et des caractéristiques de l'habitat*. On distingue ainsi l'habitat individuel lâche et les secteurs de lotissement des zones dites de centralité, où l'habitat continu dense coexiste avec des commerces et des services de proximité au rez-de-chaussée des bâtiments. Enfin, les secteurs d'habitat collectif correspondent aux quartiers de grands ensembles. Outre la densité des logements qui conditionne l'importance des biens immobiliers, mobiliers et des personnes exposées, les caractéristiques des constructions modulent la vulnérabilité de l'habitat. On a déjà évoqué l'incidence du choix des matériaux sur la résistance des bâtiments : les constructions en pisé sont les plus vulnérables, tandis que la pierre apporte une très bonne résistance. Concernant les constructions plus récentes, les lotissements bon marché comportant des murs en plâtre sont exposés à des dommages importants en cas de submersion. Enfin, la présence de sous-sols ou, à l'inverse, la surélévation du niveau des planchers habitables et des installations électriques au-dessus du niveau des plus fortes crues sont autant de facteurs faisant varier la vulnérabilité.
- Parmi les **espaces à vocation économique**, les zones à vocation commerciale dominante se différencient des zones industrielles ou artisanales. Ces types d'occupation du sol peuvent faire l'objet de pertes économiques importantes, à la fois directes (dégâts matériels subis par les bâtiments, les machines, les stocks de marchandises) et indirectes (pertes d'exploitation dues à l'arrêt temporaire de la production et à l'impossibilité d'être ravitaillé, frais de nettoyage et de remise en état).
- Les **services clés et les établissements destinés à recevoir du public (ERP) ont été dissociés des autres services** tels les stations d'épuration et les zones de captage, regroupés quant à eux sous l'appellation générale de « services divers ». Les premiers représentent un enjeu stratégique important en cas d'inondation, du point de vue de la sécurité des personnes et de l'organisation des secours. Ils correspondent aux hôpitaux, aux gares ferroviaires et routières ainsi qu'aux services impliqués dans la sécurité civile et l'organisation des secours, à savoir les gendarmeries, les casernes de pompiers et militaires. Les écoles n'ont finalement pas été individualisées parmi les ERP et ont été intégrées dans l'habitat, dont elles sont difficilement dissociables. Ce choix se justifie également par le fait que les crues du Rhône et de la Saône sur le secteur d'étude ne présentent pas la soudaineté des crues éclair de leurs affluents torrentiels : elles sont suffisamment prévisibles pour permettre l'évacuation des groupes scolaires et universitaires avant qu'une inondation ne survienne. A l'inverse des services clés, les services divers ont une vulnérabilité moindre (ces équipements supportent facilement la submersion) mais leur interruption en cas de crue peut néanmoins avoir d'importantes conséquences sanitaires.
- Les **équipements sportifs ou de loisirs** situés dans la plaine sont généralement peu vulnérables car il s'agit d'équipements légers qui supportent facilement la submersion, bien que la vitesse du courant puisse être cause de dommages parfois importants. Les campings accueillent des résidents temporaires susceptibles de méconnaître le risque, mais qui peuvent être facilement évacués si l'alerte est donnée suffisamment tôt.
- Les **principales infrastructures de transport** ont également été distinguées : les routes importantes, ainsi que les quais et bas ports d'une part, les voies ferrées d'autre part. Le plus souvent, le réseau de transports a été surélevé pour être mis à l'abri des débordements, du moins hors d'atteinte des crues les plus fréquentes, afin de maintenir la circulation sur les axes les plus importants de l'agglomération. Les remblais autoroutiers et ferroviaires, et même certaines routes, font d'ailleurs office de digues plus ou moins insubmersibles.

- Les **terres agricoles** sont plus ou moins vulnérables, en *fonction du type de mise en valeur, plus ou moins extensif, et de l'adaptation des cultures*. Plusieurs sous-catégories ont pu être distinguées : les vignes, relativement présentes au XIXe siècle et peu adaptées à la submersion, les cultures maraîchères et de rapport, les plus fragiles, tels les vergers, et les serres auxquels ont été ajoutés les jardins, et enfin les cultures sur labours et les prairies. Tandis que les labours sont plus ou moins vulnérables à la contrainte fluviale selon le type de culture ensemencée (le maïs, par exemple, supporte bien mieux la submersion que le blé), les prairies sont quant à elles très bien adaptées à une submersion fréquente. Elles sont fréquentes sur les terres les plus basses et témoignent du mode de valeur extensif traditionnel dans la plaine alluviale. L'essentiel des dégâts potentiels enregistrés par l'agriculture concerne l'endommagement ou la perte des cultures et la noyade du bétail. L'incidence sur les cultures est fonction de la date de l'inondation, ou plutôt de l'état des champs et de l'avancement des cultures au moment où il y a submersion, et de la durée de submersion. L'endommagement peut être aggravé par des phénomènes d'érosion (ravinement, prélèvement de terre fertile) ou de dépôt (alluvionnement fin, dépôt de sable ou de graviers). Généralement, les crues se produisent lors de la saison froide, alors que la terre est vierge de culture, ce qui cause moins de dégâts à la production mais favorise les phénomènes d'érosion.
- Les **espaces naturels** du corridor fluvial correspondent pour l'essentiel aux formations caractéristiques des milieux humides. On y distingue les marais, les zones de bois et de broussailles (pour l'essentiel, il s'agit de la ripisylve, exploitée ou non : saulaies, oseraies, brotteaux, prairies naturelles ou landes à steppes, sur des espaces marginalisés), les bancs de sable et de graviers, les cours d'eau et lônes encore en eau, ainsi que les plan d'eau, étangs, et lacs (bien que ces derniers soient souvent d'origine artificielle). Il va sans dire que la submersion participe du fonctionnement naturel de ces milieux humides.
- Les espaces ne correspondant pas aux catégories précédentes ou ne pouvant être identifiés à partir de l'information des fonds de cartes utilisés ont été classés dans la catégorie « autre ».

I.4. Approche territoriale des enjeux de l'inondation (1860-2000)

Sur la base de cette typologie sommaire, nous avons pu quantifier les surfaces concernées par chaque type d'utilisation aux trois dates retenues. Ces informations permettent de territorialiser l'endommagement potentiel et de mener à la fois une analyse synchronique et diachronique. On obtient une idée de la localisation et de la part absolue et relative de chaque type d'enjeu à une date donnée, et l'on peut diagnostiquer l'évolution spatio-temporelle de l'endommagement.

L'analyse est successivement menée sur quatre entités géographiques distinctes qui composent le Y lyonnais :

- Le **cœur urbain**, qui correspond à la ville et ses abords immédiats au milieu du XXe siècle. C'est l'espace concerné par les travaux du plan Kleitz et ses marges proches.

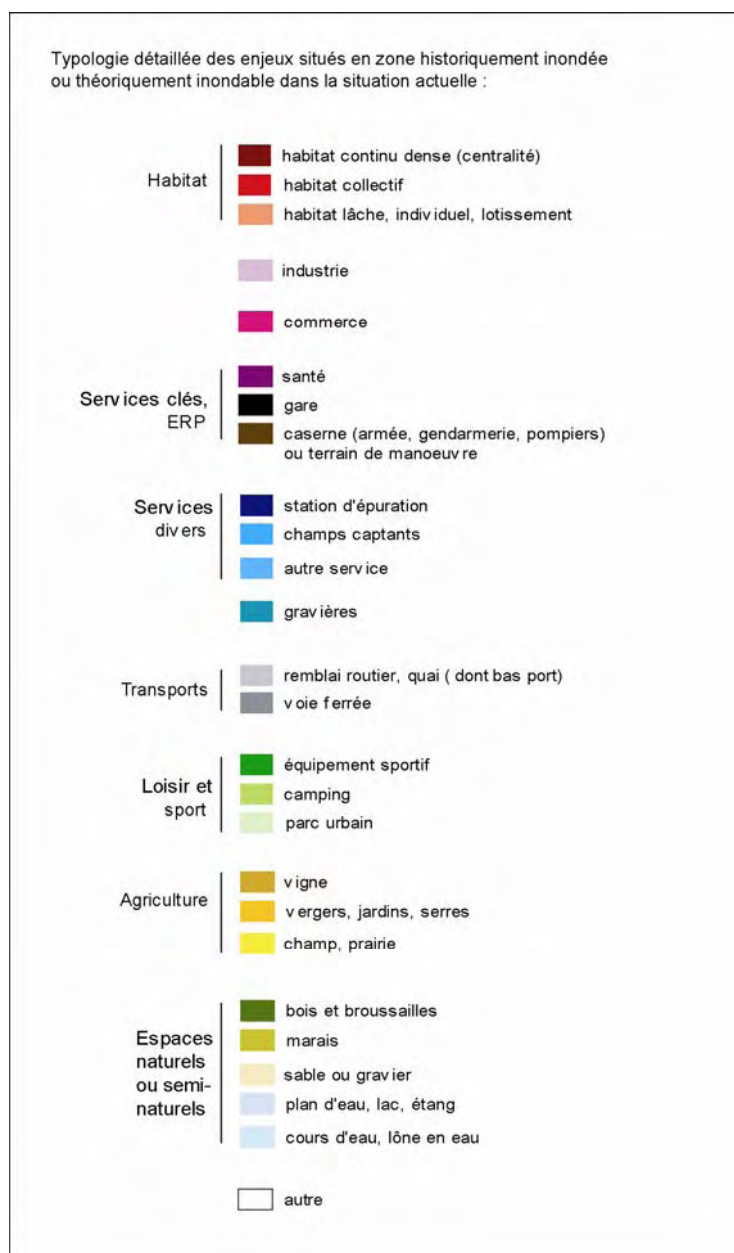
A l'amont et à l'aval du cœur urbain, les trois branches du Y lyonnais forment trois secteurs aux caractéristiques propres :

- Le **Rhône amont**, depuis le barrage de Jons jusqu'au débouché des canaux de Miribel et de Jonage, formé par les communes de Niévroz, Thil, Beynost, Saint-

Maurice-de-Beynost, Neyron, Miribel et Rillieux-la-Pape en rive droite, de Jons, Jonage, Meyzieu, Décines-Charpieu et Vaulx-en-Velin en rive gauche.

- La **Saône**, en aval de la confluence de l'Azergues et jusqu'au territoire de Lyon et Caluire-et-Cuire (Ambérieux, Quincieux, Saint-Germain-au-Mont-d'Or, Curis-au-Mont-d'Or, Albigny-sur-Saône, Couzon-au-Mont-d'Or, Saint-Romain-au-Mont-d'Or, et Collonges en rive droite, Trévoux, Reyrieux, Parcieux, Massieux, Genay, Neuville, Fleurieu-sur-Saône, Rochetaillée-sur-Saône et Fontaines-sur-Saône en rive gauche)
- Le **Rhône aval**, après la confluence de la Saône et jusqu'à la restitution du canal de fuite de Pierre-Bénite (Oullins, Pierre-Bénite, Irigny, Vernaison, Millery et Grigny en rive droite, Saint-Fons, Feyzin, Solaize, Sérezin-du-Rhône et Ternay en rive gauche).

Les pages qui suivent détaillent les principaux résultats de notre analyse. La légende suivante est commune aux différentes cartes commentées dans le texte :



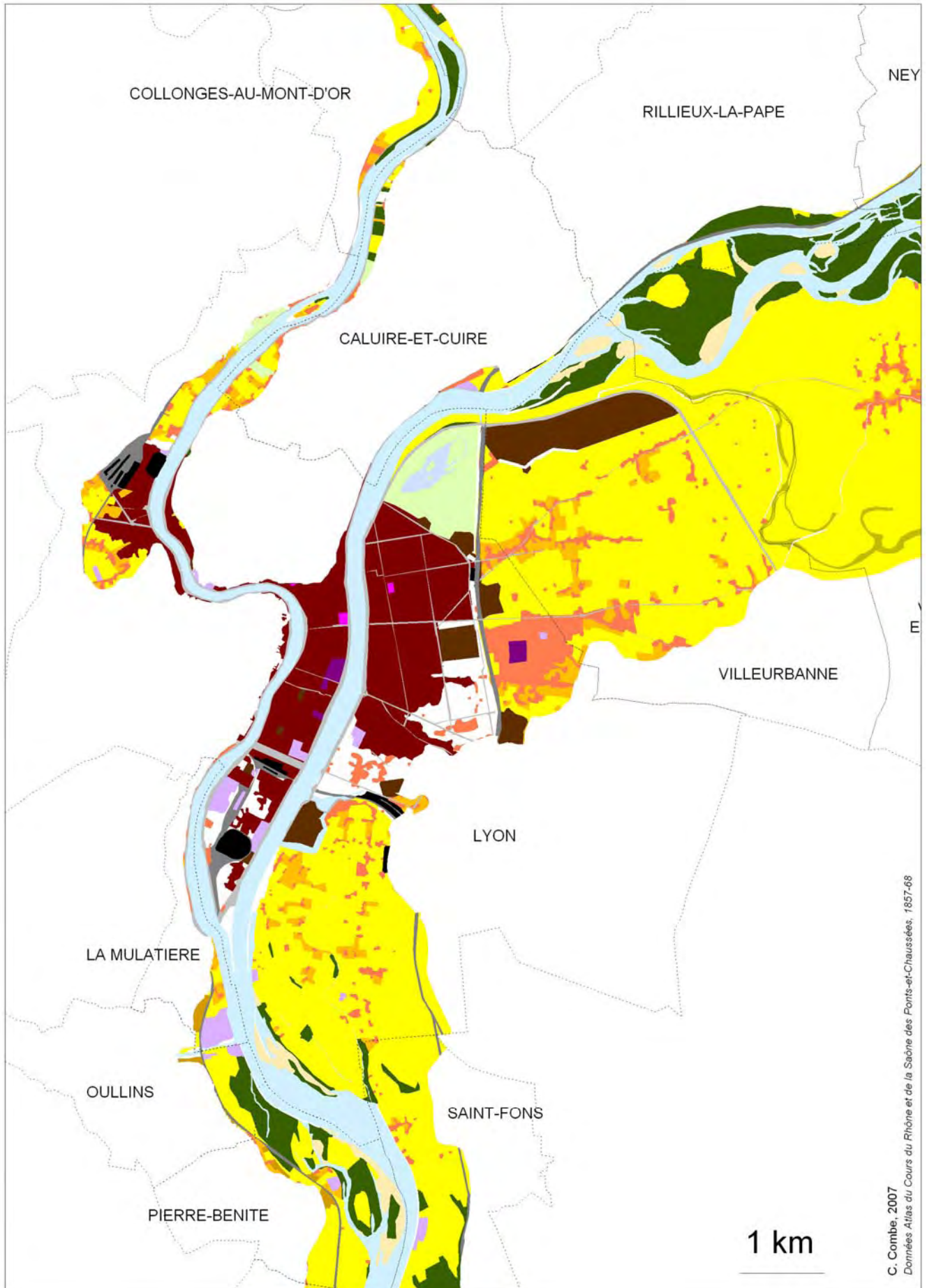


Fig. 33. Carte des enjeux situés en lit majeur dans le « cœur urbain » vers 1860.

II. Le Cœur urbain

II.1. La ville *intramuros* et sa banlieue rurale au lendemain des travaux de protection

Vers 1860, l'essentiel de l'espace protégé par les récents travaux de défense de Lyon contre les crues est densément peuplé : le Vieux Lyon en rive droite de la Saône, la totalité de la Presqu'île jusqu'aux quartiers d'Ainay et de Perrache. Plus au sud, dans le secteur que l'on appellera bientôt le quartier de « derrière les voûtes », au sud de la voie ferrée, les logements ouvriers se mêlent aux industries et aux activités liées au chemin de fer. De même, à Vaise et Serin sur la Saône, ainsi qu'en rive gauche du Rhône dans les quartiers des Brotteaux et de la Guillotière, les nouveaux quais « insubmersibles » abritent un habitat continu et dense. Dans les nouveaux quartiers de la rive gauche, les parcelles non encore construites sont en passe de le devenir : les îlots sont déjà délimités par le tracé des nouvelles rues, selon un plan hypodaméen. L'habitat représente près du cinquième de la superficie totale (19 %).

Dans la proche banlieue de Lyon, à l'extérieur du périmètre endigué et au-delà des fortifications situées en rive gauche du Rhône (dont la présence explique la relative importance des emprises militaires : 160 ha, soit 4,6 % de la surface du cœur urbain), ainsi que sur les franges de la cuvette de Vaise (à l'est de la voie ferrée et dans la partie sud de l'ancien faubourg), l'habitat reste plus lâche et les maisons sont toutes dotées de jardins consacrés à des cultures de rapport. L'activité agricole est prépondérante (41,2 % de l'espace total) : les labours (plus de 1300 ha, soit 37,3% de l'espace) alternent avec des cultures maraîchères destinées au marché lyonnais (133 ha, 3,8 % de l'espace) (R. Sceau, 1995). A Villeurbanne, les villages se développent le long des principales routes et dessinent les quartiers encore modestes des Charpennes, de la Doua, ainsi que ceux des Buers et de Château-Gaillard dont les noyaux anciens sont situés sur des lambeaux de terrasses fluviales, à l'abri des inondations. A la limite de Lyon et Villeurbanne, le quartier de la Villette a déjà pris une ampleur non négligeable. A l'aval de la ville, au sud de la Guillotière, les habitations des futurs quartiers ouvriers de la Mouche et Gerland sont loin de laisser présager l'explosion urbaine des décennies suivantes. Le long de la Saône, dans la plaine de la Caille et à l'emplacement du futur quartier de l'Industrie, ainsi qu'à La Mulatière, les habitations sont plus rares et dispersées.

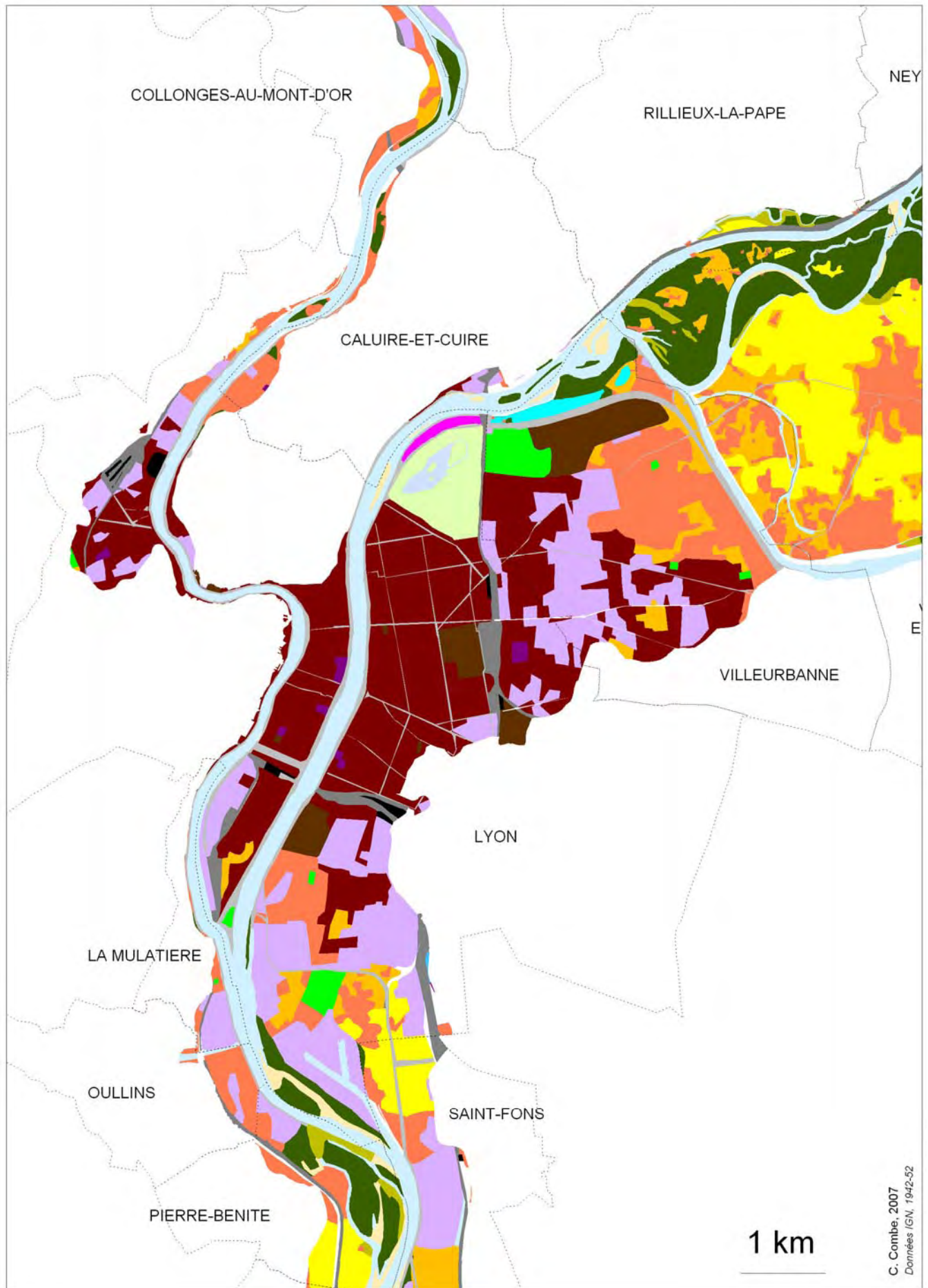


Fig. 34 Carte des enjeux situés en lit majeur dans le « cœur urbain » vers 1950.

II.2. Extension et densification de l'habitat, développement des banlieues industrielles

La carte des enjeux du corridor fluvial en 1950 fait ressortir un recul massif de l'agriculture (de 41,5 à 5,5 %) au profit de l'habitat (de 19 à 40,5 %) et des activités industrielles (de 1 à 16,3 %). A l'exception du quartier villeurbannais de Saint-Jean, les champs ont totalement disparu. Seule subsiste l'activité maraîchère, dont l'importance a d'ailleurs augmenté (passant de 3,8 à 4,5 % de l'espace) et dont la physionomie s'est modifiée : les jardins attenants aux habitations ont laissé la place à de plus grandes exploitations situées à Saint-Rambert, dans la partie est de Villeurbanne à Saint-Jean, à La Feysine et au sud de Château-Gaillard, à Gerland et à l'extrémité sud de la Presqu'île. L'habitat s'est étendu : la superficie construite a doublé et le bâti s'est densifié, en particulier à Vaise et Serin, au sud de la Presqu'île, dans Lyon *intramuros* (où il occupe la quasi-totalité de l'espace hormis l'emprise de la caserne de la Part-Dieu), dans les quartiers ouvriers des Charpennes, de La Villette, et La Ferrandière à Villeurbanne, ainsi qu'à La Mouche et à Gerland au sud de Lyon. Au-delà de ces quartiers densément construits, la tâche urbaine s'est notablement étendue, bien que l'habitat reste plus lâche : le long de la Saône, les secteurs de Rochecardon, Saint-Rambert-l'Île-Barbe ainsi que la plaine de la Caille, jadis agricoles, sont entièrement habités ; en rive gauche du Rhône, la ville a complètement investi les quartiers de Croix-Luizet, des Buers, de Saint-Jean, La Feysine, et continue à s'étendre au sud de Lyon. Ces quartiers ouvriers, aux constructions souvent modestes, alternent avec des zones industrielles qui leurs sont intimement liées. L'activité industrielle a ainsi connu un développement considérable, passant de 1 à 16,3 % du cœur urbain et occupant quasiment tout l'espace non consacré à l'habitat et aux infrastructures routières et ferroviaires (près de 575 ha). Les usines sont devenues majoritaires à La Buire, dans certains secteurs de La Mouche et Gerland ainsi qu'aux abords du Port E. Herriot (dont les deux premières darses existent depuis 1938). Leur développement à l'est de la voie ferrée a été considérable, en particulier le long du boulevard Stalingrad (qui longe la voie de chemin de fer), au sud de la Part-Dieu, et sur une large bande nord-sud allant des Charpennes à la Villette. Le quartier Saint-Clair, à Caluire, a également vu fleurir les industries, de même que le quartier situé aux abords du port Rambaud dans la Presqu'île, entre la Saône et la voie ferrée. L'activité industrielle s'est également développée vers l'amont, sur les pourtours de Vaise et dans le quartier de l'Industrie.

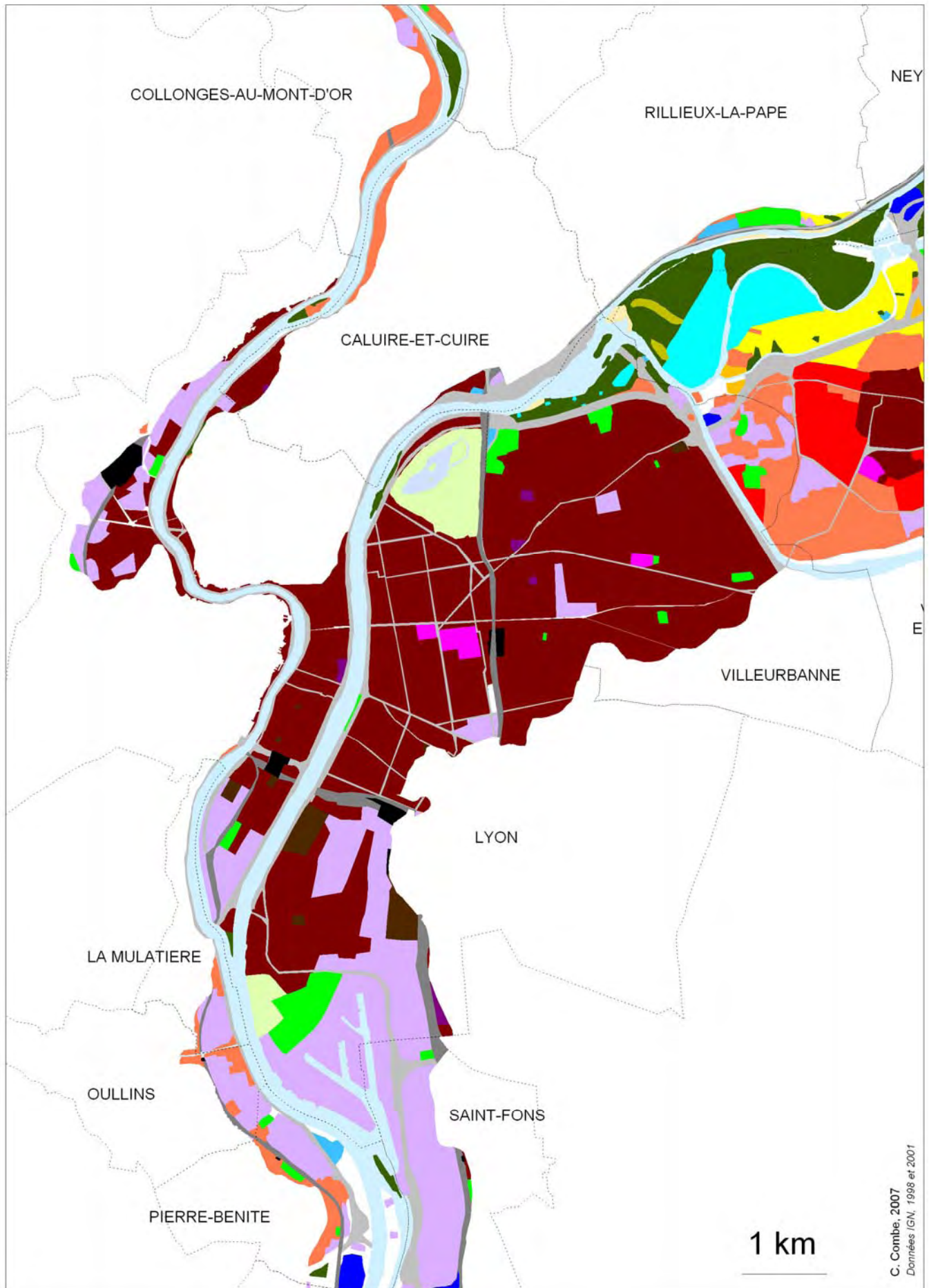


Fig. 35. Carte des enjeux situés en lit majeur dans le « cœur urbain » au début du XXIe siècle.

II.3. Mutation de l'espace urbain et requalification des vieux quartiers industriels

La deuxième moitié du XXe siècle a consacré la disparition quasi complète de l'agriculture dans le cœur urbain : les jardins ont laissé la place aux constructions résidentielles à Saint-Rambert, Caluire et dans le quartier villeurbannais de Saint-Jean. Malgré une légère baisse, la part des activités industrielles reste importante ; mais, si les superficies occupées varient peu, la localisation des secteurs industriels a quelque peu évolué : les industries et entrepôts villeurbannais ont quasiment disparu au profit de quartiers résidentiels et tertiaires. La même tendance s'affirme à Gerland : si le quartier de La Mouche reste dominé par les activités industrielles, celui de Gerland, dont la requalification a été amorcée il y a une vingtaine d'années, est devenu un quartier résidentiel et tertiaire agrémenté du plus grand complexe sportif de l'agglomération (autour du stade de Gerland et de la Plaine des Jeux) et d'un nouveau parc urbain le long des berges du Rhône. Au cours de la deuxième moitié du XXe siècle, la vocation industrielle de Vaise s'est affirmée au détriment de l'habitat ouvrier, notamment de part et d'autre de la voie ferrée, tandis que les logements et les jardins ouvriers situés derrière Perrache ont été remplacés par le marché-gare. Récemment, ces deux quartiers industriels ont été à leur tour englobés dans la trame urbaine et sont en cours de réhabilitation ; la mutation est bien engagée à Vaise, elle est en cours dans le cadre du projet de la Confluence au sud de la Presqu'île.

On note également la disparition d'une grande partie des emprises militaires, remplacées par le centre commercial de la Part-Dieu et le campus universitaire de la Doua ; les casernes subsistent à l'emplacement du fort de la Vitriolerie (quartier Général Frère).

III. Le Val de Saône lyonnais

III.1. Une économie rurale traditionnelle en prise avec le fleuve et relativement adaptée à la contrainte fluviale

Vers 1860, l'occupation du Val de Saône est marquée par une exploitation agricole extensive dominante, adaptée à la submersion : près des deux tiers de la plaine alluviale sont voués à l'agriculture et correspondent à des labours ainsi qu'à des prés et des pâturages voués à l'élevage. Les prairies se situent le plus souvent sur les plus basses terres, à proximité de la rivière, où l'on trouve également des formations naturelles caractéristiques des milieux humides : bois, broussailles, saulées et oseraies, très probablement entretenues et exploitées, couvrent environ 80 ha, soit 3 % de l'espace. La rivière et ses annexes représentent environ 465 ha, soit 16,6 % de la plaine alluviale. Les îles, relativement nombreuses, sont en grande partie boisées ou mises en culture. Sur les deux rives, champs et prairies sont parsemés de nombreuses parcelles de forme étroite et allongée où l'on cultive à parts égales la vigne (21,1 ha) ou les légumes dans des jardins privatifs (23,29 ha) attenants aux maisons.

La plupart des villages se sont développés sur les hauteurs, à l'abri des inondations, profitant ainsi de la complémentarité des terroirs. Les quelques constructions édifiées dans le lit majeur, quant à elles, restent le plus souvent à l'abri des crues les plus fréquentes : elles se situent sur des terrains relativement éloignés de la rivière qui ont été épargnés par la crue cinquantennale de 1955 : ainsi le Château de Fétan à Trévoux et les marges des villages d'Ambérieux et de Fontaines. Néanmoins, certains groupements existent sur les basses terres comme le hameau des Varennes à Quincieux, la partie basse des Granges à Trévoux et quelques habitations à Albigny, Couzon et Collonges.

Surtout, l'économie du Val de Saône est marquée par l'existence de villages de mariniers et de pêcheurs situés au bord de l'eau, bordés par des quais anciens, et dont les parties basses sont fréquemment inondées : d'amont en aval, il s'agit de Trévoux, Neuville, Rochetaillée et Fontaines en rive gauche, Saint-Rambert l'Île-Barbe en rive droite. Mais la part relative de l'habitat est minime : les surfaces habitées se portent à une trentaine d'hectares, soit à peine plus de 1 % de l'espace de la plaine alluviale.

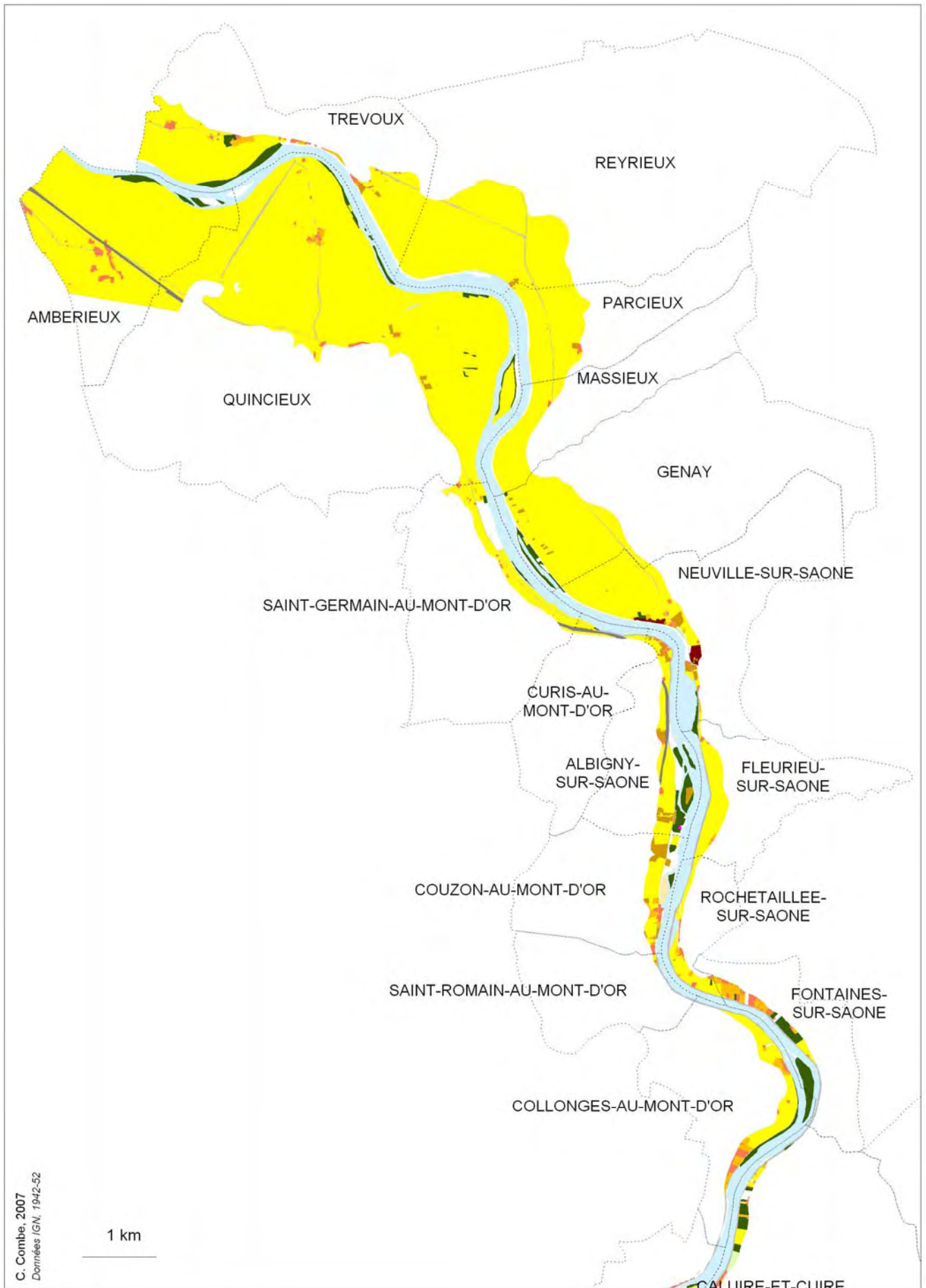


Fig. 36. Carte des enjeux situés en lit majeur dans le Val de Saône lyonnais vers 1860.

III.2. Les prémices timides de l'influence urbaine

Dans l'ensemble, l'occupation du Val de Saône est restée relativement stable jusqu'en 1950. La part de l'agriculture a toutefois quelque peu reculé (passant de 74,1 à 64,5 % de l'espace total) au profit de l'habitat et de quelques industries. Les surfaces habitées ont plus que septuplé : elles s'étendent sur près de 250 ha (contre 35 ha en 1860) et représentent désormais près de 9 % de l'occupation du corridor fluvial. L'activité industrielle, inexistante jusque-là, est timidement apparue et occupe désormais une trentaine d'hectares (1,1 % du lit majeur).

Le développement de l'urbanisation suscité par la proximité de Lyon s'accompagne d'un recul des champs et des prairies au profit des cultures maraîchères qui sont passées de 23 à 100 ha environ, occupant 3,6 % de l'espace, tandis que la vigne a totalement disparu, très probablement suite à la crise du phylloxera.

Les hameaux et villages du XIX^e siècle se sont agrandis le long des axes de communication, et quelques nouveaux quartiers résidentiels, formés de maisons individuelles, sont apparus. En rive gauche, l'urbanisation s'est développée sur l'axe de la route départementale 433 : Le Four à Chaux à Trévoux, Champ Cardon et Maison Carrée à Reyrieux, Port Bernalin à Parcieux, qui connaît un développement important le long de la route départementale et au lieu dit Le Bas de Saône, le long de la rivière, ainsi qu'à la Charité. Plus à l'aval, les agglomérations de Neuville, Rochetaillée et Fontaines ont grossi, tandis que le village de Fleurieu, initialement situé hors du lit majeur, s'est développé en direction de la rivière. En rive droite, l'agglomération d'Ambérieux s'est quelque peu étendue, tandis qu'un noyau est apparu au Château Brûlé, au pied de la terrasse de Quincieux, sur des terrains inondables uniquement par les crues exceptionnelles, et épargnés en 1955. Au débouché du Pont de Trévoux, le quartier de Chamalant s'est installé au bord de la rivière. Plus à l'aval, de nouveaux quartiers ont investi les bas de Saône jusqu'ici délaissés par l'habitat, entre le chemin départemental 51 et la voie ferrée, notamment à Port Macon, Villevert au débouché du pont de Neuville, à Albigny, Couzon et Collonges (Trèves-Pâques).

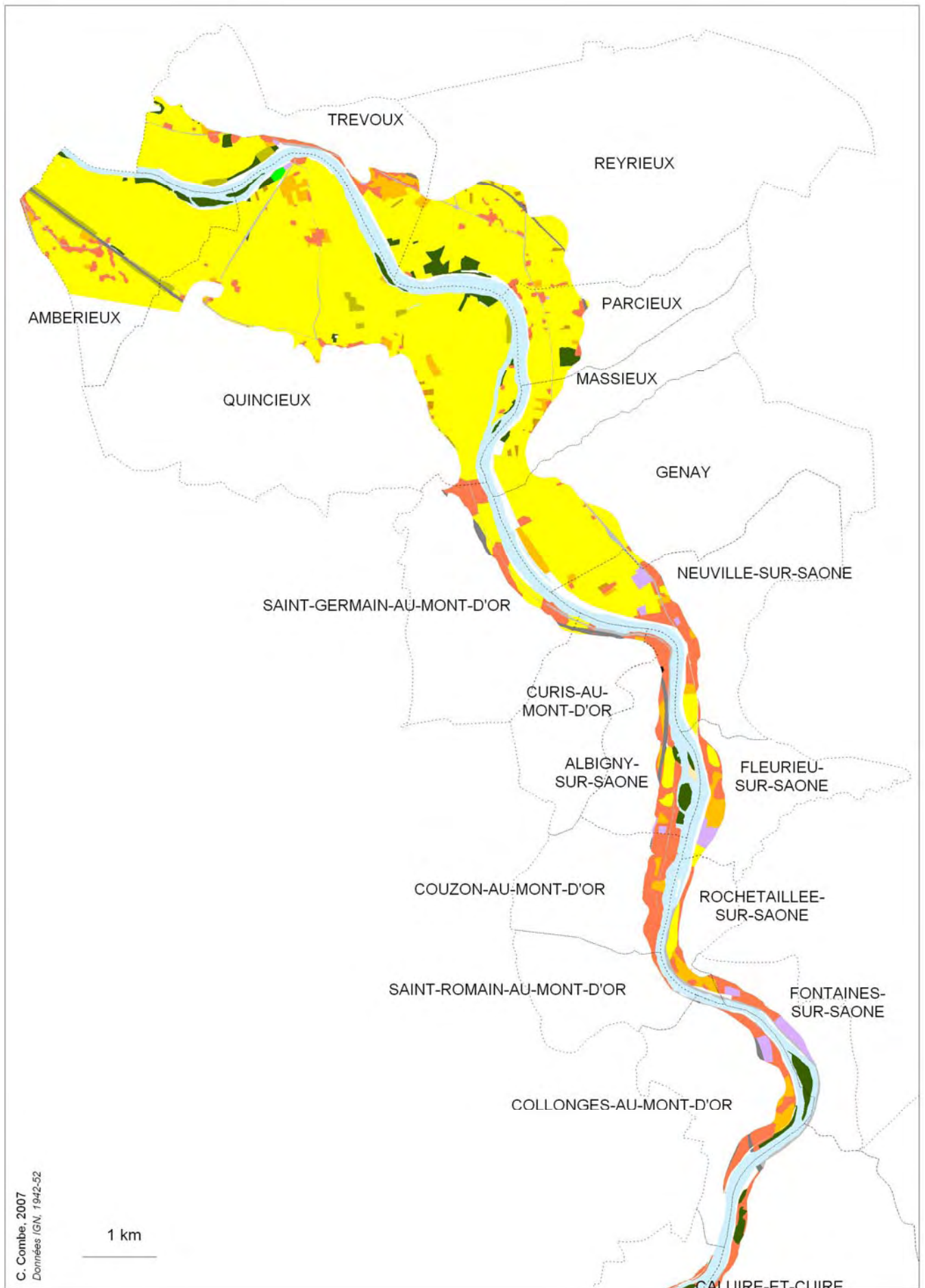


Fig. 37. Carte des enjeux situés en lit majeur dans le Val de Saône lyonnais vers 1950.

III.3. Diffusion de la périurbanisation

A la fin du XXe siècle, le Val de Saône, bien que marqué par un fort développement des activités industrielles et urbaines lié à l'essor de l'agglomération lyonnaise, en particulier à l'aval de Neuville, reste largement inondable et a conservé les grands traits de sa physionomie.

Si la végétation s'est développée dans la plaine alluviale (les bois et broussailles couvrent désormais 5 % du lit majeur, soit environ 140 ha contre un peu plus de 80 ha en 1860 et 1950), l'agriculture occupe encore près de la moitié de l'espace (contre 64,5 % en 1950). L'activité agricole reste dominante au nord de Neuville, et s'est en grande partie convertie à la maïsiculture.

A l'aval, elle a par contre entièrement disparu au profit de l'industrie et de l'habitat. La superficie habitée a augmenté de moitié (385 ha, soit 13,8 % du lit majeur), la périurbanisation se diffusant le long des grands axes routiers formés par la RN6 et la RD433 en rive gauche, et le CD51 en rive droite. L'espace dévolu aux activités industrielles a quant à lui quintuplé, passant d'une trentaine d'hectares à près de 150, soit 5,3 % de la plaine alluviale. Cette activité se concentre dans la zone industrielle de Neuville-Genay, ainsi que dans celles, plus modestes, d'Albigny-Couzon, de Fleurieu et de Collonges. En général, les constructions ont été adaptées à la contrainte fluviale : les planchers habitables ont été placés au-dessus du niveau de la crue de 1955, et les zones industrielles ont été remblayées à cette même cote. L'ensemble reste cependant inondable pour une crue exceptionnelle, qui causerait vraisemblablement d'importants dommages en termes financiers.

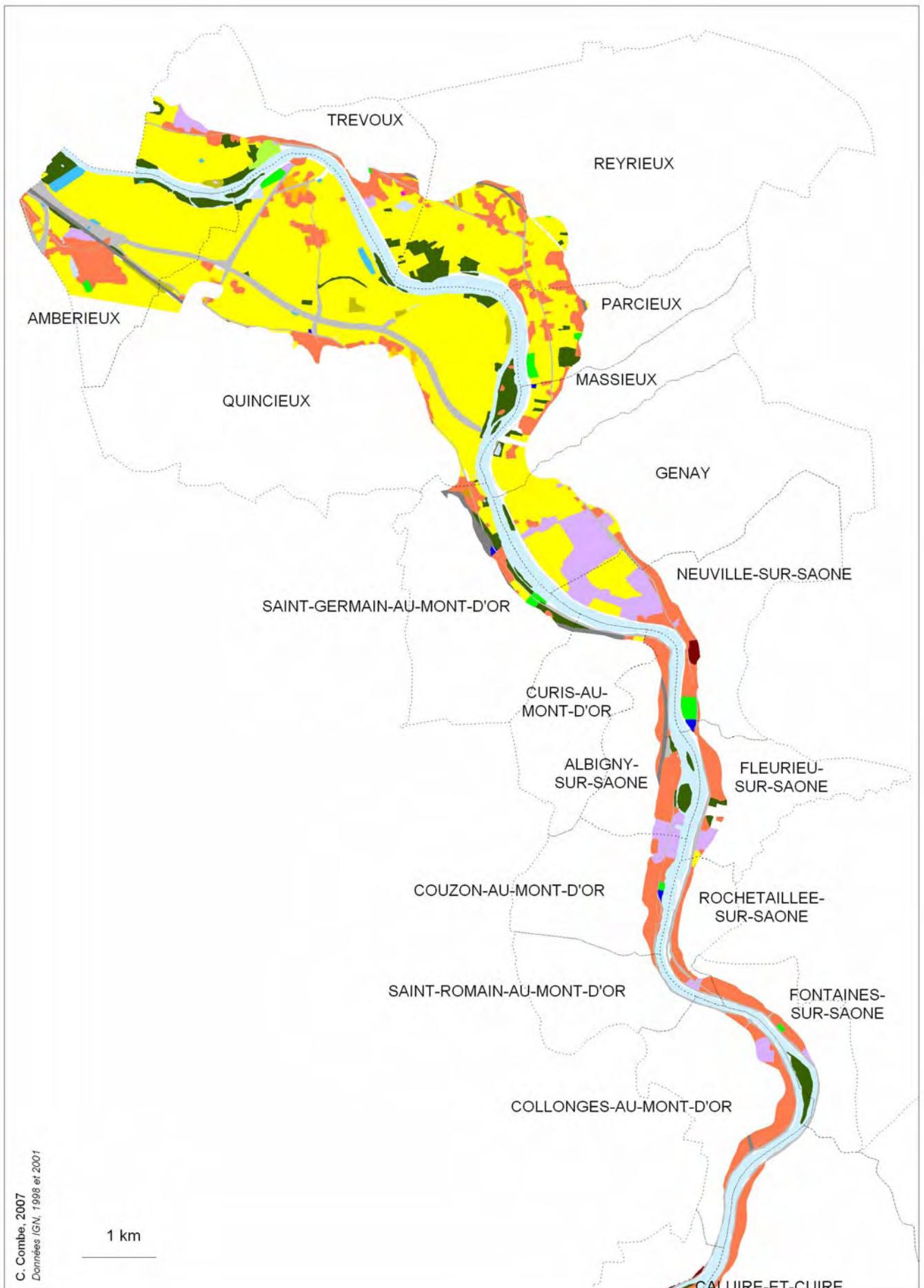


Fig. 38. Carte des enjeux situés en lit majeur dans le Val de Saône lyonnais au début du XXIe siècle.

IV. Le Rhône amont

IV.1. Une plaine de tressage marquée par une occupation extensive

Vers 1860, la plaine de Miribel-Jonage présente un paysage fluvial en tresses, marqué par la multiplicité des chenaux et la présence de nombreux bancs de gravier. Au nord, le bras principal du Rhône vient tout juste d'être fixé par des digues insubmersibles destinées à stabiliser le chenal et à concentrer les eaux, mais l'impact de cet aménagement n'est pas encore perceptible. Les milieux naturels représentent 40 % de l'espace : la moitié correspond au Rhône et à ses annexes fluviales, le reste à une végétation de landes steppiques et de brotteaux, qui sont l'objet d'une exploitation agricole extensive. En effet, l'irrégularité du sol, l'instabilité et la médiocrité des terrains de la bande active du fleuve ont longtemps découragé toute tentative de mise en valeur durable par les labours. Exploités de manière extensive sous la forme de communaux, ces espaces font l'objet d'activités précaires que sont le pâturage, la coupe de taillis pour le bois de chauffage et la pêche. La construction du canal de Miribel n'amène pas de changement sur ce point, car elle coïncide avec une forte crise agraire dans ces campagnes, et ne met pas un terme aux débordements. L'importance des boisements discontinus illustre elle aussi la spécificité de ces zones naturelles : ce ne sont pas des forêts entretenues et intégrées dans le système social mais des milieux souvent dégradés et marginalisés.

Les niveaux de terrasses les plus hauts, qui restent cependant fréquemment inondés, sont quant à eux occupés par l'agriculture : les champs et les prairies couvrent près de 3200 ha, soit 57 % de l'espace. L'espace restant correspond essentiellement à des vignes et jardins (0,1 et 0,2 % du lit majeur) ainsi qu'à l'habitat, qui occupe 0,8 % de l'espace (environ 45 ha).

Tous les villages sont bâtis en dehors du lit majeur, et seules quelques fermes isolées à Meyzieu et Décines en rive gauche, ainsi que certaines constructions à Miribel et Neyron le long de la rive droite du canal, sont exposées à la contrainte fluviale. L'essentiel de l'habitat situé en zone inondable correspond aux marges du village de Vaulx-en-Velin, construites au-delà des mollards insubmersibles (lambeaux de terrasses holocènes) sur lesquels s'était implanté le noyau ancien.

En rive droite du canal de Miribel, les villages de Niévroz et Thil se trouvent au-delà du périmètre inondé en 1856, mais ont été pris en compte dans notre cartographie car cette partie de la plaine connaît à l'heure actuelle une aggravation importante de l'aléa, qui touche désormais la quasi-totalité de ce secteur. Ce point sera développé plus loin ; rappelons simplement que la population s'est à l'origine installée sur des basses terrasses non inondables et que la situation actuelle de ces villages ne s'explique pas par une méconnaissance ou une négligence du risque de la part des habitants.

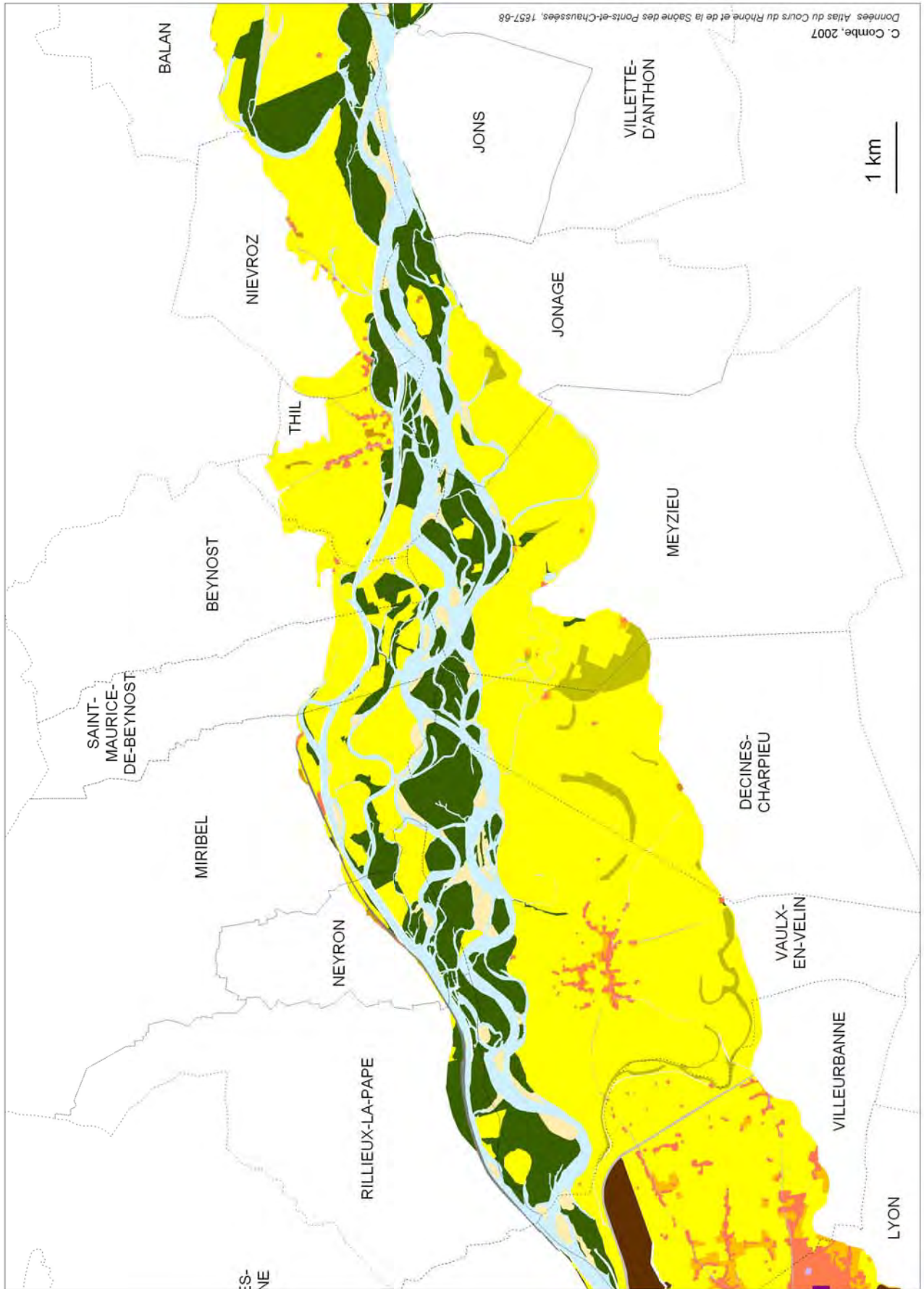


Fig. 39. Carte des enjeux situés en lit majeur à l'amont de Lyon vers 1860.

IV.2. Simplification du paysage fluvial et apparition de quartiers ouvriers à proximité de Lyon

En 1950, l'effet de la croissance urbaine lyonnaise commence à se faire sentir sur les communes de la première couronne de l'agglomération. Les champs et prairies ont reculé de moitié au profit de l'habitat, qui a quintuplé et occupe désormais 5,2 % du lit majeur (290 ha). Le bâti ancien s'est étendu et densifié à Vaulx-en-Velin, protégé par une digue en terre pourtant fragile et peu entretenue, et de nouveaux quartiers ouvriers sont apparus à La Feyssine-Bois Perret, en bordure du canal de Jonage, construit à la fin du XIXe siècle au pied des balmes viennoises pour alimenter l'usine hydroélectrique de Cusset et favoriser le développement industriel et urbain de Lyon. Ce sont les quartiers de la Rize et du Pont des Planches à Vaulx-en-Velin, ceux des Jonchères, du Pontet et de La Petite Camargue à Décines, celui de la Garenne à Meyzieu. Les nouvelles constructions alternent avec des jardins privatifs voués à l'agriculture maraichère, qui occupe alors 290 ha, contre 11,6 en 1856.

La vigne s'est développée à Thil et Miribel, passant de 8 à 30 ha. En rive droite du canal de Miribel, deux groupements sont apparus au droit du barrage de Jons, mis en service en 1937, ainsi qu'un lotissement à la Gra (les hameaux récents du Gorgouillon, du Sablon et des Tuileries sont aujourd'hui inondables mais ne l'étaient pas lors des inondations de 1856, 1928 et 1957). A Miribel, une zone industrielle et artisanale s'est implantée au bord du Rhône.

L'évolution des espaces naturels traduit l'impact du canal de Miribel sur le fonctionnement de l'hydrosystème, sur lequel nous reviendrons bientôt ; les îles se sont contractées. En 1950, le Rhône et ses annexes fluviales n'occupent plus que 600 ha contre 940 en 1860, et la végétation s'est développée dans les îles : en un siècle, les surfaces boisées ont ainsi doublé et occupent désormais 40 % de l'espace (2 210 ha). Néanmoins, le développement de la végétation s'explique sans doute également par la crise agricole qu'a connue le Haut-Rhône à partir du milieu du XIXe siècle.

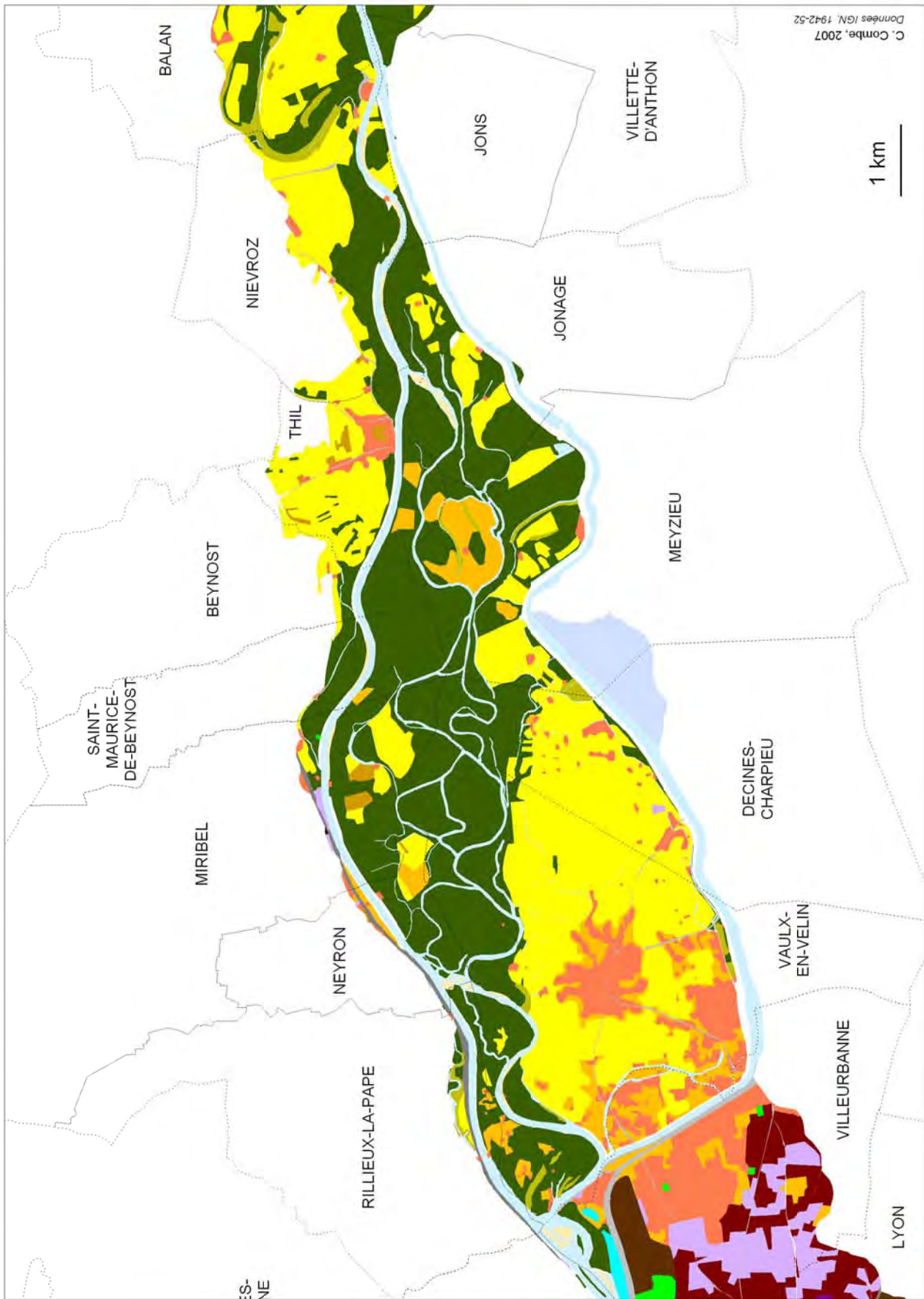


Fig. 40. Carte des enjeux situés en lit majeur à l'amont de Lyon vers 1950.

IV.3. L'influence marquée de l'urbanisation

IV.3.a. Développement de l'habitat et des industries

Au cours de la deuxième moitié du XXe siècle, la tendance à l'urbanisation du corridor fluvial s'est intensifiée : les surfaces habitées ont ainsi doublé (elles sont passées de 290 à 625 ha depuis 1950, et occupent aujourd'hui 11 % du lit majeur, contre 0,8 % en 1860 et 5,2 % en 1950) tandis que la population a fortement augmenté, à Décines et surtout à Vaulx-en-Velin, dans les quartiers de grands ensembles créés à l'initiative de l'Etat : les Onchères, les Verchères, le Grand Vire, le Mas du Taureau.

Plus récemment, surtout depuis les années 1980, les communes de la rive droite ont-elles aussi connu une forte pression foncière liée à la proximité de l'agglomération lyonnaise. Le phénomène de périurbanisation s'est traduit par la multiplication de pavillons résidentiels venus grossir les groupements déjà existants en 1950 entre la voie ferrée et le canal de Miribel. La situation est préoccupante à Niévroz et Thil, dont la population a doublé durant la période et s'est notamment installée dans des secteurs historiquement situés hors du lit majeur, mais qui sont devenus inondables comme nous l'expliquerons dans la partie suivante : dans les quartiers du Gorgouillon, du Petit Ga, du Sablon et des Tuileries à Niévroz, et dans la totalité du village de Thil, qui serait aujourd'hui entièrement recouvert par les eaux pour une crue centennale. Sur ces points sensibles, la vulnérabilité est d'autant plus importante qu'aucune cartographie réglementaire n'y encadrerait le développement des constructions jusqu'au début du XXIe siècle. Par ailleurs, les secteurs déjà édifiés situés dans le périmètre inondé en 1856, 1928 et 1957 ont continué à se développer : aux hameaux du Pont de Jons et des Tuileries à Niévroz, sur les marges du village de Thil, à proximité de la zone industrielle à Miribel, et, en rive gauche, au hameau des Marais situé à Jonage.

Le lit majeur a également attiré les industriels à la recherche de vastes terrains bon marché. Après la Deuxième Guerre Mondiale, Vaulx-en-Velin est ainsi devenue une grande cité ouvrière et a accueilli une importante activité industrielle, concentrée au sud de la commune. A la fin du XXe siècle, cette activité occupe près de 137 ha du lit majeur (2,4 %), essentiellement à Vaulx-en-Velin, mais aussi à Miribel et Neyron, entre le canal de Miribel et la voie ferrée. Par ailleurs, Vaulx-en-Velin abrite un important centre administratif et commercial.

IV.3.b. De nouvelles fonctions dévolues à la plaine

De nouvelles vocations se sont développées en lien avec l'essor industriel et urbain.

- Des infrastructures ferroviaires et surtout autoroutières ont été édifiées sur des remblais insubmersibles : l'ouvrage couplé de l'autoroute A432 et du TGV Sud-Est, les autoroutes A46 et A42 ainsi que la Rcade-est forment des emprises massives sur plus de 200 ha. L'autoroute A 432 et la Rcade-est ont été conçues de manière à former une digue insubmersible pour préserver les enjeux présents à Vaulx-en-Velin, mais nous verrons que la réalité est plus complexe et que l'efficacité de ces ouvrages reste relative¹.

¹ Cf. cette même partie, chap.3 point III.2 et partie IV, point III.2 du chap. 4

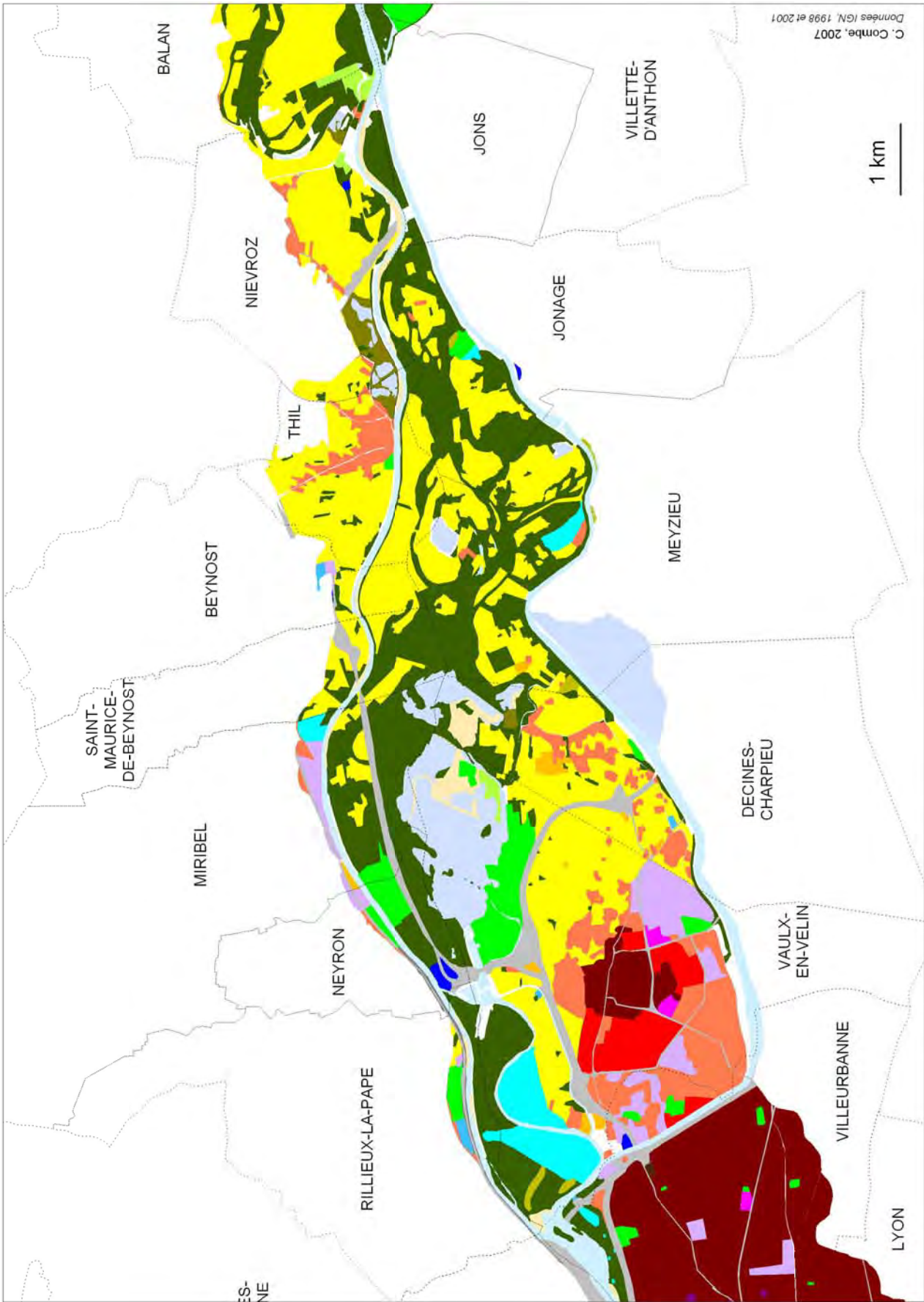


Fig. 41. Carte des enjeux situés en lit majeur à l'amont de Lyon au début du XXI^e siècle.

- Des champs captants (3 % du lit majeur) se trouvent dans la zone de Crépieux-Charmy, dans la partie occidentale de l'île de Miribel-Jonage, et dans une moindre ampleur en rive droite du canal de Miribel, sur la commune du même nom.
- Enfin, des équipements sportifs et de loisirs se sont développés : deux campings à Niévroz, un aux Grandes Vernes dans le Grand Parc de Miribel-Jonage, au sud du lac des eaux Bleues, un centre équestre à Neyron, plusieurs stades à Thil, Neyron, Rillieux et Vaulx-en-Velin, un centre aéré à Jonage et les équipements de la Planète Tonique liés aux activités du Grand Parc dans l'île de Miribel-Jonage.

IV.3.c. Transformations agricoles

Si l'agriculture s'est relativement bien maintenue en termes de superficie (un peu plus de 1 700 ha, soit 30,4 % du lit majeur), elle a connu d'importantes transformations.

- A Vaulx-en-Velin, les jardins privatifs ont disparu au profit de l'habitat, mais l'activité maraîchère s'est néanmoins développée dans tout le secteur nord-est de la commune, en arrière du remblai de la rocade-est (A46).
- En rive droite du canal de Miribel, les terrains occupés jusque-là par les espaces naturels ont en grande partie été défrichés pour être mis en valeur, notamment au profit des surfaces cultivées sur les communes de Niévroz, Thil, Beynost et Saint-Maurice-de-Beynost, où la surface agricole utile a fortement augmenté.

Dans l'ensemble, les bois et broussailles, qui occupaient 2 210 ha en 1950, ont fortement reculé et ne couvrent plus que 1 350 ha, essentiellement dans le périmètre du Grand parc de Miribel-Jonage, dont une grande partie est classée en zone d'intérêt faunistique et floristique (ZNIEFF). Cela peut sans doute s'expliquer en partie par le passage de la polyculture à la monoculture céréalière, l'abandon de l'élevage, la volonté des communes, principales propriétaires de ces espaces, de mettre en valeur leur patrimoine. Un autre élément de réponse possible, avancé par J.-L. Michelot (1986), serait l'installation d'agriculteurs ayant perdu leurs terres de rive gauche suite aux aménagements routiers réalisés à Vaulx-en-Velin, qui auraient reconstitué leur exploitation en défrichant ces terres. Les terres communales des niveaux les plus bas, qui sont le plus souvent inondées, sont aujourd'hui louées, défrichées et labourées par des agriculteurs locaux. C'est la maïsiculture qui y est la plus répandue, et qui est relativement bien adaptée à la submersion. Les parcelles des basses terrasses, hors d'eau pour les crues courantes, sont d'affectation privée. Selon le Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (SDAU) du Haut-Rhône, qui classe ce tronçon de la vallée à partir de Beynost et en direction du confluent de l'Ain en zone d'intensification agricole, les parcelles identifiées comme submersibles par la cartographie du Plan des Surfaces Submersibles du Haut-Rhône sont des zones d'agriculture dite normale, tandis que les terres qui ne sont pas soumises à la servitude d'inondation sont réservées à l'intensification. Or nous verrons plus loin que certaines parcelles officiellement désignées comme non inondables en vertu du PSS sont pourtant aujourd'hui exposées à l'aléa inondation. Ce sont donc les cultures pratiquées sur ces dernières qui sont les plus vulnérables car leur valeur économique est plus importante.

IV.3.d. Des extractions massives qui ont contribué à transformer le paysage alluvial

A Thil et à Niévroz, ainsi que dans les îles, les espaces naturels ont également cédé la place aux gravières, qui ont répondu à la forte demande urbaine en matériaux de construction. Après réhabilitation des berges, les plans d'eau formés par les ballastières qui subsistent sont rétrocédés aux communes qui peuvent ainsi les aménager. A Thil, où les extractions ont cessé, se trouvent ainsi un plan d'eau halieutique et une base de loisirs. La carrière du Champ du Perron a quant à elle été remblayée. Dans le parc de Miribel-Jonage, les extractions ont permis la création de 350 ha de plan d'eau, dont le principal constitue aujourd'hui la réserve de secours d'alimentation de Lyon en cas de pollution du Rhône.

Parallèlement, les îles ont continué à s'assécher et ont quasiment disparu : le Rhône et ses annexes fluviales (marais compris) n'occupent plus que 450 ha (8 % de l'espace, dans lesquels est inclus le canal de Jonage, artificiel), contre 670 ha en 1950 (12 %) et 1 065 ha en 1860 (19 %).

V. Le Rhône aval

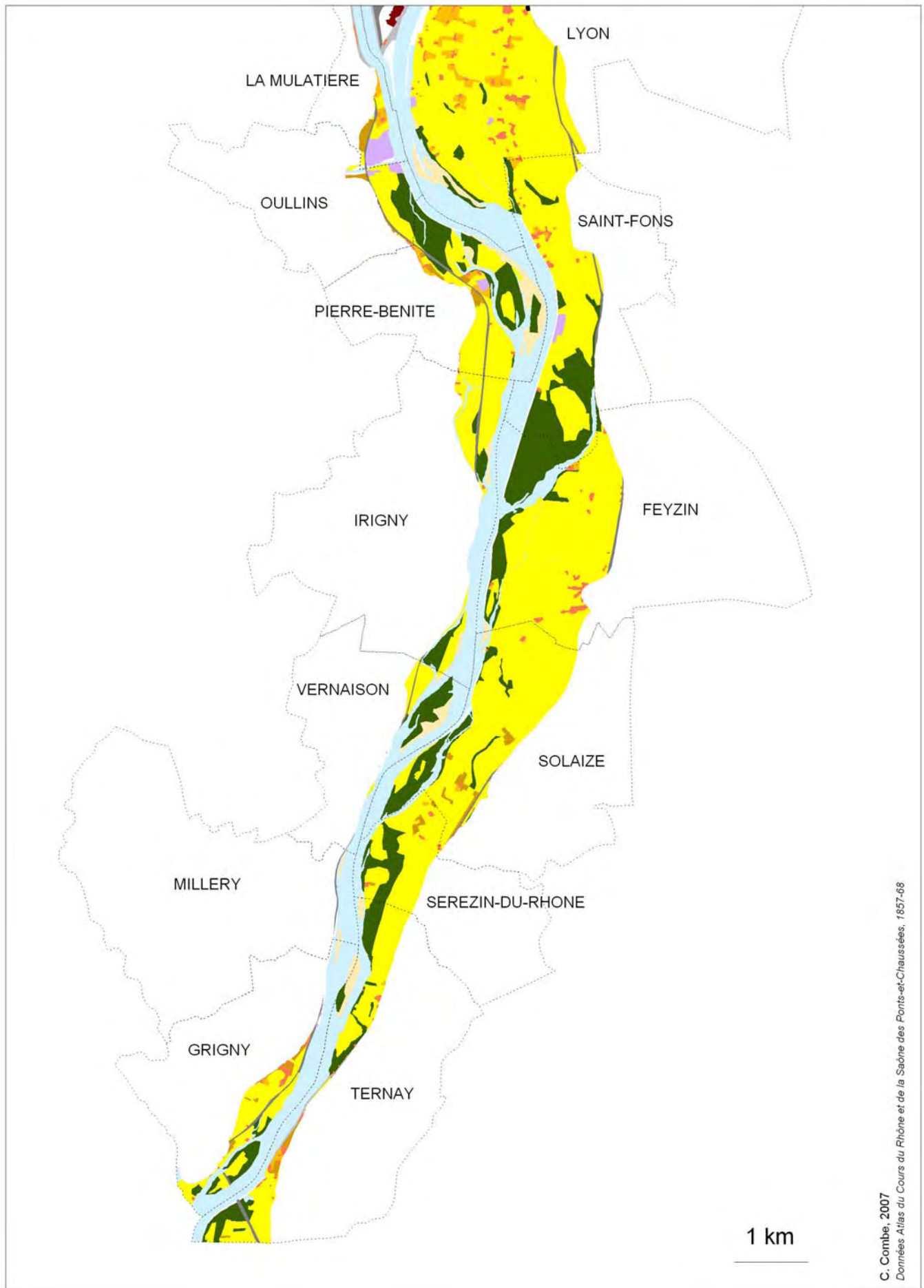
V.1. Un paysage dominé par la présence du fleuve et l'activité agricole

Vers 1860, la plaine alluviale au sud de Lyon offre un paysage rural où l'agriculture occupe plus de la moitié des terres. Les champs et prairies couvrent ainsi 1120 ha : les terres labourables dominant et s'étendent largement, en particulier en rive gauche, à Saint-Fons et Feyzin, tandis que les prés et pâturages, voués à l'élevage, se cantonnent aux parties les plus humides de la vallée (1/5^e de l'espace est occupé par l'agriculture). Quelques petites parcelles de vigne occupent 1 % du lit majeur (23 ha); elles sont en fait une extension d'une culture largement dominante sur les versants, et sont surtout présentes au droit de l'île de la Table Ronde (Salvador, 1983).

Les milieux naturels occupent l'essentiel du reste du corridor fluvial, dans l'espace de la bande active, dont une partie est cependant dévolue à l'élevage : les parties hautes des îles sont occupées par des prés. Le Rhône et ses îles, encore nombreuses et largement en eau, déroulent leur parcours sur un quart du lit majeur (537 ha), au milieu des îles et brotteaux, qui couvrent un cinquième de l'espace. Les saulaies et oseraies sont nombreuses, parfois très étendues comme à Oullins. Elles appartiennent au domaine public fluvial et sont amodiées à des particuliers chargés de leur exploitation (*ibid.*).

Pour l'essentiel, les villages sont bâtis sur les hauteurs, en dehors du lit majeur, où l'habitat se limite à 1 % de la superficie totale. Hormis un groupe d'habitations à Saint-Fons, le long du chemin du fort et en arrière de la digue, et les franges des villages de Pierre-Bénite, Feyzin ainsi que le quartier bas du Sablon, à Grigny, l'habitat est formé par des fermes isolées, disséminées sur les marges de la plaine.

Enfin, quelques usines au nord du secteur annoncent le développement industriel du corridor fluvial à l'aval de la ville, qui trouvera là de vastes espaces susceptibles d'accueillir ses usines polluantes et gourmandes en espace : les fours à chaux d'Oullins, au sud des ateliers de construction de La Mulatière, une verrerie à Pierre-Bénite, et plusieurs usines de production d'acide sulfurique, en particulier l'usine Perret et fils située à Saint-Fons (Laferrère, 1960). La part relative de l'industrie reste toutefois encore relativement faible : elle n'occupe à l'époque que 0,4 % de l'espace alluvial.



C. Combe, 2007
 Données Atlas du Cours du Rhône et de la Saône des Ports-et-Chaussées, 1857-68

Fig. 42. Carte des enjeux situés en lit majeur à l'aval de Lyon vers 1860.

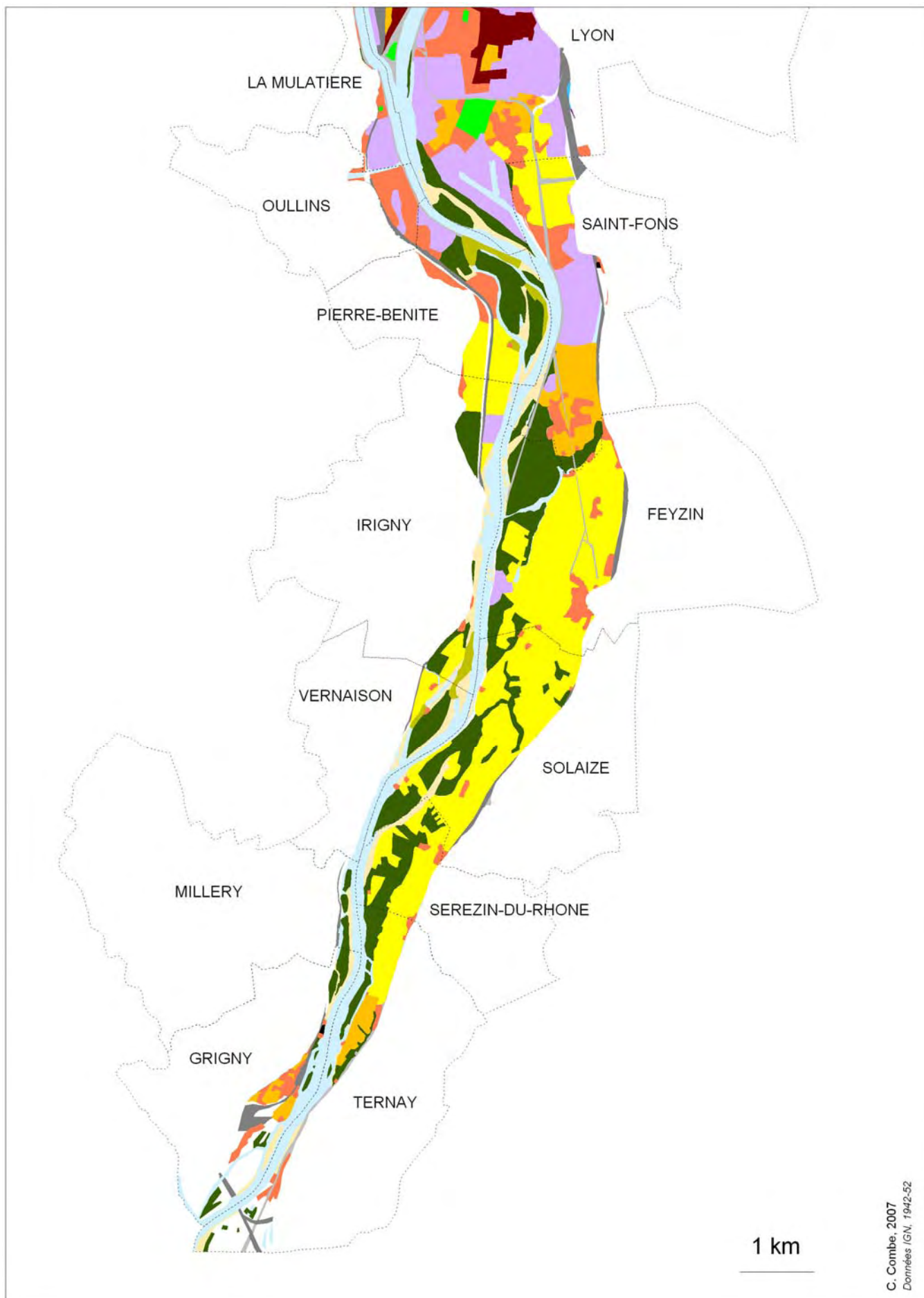


Fig. 43. Carte des enjeux situés en lit majeur à l'aval de Lyon au milieu du XXe siècle.

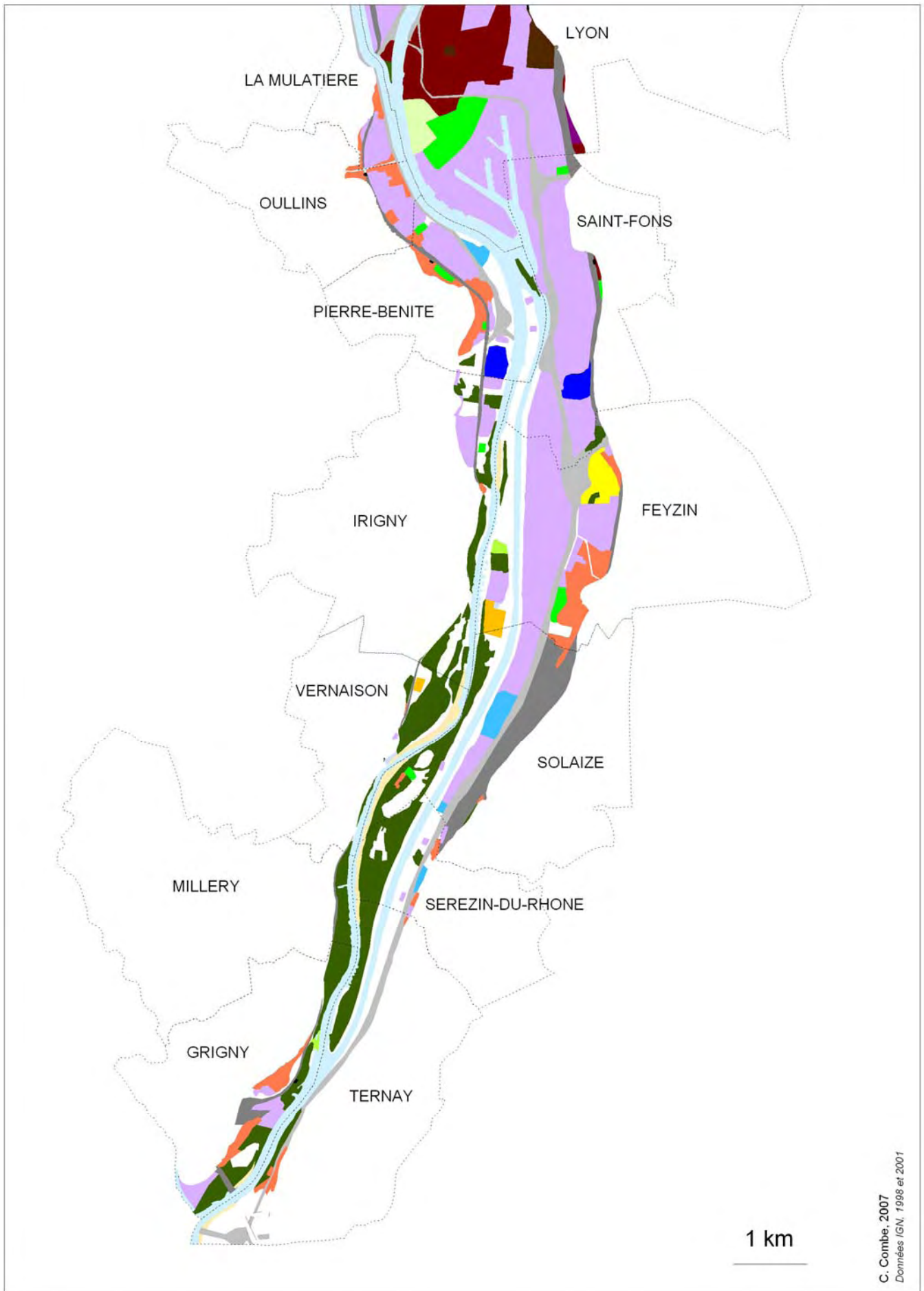


Fig. 44. Carte des enjeux situés en lit majeur à l'aval de Lyon au début du XXIe siècle.

V.2. Le corridor fluvial en cours de transformation

La carte des enjeux de 1950 laisse apparaître une mutation importante des paysages, pourtant sans commune mesure avec les bouleversements qu'entraînera la construction de l'aménagement hydroélectrique de Pierre-Bénite, mis en service en 1966.

Au milieu du XXe siècle, l'agriculture a reculé d'un tiers au profit de l'habitat et des activités industrielles. Les prairies et labours ont diminué de 40 % et n'occupent plus que 30 % de l'espace. Ils ont en partie été remplacés par une activité maraîchère à laquelle une centaine d'hectares sont consacrés (4, 5% du lit majeur) sur la commune de Saint-Fons.

Les bois et broussailles ont légèrement augmenté, la végétation a colonisé les îles tandis que l'impact des travaux de resserrement du fleuve pour les besoins de la navigation a entraîné une contraction de l'hydrosystème : le Rhône et ses bras secondaires se sont réduits d'un tiers et ont libéré 185 ha.

L'emprise de l'habitat s'est notablement développée (elle a été multipliée par huit) et s'étend désormais sur près de 180 ha, soit 8 % de la plaine, tandis que les usines lyonnaises, de plus en plus gourmandes en espace et en eau, ont profité de l'effort de guerre du premier conflit mondial¹ et sont en plein essor. La surface occupée par l'activité industrielle a plus que décuplé et se porte déjà à une centaine d'hectares, soit 4,5 % du corridor fluvial situé au sud de Lyon.

V.3. Le couloir de la chimie

A la fin du XXe siècle, le paysage de la plaine du Rhône au sud de Lyon n'a plus rien à voir avec la situation qui prévalait 150 ans auparavant. Le couloir de la chimie est désormais largement dominé par l'habitat et les activités industrielles.

Si les superficies en eau ont gardé les mêmes proportions que vers 1950 (environ 16 % de l'espace), l'aménagement de l'ouvrage hydroélectrique de Pierre-Bénite a entraîné un bouleversement complet du paysage, et, partant, des conditions de mise en eau de la plaine. Ce point sera développé dans la partie suivante². Notons simplement qu'une grande partie du lit majeur a été remblayée grâce aux déblais du canal de fuite, permettant ainsi l'édification de vastes plateformes industrielles et la construction d'infrastructures autoroutières et ferroviaires sur remblai. Les équipements autoroutiers et la gare de triage SNCF de Sibelin, construite sur la commune de Solaize, occupent 15 % de l'espace. Les superficies dévolues aux usines ont plus que quintuplé (elles ont été multipliées par 5,6 %) et représentent un quart du corridor fluvial (560 ha), en particulier en rive gauche du canal de fuite de la CNR, dans la zone industrielle de Feyzin et Solaize, ainsi qu'à Oullins, Pierre-Bénite et Irigny, en rive droite du Vieux-Rhône.

Les milieux humides se sont contractés et les îles et brotteaux, qui ont diminué d'un quart, n'occupent plus que 15% de l'espace et correspondent au Vieux-Rhône.

Enfin, sur les marges de la plaine alluviale, l'habitat a plus que triplé et s'étend désormais sur un petit cinquième de l'espace (383 ha, soit 17,2 % de la superficie totale du lit majeur historique).

¹ La chimie fut sollicitée pendant le premier conflit mondial pour la production de phénol, produit utilisé dans la fabrication des explosifs, de l'ypérite (gaz moutarde), de la saccharine et du chlore. La position du couloir de la chimie au sud de Lyon, éloigné du front et bénéficiant de l'eau du Rhône, s'est avérée stratégique pendant la Première Guerre Mondiale, ce qui a profité au développement des industries chimiques au sud de Lyon (Laferrère, 1960).

² Cf. Partie IV, chap. 2.

Conclusion

De ce qui précède, il ressort que les enjeux situés dans le lit majeur ont nettement augmenté au cours de la période. On observe une tendance très marquée au développement des activités industrielles et urbaines dans le corridor fluvial, avec plus ou moins d'intensité selon les secteurs. L'urbanisation s'accompagne d'une multiplication des fonctions et d'une complexification des échanges. Potentiellement, l'agglomération lyonnaise est donc beaucoup plus vulnérable. Qu'en est-il alors de l'évolution de l'aléa : comment s'exprime-t-il face à cette situation construite et, par voie de conséquence, quelle est la situation du risque dans la configuration actuelle ?

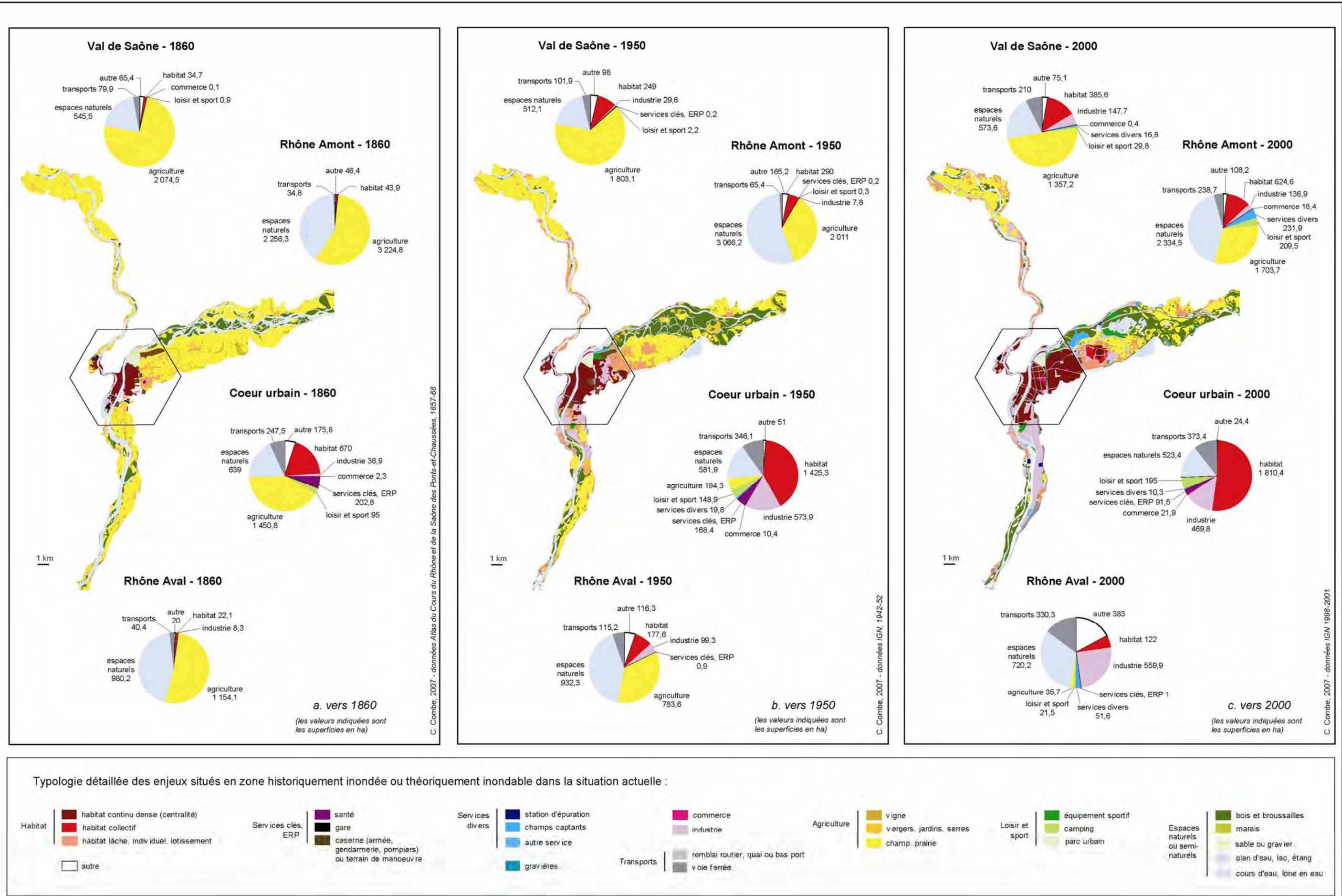


Fig. 45. Synthèse de l'évolution des enjeux de l'inondation dans le « Y lyonnais » depuis 150 ans.

Chapitre 2

De l'aléa hydrologique au sein du « Y lyonnais »

Pour étudier le risque d'inondation dans la région lyonnaise, il convient à présent d'analyser et de comprendre l'aléa hydrologique à l'origine des débordements : quelle est l'évolution des crues lyonnaises, leur durée, leur intensité, leur fréquence et leur saisonnalité ? A quel type de crue est-on confronté dans le Y lyonnais, et quelles sont les conditions de formation des débits les plus forts ? Une crue aussi forte, voire plus importante encore que celles qu'ont provoqué les terribles inondations de 1840 et 1856 est-elle encore possible, et dans quelle mesure ces événements sont-ils exceptionnels comparés aux autres crues survenues depuis ?

Quelles sont, sur chacun des tronçons, les périodes de l'année où le risque de voir une crue se produire est le plus fort, et y a-t-il une évolution selon les périodes considérées ? Cela varie-t-il selon que l'on considère l'ensemble des crues ou seulement les événements les plus importants ?

Quel est le rôle des affluents dans la formation des crues du Rhône, en particulier l'Ain et la Saône dont les bassins versants représentent une part notable de l'aire de contribution du Y lyonnais ? Qu'en est-il du risque de concomitance d'une crue du Rhône avec celle de ses affluents, et quelle est la contribution relative de ces derniers à l'augmentation du maximum rhodanien ? C'est-à-dire, quelle est la probabilité d'une conjonction du flot du Rhône et de celui des affluents qui pourrait causer une crue exceptionnelle à Lyon ?

Quelle est la fréquence annuelle des crues, et comment se répartissent les crues historiques les plus fortes ? Notamment, est-ce que la survenue de chaque débit caractéristique est à peu près régulière –on imagine d'emblée que la situation doit être bien plus complexe– ou peut-on au contraire dégager des périodes de crise et des périodes d'accalmie ? Le cas échéant, comment expliquer les évolutions décelées : est-ce seulement le fait d'alternance de périodes plus ou moins pluvieuses - on s'attend en particulier à dénombrer plus de crues au XIXe siècle, liées aux dernières manifestations du Petit Age Glaciaire-, ou peut-on démontrer une influence des actions anthropiques, en particulier une artificialisation des conditions d'écoulement des crues par les barrages, qui en modifierait la puissance ? Plus largement, quel est l'effet de l'artificialisation du régime sur les crues ?

Méthodologie

Pour répondre à ces questions, nous avons repris l'apport essentiel des travaux fondateurs de M. Pardé (1925, 1928a et b, 1942) et de H. Vivian (1977, 1984), ainsi que les compléments apportés par le bureau d'étude Safège dans le cadre du volet hydrologie réalisé pour l'étude globale pour une stratégie de réduction des crues du Rhône (2001). Il nous a semblé pertinent de **considérer l'hydrologie des crues sur l'ensemble de notre période d'étude, depuis 1840**. La période 1840-1920 a été magistralement observée et analysée par Maurice Pardé, qui a rassemblé l'essentiel des observations hydrométriques

journalières du Service Navigation. Nous disposons par ailleurs des données annuelles de la Compagnie Nationale du Rhône depuis 1920 et des données rassemblées dans la cadre de l'Etude Globale Rhône. La première étape a donc consisté à recenser sur chacune des trois branches hydrologiques les données concernant toutes les crues observées aux différentes stations, en relevant leur débit maximum instantané, leur hauteur maximum ainsi que le mois, voire le jour d'occurrence de ces maxima.

Il nous a d'abord fallu faire le point sur les données disponibles aux différentes stations limnimétriques (fig. 46), et évaluer la faisabilité d'**obtenir un échantillon homogène pour chacun des tronçons du « Y lyonnais »**. En effet, en 165 ans, la localisation exacte des stations de référence a varié à plusieurs reprises, et chaque station n'a fonctionné que sur une partie seulement de la période totale considérée, ayant souvent été remplacée au moins une fois par une autre située à proximité, suite à des travaux (en particulier la destruction des anciens ponts), à un changement de gestionnaire (lors de la concession d'une grande partie du « Y lyonnais » à la CNR, ou depuis la création de la DIREN en 1992), ou encore dans le cadre de la modernisation des techniques de mesure. Cela pose donc la question de savoir si les données obtenues aux différentes stations sur un même tronçon valent pour l'ensemble du secteur considéré, autrement dit si l'on peut assimiler les différentes données à un seul point caractéristique sur chacune des trois branches du Y lyonnais.



Fig. 46. Localisation des stations limnimétriques du « Y lyonnais »

- Pour les valeurs de débits maxima instantanés, l'opération peut se faire sans grand risque de décalage, car les conditions sont quasiment les mêmes entre les différents points de mesure : la superficie du bassin versant varie très peu, puisqu'il n'y a aucun affluent notable, et le champ d'inondation y est très réduit. D'ailleurs, la CNR elle-même assimile les débits mesurés au Pont Poincaré, au Pont Morand et à Perrache sur le Rhône amont, et ceux estimés à Ternay et Givors sur la partie aval du fleuve.

La même chose peut se faire pour les débits donnés à Trévoux et Couzon, car les valeurs à Trévoux sont données à l'aval du confluent de l'Azergues.

- Pour les hauteurs en revanche, la vigilance est de mise car elles ne valent qu'au dessus du zéro d'une échelle donnée. Nous avons donc veillé à ne garder que les hauteurs au Pont Morand et au Pont de Givors sur le Rhône, et fait le choix de distinguer les hauteurs au Pont de Trévoux de celles mesurées à l'écluse de Couzon aval.

Nous avons ensuite évalué l'exhaustivité de l'échantillon obtenu : jusqu'en 1920, M. Pardé a recensé toutes les crues supérieures à 4 m au Pont Morand, 5 m à Givors et 3 m à Trévoux, ce qui aboutit à l'inventaire de toutes les crues supérieures au débit d'une crue biennale actuelle. Par contre, pour la période contemporaine, les données dont nous disposons ne sont, à quelques exceptions près, que des valeurs maxima annuelles. Recenser toutes les crues à partir des données journalières est un travail titanesque, d'autant plus que les chroniques disponibles sont des chroniques de hauteurs et non de débits. L'estimation de ces derniers à partir des hauteurs d'eau est compliquée par la très grande variabilité du fond du lit au cours de la période, qui empêche d'appliquer la courbe de tarage actuelle. Reprendre les courbes de M. Pardé et celles de la CNR dépasse le cadre du présent travail et suppose des connaissances en hydraulique qui ne relèvent pas de nos compétences. Nous avons donc fait le choix de ne conserver que les **maxima annuels de toute la période, soit un échantillon de 166 crues**. Ce choix d'échantillonnage permet par ailleurs de s'affranchir de la difficulté de différencier des épisodes très rapprochés, tâche parfois hasardeuse en particulier sur la Saône, car une seule crue complexe peut être très longue et comporter plusieurs pointes qui correspondent pourtant toutes au même événement.

Par ailleurs, nous avons **isolé les épisodes les plus forts** des autres crues annuelles, à savoir les crues au débit supérieur à celui de la crue décennale actuelle ou ayant dépassé une certaine hauteur caractéristique aux différentes échelles, selon les critères définis par M. Pardé (Pardé, 1925) à savoir : 5 m au Pont Morand, 5,5 m à Givors, et 5,5 m à Trévoux, auxquelles nous avons ajouté 7,5 m à Couzon. Nous verrons plus loin que les hauteurs atteintes par un même débit ont souvent varié au cours de la période, à cause notamment de l'évolution du talweg. Du point de vue du risque d'inondation, cet aspect est nécessairement à prendre en compte puisque c'est évidemment la hauteur atteinte par une crue qui détermine l'importance des débordements. Au final, on obtient pour chaque station un échantillon d'une trentaine de crues, soit environ le cinquième de notre échantillon global.

Nous avons également constitué une variante du groupe des crues les plus fortes qui ne se limite pas au maximum annuel mais tient compte de toutes les crues importantes connues. En effet, les pics de crue qui ont été dépassés par un événement supérieur au cours d'une même année se trouvent gommés dans le premier échantillonnage¹.

A partir de ces échantillons, nous avons pu **analyser les fréquences saisonnière et annuelle des crues en cherchant à dégager les évolutions décelables**. Pour évaluer les crues historiques en termes de période de retour, nous avons repris les valeurs de débits caractéristiques calculées par la CNR dans le cadre de l'étude d'aléa menée sur le territoire du Grand Lyon en vue du PPRI. Ces débits caractéristiques sont ceux utilisées à l'heure

¹ Ce cas de figure existe pour les années suivantes :

- sur le Rhône amont : 1840 (oct. et nov.), 1852 (août et nov.), 1856 (mi-mai et fin mai), 1875 (janv. et août), 1896 (mars et sept.)
- sur la Saône : 1856 (mi-mai et fin mai), 1896 (mars et nov.), 1910 (janv. et dec.)
- sur le Rhône aval : 1856 (mi-mai et juin), 1896 (mars et nov.), 1910 (janvier et déc.), 1923 (nov. et dec.)

actuelle par les services gestionnaires ; ils ont été calculés avec la méthode de Gumbel sur la base des données observées à Couzon de 1920 à 2001, au pont Morand de 1900 à 2001 et à Ternay de 1895-2001. Concernant la puissance des crues, il était intéressant d'étudier la **répartition des débits caractéristiques sur la période et l'évolution des hauteurs maxima** atteintes par un débit donné. Il s'agit ensuite de rechercher les facteurs d'explication possible des éventuelles variations. Pour ce faire, nous avons procédé à une analyse critique de la littérature existante¹. L'analyse des facteurs d'évolution du régime fait l'objet d'un chapitre à part entière, au terme de cette partie consacrée à l'analyse du risque actuel à la lumière des évolutions décelables.

I. Les crues du Y lyonnais : un régime complexe

Entre Loyettes et Givors, soit 45 km, le Rhône voit la superficie de son bassin versant tripler (tab. 9) suite aux apports successifs de deux de ses affluents majeurs que sont l'Ain (3 670 km²) et la Saône (29 908 km²) ; la taille du bassin passe ainsi en quelques dizaines de kilomètres de 15 380 km² à Lagnieu, en amont du confluent de l'Ain, à 20 300 km² à Lyon puis 50 560 km² à Ternay-Givors². A la sortie du « Y lyonnais », les surfaces drainées représentent ainsi la moitié du bassin versant total du Rhône (95 590 km² à Beaucaire, en amont du delta), soit 1/10^e du territoire métropolitain, et le fleuve a subi une très nette complexification de son régime qui s'explique par la diversité des régions traversées.

Cours d'eau	Superficie du bassin versant (km ²)
Rhône du Léman à Lyon	12 500
Rhône à Lagnieu	15 380
Ain	3 670
Rhône à Perrache	20 300
Saône	29 908
Rhône à Ternay	50 560
Rhône à Beaucaire	95 590

Tab. 9. Superficie du bassin du Rhône et contribution des affluents.

Les apports de l'Ain et de la Saône, qui ont tous deux un régime à dominante pluviale, transforment notablement le régime alpestre du Rhône supérieur (Pardé, 1925). L'Ain apporte en effet 40% des surfaces comprises entre le Léman et Lyon (3 670 km² sur un total de 12 500 km²) puis, une trentaine de kilomètres plus en aval, la Saône multiplie la superficie totale du bassin versant par 2,5 (*ibid.*). L'hydrologie du Y lyonnais est donc marquée par un basculement du régime alpestre vers le régime pluvial.

La situation géographique de l'aire de contribution du fleuve fonde la complexité du régime des crues du « Y lyonnais ». A Lyon en effet se superposent à la fois les reliquats de l'influence alpestre, l'influence pluviale océanique, qui domine, et le début de l'influence méditerranéenne, qui peut parfois remonter jusqu'à l'Ain et à la Saône (Pardé, 1925). Si l'influence océanique est à l'origine de la majorité des crues notables, l'influence

¹ Parmi les sources les plus riches d'informations, citons les travaux de M. Pardé (1925, 1928, 1942), l'Etude Globale du Rhône (2001, 2002), et les études hydrauliques réalisées dans le cadre de chaque aménagement.

² Ces chiffres correspondent aux valeurs données par l'Etude Globale Rhône (IRS, 2001).

méditerranéenne joue un rôle dans la formation de certains événements forts : à elle seule, elle ne peut donner à Lyon que des crues de faible importance, mais elle peut en revanche venir gonfler le flot d'un épisode océanique et en accélérer la course, et contribue souvent à la formation des crues les plus fortes (IRS, 2001). L'influence nivale est quant à elle trop atténuée pour susciter une crue à elle seule. En revanche, elle peut venir grossir une crue océanique tardive (*ibid.*).

Finalement, les lyonnais connaissent quatre type de crues (Pardé, 1925 ; IRS, 2001):

- Les crues océaniques, les plus nombreuses et les plus puissantes, sont provoquées par des précipitations régulières et abondantes de saison froide amenées par les vents d'ouest.
- Les crues cévenoles sont causées par des pluies diluviennes de début d'automne sur le rebord oriental du Massif Central, elles affectent les petits affluents de rive droite de la Saône inférieure et du Rhône aval.
- Les crues méditerranéennes résultent quant à elles de pluies d'automne plus tardives que les orages cévenols, mais tout aussi brutales, amenées par des vents de sud et de sud-est qui peuvent remonter jusqu'à l'Ain et à la Saône.
- L'enchaînement ou même la superposition d'épisodes océaniques et méditerranéens provoquent des crues généralisées, souvent les plus terribles, qui combinent la puissance des crues océaniques et la violence des crues méditerranéennes et cévenoles.

Sur ces bases communes, compte tenu de la configuration du réseau hydrographique, les caractéristiques des crues lyonnaises varient selon les secteurs. On peut ainsi distinguer trois tronçons : le Rhône amont après l'Ain et avant la Saône, la Saône inférieure de Trévoux à la confluence, et le Rhône aval après la Saône jusqu'à Givors. Voyons plus en détail ce qu'il en est de l'hydrologie des crues sur ces trois secteurs.

II. Le Rhône amont

II.1. La prédominance des crues de plaine de saison froide

Dès la confluence avec l'Ain, le régime du Rhône supérieur est fortement transformé par l'affluent jurassien, à dominante pluvio-nivale, dont on a vu que le bassin versant représente 40% des surfaces comprises entre le Léman et Lyon. Les altitudes élevées et l'orientation nord-sud du relief provoquent la chute de pluies abondantes qui font basculer le Rhône après l'Ain vers un régime pluvial. Si l'influence nivale reste perceptible, elle est atténuée par rapport au Rhône alpestre et se manifeste bien plus par un soutien du débit de base de saison froide, qui confère au fleuve une forte abondance spécifique, que par une contribution franche à la formation des débits de pointe. Autrement dit, les débits de fonte ne suffisent plus à générer une crue à eux seuls, et le régime de crues d'automne et d'hiver, dues au passage de perturbations océaniques, tend à devenir prépondérant.

L'analyse de la fréquence saisonnière des crues maxima annuelles depuis 165 ans (tab. 10) montre nettement la prédominance des crues de saison froide : les trois quarts des crues se produisent d'octobre à mars. Il ressort deux périodes pendant lesquelles le risque d'occurrence d'une crue est le plus fort : la fin de l'automne, aux mois de novembre et décembre, et la fin de l'hiver, en février et mars.

Cette répartition est la même si l'on ne considère que les crues les plus fortes (tab. 11). L'observation des trente principaux événements, soit environ le cinquième de notre échantillon, confirme la suprématie des crues de saison froide. La période de plus grande occurrence des crues moyennes à fortes se concentre de novembre à février (60% des événements), ce qui n'exclut pas de très rares mais néanmoins graves inondations à la fin du printemps, à l'instar de la terrible catastrophe de mai-juin 1856, environ cent-cinquantennale, ainsi que des crues déjà importantes en août et septembre, comme par exemple les crues trentennales de 1851 et 1852. Cependant, ce phénomène ne s'est plus produit depuis 1896 : aucune des crues moyennes ou fortes survenues depuis la fin du XIXe siècle ne s'est produite en saison chaude. Plus largement, on remarque une diminution de moitié des crues maxima annuelles de juin depuis 25 ans (tab. 12b), qui correspond à une période plus sèche sur le plan climatique. Enfin, deux mois beaucoup plus calmes ressortent, pendant lesquels aucun maximum annuel important ne s'est jamais produit : avril et juillet.

II.2. Des crues d'allure torrentielle fortement influencées par l'Ain

Le Rhône amont à partir de l'Ain connaît ainsi essentiellement des crues de plaine, de saison froide, souvent liées à des pluies de longue durée dues au blocage d'une perturbation océanique sur le continent, ainsi que des crues générales, qui combinent les influences océaniques et méditerranéennes. L'Etude Globale Rhône précise que les trois quarts des crues importantes à Perrache sont des crues océaniques, le quart restant correspondant à des crues générales (Safège, 2001). L'exiguïté du bassin (12 500 km² en aval du Léman, dont Pardé a montré que seulement 11 000 km² participent à l'élaboration de crues du fait de l'altitude élevée des 1500 km² restant) ne permet pas une grande variété de distribution des pluies, si bien que toutes les crues, quelque soit leur type, ont sensiblement la même évolution (Pardé, 1925), contrairement à ce qu'on peut observer sur les deux autres tronçons du « Y. lyonnais »

L'Ain a une influence décisive dans la formation et l'évolution des crues lyonnaises : sur l'essentiel de son cours, il s'encaisse dans une vallée étroite et en forte pente, ce qui induit un temps de concentration très court, phénomène accentué par le caractère évolué du réseau karstique souterrain. La rivière transmet donc très rapidement au Rhône la quasi-totalité de son débit de pointe, dont l'importance relative égale, voire excède, dans les grandes inondations, le flot du Rhône à Sault-Brénaz, et vient ainsi rajeunir la crue du Rhône : le pic de crue au Pont Morand est « plus pointu et plus précoce que le maximum au Sault » (Pardé, 1931 *in* Bravard, 1985, p. 198). Neuf fois sur dix, l'Ain est en crue lorsque le Rhône monte, et la concomitance des deux flots est moyenne ou parfaite 80% du temps (Safège, 2001). En 1925, M. Pardé a estimé que la pointe de la rivière se déversait au Rhône six heures avant l'arrivée du pic de ce dernier (Pardé, 1925) ; mais cet écart doit très probablement être revu à la baisse du fait de l'accélération du temps de transit des masses d'eau sur le Haut-Rhône en particulier du fait de l'impact des barrages CNR, comme nous le verrons dans le quatrième chapitre de cette partie. Nous n'avons pas connaissance d'une étude réactualisant cette valeur. L'Etude Globale n'apporte pas de réponse sur ce point. En effet, la question du risque de concomitance du pic de crue du Rhône et de ses affluents a été étudiée dans le cadre du volet hydrologie à partir de l'observation des crues historiques (Safège, 2001) ; l'analyse ne peut donc pas rendre compte d'une augmentation du risque de concomitance puisque cette évolution, si elle est avérée comme de nombreux indices semblent le confirmer¹, est récente et n'a donc pas encore été matérialisée par les

¹ Nous verrons au Chap. 4, point II. 3 que la CNR elle-même reconnaît que le temps de montée de la crue est plus rapide.

événements, puisque peu de crues importantes sont survenues depuis ¹. Dans le cadre du volet hydraulique de l'Etude Globale, la CNR a modélisé la propagation de la crue dans la situation actuelle et tient compte de l'apport des affluents en termes de débits, mais les scénarios hydrologiques utilisés sont basés sur l'observation des crues historiques (CNR, 2001).

La crue peut être double lorsqu'un deuxième flot de l'Ain coïncide avec la pointe du Rhône. Les crues fortes à Lyon résultent soit de la combinaison d'une forte crue de l'Ain et d'une crue moyenne du Rhône supérieur, soit d'une forte crue du Rhône supérieur soutenue par une crue faible de l'affluent jurassien. Ainsi, comme l'a souligné J.-P. Bravard à partir des données de Agard (Agard, 1968 *in* Bravard, 1985, p. 197), l'importance de 13 des 14 plus grandes crues connues à Lyon est due à l'apport de l'Ain (fig. 47).

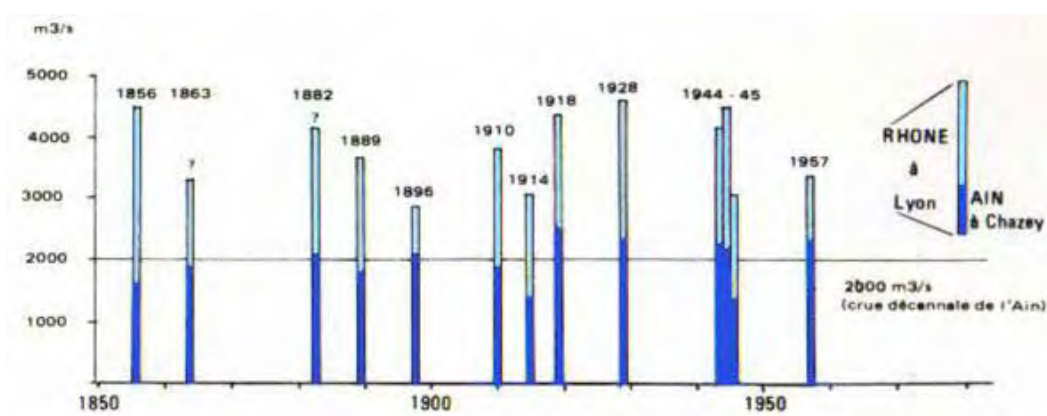


Fig. 47. Part contributive de l'Ain dans la formation des 14 plus fortes crues du Rhône depuis 1850

(source : Bravard, 1985 d'après Agard, 1968, modifié).

Les crues à Lyon sont donc toutes d'allure torrentielle et les hydrogrammes, de forme aplatie à Sault-Brénaz, y présentent une forme aigüe. On sait depuis les travaux fondateurs de M. Pardé que la durée moyenne de la montée à Lyon est de deux jours et demi, tandis que la décrue s'étale sur plusieurs jours, portant la durée moyenne d'une crue à une semaine.

II.3. Un fleuve impétueux sur l'ensemble de la période, mais une absence de crue forte depuis 1957

Voyons à présent ce qu'il en est de la puissance des crues du Rhône à Lyon, et intéressons nous à la fréquence annuelle des crues depuis plus d'un siècle et demi (cf. fig. 48) : quelle est l'ampleur des débits caractéristiques, et quelle a été l'occurrence de ces derniers au cours de notre période ?

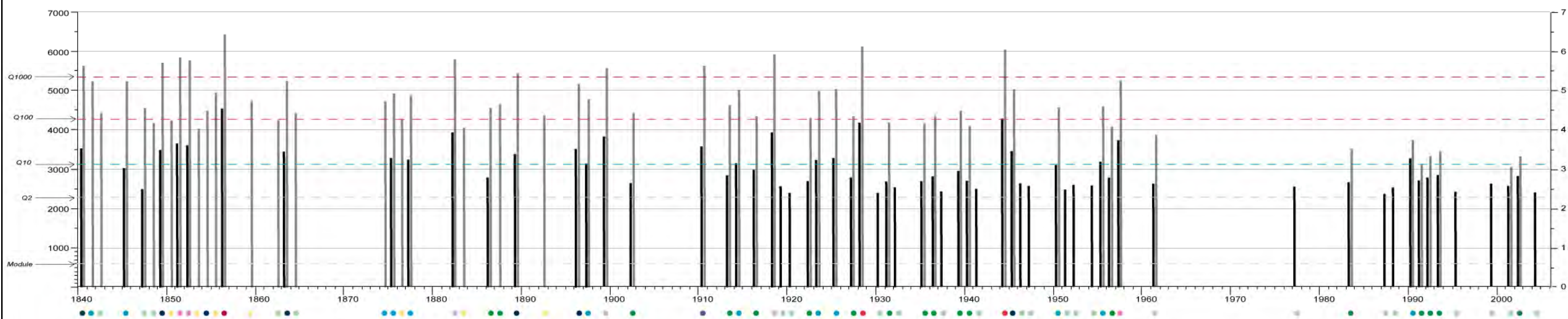
La crue record (tab. 13) observée sur le Rhône amont est le célèbre épisode de mai-juin 1856, dont le maximum s'est produit le 31 mai : un débit maximum instantané de 4500 m³/s, soit sept fois et demi le module, et un débit spécifique de 220 l/s/km², ce qui équivaut à une crue plus que cent-cinquantennale. Le niveau des eaux au Pont Morand a alors atteint 6,25 m au-dessus du zéro de l'échelle, hauteur inégalée depuis, et serait même

¹ Rappelons que l'aménagement hydroélectrique du Haut-Rhône a été réalisé de 1979 à 1986

Crues maxima annuelles dépassant 2300 m³/s (valeur actuelle de Q2) à Perrache ou dépassant 4 mètres au Pont Morand (1840-2005)

Débit maximum instantané (m³/s)

Hauteur max sur le zéro de l'échelle (m)



■ Débit maximum instantané (m³/s)
■ Hauteur max sur le zéro de l'échelle (m)

Période de retour de chaque événement
estimée à partir des débits caractéristiques calculés par la CNR
(méthode de Gumbel ; Qxi annuels 1900-2001)

- >Q1000
- env. Q 150
- env. Q100
- env. Q70
- entre Q50 et Q70
- env. Q50
- env. Q30
- env. Q20
- entre Q10 et Q20
- env. Q10
- env. Q5
- env. Q2

Débits maximum instantanés caractéristiques et hauteurs modélisées au Pont Morand
données et calculs de la CNR (2003) -
méthode de Gumbel, Qxi annuels 1900-2001

Q1000	5310 m ³ /s	6,15 m
Q 500	4960 m ³ /s	5,8 m
Q 200	4575 m ³ /s	5,50 m
Q 150	4450 m ³ /s	5,35 m
Q100	4230 m ³ /s	5,15 m
Q70	4070 m ³ /s	4,95 m
Q50	3925 m ³ /s	4,80 m
Q30	3650 m ³ /s	4,50 m
Q20	3500 m ³ /s	4,33 m
Q10	3120 m ³ /s	3,80 m
Q5	2830 m ³ /s	3,57 m
Q2	2300 m ³ /s	2,9 m
Module	598 m ³ /s	

Fig. 48. Crues maxima annuelles (1840-2005) et crues caractéristiques au pont Morand.

probablement monté à 6,4 m sans la rupture de la digue de Brotteaux, survenue le 31 mai à 1 h. Hauteur d'autant plus impressionnante que la montée fut fulgurante : 3,2 m 24 heures le 30, soit près de 0,15 m/h.

Le Rhône amont se caractérise par une forte abondance spécifique : le module interannuel à Perrache, pour la période 1920-2005, est de 598 m³/s, soit un débit spécifique de 29,5 l/s/km², tandis que le débit spécifique de référence d'étiage est de 13,4 l/s/km², soit 46% du module. Le rapport entre le débit caractéristique d'étiage (quinquennale sèche) et le débit de la crue biennale et de 1 à 8,4, il est de 1 à 16,4 entre le débit caractéristique d'étiage et le débit record de 1856.

Le débit centennal calculé par la CNR avec la méthode de Gumbel, pour la période 1900-2002, est de 4230 m³/s, soit un débit spécifique de 207 l/s/km², environ sept fois le module interannuel. Trois crues ont atteint ou dépassé cette puissance depuis 1840 : la crue cent-cinquantennale de 1856, et les crues centennales de 1928 et 1944. Par ordre d'importance viennent ensuite trois crues qui ont roulé un débit maximum instantané environ cinquantennal, en 1882, 1899 et 1918, et deux crues trentennales à un siècle d'intervalle, en 1851 et 1957, et enfin une dizaine de crues vicennales, dont la dernière remonte à 1945.

L'étude de la fréquence annuelle des crues du Rhône amont confirme donc la réputation d'impétuosité du Rhône : depuis 1840, on dénombre une vingtaine de crues au moins vicennales, dont le débit de pointe a dépassé de six à sept fois et demi le module, et plus d'une trentaine de crues au moins décennales (qui ont multiplié le module par cinq au moins). Mais, hormis une crue décennale en 1990, tous ces événements se sont produits avant la fin des années 1950. Autrement dit, alors qu'il s'est produit une crue supérieure ou égale à Q10 plus d'une année sur quatre jusqu'en 1957, une crue au moins vicennale presque tous les 6 ans et une crue exceptionnelle tous les quarante ans, les cinquante dernières années ont connu une accalmie quasi-totale, avec une seule crue décennale en 1990. Cette particularité du Rhône dans le « Y lyonnais » pose question. En effet, la plupart des régions européennes, et en particulier l'Arc Alpin, ont connu une recrudescence des crues fortes depuis le début des années 1990, y compris le Rhône lui-même en amont et en aval de Lyon. Deux hypothèses peuvent être avancées ; la première est celle du rôle régulateur du barrage de Vouglans, qui aurait écrêté les crues de l'Ain, dont on a vu le rôle déterminant dans la formation des fortes crues à Lyon. Le débit de pointe de la crue de 1990 a d'ailleurs été laminé de 700 m³/s grâce à cet ouvrage, ce qui en a fait une crue décennale à Lyon au lieu d'une crue cinquantennale (Safège, 2001). Malgré cela, comme nous le verrons plus loin, EDF ne reconnaît pas la vocation d'écrêtement du barrage de Vouglans. Deuxièmement, on ne peut pas exclure un comportement hydroclimatique particulier de cette partie des Alpes qui expliquerait l'absence d'événement important non pas du fait des impacts anthropiques mais du fait des variations climatiques.

a. 1840-1919 (80 ans)

MOIS	COUZON		PERRACHE		TERNAY	
		%		%		%
janv	9	14,3	4	8,0	6	16,2
févr	12	19,0	7	14,0	4	10,8
mars	8	12,7	5	10,0	6	16,2
avr	8	12,7	5	10,0	4	10,8
mai	3	4,8	1	2,0	1	2,7
juin	1	1,6	2	4,0	2	5,4
juil	1	1,6	0	0,0	0	0,0
août	0	0,0	4	8,0	2	5,4
sept	1	1,6	1	2,0	0	0,0
oct	2	3,2	4	8,0	1	2,7
nov	5	7,9	6	12,0	4	10,8
déc	13	20,6	11	22,0	7	18,9
TOTAL	63	100,0	50	100,0	37	100,0

b. 1920-2005 (86 ans)

MOIS	COUZON		PERRACHE		TERNAY	
		%		%		%
janv	20	23,3	8	9,3	15	17,4
févr	14	16,3	14	16,3	16	18,6
mars	10	11,6	12	14,0	11	12,8
avr	6	7,0	4	4,7	5	5,8
mai	6	7,0	5	5,8	4	4,7
juin	3	3,5	6	7,0	3	3,5
juil	0	0,0	2	2,3	1	1,2
août	0	0,0	1	1,2	0	0,0
sept	1	1,2	5	5,8	2	2,3
oct	3	3,5	5	5,8	1	1,2
nov	10	11,6	13	15,1	12	14,0
déc	13	15,1	11	12,8	16	18,6
TOTAL	86	100,0	86	100,0	86	100,0

c. 1840-2005 (166 ans)

MOIS	COUZON		PERRACHE		TERNAY	
		%		%		%
janv	29	19,5	12	8,8	21	17,1
févr	26	17,4	21	15,4	20	16,3
mars	18	12,1	17	12,5	17	13,8
avr	14	9,4	9	6,6	9	7,3
mai	9	6,0	6	4,4	5	4,1
juin	4	2,7	8	5,9	5	4,1
juil	1	0,7	2	1,5	1	0,8
août	0	0,0	5	3,7	2	1,6
sept	2	1,3	6	4,4	2	1,6
oct	5	3,4	9	6,6	2	1,6
nov	15	10,1	19	14,0	16	13,0
déc	26	17,4	22	16,2	23	18,7
TOTAL	149	100,0	136	100,0	123	100,0

Tab. 10. Fréquence saisonnière des crues maxima annuelles aux stations de Couzon, Perrache et Ternay : a. (1840-1919), b. (1920-2005), c. (1840-2005).

(source : Pardé, 1925 et 1942, données CNR)

MOIS	COUZON		PERRACHE		TERNAY	
	Nb de crue	%	Nb de crue	%	Nb de crue	%
janv	8	27	4	13	7	23
févr	3	10	5	17	4	13
mars	7	23	2	7	4	13
avr	0	0	0	0	0	0
mai	1	3	2	7	2	6
juin	2	7	1	3	1	3
juil	0	0	0	0	0	0
août	0	0	3	10	1	3
sept	0	0	2	7	0	0
oct	1	3	2	7	2	6
nov	3	10	4	13	6	19
déc	5	17	5	17	4	13
TOTAL	30	100	30	100	31	100

Tab. 11. Fréquence saisonnière des 30 crues les plus fortes à Couzon, Perrache et Ternay (1840-2005)

(source : Pardé, 1925 et 1942, données CNR)

a	PERRACHE 1980-2005		PERRACHE 1920-1979		PERRACHE 1840-1979	
	%		%		%	
MOIS						
janv	4	15,4	4	6,7	8	7,3
févr	5	19,2	9	15,0	16	14,5
mars	2	7,7	10	16,7	15	13,6
avr	2	7,7	2	3,3	7	6,4
mai	2	7,7	3	5,0	4	3,6
juin	1	3,8	5	8,3	7	6,4
juil	1	3,8	1	1,7	1	0,9
août	0	0,0	1	1,7	5	4,5
sept	0	0,0	5	8,3	6	5,5
oct	3	11,5	2	3,3	6	5,5
nov	3	11,5	10	16,7	16	14,5
déc	3	11,5	8	13,3	19	17,3
TOTAL	26	100,0	60	100,0	110	100,0

b	COUZON 1980-2005		COUZON 1920-1979		COUZON 1840-1979	
	%		%		%	
MOIS						
janv	6	23,1	14	23,3	23	18,7
févr	4	15,4	10	16,7	22	17,9
mars	2	7,7	8	13,3	16	13,0
avr	3	11,5	3	5,0	11	8,9
mai	3	11,5	3	5,0	6	4,9
juin	2	7,7	1	1,7	2	1,6
juil	0	0,0	0	0,0	1	0,8
août	0	0,0	0	0,0	0	0,0
sept	0	0,0	1	1,7	2	1,6
oct	2	7,7	1	1,7	3	2,4
nov	1	3,8	9	15,0	14	11,4
déc	3	11,5	10	16,7	23	18,7
TOTAL	26	100,0	60	100,0	123	100,0

c	TERNAY 1980-2005		TERNAY 1920-1979		TERNAY 1840-1979	
	%		%		%	
MOIS						
janv	4	15,4	11	18,3	17	17,5
févr	6	23,1	10	16,7	14	14,4
mars	2	7,7	9	15,0	15	15,5
avr	3	11,5	2	3,3	6	6,2
mai	2	7,7	2	3,3	3	3,1
juin	1	3,8	2	3,3	4	4,1
juil	0	0,0	1	1,7	1	1,0
août	0	0,0	0	0,0	2	2,1
sept	0	0,0	2	3,3	2	2,1
oct	1	3,8	0	0,0	1	1,0
nov	3	11,5	9	15,0	13	13,4
déc	4	15,4	12	20,0	19	19,6
TOTAL	26	100,0	60	100,0	97	100,0

Tab. 12. Evolution de la fréquence saisonnière des crues les plus fortes ces 25 dernières années par rapport aux périodes 1840-1920 et 1920-1979 :
a. Perrache, b. Couzon, c. Ternay

	COUZON		PERRACHE		TERNAY	
	1er max	2° max	1er max	2° max	1er max	2° max
date	nov 1840	janv. 1955	31 mai 1856	nov. 1944	1er juin 1856	nov. 1840
Qxi	4300	2823	4500	4250	6000	>4500
T Qxi	>Q1000	env. Q70	env. Q150	env. Q100	env. Q125	env. Q50
q	143,81	94,21	220,59	208,33	116,73	107
h max	12,01	9,24	6,25	6,02	6,61	6,8
h max ss rupt			6,4		7,25	6,25

Tab. 13. Caractéristiques hydrologiques des deux plus fortes crues connues à chaque station.

	COUZON	PERRACHE	TERNAY
T max connue	>Q1000	Q150	Q125
>Q100	1	1	1
env. Q100	0	2	0
env. Q70	2	0	0
env. Q50	0	2	1
entre Q30 et Q50	2	1	1
env. Q30	3	1	3
env. Q20	4	7	7
entre Q10 et Q20	3	1	2
env. Q10	8	13	9
Total >= Q10	23	28	24

Tab. 14. Dénombrement des 30 crues historiques les plus fortes à Couzon, Perrache et Ternay en fonction de leur période de retour.

III. La Saône de Trévoux au confluent

Avec un bassin versant de 29 907 km², la Saône est une rivière de plaine qui draine à l'est une partie des Vosges et le Jura, à l'ouest le rebord oriental du massif central et, dans sa partie centrale, la plaine bressane, dans laquelle elle s'écoule selon une direction nord-sud. Jusqu'à Anse, la plaine est extrêmement large et présente une déclivité particulièrement faible : la pente moyenne à partir de Verdun-sur-le-Doubs est de 6 cm/km (1cm/km entre Verdun-sur-le-Doubs et Mâcon, puis 11 cm/km de Mâcon à Anse). « L'horizontalité du lit majeur », selon l'expression de L. Astrade, s'interrompt à l'entrée du Y lyonnais : de 170 m à Anse, les altitudes s'abaissent de façon significative à 168 m à Trévoux, 167 m à Neuville et 164 m à Lyon, tandis que la pente moyenne de la Saône entre Anse et Lyon est de 21 cm/km.

III.1. Des crues d'hiver très marquées, mais qui tendent à devenir plus tardives

La Saône inférieure présente un régime de crues d'hiver très marquées, dues à la réaction du bassin versant au passage de perturbations océaniques. Pardé souligne ainsi la « suprématie éclatante des crues de saison froide », qui se vérifie sur l'ensemble de notre période d'étude. De 1840 à 2005, 85 % des crues maxima annuelles se sont écoulées entre novembre et avril (tab. 10), avec trois mois d'hiver pendant lesquels les crues sont les plus nombreuses : la moitié du temps, la crue maximale annuelle survient entre décembre et février. Les six mois de saison chaude regroupent pour leur part moins du sixième des crues (14,1 %), dont près de la moitié en mai. Le risque de crue est donc très faible de juin à octobre, et quasiment nul de juillet à septembre (3 crues pendant l'été en 166 ans). Par contre, il semblerait que la fréquence mensuelle des crues maxima annuelles ait évolué depuis le début des années 1980 : les crues tardives tendraient en effet à devenir plus fréquentes, fait déjà souligné par L. Astrade en 1996, et qui semble confirmé par l'analyse des crues de la dernière décennie. Il faut y voir l'effet du glissement des précipitations de l'automne au printemps et de l'altération du dispositif pluvio-orageux d'été qui intensifie l'influence océanique (Pagney, 1988).

Si l'on isole les vingt-cinq dernières années de notre échantillon (tab. 12b), on remarque en effet que 30 % des crues sont survenues d'avril à juin, soit près du double par rapport au reste de la période d'étude. Plus précisément, on dénombre 19 % de crues tardives sur la période 1840-1919, contre seulement près de 12 % pour la période 1920-1979. Les vingt-cinq dernières années contrastent donc encore plus fortement avec la tendance observée durant les soixante années précédentes, puisque la proportion des crues tardives varie presque de 1 à 3. A l'inverse, on peut noter que les crues de mars ont diminué de moitié.

Que dire enfin de la fréquence saisonnière des trente crues les plus fortes (tab. 11) ? Neuf fois sur dix, ce sont des crues de saison froide, survenues la moitié du temps en janvier ou en mars. En revanche, les trois débits de pointe écoulés pendant la saison chaude, s'il font figure d'exception, sont loin d'être négligeables puisqu'on les compte parmi les douze crues les plus puissantes : la crue plus que cinquantennale de mai 1856, suivie d'une crue trentennale le mois suivant, et plus récemment la crue vicennale de juin 1983. En saison chaude, ce sont donc les mois de mai et de juin qui présentent un risque de crue

forte, tandis qu'il n'y a jamais eu de crue importante, ou même moyenne en avril, ni de juillet à septembre inclus.

III.2. Lenteur des crues océaniques et rôle des affluents torrentiels de la rive droite

La genèse des crues de la Saône en aval de Trévoux présente une complexité plus grande que sur le cours amont, car les petits affluents de rive droite réagissent aux influences méditerranéennes et cévenoles qui remontent jusqu'à ce point de la vallée. La Saône inférieure est ainsi soumise à trois catégories de crue selon leur origine météorologique (Pardé, 1925) : océaniques, méditerranéennes et cévenoles, et générales, qui présentent chacune des hydrogrammes de formes différentes.

La caractéristique des crues océaniques saconniennes est leur longueur : si la puissance relative du débit de pointe s'atténue vers l'aval, la durée de la crue, à l'inverse, augmente : à Trévoux et à Lyon, la crue monte pendant huit à neuf jours, soit deux jours de plus qu'à Mâcon, et s'étale sur 18 à 20 jours en cas de crue simple. En cas de crue complexe, si plusieurs averses se succèdent à quelques jours d'intervalle, comme en mars 1876 par exemple, les maxima successifs provenant de l'amont ne forment qu'une seule et même pointe à Lyon, mais d'une durée plus longue, pouvant porter la durée de la crue à un mois.

Les crues méditerranéennes et cévenoles ont une évolution toute différente : elles se produisent le plus souvent à l'automne et sont dues à des pluies diluviennes qui viennent gonfler brutalement les affluents de rive droite, en particulier l'Azergues. Or, la pente de cette dernière est très forte ; le temps de concentration n'y est donc que de quelques heures, et l'Azergues transmet alors brutalement son maximum à la Saône, au droit de Trévoux. Ainsi, contrairement aux crues océaniques, les crues méditerranéennes se renforcent d'amont en aval et ont une évolution bien plus rapide que les premières. Néanmoins, elles ne sont pas forcément plus redoutables, puisqu'elles roulent des maxima généralement moins importants que ne le font les crues océaniques.

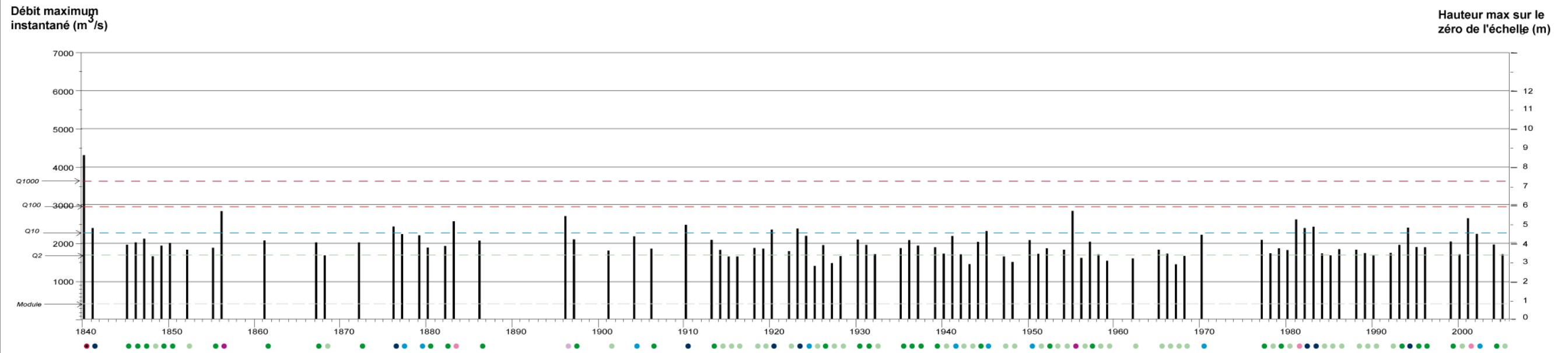
Par voie de conséquence, les crues les plus terribles sont celles qui combinent les caractéristiques des deux types précédemment décrits, à savoir la puissance des maxima océaniques et la contribution brutale des affluents de rive droite, qui viennent gonfler ce maximum. Lors du déluge de novembre 1840, le flot de l'Azergues, et dans une moindre mesure ceux de la Grosne et de la Seille, ont exhaussé le niveau de la crue de 2,5 mètres à Trévoux, portant la hauteur maxima à 8,5 mètres (Pardé, 1925).

III.3. Un affluent généralement tranquille qui peut néanmoins devenir « terrifiant »

III.3.a. Importance du volume écoulé

La plus forte crue connue sur la Saône est celle de novembre 1840 (tab. 13), dont le débit maximum instantané égale presque celui connu sur le Rhône amont en 1856 : 4300 m³/s le 2 novembre selon M. Pardé (Pardé, 1925). Au cours de cet épisode, la Saône a

**Crues maxima annuelles dépassant 1650 m³/s (valeur actuelle de Q2) à Couzon
ou dépassant 5,5 mètres au pont de Trévoux 6 mètres à l'écluse de Couzon aval(1840-2005)**



- Débit maximum instantané (m³/s)
- Hauteur max sur le zéro de l'échelle (m) à Trévoux
- Hauteur max sur le zéro de l'échelle (m) à Couzon

Période de retour de chaque événement
estimée à partir des débits caractéristiques calculés par la CNR (méthode de Gumbel ; Qxi annuels 1900-2001)

- >Q1000
- env. Q 150
- env. Q100
- env. Q70
- entre Q50 et Q70
- env. Q50
- env. Q30
- env. Q20
- entre Q10 et Q20
- env. Q10
- env. Q5
- env. Q2

Débits maximum instantanés caractéristiques et hauteurs modélisées à Couzon
données et calculs de la CNR (2003) - méthode de Gumbel, Qxi annuels 1920-2001

Q1000	3680 m ³ /s	10,60 m
Q 500	3470 m ³ /s	10,15 m
Q 200	3180 m ³ /s	9,60 m
Q 150	3100 m ³ /s	9,40 m
Q100	2970 m ³ /s	9,10 m
Q70	2860 m ³ /s	8,90 m
Q50	2750 m ³ /s	8,70 m
Q30	2525 m ³ /s	8,30 m
Q20	2430 m ³ /s	8 m
Q10	2230 m ³ /s	7,50 m
Q5	2000 m ³ /s	7,03 m
Q2	1650 m ³ /s	6,12 m
Module	433 m ³ /s	

Fig. 49. Crues maxima annuelles (1840-2005) et crues caractéristiques à Trévoux et Couzon.

également atteint des vitesses dignes de celles du Rhône. Quant au volume total écoulé, il fut, du fait de la longueur de l'épisode, nettement supérieur à celui roulé par le Rhône en 1856. On a là une des caractéristiques des crues de l'affluent : des crues longues et puissantes, dues à des pentes extrêmement faibles et au lent ressuyage du vaste champ d'inondation dans lequel s'étale la crue de la Saône en amont de Neuville. D'une manière générale, la Saône en crue déverse au total deux à trois fois plus d'eau que le Rhône. En revanche, le débit spécifique de 1840 ne représente que les deux tiers du maximum rhodanien : près de 144 l/s/km² contre 220 l/s/km², mais ce chiffre semble au contraire extraordinaire si l'on considère qu'il représente dix fois le module de la Saône, alors que le gonflement record du Rhône, pour sa part, n'a multiplié le module du fleuve que par 7,5, ce qui est déjà énorme. L'épisode de novembre 1840 est ainsi plus qu'exceptionnel, il dépasse largement le débit de la crue millénaire estimé par la CNR, selon un ajustement de Gumbel, à 3700 m³/s (soit seulement huit fois et demi le module, et 86% du maximum instantané de 1840), et équivaut à la crue très forte calculée par l'Etude Globale Rhône.

III.3.b. Un régime irrégulier marqué par l'amplitude des extrêmes

La Saône est beaucoup moins abondante que le Rhône amont, car la pluviométrie y est plus faible et le déficit d'écoulement y est très élevé, surtout en été, du fait de l'étendue et de la platitude d'une grande partie du bassin versant (Pardé, 1925). Le module interannuel n'est ainsi que de 433 m³/s à Couzon, c'est-à-dire 14,5 l/s/km², soit deux fois moins que le module spécifique du Rhône à Perrache. Surtout, le régime saonnien se caractérise par une grande irrégularité : le rapport entre le débit caractéristique d'étiage¹ et le débit de la crue biennale est de 1 à plus de 30, il est de 1 à 53,8 entre le débit caractéristique d'étiage et la crue centennale, et de 1 à 78,5 entre le débit d'étiage caractéristique² et le maximum historique de novembre 1840. Ainsi, bien que les débits maximum instantanés des crues de la Saône n'atteignent pas la puissance des gonflements du Rhône, l'amplitude entre les extrêmes est bien plus impressionnant et va à l'encontre de la réputation de tranquillité des inondations de la Saône que lui vaut la lenteur des flots.

Cependant, si le formidable déluge de 1840 démontre que la Saône peut devenir « terrifiante », pour reprendre l'expression de M. Pardé (1925), l'étude de la fréquence annuelle des crues au cours de la période tempère ce constat (tab. 14 et fig. 49). En effet, sur le reste de la période, la rivière a été beaucoup plus calme, et l'on est loin de retrouver autant de crues importantes que sur le Rhône amont : les riverains n'ont jamais vu de crue centennale, et les deux plus forts événements connus sont montés, à un siècle d'intervalle, en mai 1856 et janvier 1955, à un peu plus de 2 800 m³/s, soit un débit spécifique de 94 l/s/km² et six fois et demi le module, ce qui correspond à une période de retour d'environ 70 ans. On compte ensuite une cinquantennale à la fin du XIXe, en novembre 1896, puis trois trentennales (six fois le module) : une en janvier 1883, et deux plus récentes survenues en décembre 1981 et mars 2001. Enfin, on dénombre sept crues environ vicennales et neuf crues décennales, dix si l'on compte le deuxième maxima annuel de mars 1896.

Depuis 1840, hormis l'extrême de cette année-là, il s'est ainsi produit treize crues d'une période de retour de 20 à 70 ans, et 22 crues dépassant ou égalant la crue décennale. Cela revient à une fréquence moyenne d'une crue au moins vicennale - mais ne dépassant pas Q70- tous les douze ans et demi, et d'une crue supérieure ou approchant la décennale tous les sept ans et demi. Les crues importantes sont donc en moyenne moins puissantes et presque moitié moins nombreuses que sur le Rhône amont.

¹ Quinquennale sèche, qui tombe à 1,8 l/s/km², soit 12,7 % du module

² 54,8 l/s/km², soit 12,7% du module

Si l'on s'intéresse à la répartition de ces événements sur la période (fig. 49), il ne se dégage pas d'évolution aussi nette que sur le Rhône amont, mais une alternance de périodes de crise et de phases plus calmes. Le milieu du XIX^e s., considéré comme la dernière secousse du Petit Age Glaciaire, est le plus touché : deux crues notables surviennent dans les quinze ans qui suivent le désastre de 1840, une crue vicennale l'année suivante, en octobre 1841, et une crue de période de retour 70 ans, en mai 1856. Il ne se produit ensuite plus aucune crue supérieure à Q5 pendant vingt ans, puis on rencontre une nouvelle période de crise, bien moins forte cependant que celle du XIX^e s. Les années 1925-40 sont quant à elles extrêmement calmes, et contrastent avec la quinzaine d'années suivante qui voit revenir les crues, en particulier celle de 1955, la dernière crue relativement puissante (Q70) de la période. Puis pendant vingt-cinq ans, jusqu'en 1980, la seule crue notable sera la crue décennale de 1970. Enfin, la période actuelle, depuis le début des années 1980, a vu s'écouler deux crues trentennales en 1981 et 2001, trois vicennales et une décennale, soit une crue comprise entre Q10 et Q30 un an sur 4.

IV. Le Rhône en aval du confluent de la Saône

IV.1. Triomphe de l'influence pluviale

La conjonction de la Saône et du Rhône consacre le triomphe de l'influence pluviale : le bassin versant total du fleuve est alors multiplié par deux et demi, tandis que la superficie comprise entre le Léman et Lyon quadruple. L'apport de la rivière renforce donc les crues d'hiver du Rhône amont, mais n'apporte presque pas de maxima d'été. Les crues de saison chaude deviennent ainsi des phénomènes isolés face à la supériorité des événements de saison froide, selon quasiment les mêmes proportions que sur la Saône (tab. 10) : plus de 86 % des maxima annuels à Givors ont été roulés de novembre à avril, et les trois mois de décembre, janvier et février ont vu s'écouler plus de la moitié des crues. Près des deux tiers des maxima de saison chaude sont survenus en mai et juin, le dernier tiers se répartissant sur les quatre mois restant, de juillet à octobre. A l'instar de ce que l'on a pu observer sur la Saône en isolant les vingt-cinq dernières années, on observe une diminution de moitié des crues de mars et un doublement des crues d'avril et mai depuis le début des années 1980 : 19,2 % des crues, contre 9,3 % sur toute la période précédente. Là encore, l'écart est plus marqué si l'on dissocie les périodes 1840-1919 et 1920-1979 : respectivement 6,6 et 13,5 % des crues en avril et mai. Par contre, la part du mois de juin reste constante, probablement du fait qu'elle augmente sur la Saône mais diminue sur le Rhône amont.

Enfin, concernant les 30 crues historiques les plus fortes (tab. 11), les 4/5^e se sont produits de novembre à mars, principalement en novembre et janvier qui regroupent chacun environ 1/5 des crues, ce qui n'exclut pas de rares crues d'été, comme la crue moyenne d'août 1852 ou les deux crues vicennales de début mai 1856 et mai 1983 et surtout le maximum historique de fin mai 1856.

Comme sur la Saône inférieure, le Rhône aval connaît des crues méditerranéennes et cévenoles dues au gonflement des petits affluents torrentiels de rive droite : l'Yzeron, le Garon et le Gier sont ainsi à l'origine de crues d'automne brutales, inconnues sur le Rhône amont, mais dont l'importance relative reste faible, sans commune mesure avec les grandes crues d'automne du Rhône inférieur après la confluence de l'Eyrieux.

IV.2. Un risque de concomitance des pics de crue du Rhône et de la Saône relativement faible, mais qui reste possible

L'allure des hydrogrammes des crues océaniques et générales à Givors est relativement complexe, puisque l'évolution des crues à Givors traduit la superposition, souvent décalée, des crues du Rhône amont et de la Saône. Dans le cadre de l'Étude Globale Rhône, le bureau d'étude Safège a montré qu'une crue océanique ou générale du Rhône amont s'accompagne d'une crue de la Saône dans 80 % des cas, puisque l'essentiel de la crue provient de perturbations auxquelles réagissent et l'Ain et la Saône. Mais le risque de voir coïncider la survenue des deux pointes reste assez faible, car le maximum de la Saône est le plus souvent en retard sur celui du Rhône amont : on observe ce décalage neuf fois sur dix en cas de crue océanique, et 95 % du temps lors des crues générales. Le risque absolu de concomitance entre les deux maxima est donc relativement faible : 5 % pour les crues générales, mais tout de même 10 % en cas de crue océanique. A ce jour, la combinaison la plus dangereuse a été observée lors de la crue générale de mai-juin 1856, au cours de laquelle le débit maximum instantané du Rhône amont (4 500 m³/s, maxima le plus fort connu depuis plus d'un siècle et demi) a coïncidé avec des débits déjà très forts sur la Saône, portant ainsi le maxima à Givors au record jamais égalé de 6 000 m³/s (tab. 13). Cependant, comme le souligne M. Pardé, l'hypothèse d'une concomitance parfaite ne peut être exclue compte tenu de la configuration des bassins hydrographiques des deux branches (M. Pardé, 1925). La combinaison du débit maximum instantané record de 4300 m³/s de la Saône, atteint en 1840, et de celui de 4 500 m³/s roulé par le Rhône en 1856 produirait un débit de pointe de 8 800 m³/s à Givors, soit près d'une fois et demi le débit maximum roulé par la crue historique la plus forte observée à cette station. Néanmoins, le plus souvent, la Saône n'augmente le débit du Rhône amont que du quart ou du cinquième. Ainsi, bien que la superficie du bassin saonnien soit une fois et demie plus vaste que celle du Rhône, la contribution relative des crues de l'affluent à l'augmentation du débit de pointe est bien moindre. En revanche, la durée moyenne des crues est multipliée par trois, faisant ainsi plus que doubler le volume total d'une crue par rapport au Rhône amont (Pardé, 1925).

Qu'en est-il alors plus précisément de la forme de l'hydrogramme de crue caractéristique à Givors ? Les événements océaniques sont marqués par une montée rapide, d'allure torrentielle, qui correspond au flot du Rhône amont : la montée est certes moins prompte qu'au pont Morand, mais elle n'en reste pas moins très vive et se porte à trois jours, soit une demi-journée de plus que sur le Rhône à Lyon. Après le passage du maximum du Rhône supérieur, on observe ensuite pendant deux jours une décroissance plus ou moins brusque due à la décrue du fleuve, puis la baisse se ralentit, freinée par le lent passage de l'onde saonnienne. Les choses s'arrêtent là en cas de petite crue de la Saône, et la décrue continue sans interruption. Mais, le plus souvent, la Saône est suffisamment forte pour qu'on observe une reprise de l'intumescence trois ou quatre jours après le premier maximum, et la formation d'une deuxième pointe correspondant à l'apogée de la Saône.

Les crues générales connaissent sensiblement la même évolution que les crues océaniques, mis à part que la montée est plus rapide : en effet, les pluies méditerranéennes viennent gonfler le débit de pointe du Rhône aval en provoquant la crue des affluents de rive droite et en avançant la crue de la Saône inférieure. Ainsi les deux maxima les plus forts observés à Givors en 1856 et 1840 résultent-ils de crues générales.

IV.3. Puissance des crues, débits caractéristiques et fréquence annuelle

Intéressons-nous enfin à la puissance des crues et à leur fréquence annuelle (fig. 50). Le maximum historique du Rhône aval correspond à la crue de mai-juin 1856, qui fut cependant moins exceptionnelle que sur le Rhône amont : le débit de pointe fut de 6 000 m³/s, ce qui en fait un événement centennal, avec un débit spécifique de près de 117 l/s/km², soit un peu moins de six fois le module. La crue de novembre 1840 a été quant à elle estimée à au moins 5500 m³/s par Pardé, voire plus, ce qui en fait une crue d'une période de retour d'au minimum 50 ans, peut être 70. On n'a plus connu depuis d'événement aussi puissant, mis à part en 1957, où le Rhône roula une crue presque cinquantennale à Givors à la fin du mois de février. On dénombre par ailleurs trois crues trentennales survenues en 1882, 1928 et 1955, une dizaine de crues approchant le débit vicennal et autant de décennales (tab. 14). La répartition de ces différents événements (fig. 50) fait là encore ressortir la crise du milieu du XIXe, qui semble avoir été suivie d'une certaine accalmie jusqu'au début des années 1880, puisqu'aucune crue notable n'est recensée dans l'inventaire par ailleurs très complet de M. Pardé. Il semble tout de même étrange que le Rhône aval ait été aussi tranquille pendant ces vingt cinq ans, et cela mériterait d'être vérifié à partir des archives journalières du Service Navigation. En particulier, on ne retrouve pas de trace de la crue vicennale du Haut-Rhône de 1963, ni de la décennale de février 1877, pourtant accompagnée d'une petite crue de la Saône. On note ensuite le témoignage de nombreuses crues importantes jusqu'à la fin des années 1950, avec une alternance de groupes d'années plus touchées que d'autres, qui coïncide avec la succession de périodes pluvieuses et de périodes plus sèches (Pardé, 1925). Enfin, comme sur le Rhône en amont de la confluence, il n'y a plus aucune crue notable pendant plus de trente ans, de 1957 à 1990, date à partir de laquelle les crues reviennent sur le Rhône aval : depuis une quinzaine d'années en effet, le fleuve a connu six crues d'une période de retour entre dix et vingt ans, soit une tous les deux ans et demi en moyenne.

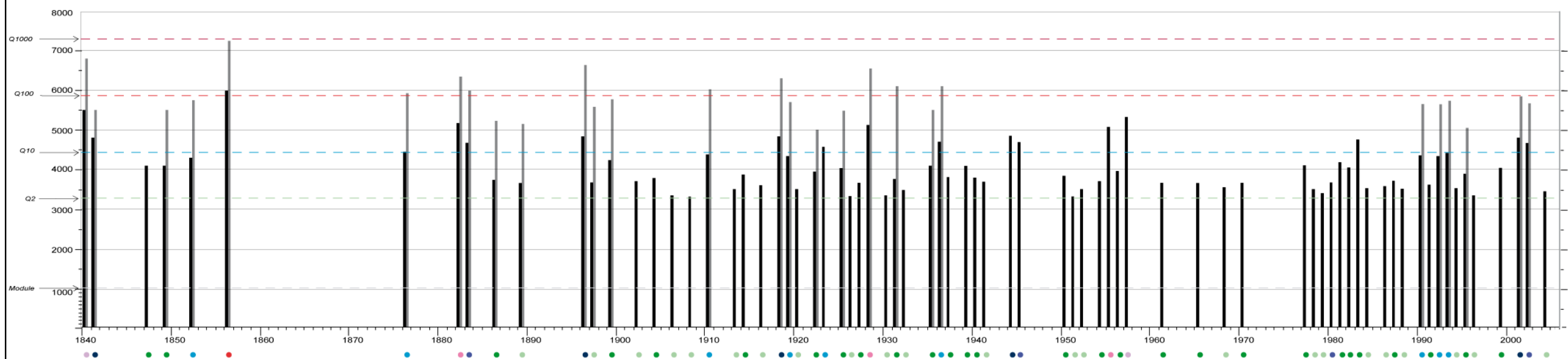
Le rapport entre le débit caractéristique d'étiage (quinquennale sèche) et le débit de la crue biennale est de 1 à 9,1, il est de 1 à 16,7 entre le débit caractéristique d'étiage et le débit record de 1856.

Après avoir exposé les caractéristiques du régime sur les trois branches du Y lyonnais, et montré quelles étaient les permanences et les évolutions décelables, voyons à présent comment les crues s'expriment dans la plaine, et quelle est la situation du risque actuel à Lyon à la lumière de la situation passée, en terme de vulnérabilité et d'invulnérabilité relative.

Cruces maxima annuelles dépassant 3290 m³/s (valeur actuelle de Q2) à Ternay ou dépassant 5 mètres au pont de Givors (1840-2005)

Débit maximum instantané (m³/s)

Hauteur max sur le zéro de l'échelle (m)



- Débit maximum instantané (m³/s)
- Hauteur max sur le zéro de l'échelle (m)

Période de retour de chaque événement
 estimée à partir des débits caractéristiques calculés par la CNR
 (méthode de Gumbel ; Qxi annuels 1895-2001)

- >Q1000
- env. Q 150
- env. Q100
- env. Q70
- entre Q50 et Q70
- env. Q50
- env. Q30
- env. Q20
- entre Q10 et Q20
- env. Q10
- env. Q5
- env. Q2

Débits maximum instantanés caractéristiques et hauteurs modélisées à la station de Ternay
 données et calculs de la CNR (2003) -
 méthode de Gumbel, Qxi annuels 1895-2001

Q1000	7310 m ³ /s	8,60 m
Q 500	6850 m ³ /s	8,15 m
Q 200	6300 m ³ /s	7,55 m
Q 150	6120 m ³ /s	7,40 m
Q100	5890 m ³ /s	7,10 m
Q70	5560 m ³ /s	6,858 m
Q50	5450 m ³ /s	6,65 m
Q30	5130 m ³ /s	6,30 m
Q20	4880 m ³ /s	6,12 m
Q10	4445 m ³ /s	5,50 m
Q5	3950 m ³ /s	5,04 m
Q2	3290 m ³ /s	4,15 m
Module	1032 m ³ /s	

Fig. 50. Cruces maxima annuelles (1840-2005) et crues caractéristiques à Ternay.

Chapitre 3

Un corridor au risque de l'aléa

Une étude comparée des zones inondées aux différentes dates nous permet de visualiser et d'analyser l'évolution du champ d'inondation depuis les grandes crues de 1840 et 1856, qui délimitent les lits majeurs exceptionnels historiques du Rhône et de la Saône avant la réalisation de l'essentiel des aménagements et l'enregistrement des impacts sur l'hydrosystème. Pour ce faire, nous avons cartographié les surfaces mises en eau par les crues de 1840, 1856, 1896, 1928, 1955, 1957, 1981, 1982, 83, 1990, 2002, et les crues calculées dans la situation actuelle pour les différents débits de référence (CNR, 1998 et 2003). La plupart des couches sont des « zooms » sur certains secteurs car l'information n'existe pas partout. On trouve certaines informations ponctuelles sur le sens d'écoulement, les hauteurs d'eau, les destructions du bâti, donnant une idée des vitesses, dans la littérature et dans les différentes archives ; l'étude de la presse écrite permet parfois de compléter l'information.

Les couches du SIGéohistorique ainsi réalisées permettent de spatialiser l'aléa et de diagnostiquer son évolution. L'outil nous a permis de calculer les superficies inondées par les crues historiques et celles théoriquement inondables dans la topographie actuelle pour les débits caractéristiques calculés par la CNR et de quantifier les évolutions. Si les superficies indiquées par le modèle de la CNR restent théoriques, précisons malgré tout que le maillage employé pour la réalisation du modèle numérique de terrain est assez fin¹ et que le modèle a été étalonné avec précision sur des crues récentes, ce qui permet de penser que les limites fournies sont relativement fiables et offrent une base de comparaison solide avec les crues historiques. Nous tenons cependant à préciser au lecteur que seuls des faits avérés permettront de valider de façon absolument certaine le diagnostic de l'extension actuelle des zones inondables. Pour enrichir l'analyse de l'évolution des superficies inondées, nous avons cartographié l'emprise du réseau hydrographique en 1828, 1860, 1900, 1950 et dans la situation actuelle. Cela permet de distinguer le lit mineur du lit majeur afin de préciser l'importance des zones inondables selon la période considérée. Dans le cœur urbain par exemple, le lit mineur et le lit majeur actuels se confondent par endroits ; en déduisant la superficie du premier au second, la contraction du champ d'inondation est encore plus nette.

L'analyse de l'extension des inondations est complétée par la prise en compte des hauteurs d'eau observées et modélisées en lit mineur et en lit majeur, qui sont une des composantes de l'aléa et dont la comparaison permet elle aussi d'appréhender l'importance de l'endommagement potentiel. En particulier, l'analyse des hauteurs d'eau maximum au droit des secteurs protégés par l'endiguement donne une idée de la revanche de ce dernier sur les crues, et complète la prise en compte de l'extension spatiale de la contrainte fluviale. Enfin, nous avons cherché à reconstituer la logique de la mise en eau et celle du ressuyage des crues en fonction des points de débordement et des zones d'écoulement préférentielle. Là encore, le diagnostic de la situation actuelle est fait à partir des résultats de la

¹ Le modèle numérique de terrain employé pour modéliser les débordements directs est celui de la Communauté Urbaine de Lyon qui offre une précision de plus ou moins 20 cm et a été amélioré pour les besoins de l'étude par les ingénieurs de la CNR.

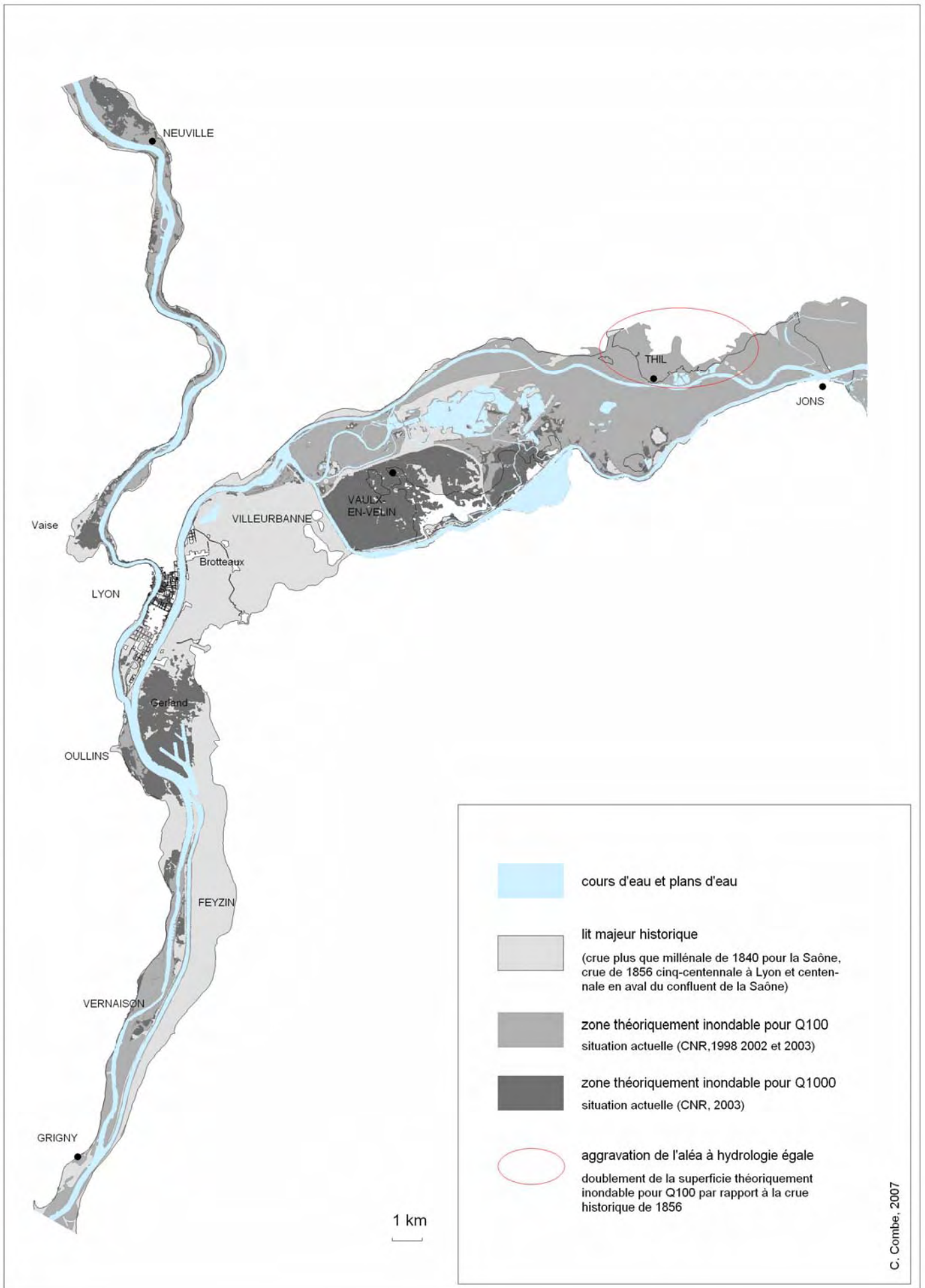


Fig. 51. Evolution générale des zones inondables dans le « Y lyonnais » depuis 150 ans.

modélisation CNR et enrichit à la lumière des héritages géomorphologiques et anthropiques (topographie des aménagements urbains qui orientent l'écoulement). Finalement, l'aléa est appréhendé dans ses quatre dimensions spatio-temporelles : son extension spatiale et dynamique (logique de la mise en eau et périmètre inondé), les hauteurs atteintes par la lame d'eau, sa durée - lorsque l'information existe - et son évolution dans le temps.

Une première analyse générale menée à l'échelle du corridor dans son ensemble fait ressortir les grandes tendances suivantes (fig. 51) :

Au milieu du XIX^e siècle, les zones inondables s'étendaient sur près de 3 360 ha dans la vallée de la Saône et 9 570 ha dans la plaine rhodanienne. Dans la Presqu'île, le champ d'inondation des deux cours d'eau se confond par endroits : certains secteurs ont historiquement été inondés tantôt par le fleuve, tantôt par son affluent. Aussi, par souci de rigueur, ces espaces (plus de 30 ha) n'ont été comptabilisés qu'une seule fois dans la superficie totale du lit majeur, qui se porte ainsi à près de 12 900 ha pour l'ensemble du Y lyonnais.

Dans la vallée de la Saône, l'évolution de l'aléa ne peut pour l'instant pas être appréciée à l'amont du territoire du Grand Lyon, de Trévoux à Genay, en l'absence de données concernant la situation actuelle. La crue récente de 2001 a roulé un débit trop faible (Q₃₀) pour pouvoir nous servir d'élément de comparaison. Cette lacune devrait rapidement pouvoir être comblée puisqu'une modélisation hydraulique vient d'être confiée au bureau d'étude Hydratec afin de réactualiser la connaissance de l'aléa inondation dans le Val de Saône. La publication des résultats est attendue pour la fin de l'année 2007. Notre diagnostic ne porte donc pour l'instant que sur la partie du corridor saonnien situé sur le territoire du Grand Lyon. La comparaison du lit majeur historique avec la cartographie des zones théoriquement inondables pour la crue millénaire calculée par la CNR (3 700 m³/s à Couzon), dont le débit approche celui de la crue de 1840 (4 300 m³/s), montre une légère contraction du champ d'inondation : les superficies noyées ont diminué d'environ 10 %, passant de 1437 à 1288 ha. Mais ce chiffre doit probablement être minoré pour un débit égal à celui de 1840, qui a roulé 500 m³/s de plus que la crue millénaire théorique, pour lequel l'inondation s'étendrait probablement au-delà des zones théoriquement inondables en cas de crue millénaire.

L'évolution est en revanche bien plus considérable dans la vallée du Rhône, où le lit majeur s'est presque réduit de moitié. Une crue semblable au maximum de 1856 (environ cent-cinquantenaire à Lyon) inonderait aujourd'hui 5 372 ha, soit seulement 56,1 % de l'espace recouvert par les eaux en 1856. La contraction est très nette en rive gauche du fleuve, depuis Vaulx-en-Velin jusqu'à Ternay, ainsi que dans la Presqu'île et dans le secteur d'Irigny en rive droite. Seuls la plaine de Vaulx-en-Velin et le quartier de La Mouche-Gerland connaîtraient encore d'importants débordements en cas de crue exceptionnelle, pour un débit supérieur au maximum historique. Néanmoins, soulignons d'emblée que les points bas de la plaine restent très probablement soumis à l'inondation indirecte causée par la crue de la nappe d'accompagnement du Rhône et par le reflux dans les réseaux¹, mais cette contrainte est sans commune mesure avec la violence des courants qui traversaient

¹ Les terrains graveleux de la plaine du Rhône sont perméables et le toit de la nappe d'accompagnement du fleuve est proche de la surface, ce qui tend à favoriser l'inondation indirecte par la remontée de la nappe (SNRS, 2000). Une étude a récemment été confiée au BRGM pour analyser précisément la question des crues de nappe dans Lyon et est actuellement en cours ; les résultats ne sont pas encore disponibles à l'heure où ces lignes sont écrites.

Quant à la problématique du reflux par les réseaux, elle est complexe et mal connue dans Lyon et n'a volontairement pas été prise en compte dans la modélisation commandée par le SNRS et la DIREN à la CNR dans le cadre du PPRI des inondations du Rhône et de la Saône sur le territoire du Grand Lyon (CNR, 2003).

autrefois la plaine, comme nous l'avons vu précédemment lors de l'étude de la catastrophe de 1856.

Sur les marges du corridor, les inondations restent fréquentes et importantes : dans la plaine de Miribel-Jonage à l'amont de l'agglomération lyonnaise, aux abords du Rhône court-circuité à l'aval du barrage de Pierre-Bénite, ainsi que dans le Val de Saône. Mais si le champ d'expansion des crues s'est presque partout resserré, avec plus ou moins d'importance, on observe au contraire une aggravation des inondations en rive droite du canal de Miribel, sur les communes de Niévroz, Thil et Beynost. En particulier, l'aléa a considérablement augmenté dans le village de Thil, où les superficies inondables ont plus que doublé par rapport à 1856.

On peut donc distinguer le cœur urbain, aujourd'hui protégé des inondations bien qu'il demeure une vulnérabilité résiduelle, des marges vulnérables. Les pages suivantes sont consacrées à l'étude territorialisée de l'extension dynamique des inondations et traitent conjointement des débordements directs, indirects et du risque de rupture de digue.

I. L'invulnérabilité relative du cœur urbain

I.1. Une contraction très nette des zones inondables, en particulier en rive gauche du Rhône

A l'entrée de Lyon, la vallée de la Saône s'encaisse entre les versants de la bordure orientale du Massif Central et les zones inondables, lorsqu'elles existent, sont réduites à une centaine de mètres de large au maximum de part et d'autre de la rivière. Avant d'emprunter le défilé de Pierre-Scize et d'entailler le promontoire de la Croix-Rousse, la vallée s'élargit néanmoins dans les plaines de la Caille et de Serin en rive gauche et dans celle de Vaise en rive droite. A l'aval de la passerelle Saint-Vincent et jusqu'au confluent, la plaine s'étend à nouveau, essentiellement en rive gauche au niveau de la Presqu'Île où les lit majeurs de la rivière et de son affluent se rejoignent.

Le corridor fluvial du Rhône dans la traversée du cœur urbain est limité en rive droite par les versants de la Côtitière des Dombes et les balmes de la Croix-Rousse, avant de s'élargir au niveau de la Presqu'Île, qui constitue une basse terrasse holocène encore en partie inondable au milieu du XIX^e siècle (Bravard, 2002). En rive gauche, le lit majeur est délimité par la terrasse holocène de Villeurbanne, dite terrasse des 175 m, dont quelques lambeaux non inondés en 1856 subsistent au sein du lit majeur du XIX^e siècle. En avant de ce niveau perché, le secteur de la Guillotière, inondé en 1856, est un ancien secteur de tresses fluviales (Bravard *et al.*, 2007). Enfin, entre ces deux bandes, on trouve un niveau intermédiaire situé sur les marges de la terrasse de Villeurbanne, 1 à 2 m au-dessus de la bande active et donc faiblement inondé en 1856 (*ibid.*). A l'état naturel, le lit majeur du Rhône est donc très développé sur la rive droite du fleuve :

- 4 430 m dans l'axe du pont Poincaré, dont près de 3 900 m en rive gauche, et 400 m à Saint-Clair en rive droite
- Près de 5 000 m de large en rive gauche du pont Morand (rien en rive droite)

4 950 m dans l'axe du pont Lafayette, dont 4 550 m en rive gauche et un peu plus de 220 m en rive droite

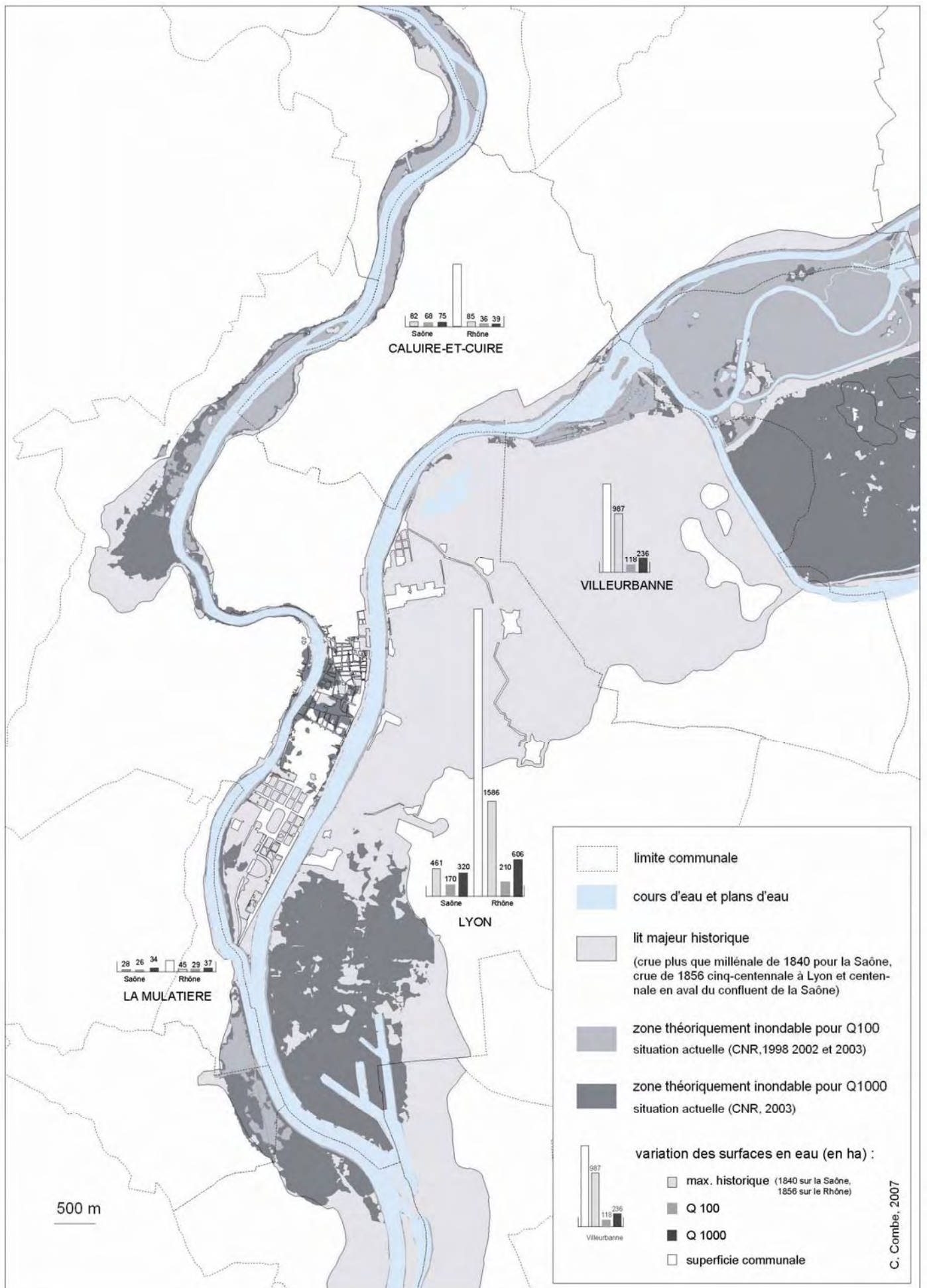


Fig. 52. Evolution des superficies inondables dans le cœur urbain depuis 150 ans.

- 1 500 m en rive gauche dans l'axe du pont de la Guillotière
- 1 300 m en rive gauche à La Mouche
- 2 200 m en rive gauche à Gerland dans l'axe du pont Pasteur, et un peu plus de 220 m en rive droite

A l'heure actuelle, la majeure partie du cœur urbain construit dans la plaine alluviale est soustraite au champ d'inondation historique par un très beau système de digues. L'endiguement de Lyon a été étudié par H. Villien (1937), G-C. Ravier (1982a) et J. Pelletier (2002b). Nous avons approfondi et complété ces informations par un travail d'archives (Combe, 2004), afin de comprendre précisément l'état et l'agencement des ouvrages actuels sur l'ensemble de notre secteur d'étude¹. Le rempart sur le Rhône dans la traversée de Lyon serait parfaitement insubmersible pour une crue millénaire en rive droite et en rive gauche, excepté au droit du quartier de la Mouche-Gerland qui serait insubmersible en cas de crue centennale mais reste théoriquement inondable pour une crue exceptionnelle. En revanche, la protection est moins infaillible sur la Saône où le lit majeur a relativement peu évolué.

La figure 52 précise les superficies inondées par les maxima historiques du milieu du XIXe siècle, et les compare aux superficies théoriquement inondables à débit égal dans la situation actuelle. Sur le Rhône, le débit maximum instantané roulé par la crue de 1856 a une période de retour de 150 ans (4 500 m³/s). Sur la Saône, la crue de 1840 a roulé pour sa part 4 300 m³/s d'après M. Pardé ; le débit de la crue millénaire calculé par la CNR lui est inférieur (3 700 m³/s), si bien qu'il faut prendre les résultats issus de notre comparaison avec précaution puisqu'on est en droit de penser que les zones qui seraient aujourd'hui inondées en cas de débit équivalent à celui de 1840 seraient plus étendues que celles théoriquement inondables pour la crue millénaire.

Sur la Saône, l'évolution la plus importante concerne le quartier de Vaise, dont les marges inondées en 1840 ne le seraient plus aujourd'hui. Cela s'explique très probablement par l'abaissement du plan d'eau suite aux travaux de rectification du lit mineur menés au milieu du XIXe siècle et qui ont abaissé la crue dans ce secteur de plus de 1,5 m (cf. partie II). Globalement sur la commune de Lyon, et en prenant ces chiffres avec une certaine précaution pour les raisons évoquées plus haut, les zones théoriquement inondables aujourd'hui en cas de crue millénaire représentent 69,3 % du champ d'inondation de 1840 (319,7 ha pour Q1000 contre 461,5 ha en 1840), et même 42,3 % (132,8 ha contre 319,7 ha) si l'on exclut le lit mineur.

Sur la commune de Lyon, la superficie des zones inondables du Rhône pour un débit cent-cinquantennal est passée de 1 586 ha à 202 ha, soit une réduction de 87,3%. L'évolution est encore plus importante si l'on exclut du calcul les surfaces du lit mineur : la contraction est alors de 98,3% (on passe de 1453,5 ha en 1856 à 24,7 ha aujourd'hui, dont une grande part correspond au lac du Parc de la Tête d'Or, le seul quartier inondé étant celui de la Cité Internationale, construit en avant de l'endiguement du XIXe siècle). Toutefois, une partie du lit majeur historique reste inondable pour des crues supérieures au maximum historique, dans le quartier de Gerland. Ainsi pour la crue millénaire, un peu plus de 600 ha demeurent théoriquement inondables (420 ha sans compter le lit mineur), ce qui porte tout de même les zones soustraites aux débordements aux deux tiers du lit majeur historique. A Villeurbanne, la contraction s'est faite dans les mêmes proportions : elle est de 87,8 % en prenant en compte les cours d'eau et 96,8 % en les excluant. Les superficies qui restent aujourd'hui inondables correspondent au secteur de La Feyssine et au quartier Saint-

¹ Le lecteur se reportera aux parties II et IV pour une étude détaillée des caractéristiques techniques et du contexte d'élaboration de chaque ouvrage.

Jean en rive droite du canal de Jonage, qui ne fait pas partie du cœur urbain mais appartient à l'entité du Rhône amont dont nous reparlerons plus loin.

Le rehaussement du plan d'eau à l'étiage consécutif à la mise en service du barrage de retenue de Pierre-Bénite a par ailleurs contribué à effacer les manifestations des crues du Rhône à Lyon, en réduisant fortement le marnage existant auparavant entre les extrêmes hydrologiques du fleuve. A l'étiage, la retenue de Pierre-Bénite s'étend sur 4,5 km jusqu'au confluent, puis sur 6 km dans le Haut-Rhône (jusqu'au pont W. Churchill au droit de Saint-Clair), et 11,5 km dans la Saône (jusqu'au barrage de Couzon). La cote maximum de la retenue est de 162 m en étiage (NGF ortho¹). Le point de réglage du barrage se situe au PK 3 du Bas-Rhône, 1 km à l'amont de l'usine de Pierre-Bénite. La loi de consigne est la suivante : à l'étiage et jusqu'à un débit de 1 000 m³/s, la cote normale de la retenue se situe à 162 m (NGF ortho). Au-delà de 1000 m³/s, le barrage est progressivement rabattu, ce qui provoque dans un premier temps un abaissement du niveau de la retenue jusqu'à la cote 161,5, atteinte lorsque le débit de pilotage se porte à 2700 m³/s. Pour un débit supérieur à 3000 m³/s, le barrage est complètement effacé et l'on retrouve les niveaux et les conditions d'écoulement avant aménagement.

Voyons plus en détail quelle est la configuration actuelle théorique du risque au sein du cœur urbain (fig. 53).

I.2. Une protection qui reste imparfaite sur la Saône

Sur la Saône dans la traversée de Lyon, ce sont les parkings construits dans le lit mineur qui sont les premiers enjeux vulnérables. L'inondation du niveau -2 du parking Saint-Jean se produit par infiltration à partir de la cote 2,9 m au pont La Feuillée ; l'eau passe ensuite au-dessus de la porte étanche à partir de la cote 3,35 m. Des infiltrations se produisent également au niveau du parking Saint-Antoine à partir de la cote 3,4 m. Enfin, les caves des immeubles de la Presqu'Île, dans le 2^o et le 9^o arrondissement de Lyon, commencent à être inondées par la crue de la nappe à partir de la cote 5,4 m (DIREN Rhône-Alpes, SPC, 2006)

Le long de la rivière, depuis le quartier de Vaise jusqu'à la confluence, la protection consiste en une ligne continue de quais en escaliers protégés par des murs droits en maçonnerie et surmontés de parapets de 90 cm de haut. Néanmoins, ces derniers comportent plusieurs lacunes non batardables qui constituent les premiers points de débordement. Le couronnement du mur, compte non tenu des parapets, se situe 50 cm sous le niveau de la crue de 1840 « rectifié »² en amont du pont de la Feuillée, et au niveau de cette même crue en aval.

Le quartier de Vaise serait ainsi protégé des débordements jusqu'à la crue bicentennale, par un endiguement qui possède une revanche de 40 cm sur le niveau de la crue de 1840 rectifiée, hormis certains secteurs de la zone industrielle de Vaise en arrière du quai du Commerce qui commencent à être inondés dès la crue de période de retour 70 ans. Pour un débit centennal, l'inondation resterait limitée aux terrains situés à proximité du stade, mais elle serait beaucoup plus marquée à partir de la crue bicentennale, de part et

¹ La CNR continue à travailler à partir du système de nivellement Lallemand (cotes orthométriques). A Lyon, il faut rajouter 24 cm pour obtenir les niveaux IGN 69. Pour une étude détaillée de l'évolution des systèmes de nivellement, nous renvoyons le lecteur à l'étude faite par N. Landon dans sa thèse (Landon, 1999).

² C'est-à-dire, on l'a vu (cf. partie II : chap.3 II.4.b et chap.4 IV.2), le niveau qu'aurait atteint une crue d'un débit équivalent à la crue de 1840 s'écoulant dans le lit rectifié par les travaux effectués de 1843 à 1864

d'autre de la rue Marietton notamment où les hauteurs d'eau atteindraient 1 à 2 m. Pour un débit cinq-centennal, la quasi-totalité de Vaise serait submergée, hormis les terrains en arrière de la voie SNCF qui sont globalement épargnés.

Plus à l'aval, les quartiers sont ensuite théoriquement protégés jusqu'à la crue bicentennale, hormis le quai Saint Vincent qui serait inondé dès la centennale. En rive droite, les premiers débordements sur les quais de Lyon apparaîtraient au niveau de Saint-Georges pour un scénario bicentennal. Un débit cinq-centennal inonderait ensuite les quais au niveau du Palais de Justice, dont les archives sont inondables. Les débordements resteraient néanmoins limités à quelques endroits avec des poches de moins de 0,5 m (une petite poche de 1 m de profondeur vers Saint-Georges). Pour une crue très forte ($>Q500$), l'étendue en plan de l'inondation serait sensiblement la même, avec des profondeurs plus importantes dépassant presque partout les 2 m. Tous les quais de la Saône seraient noyés sous près de 2 m d'eau sur les deux rives, avec des vitesses importantes, toutes supérieures à 0,5 m/s ; les quartiers St Jean et St Paul seraient noyés sous plus de 1 m d'eau.

En Presqu'île, les seuils de débordement calculés correspondent à un débit de la Saône quasi cinq centennal sur le quai Tilsitt, millénal ailleurs. Avant ce débit, seuls quelques bas-ports sont inondés entre Perrache et le confluent. Les terrains situés entre la Saône et la place des Jacobins ainsi que le secteur entre la place Bellecour et la place Antonin Poncet seraient inondés à partir des points bas des quais, avec des hauteurs d'eau augmentant progressivement d'amont en aval : à l'est, il est prévu moins de 50 cm d'eau dans les quartiers situés entre la rue de la République et le quai Jean Moulin. En revanche, le secteur compris entre la rue Grenette et la place Bellecour connaîtrait des profondeurs supérieures à 1 m sur le tiers de sa superficie. La place Bellecour par exemple serait noyée sous 1 à 2 m d'eau. Jusqu'à Perrache ensuite, seuls les quartiers proches des quais seraient inondés, avec des hauteurs d'eau proches du mètre. En aval de Perrache, si la partie sud du quai Rambaud serait inondée en cas de crue égale ou supérieure à la crue centennale, les seuils de déversement dans les terrains voisins ne seraient franchis qu'à partir d'un débit de période de retour 150 ans.

I.3. Un lit majeur presque entièrement soustrait aux débordements du Rhône pour la crue exceptionnelle théorique mais inégalement exposé aux inondations indirectes

Le long du Rhône dans la traversée de la ville, les enjeux urbains sont défendus par une ligne de digues et de quais insubmersibles. Les installations situées en dehors de ce rempart restent inondables :

- Les bas-ports du Rhône sont fréquemment inondés, à partir d'un débit compris entre 2000 et 2500 m³/s (entre Q2 et Q5).
- Les voies sur berge aux abords du pont Churchill sont quant à elles inondées à partir d'un débit de pointe de 2800 m³/s (Q5).
- A Villeurbanne, au débouché des canaux de Miribel et de Jonage, l'essentiel du parc de la Feyssine est inondable dès la crue décennale. Cependant, la zone habitée est protégée par des chemins exhausés ; elle serait donc en grande partie épargnée en cas de crue centennale, mais totalement noyée pour un débit bicentennal.
- Enfin, le secteur de la Cité Internationale qui a été remblayé en avant du quai A. Lignon, n'est pas complètement insubmersible : le boulevard urbain serait touché à partir de la crue cinquantiennale sous le Pont Poincaré et en amont immédiat du pont

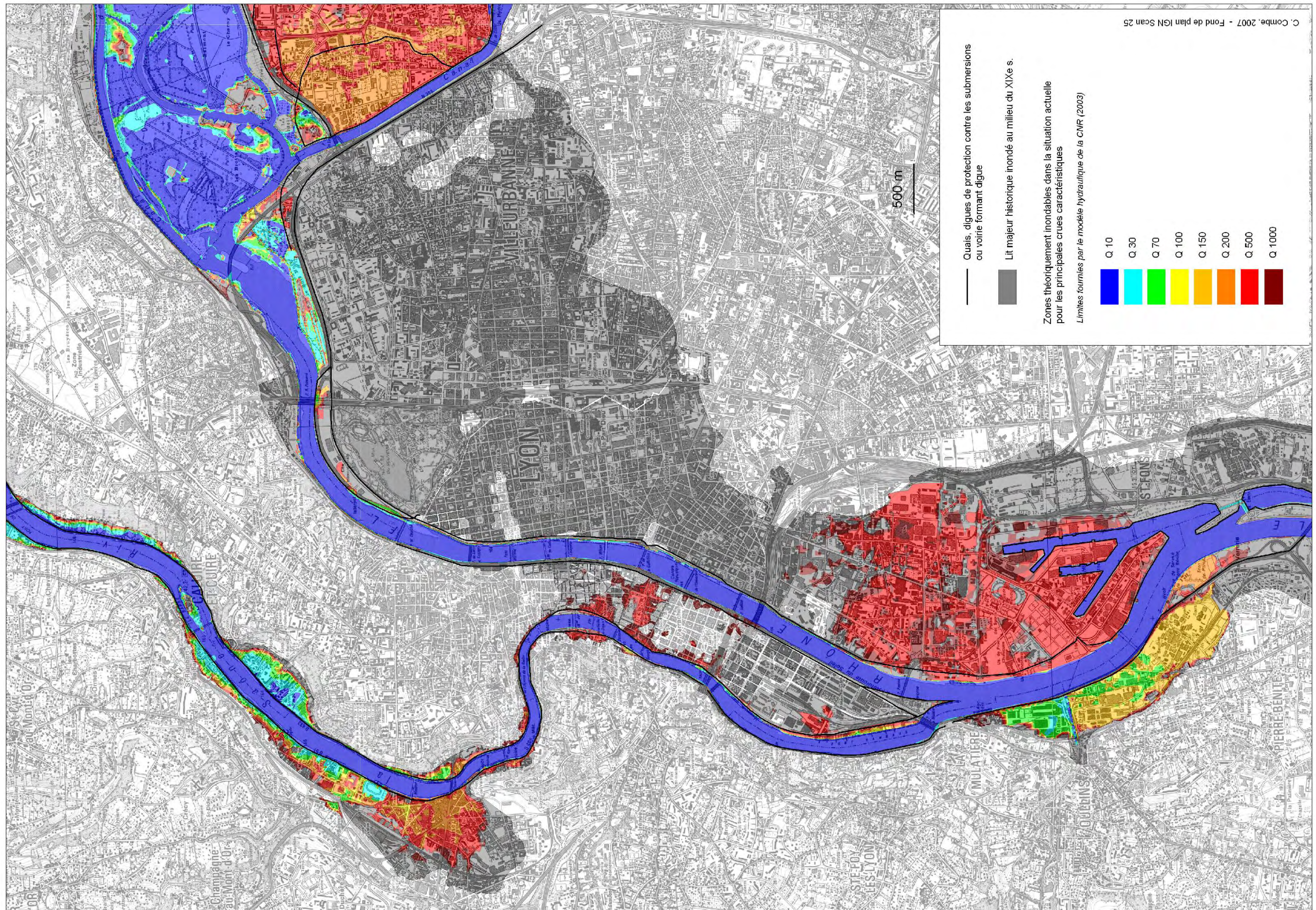


Fig. 53. Zones théoriquement inondables par débordement direct au sein du cœur urbain dans la situation actuelle.

Churchill, mais la Cité elle-même ne commencerait à être légèrement inondée qu'en cas de crue cinq-centennale.

Les quais de la rive droite ont été élargis lors de l'aménagement routier de l'axe nord-sud, vers 1960. Les perrés inclinés du plan Kleitz ont alors été remplacés par des murs droits qui conservent une revanche de 30 à 50 cm sur la crue de 1856 (Combe, 2004). L'endiguement a récemment été prolongé vers l'amont jusqu'au confluent du canal de Miribel par un remblai insubmersible. L'essentiel des ouvrages de rive gauche est hérité du plan Kleitz : les quais protégés par des perrés inclinés surmontés de parapets s'étendent du quai A. Lignon, en arrière de la Cité Internationale, au quai Augagneur. A l'amont et à l'aval, la ligne de quais se raccorde aux anciennes digues des Brotteaux et de la Vitriolerie, qui supportent aujourd'hui le boulevard Laurent Bonnevey et l'Avenue Leclerc.

Vers l'aval, des quais récents prolongent l'endiguement de la rive gauche jusqu'au port E. Herriot. Le quartier de Gerland serait en principe protégé jusqu'à un débit légèrement supérieur à la crue bicentennale (4 600 m³/s) par le quai Fillon. Au-delà de ce débit, le Rhône commencerait à déborder au droit du lycée international, et l'essentiel du quartier de La Mouche-Gerland serait sous les eaux pour un débit cinq centennal. Le débordement se fait à partir du quai Fillon et des darses du port E. Herriot. En cas de crue cinq-centennale, l'ensemble du port serait touché et l'inondation arriverait au pied de la voie SNCF. Sur le tiers de ce secteur, la lame d'eau atteindrait alors 50 cm à 1 m.

La revanche du rempart de protection au-dessus du niveau des fortes crues a augmenté au cours du XXe siècle car le fond du lit du Rhône est plus profond : au Pont Morand, on observe en effet un abaissement de 1 m environ pour les crues moyennes à très fortes. Le niveau atteint par la crue cent-cinquantennale de 1856 (4 500 m³/s et 6,25 m et probablement 6,4 m sans la rupture de la digue des Brotteaux selon M. Pardé) correspondrait aujourd'hui à celui d'une crue supérieure à la crue millénale calculée (5310 m³/s et 6,15 m).

D'importants remblais complètent cette protection : on les voit nettement en observant la carte des inondations indirectes (fig. 54 p. 251) qui affectent la majeure partie de la plaine historiquement inondable soustraite au débordement direct par le système de digues. Cette cartographie s'appuie sur les résultats de l'étude hydraulique de la CNR (CNR, 2003). Comme on l'a dit plus haut, elle ne provient pas d'une étude complexe et approfondie du comportement de la nappe et des réseaux, du fait de l'absence de données disponibles à l'époque. La CNR a réalisé une analyse sommaire basée sur l'utilisation du modèle mathématique d'écoulements de surface et du modèle numérique de terrain utilisés pour modéliser les débordements directs. Les cotes atteintes dans le lit mineur pour les chacun des débits caractéristiques ont été reportées sur la topographie du corridor fluvial, en considérant que tous les points situés sous la ligne d'eau pouvaient être concernés par les infiltrations. On obtient ainsi la zone d'influence maximale d'une crue donnée « exagérément lente, dont les niveaux pourraient s'établir dans le lit majeur via la nappe et les réseaux, sans considérer aucun effet dynamique » (CNR, notice, 2003). Ce travail fait ainsi ressortir les zones plus ou moins exposées aux débordements directs :

- Les secteurs peu ou pas remblayés sont touchés dès la crue centennale : l'essentiel du lit majeur historique correspondant aux quartiers *extra-muros* au milieu du XIXe siècle, exceptés le tiers sud-est de Villeurbanne et la plupart du campus universitaire de la Doua qui ne seraient concernés que par une crue bicentennale. A Gerland, certains enjeux seraient à l'abri pour la crue centennale.

- Les secteurs fortement remblayés ou naturellement perchés ne seraient éventuellement touchés que pour une crue millénale : les quartiers des Brotteaux et de la Part-Dieu, certains points du campus universitaire de la Doua et du tiers sud-est de Villeurbanne, la Guillotière au sud du Cours Gambetta. Une partie du quartier de la Mouche entre la voie ferrée et la rue Clément Marot (sauf la partie est qui est inondée par débordement direct).
- Certains secteurs sont complètement hors d'eau pour le débit millénal modélisé par la CNR.
 - Le quartier Saint-Clair et le boulevard périphérique nord en rive droite du Rhône.
 - Une grande partie de la plateforme de la Cité Internationale, sauf deux poches inondables par débordement direct au niveau des ponts Poincaré et Churchill.
 - Les voies ferrées.
 - Les îlots dans la partie nord-ouest des Brotteaux et aux abords de la place Morand, le lycée du Parc en bordure de la voie ferrée ainsi qu'un îlot situé autour du croisement entre le Cours Vitton et le Boulevard des Belges (qui emprunte l'ancien tracé des fortifications), les têtes des ponts Morand et Pasteur, ainsi qu'une bande de 150 à 300 m de large en arrière des quais depuis le pont Lafayette jusqu'au secteur militaire de l'ancienne Vitriolerie.
 - Le quartier de la Guillotière au nord du Cours Gambetta et le quartier de la Buire.
 - A Villeurbanne, la dalle du Tonkin, une partie du cimetière militaire de la Doua, l'Hôtel de ville et une partie du palais du Travail sont construits sur des terrains théoriquement insubmersibles.
 - A Gerland, une partie du stade, l'usine d'incinération, un îlot situé à l'ouest du château de Gerland resteraient complètement hors d'eau.

Si le cœur urbain est relativement invulnérable, il demeure donc néanmoins une vulnérabilité résiduelle en ce sens que les terrains soustraits aux débordements directs restent exposés aux inondations indirectes causées par la crue de la nappe d'accompagnement du fleuve et par le reflux des eaux dans les réseaux.

Qu'en est-il enfin du risque de rupture de digue ? Dans Lyon, la largeur et la nature des ouvrages tend à garantir leur stabilité, mais la situation est plus préoccupante à l'amont de la ville : dans le quartier villeurbannais de Saint-Jean et à Vaulx-en-Velin, les digues sont en terre et leur entretien fait défaut. Dans un contexte de recrudescence des fortes crues en Europe et face à la probabilité d'une augmentation des précipitations hivernales au XXI^e siècle¹, la perspective d'un scénario extrême ne peut être écartée. De plus, à la suite de M. Pardé (1925), remarquons que le Rhône n'a jamais connu, de mémoire d'homme, d'inondation gigantesque : les crues de 1856, 1918, 1928 et 1944 n'ont qu'une période de retour comprise entre 100 et 150 ans. On est bien loin des cataclysmes qu'ont connus les riverains de bon nombre de cours d'eau des régions tempérées, par exemple la Saône inférieure en 1840, la Garonne supérieure en 1875, le Danube autrichien en 1501 et 2002, le Rhône inférieur en 1840 et 1856, la Kansas River en mai-juin 1903, l'Elbe en 2002. Il n'est pas dit que la ville risque, mais potentiellement sa vulnérabilité est plus grande, compte tenu de l'étendue et de la densité des enjeux abrités derrière le rempart de protection.

¹ Cf. partie III chap.4 III.2

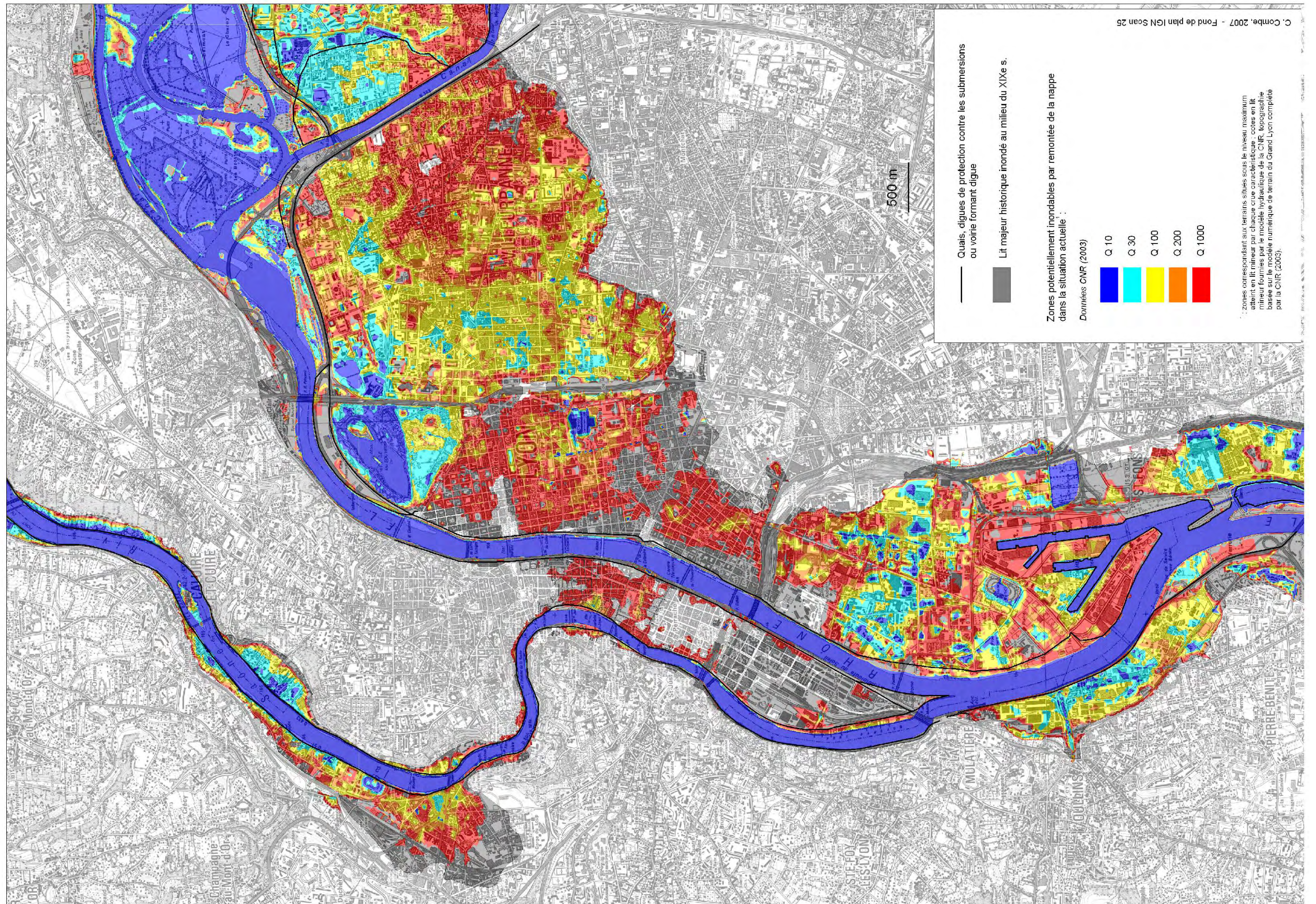


Fig. 54. Zones potentiellement soumises aux crues de la nappe dans le cœur urbain.

II. Vulnérabilités réelles et représentées des marges inondables

II.1. Les inondations du Val de Saône

II.1.a. Géométrie du lit majeur historique et situation actuelle

Le Val de Saône est réputé pour sa platitude et la largeur de son lit majeur, limité dans notre secteur par les versants du plateau des Dombes en rive gauche, ceux des Monts d'Or et du plateau du lyonnais qui constituent la bordure orientale du Massif Central, en rive droite. En rive droite, la basse terrasse de Quincieux forme un relief intermédiaire à l'abri des eaux. La plaine se resserre ensuite à l'aval de Neuville tandis que la pente de la rivière s'accélère pour rejoindre le niveau du Rhône. Le corridor s'encaisse entre les versants et entaille le promontoire de la Croix-Rousse au niveau du défilé de Pierre Scize avant de s'élargir à nouveau au niveau de la Presqu'Île jusqu'au confluent de la Saône au Rhône.

Le lit majeur historique est donc relativement large dans la plaine de Quincieux, puis se contracte à partir de Neuville pour devenir quasiment nul dans le défilé de Pierre-Scize. Il s'élargit à nouveau à l'aval du Pont La Feuillée, en rive gauche de la rivière. Depuis Trévoux jusqu'à l'amont de Neuville, les zones inondables s'étalent sur 2 à plus de 3 km de large, puis le corridor fluvial se resserre à l'entrée du Grand Lyon. Le lit majeur fait encore plus de 1,5 km de large à Genay, après quoi il se contracte fortement : il atteint 500 à 600 m de large à Neuville, 1 km dans la plaine d'Albigny et de Fleurieu, 400 m à Rochetaillée, 650 m à Fontaines, 500 à 550 m à Collonges, puis environ 300 m à partir de Caluire, où il se confond même pratiquement par endroits avec le lit mineur. La rivière est en effet plaquée au pied des versants entre lesquels elle déroule ses méandres, alternativement en rive droite et en rive gauche :

- à Saint-Romain-au-Mont-d'Or (rive droite)
- dans la partie aval de Fontaines jusqu'au pont de Collonges (rive gauche)
- entre la partie aval de Collonges et Saint-Rambert (rive droite)
- entre les plaines de la Caille et de Serin (rive gauche)
- dans le défilé de Pierre Scize et de l'Homme de la Roche, à l'aval de Vaise et jusqu'à la passerelle Saint-Vincent (sur les deux rives)

Les zones inondables sont alors beaucoup plus limitées qu'en amont, voire inexistantes, sauf dans les plaines de la Caille et de Serin en rive gauche, qui s'avancent respectivement 380 m et 200 m au-delà des rives, et dans celle de Vaise en rive droite, large de 280 m au niveau du quartier de l'Industrie, puis atteignant 800 à 1000 m de large dans la cuvette.

Dans l'ensemble, les résultats fournis par le modèle hydraulique de la CNR (2003) montrent que le lit majeur exceptionnel aurait relativement peu évolué par rapport à la situation avant aménagement (fig. 55). Du moins l'évolution potentielle est-elle beaucoup moins remarquable que sur les autres entités du corridor fluvial. Alors que sur la commune de Lyon, la différence entre les zones inondées en 1840 et celles théoriquement inondables

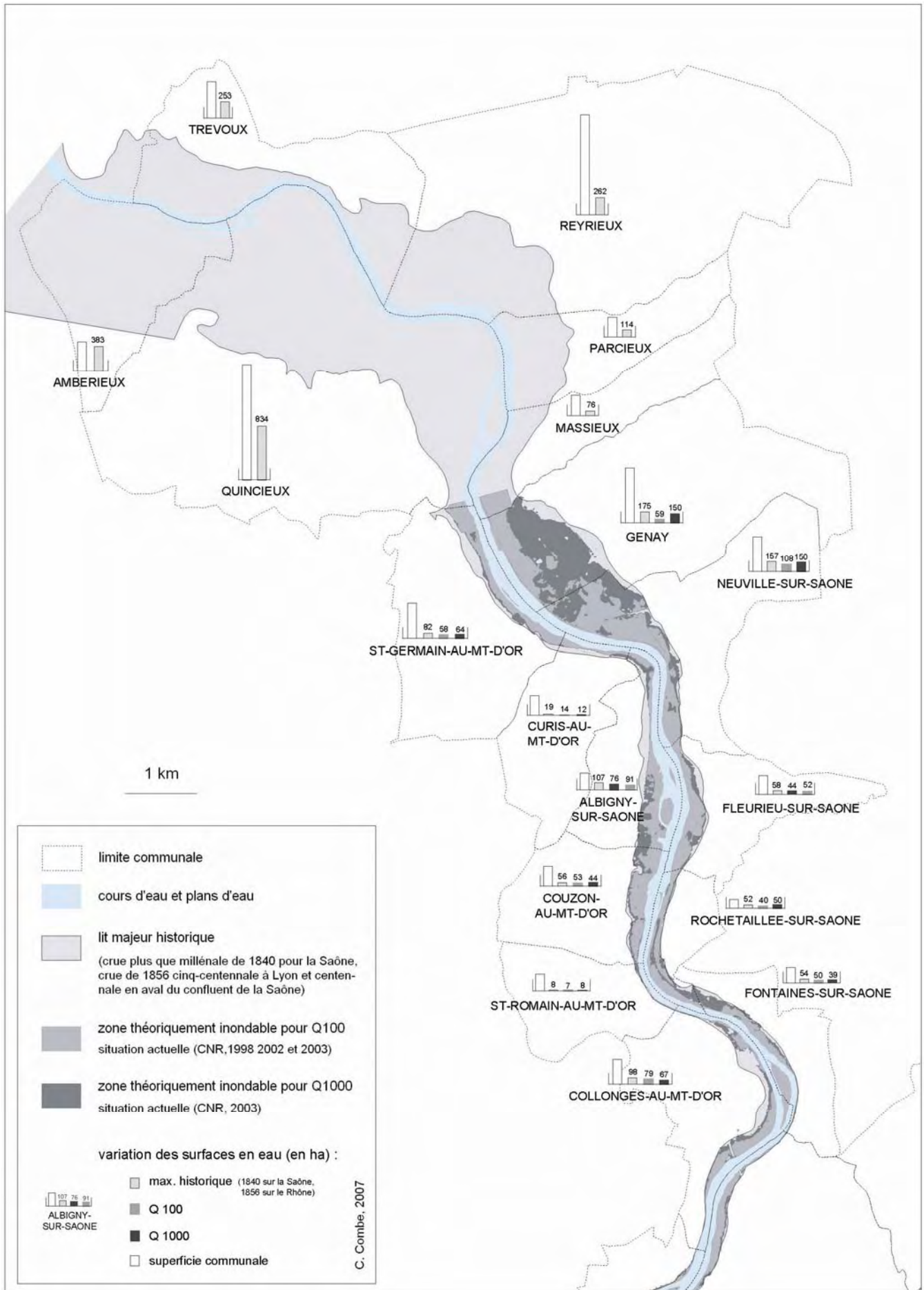


Fig. 55. Evolution des superficies inondables dans le Val de Saône Lyonnais depuis 150 ans.

dans la situation actuelle montre une contraction d'un tiers environ (-30,7 %), la différence n'est en moyenne que de -0,8 % sur le reste des communes du Grand Lyon (on passe de 976 à 968 ha). Certaines zones ont toutefois été remblayées au-dessus du niveau de la crue de 1955 (qui correspond selon les secteurs à un débit maximum instantané de période de retour 50 ou 70 ans), en particulier pour la mise hors d'eau des enjeux industriels de Neuville-Genay, Albigny-Couzon et Collonges, ainsi que ponctuellement pour la protection des zones habitées. Mais la cote de référence prise pour établir le niveau des constructions se situe bien en-dessous du maximum historique de 1840, et même sous la cote qui serait théoriquement atteinte en cas de crue centennale, et les enjeux restent donc extrêmement vulnérables pour les crues fortes. Les infrastructures de transport ont été plus ou moins surélevées et jouent localement le rôle de digue jusqu'à un débit plus ou moins fort, variant d'une période de retour 10 à 1 000 ans. En rive droite, la voie ferrée est insubmersible et le chemin départemental 51 est construit sur remblai, bien qu'il reste inondable en cas de crue moyenne. En rive gauche, la route départementale 433 ferait office de digue au moins jusqu'à la crue centennale à Neuville et en aval du barrage de Couzon (excepté une lacune à l'aval du pont de Fontaines), mais les zones bâties qu'elle abrite restent inondables dès la crue trentennale car les eaux y pénètrent lentement à partir des buses qui traversent l'ouvrage.

II.1.b. Fonctionnement hydraulique du secteur et logique de la mise en eau

Depuis le milieu du XIXe siècle, la Saône est aménagée en une succession de biefs navigables, qui assurent aujourd'hui un mouillage de 3,5 m, et dont le niveau est contrôlé par des barrages hydrauliques conçus pour s'effacer complètement lors des grandes crues. A l'amont du barrage de Couzon, le niveau normal de la retenue s'établit à la cote 166,24 (IGN 69), puis il s'abaisse à la cote 162,24 dans le bief de Pierre-Bénite. Le barrage de Couzon est composé de quatre passes mobiles équipées de clapets de 35 m de long qui peuvent être complètement effacés dans l'épaisseur du radier : il ne subsiste donc quasiment aucun remous dû aux vannes lorsque le barrage est complètement couché (6 cm à l'amont immédiat du barrage). Un déversoir fixe en enrochements prolonge la partie mobile. En temps de crue, les clapets sont progressivement abaissés et la pente de la rivière augmente. Dans un premier temps, la cote de la retenue reste constante à l'amont du barrage tandis que le niveau à l'aval s'élève. La manœuvre des clapets est terminée avant que ne commencent les premiers débordements : le barrage est complètement couché et la rivière est censée avoir retrouvé son écoulement naturel.

Quasiment tout le Val de Saône, de Neuville à Vaise, est potentiellement inondable en cas de crue centennale (fig. 56 p. 257). La quasi-totalité des voies de circulation en rive gauche et en rive droite serait alors submergée, excepté la route nationale 433 en aval du barrage de Couzon. En rive droite, à Saint-Germain-au-Mont-d'Or, les eaux s'arrêteraient théoriquement au pied de la voie ferrée.

Mais en bien des points, l'inondation se produit pour des crues de période de retour bien plus faible. Au niveau de Genay en rive gauche, on observe les premiers débordements dès la crue biennale. Entre Genay et jusqu'à hauteur de la partie sud de Neuville, plusieurs zones de déversement apparaissent pour la crue vicennale. L'enjeu le plus vulnérable est la zone industrielle de Neuville-Genay, qui n'a pas été remblayée de façon homogène et commence à être inondée fortement au niveau du port de plaisance dès la crue décennale, avec des hauteurs d'eau qui dépassent le mètre par endroits. La totalité de la zone industrielle serait fortement touchée à partir d'une crue de période de retour 70 ans (les hauteurs de submersion approcheraient les 50 cm, et varieraient entre 0,5 et 2 m dès la crue forte), elle serait inondée aux deux tiers pour un débit bicentennal et entièrement noyée

pour un débit cinq-centennal. Pour ce même débit, à Neuville même, le quai serait recouvert par 1 à 2 m d'eau en plusieurs points, mais l'essentiel de la ville, inondée en 1840, semble désormais à l'abri des débordements. Sur l'autre rive, le quartier de Villevert serait épargné pour une crue de type 1955 (entre Q50 et Q70) mais commencerait à être inondé pour un débit supérieur.

En aval de Neuville, dans les quartiers bas d'Albigny situés en rive droite, entre la voie ferrée et le chemin départemental n°51, les premiers déversements s'observent pour la crue décennale. Les quartiers situés en arrière de la voie de chemin de fer ne sont plus directement inondés, mais ils restent inondables par infiltration. En face, dans les quartiers de Fleurieu situés le long des quais, la fréquence est vicennale ; le reste des terrains situés en aval du lieu dit En Carré sont totalement inondés pour une crue décennale, excepté un secteur remblayé au centre qui ne serait inondable qu'à partir d'un débit bicentennal. Pour une crue centennale, la totalité des quais serait submergée, en particulier au droit d'Albigny et de Fleurieu et au droit du barrage de Couzon où les hauteurs atteindraient près de 2 m. Latéralement, l'extension de l'inondation serait assez importante et atteindrait en de nombreux points 200 à 400 m de large.

En aval du barrage de Couzon et jusqu'à Collonges, les déversements par-dessus la nationale 433 ont théoriquement lieu pour des débits plus élevés, d'une période de retour comprise entre 200 et 1 000 ans. Néanmoins, les terrains situés en arrière de l'ouvrage restent inondables par des dalots ménagés sous l'ouvrage, à partir desquels l'eau se propage dès la crue trentennale (ils ont été inondés lors de la crue de 2001). Au droit de Collonges en rive droite, on retrouve également des périodes de retour de l'ordre de 20 à 30 ans, mais les marges du lit majeur historique ne sont vraisemblablement plus inondables, en particulier le secteur du dépôt pétrolier qui a été remblayé à une cote insubmersible. En aval du pont de Fontaines, la partie amont du quai Jean-Baptiste Simon (RN433) n'a pas été exhaussée et reste submersible dès la crue décennale.

Depuis le pont de Collonges jusqu'à Vaise, les débordements sont assez fréquents ; sur les deux rives, ils se produisent pour une période de retour comprise entre 10 et 30 ans. Il s'agit en particulier de la plaine de la Caille au niveau des quartiers de Fond Rose, de la Rochette et de Lyon Plage, ainsi que de la partie aval de l'Île Barbe, inondée dès la crue décennale. La partie amont de l'île serait touchée en cas crue centennale en rive droite, vicennale en rive gauche.

Pour une crue forte, sur le tronçon allant de Couzon jusqu'au sud de l'Île Barbe, les inondations ne concernent potentiellement qu'une bande de 100 m de large au maximum pour la crue centennale, mais les quais seraient alors inondés à 90 % sous une lame d'eau de 1 à 2 m.

- Les riverains du Val de Saône se plaignent d'une aggravation des inondations faibles et moyennes. La représentation déplore un double dysfonctionnement : l'augmentation des crues justes débordantes et l'accélération du temps de transfert des crues du fait des barrages. Depuis le début des années 1980, on note en effet une augmentation de la fréquence des petites crues inondantes de la Saône, qui affectent les terrains les plus bas situés en bordure de la rivière, en particulier les terres agricoles non endiguées et les parkings lyonnais. La multiplication des remblais dans le corridor fluvial a très probablement réduit la capacité de stockage des crues ; associée à un approfondissement de la voie d'eau, cela pose la question d'une aggravation du temps de transfert de l'onde de crue et de l'augmentation du risque de concomitance du flot de crue de la Saône avec celui du Rhône. Malgré les enjeux importants, les remblaiements ont été édifiés à une cote bien inférieure à celle du maximum historique et ont entraîné une augmentation importante de la vulnérabilité.

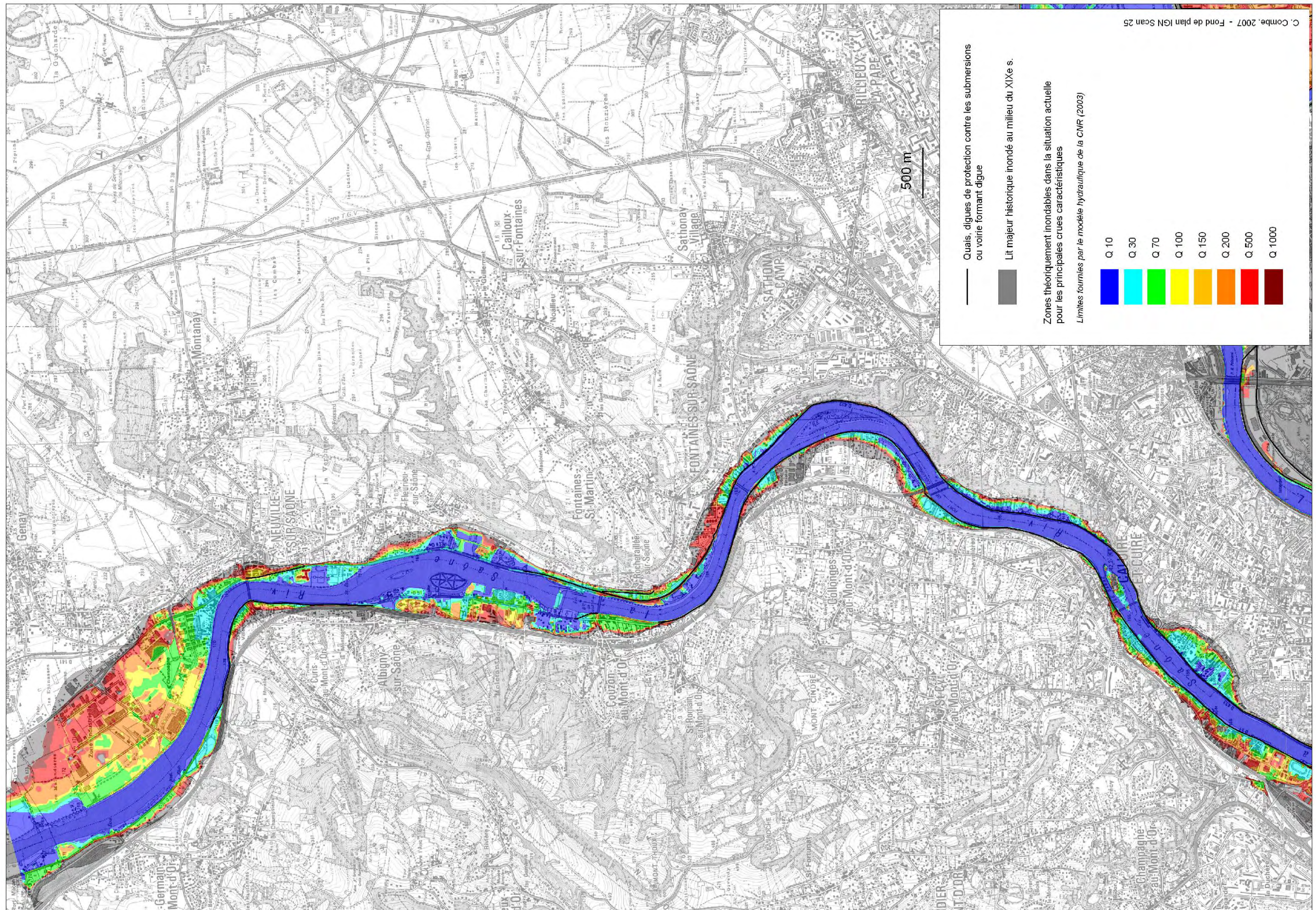


Fig. 56. Zones du Val de Saône lyonnais théoriquement inondables par débordement direct dans la situation actuelle.

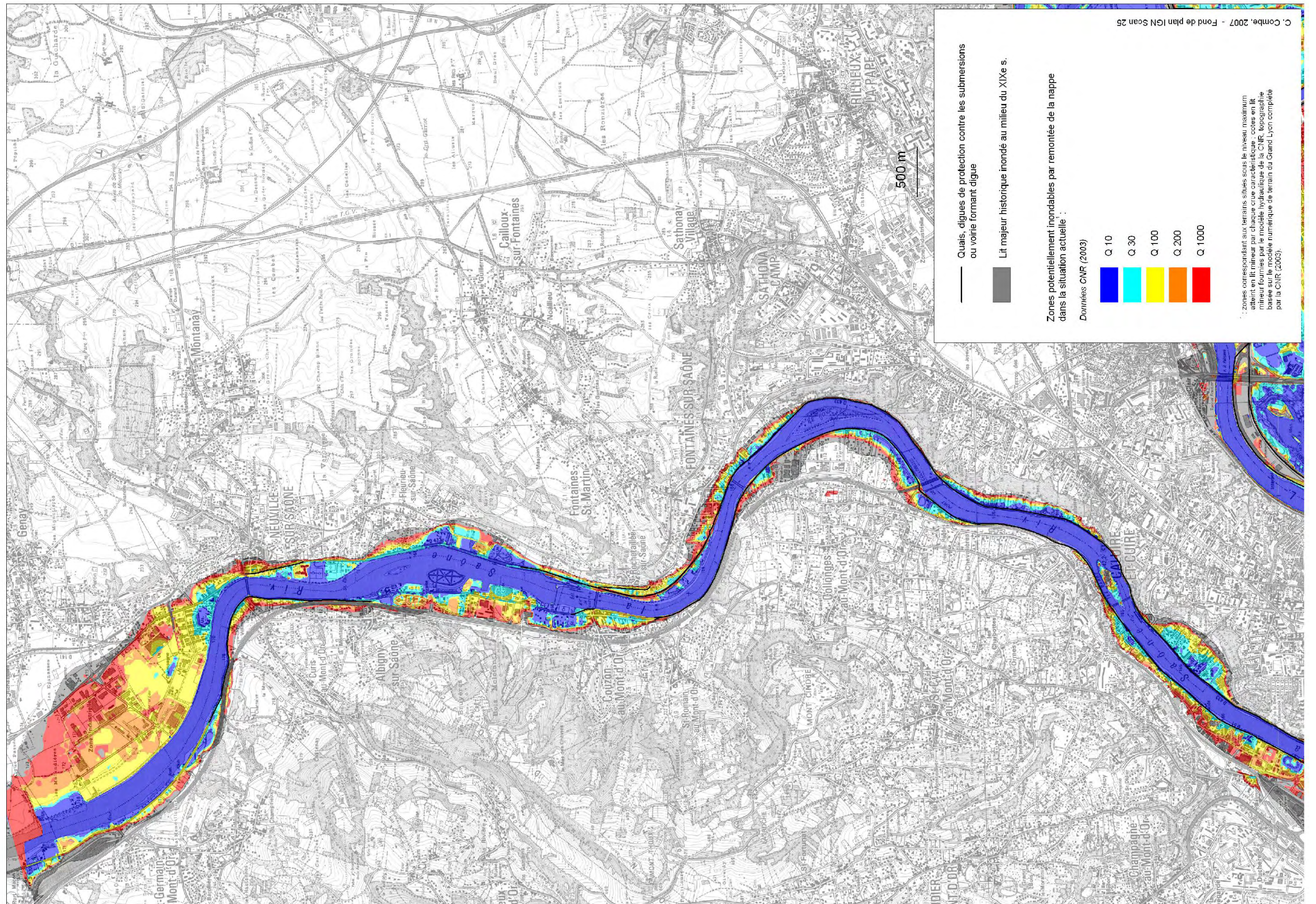


Fig. 57. Zones potentiellement soumises aux crues de la nappe dans le Val de Saône lyonnais.

Le risque a relativement peu augmenté pour une crue moyennement forte, du type de celle de 1955 (Q50 à Q70 selon les secteurs) : les prescriptions du PSS de la Saône, approuvé en 1972 et basé sur l'inondation de 1955, ont été relativement bien respectées. En zone A du PSS, dite de grand débit, seules les activités industrielles se sont développées ; elles se sont implantées sur des plateformes remblayées au-dessus du niveau de la crue de référence. Les constructions à usage résidentiel se sont cantonnées aux secteurs sans courant, et les planchers habitables ont normalement été placés au-dessus du niveau de la crue de 1955. En revanche, la situation est bien plus préoccupante en ce qui concerne la vulnérabilité aux crues exceptionnelles, car ce niveau d'aléa n'a pas du tout été pris en compte dans l'aménagement de la plaine.

II.2. Dysfonctionnements de l'hydrosystème à l'amont de Lyon

II.2.a. Une évolution dissymétrique du champ d'inondation

A l'amont de Lyon, le corridor fluvial est délimité par les reliefs de la Côtière des Dombes au nord et les Balmes dauphinoises au sud. La logique de la mise en eau de la plaine de Miribel-Jonage et la géométrie du lit majeur historique se comprennent à la lumière des héritages géomorphologiques qui en ont façonné la topographie. Le lit majeur exceptionnel avant aménagement, au milieu du XIXe siècle, correspond à une vaste plaine inondable de 17,5 km de long sur 1,5 à 4,5 km de large délimitée par la présence de basses terrasses holocènes à l'abri des eaux en 1856. Il correspond à plusieurs unités fonctionnelles (Bravard *et al.*, 2007) : la bande active de tressage à l'époque moderne et contemporaine et, sur les marges de celle-ci, une zone inondable plus ancienne façonnée par la migration latérale du Rhône au Moyen Age.

La largeur de la bande active conditionne l'importance des hauteurs d'eau atteintes par le maximum historique : 3,5 m au-dessus de l'étiage à Jons et Jonage, 2,5 m à Thil et Beynost, 4m à Neyron et 6,25 m au pont Morand, où la bande active se resserre à 300 m de large (*ibid.*).

L'étude comparée de la limite du lit majeur historique avec la cartographie des zones théoriquement inondables dans la situation actuelle pour un débit équivalent à la crue de 1856 (fig. 58) pointe une évolution importante de l'aléa dans la plaine de Miribel-Jonage (Combe, 2001 et 2004). Entre 1856 et nos jours, les zones inondables ont plus que doublé en rive droite du canal de Miribel, de Niévroz à Beynost, tandis qu'on observe une forte contraction du champ d'inondation en rive gauche.

En rive gauche tout d'abord, une grande partie du lit majeur historique est soustraite au champ d'inondation pour un débit approchant celui de l'inondation de 1856. Au sud-est, la crue s'arrête au pied de la plateforme de l'autoroute A42 et de la rocade est qui protège l'agglomération de Vaulx-en-Velin et le quartier Saint-Jean. Par ailleurs, d'imposants remblais ceinturent les lacs de Miribel-Jonage et sont insubmersibles. A ces emprises s'ajoutent celles de l'ouvrage couplé de l'A432 et du TGV sud-est qui franchit la plaine au niveau de la zone dite du musoir, c'est-à-dire au point de divergence des canaux de Miribel et de Jonage, ainsi que les remblais des autoroutes A46 et A42 au nord du secteur. La plupart de ces zones exhausées sont complètement insubmersibles, y compris en cas de crue millénaire. Le reste de la plaine, dans le périmètre du Parc de Miribel-Jonage et au niveau des champs captants de Crépieux-Charmy, reste inondable dès les crues faibles, et est complètement noyé lors des crues moyennes.

A l'inverse, le périmètre inondé en rive droite du canal de Miribel s'est nettement élargi dans la moitié amont de la plaine. A Niévroz, Thil et Beynost, l'aléa actuel empiète

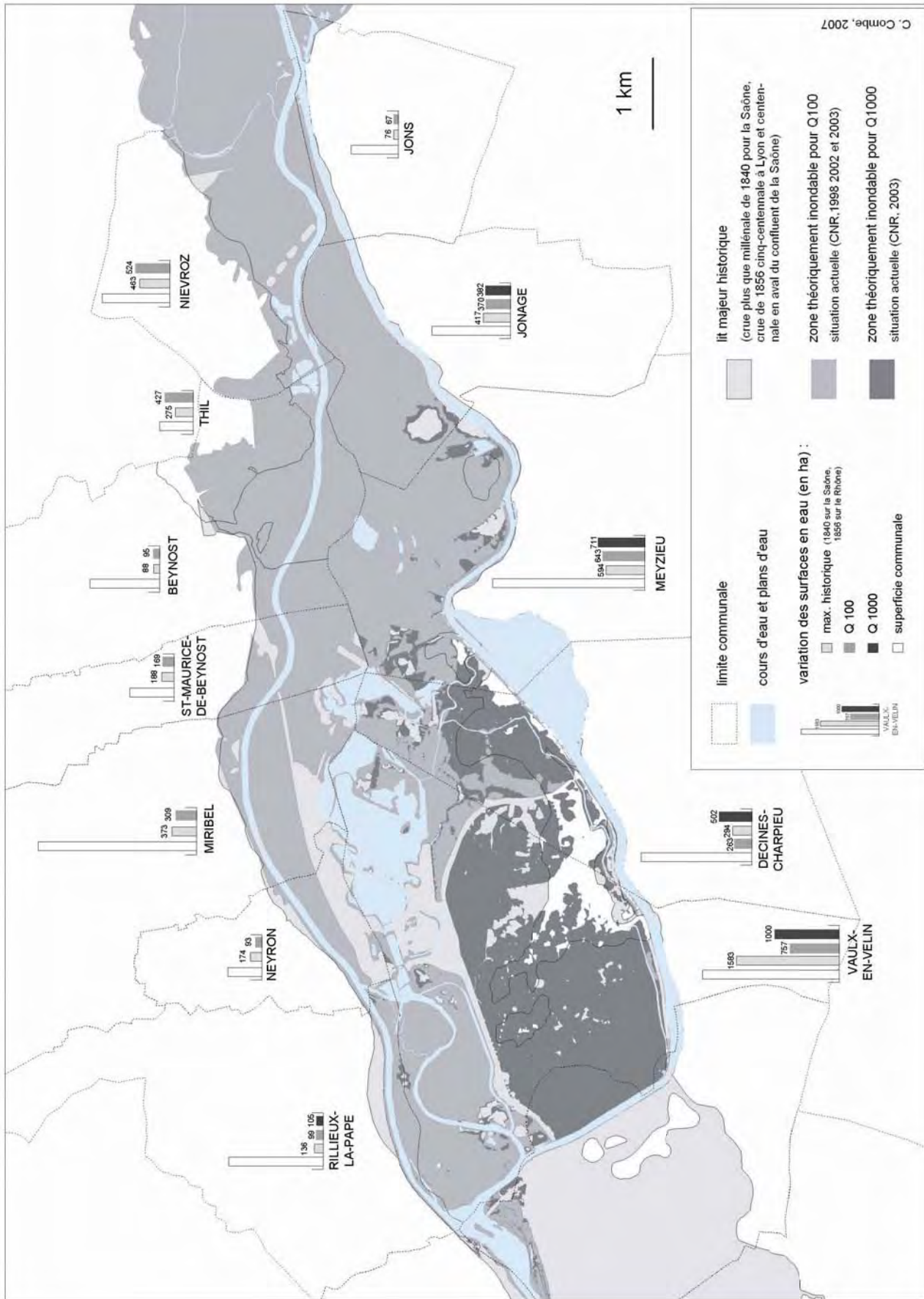


Fig. 58. Evolution des superficies inondables à l'amont immédiat de Lyon depuis 150 ans.

sur la basse terrasse holocène épargnée en 1856 et 1928. La crue centennale dépasse partout la limite du lit majeur historique, qui est à présent entièrement sollicité et même débordé dès la crue décennale, comme ce fut le cas en 1990. A débit égal, les hauteurs à l'échelle de Thil ont augmenté d'une vingtaine de centimètres depuis la crue de 1928. Sur la commune de Thil, la superficie théoriquement inondable à l'heure actuelle par une crue de débit équivalent à celui de 1856 a plus que doublé. Le village de Niévroz est lui aussi touché, mais dans une proportion moindre. Les inondations ont également augmenté plus à l'amont, à Balan et Villette d'Anthon, mais les zones inondées sont des brotteaux peu vulnérables, les implantations humaines restant à l'abri des inondations. A l'aval de Neyron, il n'y a pratiquement plus de zones inondables, les terrains situés en arrière de la voie ferrée qui longe le canal étant aujourd'hui remblayés.

II.2.b. Fonctionnement hydraulique du secteur

La plaine de Miribel-Jonage doit son nom aux deux canaux qui la traversent : celui de Miribel au nord, qui correspond au bras principal du fleuve, endigué pour les besoins de la navigation au milieu du XIX^e siècle, celui de Jonage au sud, construit à la fin du XIX^e siècle au pied des Balmes Viennoises pour alimenter l'usine hydroélectrique de Cusset. La figure 59 permet de comprendre le fonctionnement hydraulique de la plaine. A l'amont du secteur, le barrage de Jons répartit le débit du Rhône amont entre les deux canaux. Pour des valeurs inférieures au débit d'équipement de l'usine (640 m³/s), le canal de Miribel reçoit un débit réservé de 30 m³/s (ou 60 m³/s selon le niveau du lac de Miribel) tandis que l'essentiel du débit est dérivé dans le canal de Jonage. Au-delà de 670 m³/s à Jons, l'excédent transite dans le canal de Miribel, qui connaît donc une alternance de phases où le débit est complètement stabilisé et de pics de crue lorsque le débit à Jons dépasse la somme du débit réservé de Miribel (30 ou 60 m³/s) et du débit d'équipement de l'usine de Cusset (640 m³/s).

Le canal de Jonage est bordé de digues insubmersibles et n'occasionne donc pas de débordement, excepté en rive droite sur 1 km à l'aval de la confluence du Rhône, dans la zone dite du musoir, où la berge est aménagée en déversoir latéral afin d'évacuer une partie du débit de crue en direction du canal de Miribel. Le barrage de Jonage permet de respecter une hauteur de consigne à l'amont du barrage de Jons et contrôle le débit réservé dans l'usine de Cusset pour faire en sorte que le débit ne dépasse pas le débit d'équipement de l'usine. Plus à l'aval, le réservoir du Grand Large avait été construit pour faire office de déversoir compensateur en cas d'arrêt brutal de l'usine de Cusset ; il est aujourd'hui utilisé pour les loisirs nautiques et a été remplacé par le déversoir du pont d'Herbens situé à son extrémité amont en rive droite, dans la plaine de Jonage. A l'aval de l'usine de Cusset, le canal de Jonage reçoit le ruisseau de la Rize qui assure le ressuyage de la plaine de Vaulx-en-Velin.

L'inondation de la plaine se fait donc essentiellement à partir du canal de Miribel. L'ouvrage correspond à peu de choses près au bras le plus septentrional de la bande active du Petit Age Glaciaire, alors que le Rhône développait un style en tresses très marqué. L'endiguement a été réalisé au moyen de digues submersibles qui suivent les sinuosités à fort rayon de courbure et recourent quelques méandres à faible rayon de courbure, et sont destinées à resserrer les basses eaux dans le chenal navigable (aujourd'hui déclassé). Rapidement, les bras secondaires se sont contractés, et le tracé du Vieux-Rhône s'est considérablement simplifié. Quelques lônes en grande partie asséchées subsistent néanmoins et constituent des zones d'écoulement préférentiel lors des crues, en particulier la lône d'Allivoz et celle de Grella.

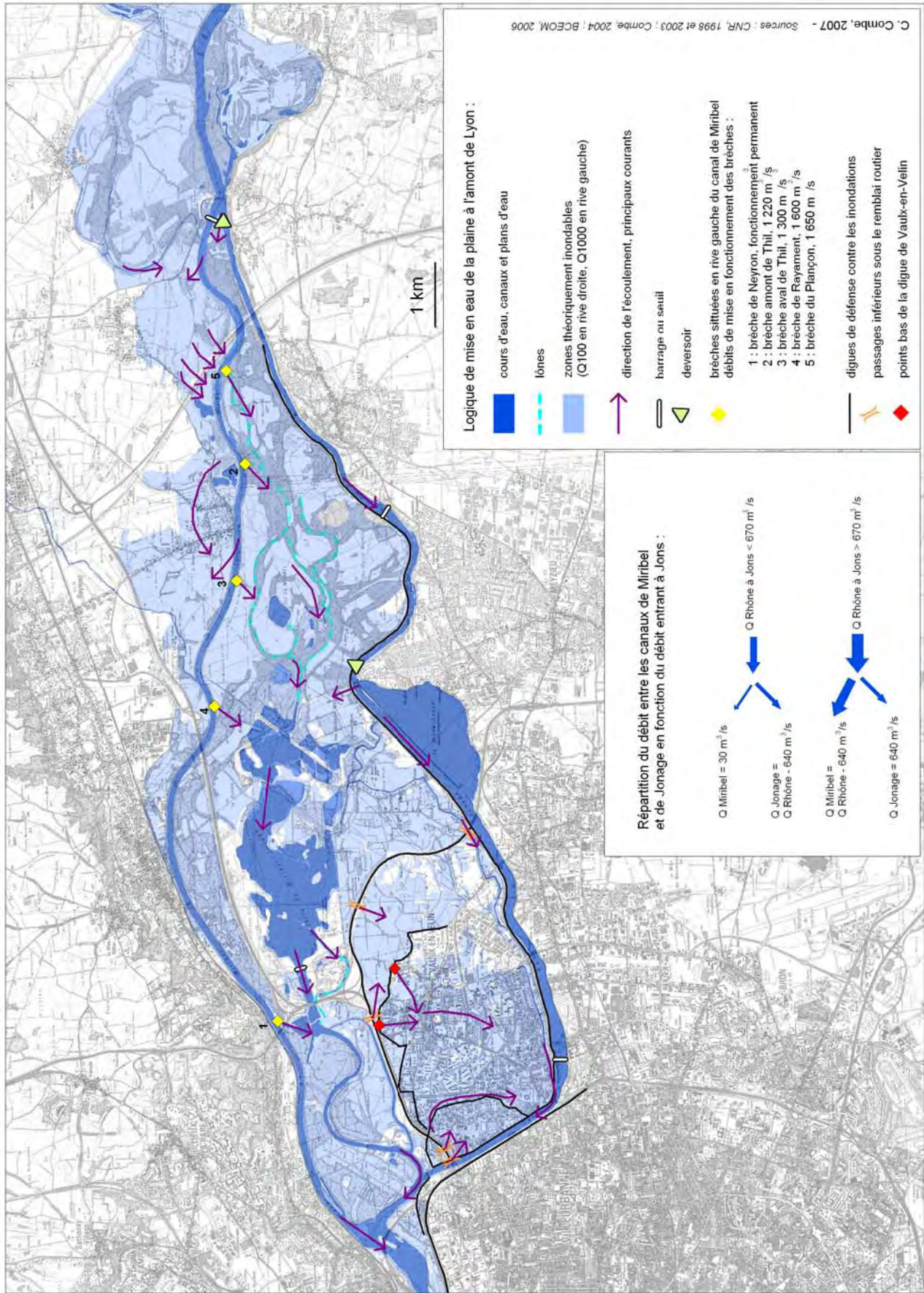


Fig. 59. Fonctionnement hydraulique de la plaine à l'amont de Lyon.

Par ailleurs, plusieurs lacs ont été creusés dans l'île de Miribel-Jonage. Ils couvrent 350 ha et font désormais partie du fonctionnement hydraulique du secteur. D'amont en aval, ce sont le lac de la Forestière, ceux de l'Île Paul, du Drapeau, des Allivoz et de la Bletta, et enfin le lac des Eaux Bleues, le plus vaste, dont l'exutoire est contrôlé à l'aval par un seuil-déversoir aboutissant au Vieux-Rhône. Ce dernier est en permanence alimenté depuis le canal de Miribel par la brèche de Neyron, puis serpente à travers les champs captants de Crépieux-Charmy avant de rejoindre le canal de Jonage, peu avant la confluence avec le canal de Miribel.

Quatre autres brèches situées en rive gauche du canal forment des passages privilégiés et constituent les premiers points de débordement du fleuve, dès la crue biennale. La première à fonctionner est celle située en amont de Thil, qui est sollicitée à partir d'un débit de 1 200 m³/s dans le canal, selon une modélisation du secteur réalisée en 2006 par le bureau d'étude BCEOM. La brèche située en aval du village fonctionne quant à elle à partir de 1 300 m³/s, tandis que celle du Plançon, située à l'amont, peu à l'aval du musoir, est mise en eau pour 1 600 m³/s (*ibid.*). Ces trois passages alimentent les lônes qui se déversent ensuite dans les lacs. Ces derniers sont également directement alimentés par la brèche de Rayment, en aval de Beynost. En dehors des brèches et de leurs abords, les débordements en rive gauche du canal de Miribel, par-dessus les digues, ne se produisent que pour un débit de crue d'une période de retour située entre 30 et 100 ans.

II.2.c. L'invulnérabilité relative de Vaulx-en-Velin et Saint-Jean

A l'amont de Lyon, le rempart minéral est remplacé par des digues en terre qui offrent une défense moins efficace que celle apportée par les quais dans la traversée de Lyon. Dans le quart sud ouest de la plaine de Miribel-Jonage, l'agglomération de Vaulx-en-Velin et le quartier villeurbannais de Saint-Jean bénéficient ainsi d'une double ligne de protection qui reste néanmoins imparfaite. D'une part, les digues en terre du XIX^e siècle qui ceignent le quartier Saint-Jean et bordent l'agglomération de Vaulx-en-Velin sont mal entretenues et leur mauvais état général hypothèque leur stabilité ; elles sont de faible épaisseur (1 m de large en couronne) et comportent de nombreux points bas. D'autre part, si les remblais de l'autoroute A 42 et de la Rocade Est sont censés remplacer les anciens ouvrages et sont arasés 0,5 cm au-dessus du niveau de la crue centennale de 1928, ils comportent plusieurs lacunes à partir desquelles les eaux inondent les enjeux situés en arrière. Cinq passages inférieurs sont repérables sous les remblais : deux sous l'autoroute pour le passage des chemins d'accès au quartier des Bardelières (rues de Verdun et du Canal), deux sous la Rocade-Est pour les chemins d'accès à la ferme du Morlet et à la zone maraîchère (PI5), près du centre d'accueil de l'enfance, et pour le passage de la Rize près du canal de Jonage, et un à la jonction des deux ouvrages.

En cas de forte crue, c'est par ces lacunes que l'inondation pénétrerait dans la zone maraîchère située entre la Rocade est et la digue communale de Vaulx-en-Velin, où les débordements commenceraient à partir d'un débit de crue cent cinquantiennal d'après les résultats fournis par le modèle hydraulique de la CNR (2003). Les passages inférieurs débiteraient alors 150 m³/s chacun. La zone urbanisée, protégée jusque-là par la digue communale de Vaulx et le remblai de l'autoroute, commencerait quant à elle à être inondée à partir d'un débit de crue bicentennal (fig. 60) :

- A l'ouest, l'eau pénètre dans le quartier Saint-Jean et les quartiers bas de Vaulx-en-Velin (le Petit Pont, le Mas du Taureau et le Pont des Planches) depuis le secteur des Bardelières (inondé pour sa part dès la crue décennale), à partir des passages inférieurs de l'autoroute.

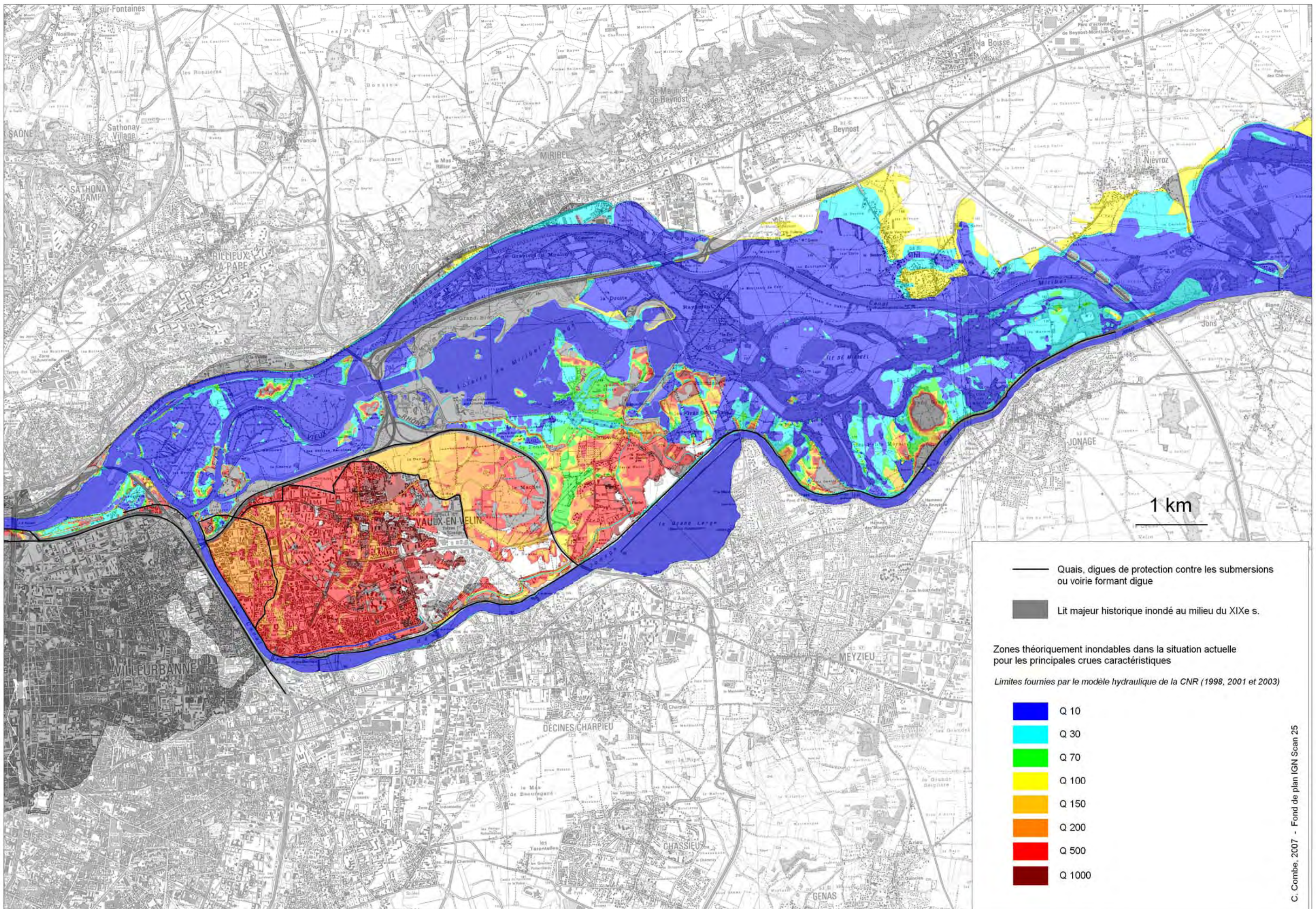


Fig. 60. Zones théoriquement inondables par débordement direct à l'amont de Lyon dans la situation actuelle.

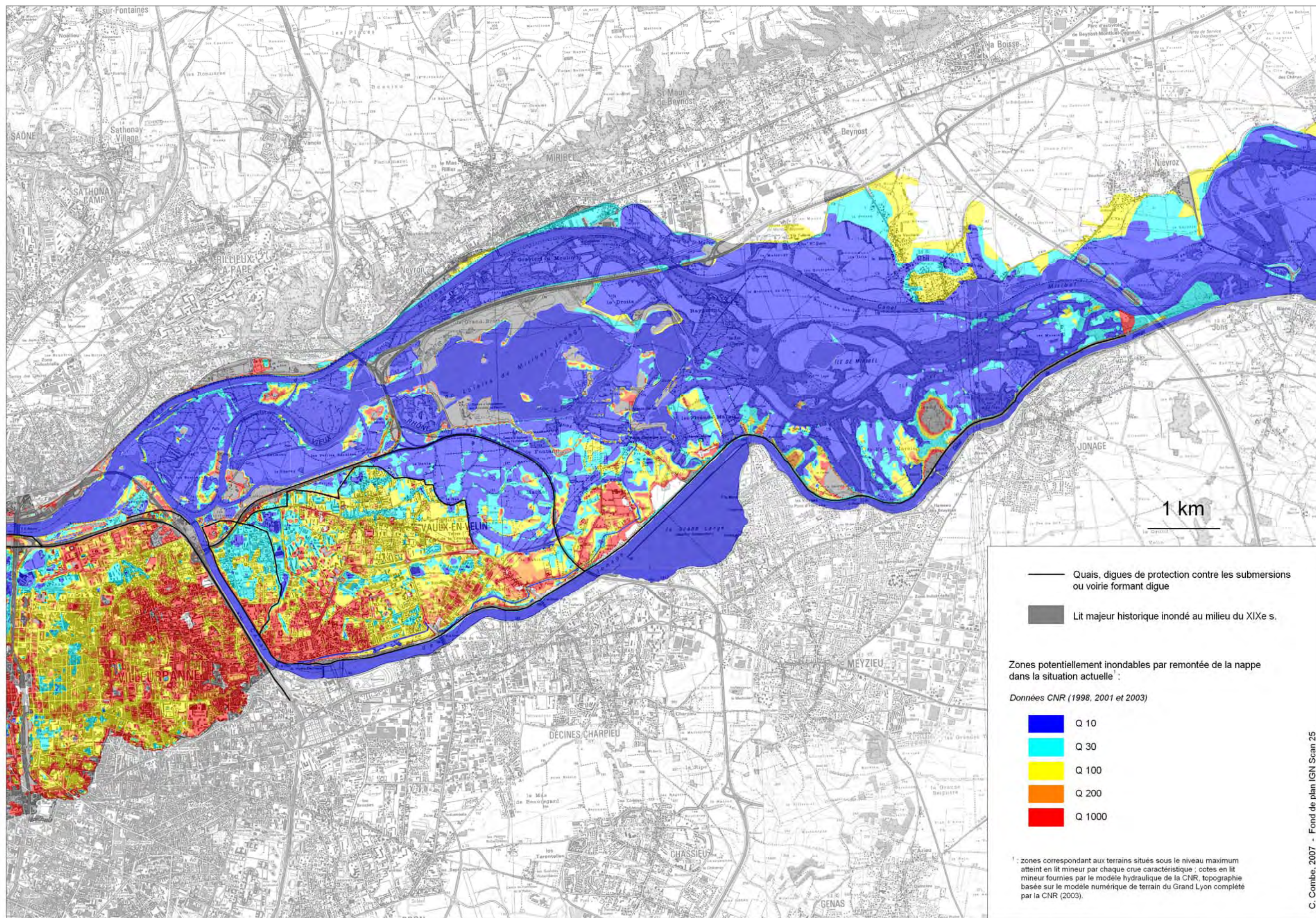


Fig. 61. Zones potentiellement soumises aux crues de la nappe dans la plaine de Vaulx-en-Velin.

- Au nord et au nord-est de l'agglomération de Vaulx-en-Velin, l'inondation est alimentée par deux points bas de la digue en terre, et emprunte l'axe de la rue Pierre Cot, de direction nord-sud, et celui de la rue Franklin, de direction nord-est/sud-ouest. Ces deux courants convergent dans le vieux noyau villageois, et progressent ensuite vers le sud de l'agglomération jusqu'au quartier de la Rize, inondant une partie des quartiers de la Condamine et du Grand Vire (à partir d'un axe de direction nord-sud : la rue de l'égalité prolongée par la rue M. Audin), où le centre administratif et commercial est complètement noyé.

Le lit majeur historique est ensuite presque complètement noyé pour une crue cinq-centennale. Les hauteurs d'eau augmentent d'est en ouest, ce qui s'explique très probablement par la présence de très bas niveaux holocènes. On trouve plus d'1 m d'eau à l'ouest de l'avenue Georges Rouge (de direction nord-nord-est/sud-est, à l'ouest du quartier de la Condamine, du centre administratif et du Grand Vire), jusqu'à 2 m à la limite du quartier Saint-Jean, et des hauteurs supérieures à 2 m dans ce dernier, tandis que les hauteurs d'eau sont inférieures à 50 cm à l'est. Seuls les points les plus hauts des lambeaux de terrasse holocène restent hors d'eau, mais une partie est finalement submergée par la crue millénaire. Les seuls secteurs insubmersibles se trouvent au sud-est de Vaulx-en-Velin, dans une partie de la zone industrielle et du quartier de la Rubina qui sont des secteurs naturellement perchés.

Les secteurs épargnés par les débordements directs sont touchés bien avant par les infiltrations et la crue de la nappe (fig. 61) : les terrains de la zone maraîchère et ceux de l'agglomération à l'abri jusqu'à la crue bicentennale sont touchés dès la crue trentennale, les autres pour la crue centennale. Nous n'avons pas trouvé de traces de remblaiement dans les archives consultées pour ce travail ; néanmoins, il serait curieux que le secteur de Vaulx-en-Velin n'ait pas été remblayé, au moins de façon localisée. La zone industrielle de Vaulx-en-Velin a quant à elle été construite sur un bas niveau insubmersible.

A la décrue, l'évacuation des eaux accumulées dans la plaine de Vaulx-en-Velin se fait très lentement. Le ressuyage est assuré par le ruisseau de la Rize qui passe sous le remblai de la Rocade Est, au sud-est, par un passage inférieur et traverse l'agglomération de Vaulx-en-Velin en longeant plus ou moins le canal de Jonage, avant de se déverser dans ce dernier à l'aval de l'usine de Cusset.

Bien que l'invulnérabilité de leur territoire reste relative, d'autant plus que les enjeux abrités par la plaine ont considérablement augmenté dans la deuxième moitié du XIXe siècle, les communes de Vaulx-en-Velin et Villeurbanne ne se considéraient plus comme inondables depuis que l'inondation de 1957 s'est arrêtée au pied de la digue en terre¹. L'étude hydraulique réalisée dans le cadre du PPRI du Grand Lyon, sur laquelle s'appuie notre analyse, tempère ce constat et montre que la commune demeure vulnérable en cas de crue forte.

II.2.d. Aggravation de l'aléa et des enjeux exposés en rive droite du canal de Miribel, dans la moitié amont du secteur

En rive droite du canal de Miribel, l'inondation se propage par le nord, à partir de la lône du Cotey, et par débordement direct du canal au niveau du musoir à partir de la crue décennale. Les eaux longent ensuite le chemin départemental 51, construit sur remblai pour protéger le quartier de La Cra, puis progressent dans la plaine de Niévroz. Le village est épargné pour les crues moyennes (Q10 et Q30), mais les quartiers du Gorgouillon, du Petit Ga et du Sablon seraient touchés en cas de crue centennale, dont la limite modélisée

¹ Cf. Partie I chap.2.c.

s'établit entre 100 et 350 m au-delà du lit majeur historique, sur la terrasse holocène (environ 150 m en arrière de la route départementale 61b).

A l'aval de Niévroz, la plaine est barrée par le remblai de l'ouvrage couplé de l'autoroute A436 et du TGV Sud-Est, qui est perpendiculaire à l'écoulement et sous lequel quatre ouvrages de décharge canalisent le flot de la crue. A l'ouest de l'ouvrage, l'inondation est contenue par le remblai de la route départementale 61b jusqu'au hameau des Tuileries, probablement situé en amont de la diffluence d'un ancien méandre dont le tracé est réemprunté dès la crue décennale et dont la route D61 épouse la courbe, au lieu-dit Les Nattes.

Les crues moyennes enserrent ensuite le village de Thil par un autre bras qui correspond là aussi très vraisemblablement à un ancien tracé de méandre, qui n'était pas en eau en 1856 d'après l'Atlas du cours du Rhône levé par les Ponts-et-Chaussées. Initialement, Thil est d'ailleurs entièrement établi sur une basse terrasse holocène située en dehors du lit majeur historique. Dans la situation actuelle, l'inondation mordrait théoriquement de 400 à 850 m sur cette dernière. Pour la crue centennale, ce serait alors la totalité des zones urbanisées qui serait sous les eaux, soit 260 maisons (et déjà 170 en cas de crue décennale, dont la limite théorique a été validée par l'inondation de février 1990, de période de retour 10 ans).

A l'aval du village de Thil, le champ d'inondation retrouve les limites du XIXe siècle, auxquelles correspond le tracé du chemin bordant au nord les secteurs agricoles de Moulin Quenin, La Malsange, des Brotteaux de Saint-Maurice puis les champs de captage de Miribel. Enfin, les zones industrielles et artisanales de Miribel et Neyron sont les seuls secteurs qui connaissent une réduction de la contrainte fluviale : à Miribel, ces enjeux ne sont inondés qu'à partir de la crue trentennale en avant de la voie ferrée, et certaines usines sont même insubmersibles, tout comme les terrains situés en arrière de la voie ferrée. A Neyron, le Rhône ne déborde théoriquement plus que dans certains jardins à l'amont de la commune.

II.2.e. Diminution de la capacité d'écrêtement de la plaine

Plusieurs études ont prouvé que la capacité d'écrêtement de la plaine a diminué (Winghart et Chabert, 1965 ; CNR *et al.*, 1993 ; IRS, 2001), ce qui pose question quant à la sécurité des digues dans Lyon et à l'aggravation du risque sur le Rhône aval, depuis Lyon jusqu'à la mer. En effet, les crues récentes du Rhône aval ont matérialisé une aggravation des inondations dans laquelle le cumul des impacts amont joue un rôle important (Balland *et al.*, 2004).

Alors que la crue trentennale de 1957 (4 050 m³/s à Jons) était atténuée de 300 m³/s selon les estimations des ingénieurs J. Winghart et J. Chabert (1965), seulement 25 m³/s ont été stockés lors de la crue décennale de 1990 qui est à peine inférieure en débit (3 270 m³/s à Jons) (CNR, 1993). En 2001, l'Etude Globale Rhône (IRS, 2001) estimait la capacité de stockage de la plaine à 70 m³/s pour une crue centennale. Toujours selon la même étude, c'est seulement pour une crue millénaire que la valeur de l'écrêtement atteindrait 320 m³/s. Dans le cadre de l'étude de la gestion des crues du secteur de Miribel-Jonage commandée en 2006 par la DIREN Rhône-Alpes, le bureau d'étude BCEOM a refait les calculs en prenant en compte la situation actuelle des brèches, en particulier les travaux de désensablement de celle de Thil amont (effectués en 2001), qui ne s'ouvrirait plus que pour les crues fortes alors qu'elle est aujourd'hui la première à fonctionner, et ce dès la crue biennale. Les résultats montrent une légère évolution de la situation, qui ne contribue cependant pas à améliorer le sort de la rive droite et est bien loin de permettre de retrouver le laminage des débits du milieu du XXe siècle. 80 m³/s seraient aujourd'hui stockés dans la plaine lors d'une crue trentennale, soit presque 4 fois moins qu'en 1957, 149 m³/s lors

d'une crue centennale, le débit laminé pour une crue millénale restant à 314 m³/s (BCEOM, 2006 a et b). Ces valeurs prennent en compte le volume stocké dans la totalité de la plaine, sur les deux rives. Or, compte-tenu de l'augmentation des zones inondables en rive droite du canal de Miribel, on en déduit que la valeur du laminage attribuable à la rive gauche, officiellement dévolue à cette fonction pour la protection de Lyon, est encore plus faible qu'auparavant.

Les causes réelles des aggravations que l'on vient de constater, qui seront analysées dans la partie IV, ne sont pas toutes perçues par les riverains, et ne sont que partiellement analysées par les gestionnaires. Par ailleurs, alors que l'Etude Globale a rappelé le rôle des zones inondables du Haut-Rhône dans la gestion du risque d'inondation et souligné l'intérêt de les préserver voire de les restaurer, nul ne semble s'inquiéter de la réduction du laminage dans la traversée de la plaine de Miribel-Jonage. Ainsi, cet enjeu n'est pas évoqué dans les rapports de présentation des PPRI approuvés en 2006-2007 sur le territoire du Grand Lyon. Seules les communes du département de l'Ain, aujourd'hui plus durement touchées et extrêmement exposées, réclament une amélioration de leur sort, comme nous aurons l'occasion d'en reparler plus en détails dans la suite de notre développement.

II. 3. Une contraction importante des zones inondables dans le couloir de la chimie

II.3.a. Une réduction de 58 % des zones inondables pour la crue de référence

Au sud de Lyon, le corridor fluvial du Rhône aval, d'altitude moyenne 160 m et dont la pente moyenne est d'environ 0,5 m/km, constitue la frontière entre deux entités géologiques différentes. A l'ouest, le fleuve longe le rebord oriental du Massif Central, formé par les collines de St-Genis-Millery de direction nord-sud (230 m à 280 m d'altitude), qui domine le fossé bressan. A l'est, le socle est recouvert par les terrains tertiaires et quaternaires du plateau de Corbas au nord (230 m d'altitude en moyenne) et des collines de Communay au sud (250 m à 300 m d'altitude), séparés par la vallée de l'Ozon. Entre ces deux ensembles, le lit majeur avant aménagement correspondait à un secteur de tressage du fleuve et était relativement large :

- Près de 2650 m à hauteur d'Oullins et de Saint-Fons, et plus de 3 200 m au droit du confluent de l'Yzeron.
- 2 400 m au niveau de Pierre-Bénite et Saint-Fons.
- 1 550 m à 1 900 m au droit de Irigny-Feyzin.
- 1 500 m à Vernaison-Solaize.
- Un peu moins de 1 100 m à Millery-Sérezin-du-Rhône.
- 650 m à 860 m à hauteur de Grigny et Ternay.

A l'heure actuelle, la rive gauche du canal de fuite de l'aménagement CNR de Pierre-Bénite est entièrement à l'abri des débordements du fleuve, de même que la rive droite sur plus de 2,5 km, du PK 3,5 à hauteur de la verrerie de Pierre-Bénite, en aval de la station de pompage, jusqu'au PK 6 au niveau de l'arsenal d'Irigny, voire plus sur la marge ouest de la plaine. Sur l'ensemble des communes du Grand Lyon situées en aval de Lyon et de la Mulatière, le lit majeur s'est réduit en moyenne de 58 %, passant de près de 1656 ha inondés en 1856 à un peu plus de 695 ha qui seraient théoriquement noyés dans la situation actuelle lors d'une crue de débit équivalent ou supérieur au maximum historique. On ne connaît pas la limite d'une crue supérieure à la centennale à l'aval de Solaize et Vernaison

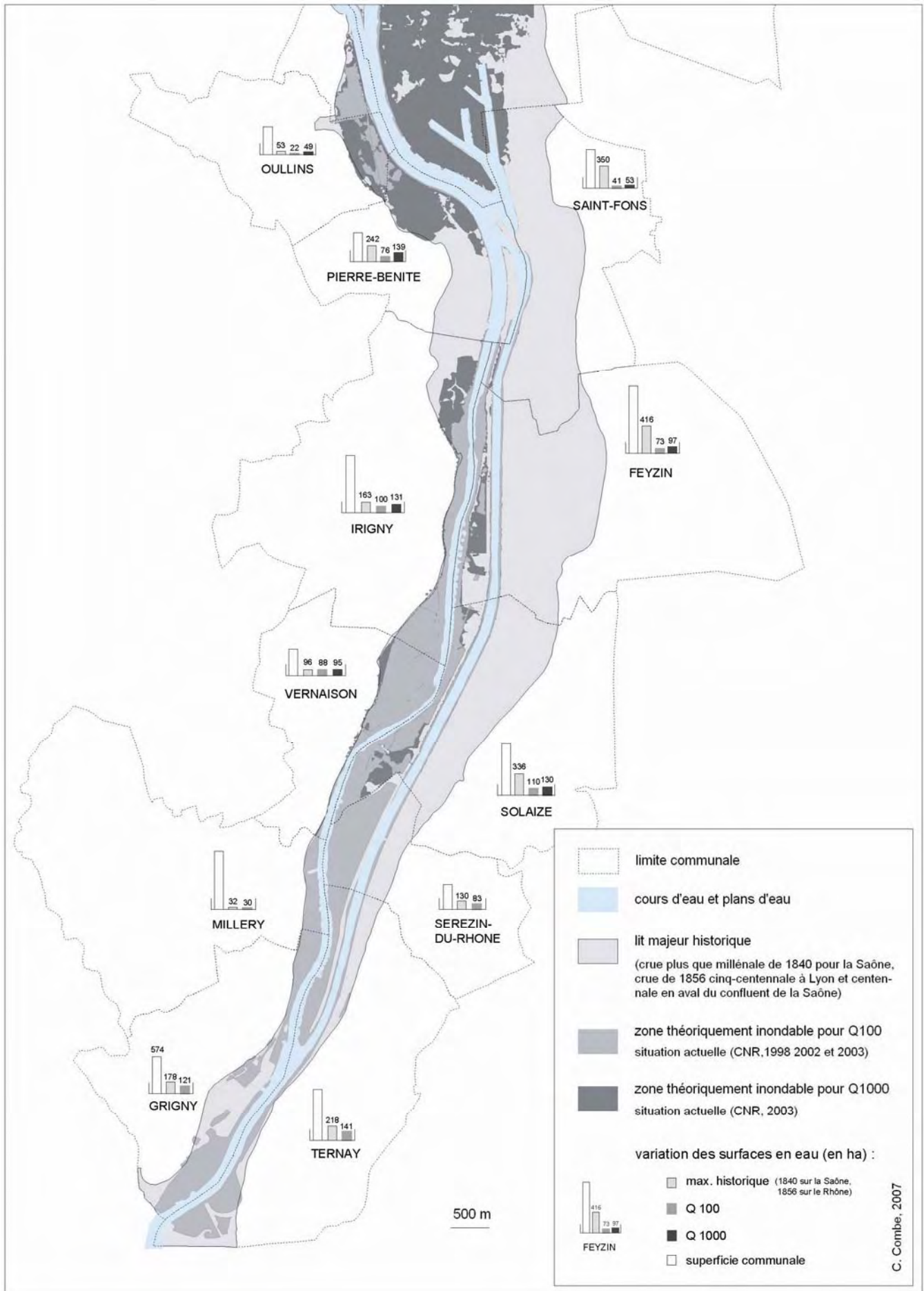


Fig. 62. Evolution des superficies inondables au sud de Lyon depuis 150 ans.

(l'étude hydraulique de la CNR n'a concerné que le territoire du Grand Lyon¹) ; 2 214 ha furent inondés de Lyon jusqu'à Grigny et Ternay en 1856 ; l'inondation théorique d'une crue centennale couvrirait près de 847 ha, mais cela ne peut nous servir d'élément de comparaison car il est fort possible que la crue centennale inonde une superficie bien inférieure à celle concernée par une crue cent-cinquennale (la différence pour les communes du Grand Lyon est de 470 ha noyés par une crue centennale contre 695 ha par une crue cent-cinquennale).

II.3.b. Fonctionnement hydraulique du secteur et conditions de mise en eau de la plaine.

Le barrage de Pierre-Bénite comporte six passes mobiles de 21 m de large chacune, équipées de vannes-wagon, et possède un débouché linéaire de 126 m. Il est alimenté par un canal évacuateur de crues de 2 km de long, 190 m de large et 10 m de profondeur à partir duquel une partie du débit est dérivé dans l'usine de Pierre-Bénite, située en rive gauche. Le débit d'équipement de l'usine, qui est pourvue de quatre groupes hydroélectriques de type bulbe, est de 1380 m³/s. Deux pertuis font office de déchargeur de crue et ont une capacité maximum de 600 m³/s ; le surplus du débit dérivé est ensuite évacué par les turbines dont les vannes sont partiellement levées. A l'aval de l'usine, le canal de fuite de l'ouvrage CNR, long de 11,5 km, rejoint le Vieux-Rhône au niveau de Ternay. Jusqu'en 2001, le Vieux-Rhône recevait un débit réservé de 20 m³/s du 1^{er} avril au 31 août, et de 10 m³/s du 1^{er} septembre au 31 mars. Cette valeur a récemment été portée à 100 m³/s dans le cadre du programme décennal de restauration du Rhône court-circuité.

Le canal de fuite ainsi que la rive gauche du canal évacuateur de crue sont bordés de digues insubmersibles conçues pour contenir la crue millénale de projet, estimée à 7 500 m³/s. En rive gauche, l'endigement insubmersible (arasé à la cote 165) a été prolongé jusqu'au quai du port E. Herriot. Toute la rive gauche du couloir de la chimie, autrefois largement inondable, est donc désormais à l'abri des débordements. En rive droite, l'autoroute A7 longe la berge et fait office de digue jusqu'à Pierre-Bénite, excepté au droit de l'Yzeron, qui conflue au Rhône à la limite entre la Mulatière et Oullins. Comme la mise en service de la chute de Pierre-Bénite a relevé le niveau du Rhône au débouché du ruisseau, le cours inférieur de ce dernier, touché par le remous du Rhône, a été endigué et approfondi sur 700 m de long environ. Cet endiguement est arasé à la cote atteinte lors de la crue de 1957, dont le débit est estimé à 5 300 m³/s ce qui correspond à une période de retour de presque 50 ans à Givors ; il est submergé pour les débits supérieurs. A l'aval du quartier de la Saulaie à Pierre-Bénite, le remblai de l'autoroute A7 s'écarte de la berge, qui est tout de même protégée par un endiguement submersible arasé à 50 cm au-dessus du niveau atteint en 1957.

Le système de digue est complété par l'existence de vastes plateformes remblayées situées dans trois secteurs principaux, et qui sont aujourd'hui complètement à l'abri des débordements directs et en grande partie indirects : tout le long du corridor en rive gauche du canal de fuite, en rive droite de la retenue depuis le quartier des Hautes Roches, à Pierre-Bénite jusqu'à l'Arsenal d'Irigny, et entre le canal de fuite et la rive gauche du Vieux-Rhône à Feyzin et Solaize.

Enfin, deux collecteurs de drainage ont été mis en place afin de limiter les inondations par filtrations qu'aurait entraînées le rehaussement du plan d'eau suite à la mise en service du barrage de retenue. En rive gauche du Rhône, il prend son origine au droit de

¹ Les communes de Givors et Grigny font désormais partie de la Communauté Urbaine du Grand Lyon depuis le 1^{er} janvier 2007.

la gare de Perrache et aboutit à l'aval immédiat de l'usine. En rive droite, il longe la berge à partir de La Mulatière, franchit le canal évacuateur à l'aval immédiat du barrage puis se rejette dans le canal de fuite.

A l'aval de Lyon, les débordements du Rhône seraient théoriquement contenus jusqu'à la crue bicentennale, et même cinq-centennale pour les terrains abrités par l'autoroute A7 (fig. 63 p. 277). Cependant, les terrains commenceraient à être inondés bien avant par reflux du Rhône dans l'Yzeron. La zone des ateliers SNCF serait inondée à partir de la crue trentennale, tandis que la zone industrielle des bords du Rhône serait protégée pour un débit inférieur à la crue centennale. A partir d'un débit de pointe d'une période de retour de 150 ans, l'inondation serait généralisée depuis l'Yzeron jusqu'au quartier de la Saulaie à Oullins, avec des hauteurs excédant partout 50 cm d'eau, dépassant le mètre sur les deux tiers de ce secteur. Pour la même période de retour, l'autoroute A7 commencerait à être inondée au droit de Pierre-Bénite. A partir de la crue cinq-centennale, elle serait noyée sous 50 cm à 1 m d'eau entre La Mulatière et l'échangeur de Pierre-Bénite. La voie SNCF serait quant à elle insubmersible jusqu'à la crue cinq centennale, débit pour laquelle elle serait partiellement inondée entre Pierre-Bénite et Vernaison.

Les débordements sont bien plus fréquents en aval du barrage de retenue. En période de crue, l'essentiel du débit se déverse dans le Vieux-Rhône, qui commence à déborder dans le lit majeur dès la crue biannuelle, et inonde alors d'anciennes lônes (CNR, 2003). L'inondation des terrains industrialisés ou habités se produit quant à elle à partir d'un débit de crue décennal ou vicennal selon les secteurs (plus précisément, 4500 m³/s en rive droite et 4400 m³/s en rive gauche) : en rive droite, la zone industrielle d'Irigny est alors inondée jusqu'aux ateliers d'Irigny. En rive gauche, un léger débordement a lieu en amont de la zone industrielle. A l'aval d'Irigny, la rive gauche du Vieux-Rhône reste largement et fréquemment inondable, tout comme les îles Tabard, Ciselande et de la Petite Chèvre en rive droite (partout plus de 2 m d'eau), mais ces secteurs sont peu vulnérables. Les voies de circulation ne sont théoriquement pas concernées par l'inondation et resteraient insubmersibles (mis à part à Vernaison, où les trémies passant sous la voie ferrée seraient inondées).

Si l'essentiel des terrains industriels du couloir de la chimie n'est plus exposé au débordement direct du fleuve, ces derniers n'ont cependant pas tous été remblayés au-dessus du niveau qu'atteindraient les crues exceptionnelles dans le lit mineur, et sont ainsi potentiellement exposés aux phénomènes de remontée de nappe et d'inondation à partir des réseaux. L'analyse de la carte des débordements indirects (fig. 64 p. 279) permet de préciser et de nuancer la situation des différentes parcelles :

- un grand nombre d'usines sont potentiellement concernées en cas de crue centennale :
 - A Pierre-Bénite (rive droite), une partie des terrains des grandes roches en arrière de l'autoroute A7, où l'on produit de l'acide sulfurique.
 - A Saint-Fons (rive gauche), les terrains industriels situés au nord de la station d'épuration, qui abritent des usines de chimie fine (Saint Fons Nord, Saint-Fons Sud), Saint-Fons Polymères (ex Péchiney-Saint-Gobain)(excepté le terrain déjà occupé par l'usine Saint-Gobain au XIXe, qui est insubmersible) et l'usine Ciba ; une partie de la Belle Etoile (anciennement Rhodiaceta) à l'est du boulevard Pierre Semard.

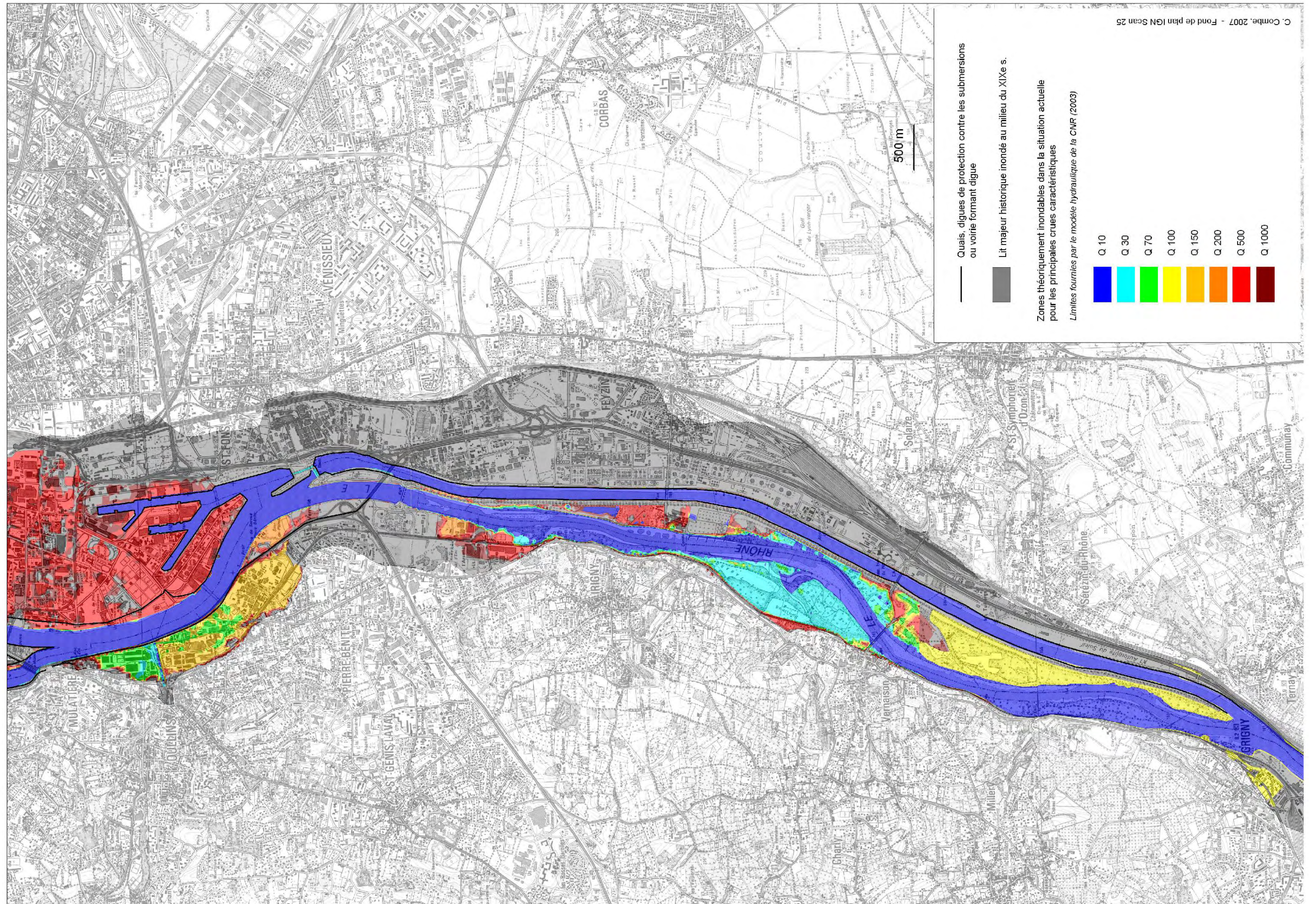


Fig. 63. Zones théoriquement inondables par débordement direct à l'aval de Lyon dans la situation actuelle.

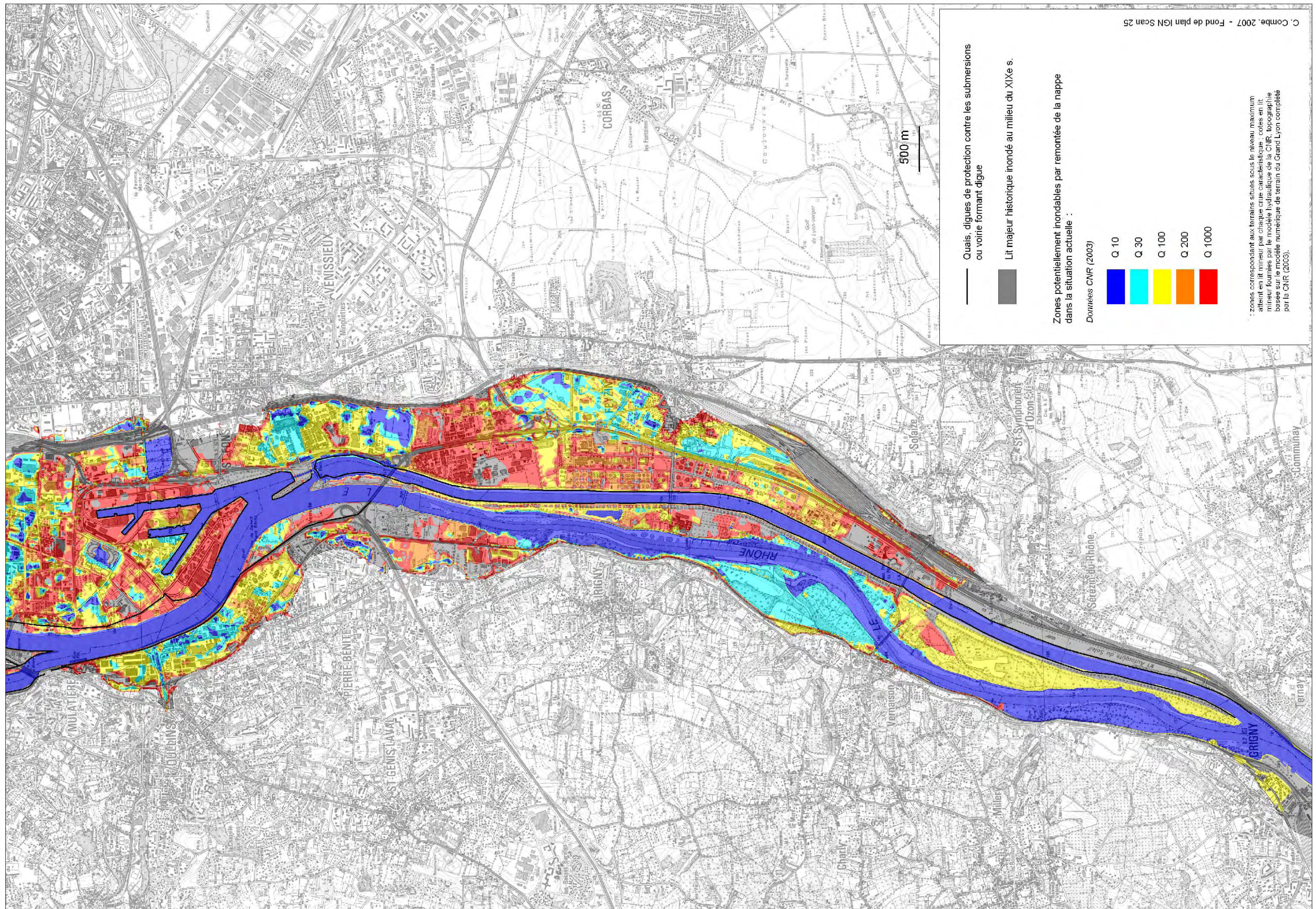


Fig. 64. Zones potentiellement soumises aux crues de la nappe dans le corridor aval.

- Les terrains de Feyzin et Solaize situés au sud de la D301, entre l'autoroute A7 et la voie ferrée (zone artisanale du Château de l'Île, la société Rhône Gaz et la marge nord ouest de la gare de triage de Sibelin) (rive gauche du canal de fuite).
- La partie sud de la raffinerie de Feyzin située sur la commune de Solaize (rive gauche du canal de fuite).
- Deux secteurs ne seraient touchés qu'à partir de la crue bicentennale :
 - Les terrains situés au nord de la Société Mécanique d'Irigny (rive droite).
 - La partie de la raffinerie de Feyzin située sur la commune du même nom (rive gauche).
- La zone située dans la partie sud de Saint-Fons et au nord de Feyzin, en amont de la raffinerie, n'est touchée qu'en cas de crue millénaire. Il s'agit de l'essentiel de l'usine de la Belle-Etoile (à Saint-Fons et au nord de Feyzin) et les usines Silicones à Saint-Fons (rive gauche)
- Enfin, un certain nombre de secteurs du lit majeur sont complètement insubmersibles :
 - Le remblai situé en arrière de l'autoroute A7 au droit de la Verrerie de Pierre-Bénite (rive droite).
 - La partie sud d'Yvours au nord de l'autoroute A450, la station d'épuration de Pierre-Bénite et les terrains de l'usine Air Liquide.
 - Une partie des terrains de la Société Mécanique d'Irigny (rive droite).
 - La digue insubmersible située entre le canal évacuateur de crue et le canal de fuite, en amont du barrage de retenue.
 - Les terrains des usines Plymouth et Lumière entre le Vieux-Rhône et le canal de fuite, en aval du PK8.
 - Les voies ferrées et l'essentiel de la gare de triage de Sibelin.
 - A Saint-Fons, les terrains remblayés situés au sud du boulevard de ceinture et entre le boulevard Pierre Semard et le port E. Herriot (rive gauche).
 - Les digues du canal de ceinture.
 - Le secteur situé au centre de l'usine Belle Etoile, en bordure du canal de fuite (rive gauche).
 - Certaines routes à Feyzin.
 - Le remblai de l'autoroute A7 longeant le canal de fuite au sud de la raffinerie de Feyzin, excepté une partie de l'Institut Français du Pétrole qui se trouve en-dessous du niveau de la crue millénaire.

L'importance des remblais n'a-t-elle pas une incidence sur le niveau des eaux dans le reste de la plaine ? Le corridor à l'aval de Lyon a connu une aggravation importante des inondations dans la première moitié du XX^e siècle. Les ingénieurs de l'époque ont constaté que les hauteurs des crues de 1899 et 1957 ont été plus élevées que celle de 1856, attribuant l'augmentation des niveaux au resserrement du champ d'inondation dans la traversée de la ville ainsi qu'aux emprises des nombreux remblais progressivement érigés dans la plaine (cf. partie IV, chapitre 2). A l'heure actuelle, la tendance serait la même si une grande partie du débit n'était pas dérivé dans le canal de fuite de la CNR, entre des digues calibrées au-dessus

de la crue millénaire estimée à l'époque à 7500 m³/s selon les calculs de CNR. Néanmoins comme on l'a vu précédemment, on ne peut pas complètement exclure que ce débit théorique puisse être dépassé en cas de concomitance parfaite des débits de pointe du Rhône amont et de la Saône, si les deux cours d'eau connaissaient simultanément une crue exceptionnelle. La combinaison des records du Rhône et de la Saône à Lyon fournirait un débit de pointe de 8 800 m³/s ; ce chiffre serait encore plus important en cas de crue millénaire du Rhône, qui porterait le maximum à 9 610 m³/s. Enfin, la combinaison de deux crues très fortes (au sens de l'Etude Globale Rhône) donnerait un total de 10 410 m³/s. Un tel cataclysme, certes très peu probable mais qui n'est toutefois pas complètement impossible (Pardé, 1925), serait sans doute extrêmement dommageable pour la population et les activités du couloir de la chimie.

Chapitre 4

Facteurs d'évolution de l'hydrologie des crues lyonnaises

Les caractéristiques des crues lyonnaises ne peuvent réellement se comprendre sans la prise en compte des modalités de la propagation des crues à l'échelle du bassin versant. A l'état naturel, la marche des crues du Haut-Rhône jusqu'à Lyon est en effet influencée par plusieurs facteurs limitatifs ou aggravants. Jusqu'au confluent de l'Ain, le lac Léman et les plaines intramontagnardes vont contribuer à atténuer les crues du Rhône-Amont, qui présentent une forme aplatie à Sault-Brénaz, avant que la contribution de l'Ain n'imprime un caractère torrentiel aux crues lyonnaises.

La traversée du Lac Léman a pour effet de régulariser le régime du Rhône supérieur. En particulier, le Léman exerce un effet retardateur sur les hautes eaux qui permet de réduire environ de moitié les plus forts débits (Bravard, 1985). Ainsi, comme l'ont montré les travaux de l'ingénieur E. Vallée, le niveau atteint par la pointe de la crue de 1856 au pont Morand, le 31 mai à 15 heures, a-t-il été abaissé de 35 cm grâce à l'écrêtage offert par le lac (*ibid.*, p. 190).

Après avoir traversé une section rétrécie en gorges de Genève à Seyssel, la crue du Haut-Rhône sollicite un vaste champ d'inondation formé par une succession d'ombilics glaciaires mal remblayés séparés par des défilés (fig. 65) :

- Le principal réservoir est formé par le complexe plaine de Chautagne, lac du Bourget et marais de Lavours.
- L'extension du champ d'inondation est ensuite modeste entre Chanaz et Brégner-Cordon, puis reprend de l'ampleur dans les Basses Terres du Dauphiné, à la traversée des plaines de Brangues, du Bouchage et de St-Benoît.
- Le défilé de Saint-Alban inaugure une nouvelle section relativement étroite jusqu'à Loyettes, avant que la plaine ne s'élargisse aux abords du confluent de l'Ain jusqu'à La Mulatière.

Au total, l'Atlas du cours du Rhône porte à 275,85 km² la superficie inondée sur le Haut-Rhône en 1856, sur une surface ennoyée totale de 2 470,31 km², dont 1644 km² à l'aval de Beaucaire (Bravard, 1985, p. 200). Les zones inondées sur le Haut-Rhône représentent ainsi le tiers du champ d'inondation compris entre Genève et Beaucaire, alors même que ce n'est qu'à partir du confluent de l'Ain que l'événement de 1856 prit toute son ampleur est constituée la crue de référence : à Seyssel, le maximum historique a été la crue de 1910 avec 1 800 m³/s et 5 m, contre 1 430 m³/s et 4,6 m en 1856 (Pardé, 1925).

Il semble que ce soit l'extrême de 1856 qui permit aux ingénieurs de l'époque de saisir dans leur pleine mesure le rôle de ces vastes zones inondables : « les larges plaines dont le Rhône est bordé fonctionnent comme de petits lacs » (Kleitz, 1859 *in* Bravard, 1985

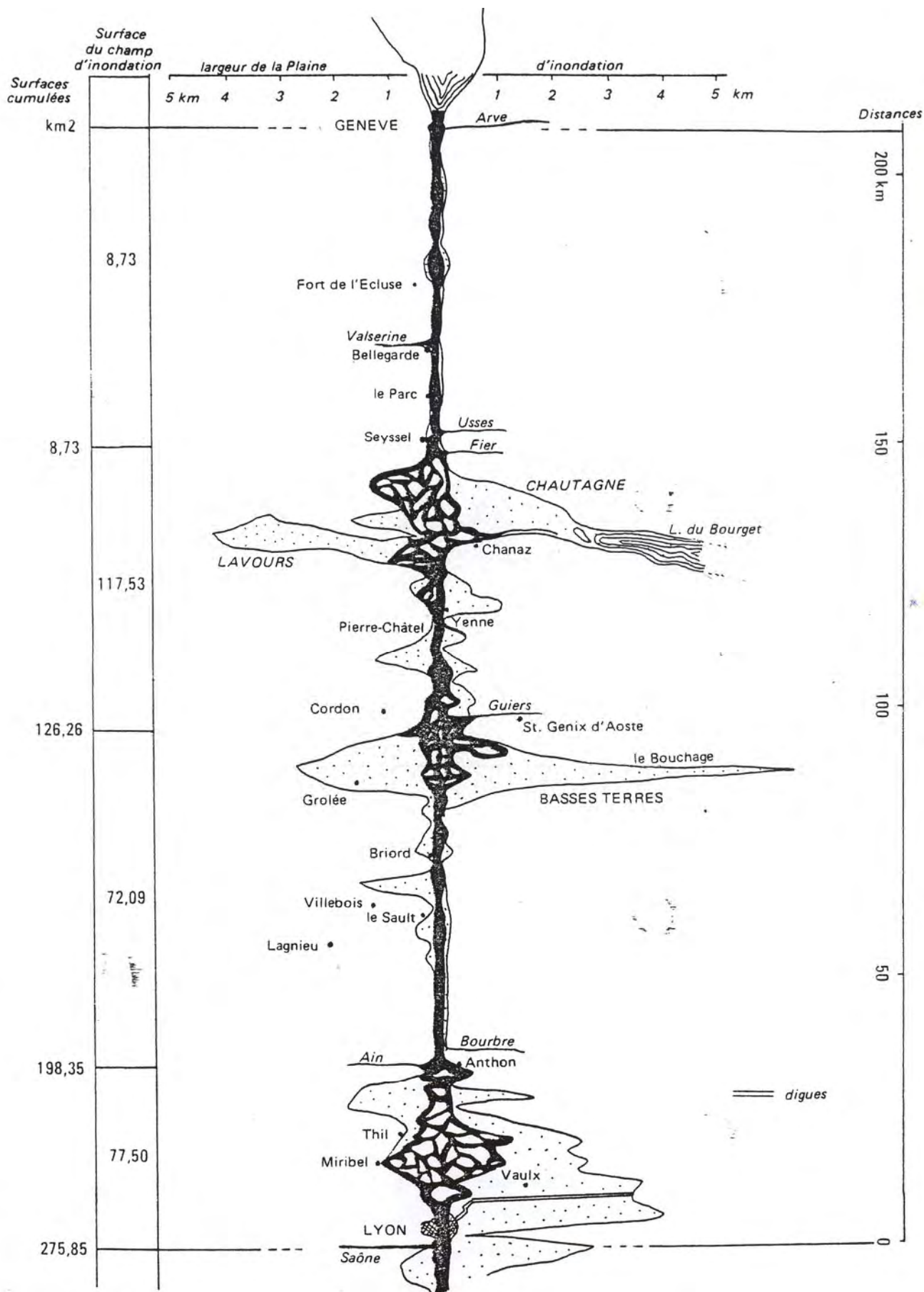


Fig. 65. Le champ d'inondation du Rhône de Genève à Lyon en 1856.

(source : SNRS)

p. 200). L'étalement naturel des eaux dans les plaines du Haut-Rhône joue un rôle prépondérant dans la marche des crues. Malgré la puissance des crues des affluents successifs du Rhône, la croissance du débit de pointe du fleuve n'est pas proportionnelle à l'augmentation des aires contributives (Pardé, 1925). On note au contraire un aplatissement significatif de l'hydrogramme vers l'aval (*ibid.* ; Mériaudeau, 1980 ; CNR, 2003), jusqu'à la confluence de l'Ain à partir de laquelle, on l'a déjà vu, la crue est à l'inverse fortement rajeunie par le flot de l'affluent jurassien et prend alors un caractère torrentiel encore nettement visible à Lyon, malgré un certain laminage du débit dans la plaine de Miribel-Jonage. Le fonctionnement hydrologique des plaines du Haut-Rhône a été étudié dans le détail par J.-P. Bravard (1985). Nous y renvoyons le lecteur désireux de comprendre la logique de la mise en eau de chaque entité, développement qui dépasse le cadre de notre propos.

Le bienfait des plaines intramontagnardes est double. Elles permettent à la fois un écrêtement et un étalement de la pointe de la crue du Rhône supérieur, dont l'intensité et la puissance se trouvent ainsi atténuées : « depuis les grandes crues du XIXe siècle les ingénieurs connaissent cet effet bénéfique des plaines rhodaniennes sans lesquelles la ville de Lyon n'aurait pu accomplir si aisément sa conquête des terres basses » (Bravard, 1985 p. 214). La loi du 28 mai 1858 vise d'ailleurs à préserver cette fonction essentielle et établit le principe de l'intangibilité du champ naturel d'expansion des crues, dans le but principal de prévenir une aggravation du risque d'inondation à Lyon, au nom de l'intérêt général.

L'évolution de l'aléa s'explique-t-elle par une évolution des conditions de formation des crues lyonnaises repérable à l'échelle du bassin du Rhône ? Depuis la fin du XVIIIe siècle, la multiplication des interventions humaines à l'échelle du bassin versant, en lit mineur et en lit majeur ont eu pour effet direct ou indirect de modifier profondément le régime du fleuve en crue et les conditions de mise en eau de la plaine. Une analyse critique de la littérature existante nous a permis d'identifier plusieurs facteurs d'artificialisation de l'aléa hydrologique jouant à l'échelle du bassin versant. La partie suivante traitera quant à elle de la genèse des évolutions sur l'espace du risque proprement dit, à l'échelle du Y lyonnais.

I. Quel pouvoir d'écrêtement des barrages ?

I.1. Le contrôle des eaux du lac Léman

La machinerie hydraulique de Genève installée à partir de 1708 sur le site de Coulouvrenière et complétée par des barrages dans la deuxième moitié du XIXe siècle (1842-1883) a entraîné un relèvement du niveau moyen annuel du Lac Léman à partir des années 1840 (Pardé, 1925). Afin notamment de limiter l'impact du relèvement des eaux sur le niveau des crues du lac, le règlement de 1892 décide un abaissement de 50 cm du niveau des hautes eaux par rapport à la situation en vigueur au XIXe siècle (Bravard, 1985). On pourrait craindre que cette mesure nuise à la capacité naturelle d'écrêtement du lac, dont on a souligné plus haut l'effet bénéfique sur le niveau des grandes crues à Lyon. En réalité, la réglementation prévoit indirectement la conservation de la capacité de stockage : elle prévoit la possibilité d'augmenter le niveau du lac au-dessus de la cote conventionnelle en cas de forte crue de l'Arve, afin de conserver une hauteur de chute suffisante au niveau de l'usine. Dans la pratique, la fonction d'écrêtement continue donc de jouer lors des plus

fortes crues, la France ayant par ailleurs obtenu que le débit maximum de l'émissaire n'excède pas 1100 m³/s afin de ne pas péjorer les conditions d'aval (*ibid.*).

I.2. L'absence d'impact direct des barrages et réservoirs alpestres sur les grandes crues

H. Vivian et ses collaborateurs sont à l'origine de l'essentiel des études sur les impacts hydrologiques des barrages et des réservoirs alpestres (Edouard et Vivian, 1982, 1984 ; Vivian, 1986, 1994 ; Vivian et Pupier, 1996). Concernant les crues s'écoulant dans les vallées alpines, ces travaux concluent à l'absence d'impact sur la formation des événements d'une période de retour supérieure à 10 ans. En effet, les retenues se situent trop en amont dans les têtes des bassins versants ou ont une capacité de stockage bien inférieure aux volumes roulés par une crue exceptionnelle. Ainsi, comme le soulignent A. Marnézy et J.-L. Peiry (2000) : « les grands réservoirs entretiennent donc une fausse impression de sécurité vis-à-vis du risque de crue » et ont favorisé la multiplication des enjeux exposés à l'aléa inondation. Par contre, il semble que les réservoirs puissent avoir un effet régulateur sur les crues de fréquence faible à moyenne (inférieures à la crue décennale) survenant au printemps, lorsque les niveaux des retenues sont au plus bas et peuvent écrêter une partie du débit de pointe (*ibid.*).

Dans le cadre de l'Etude Globale Rhône, le bureau d'étude Safège a tenté de déceler et caractériser une éventuelle évolution des régimes hydrologiques sur le corridor fluvial du Rhône, en deux approches successives, qualitative puis quantitative. La première a été menée au travers de l'étude de l'implantation des retenues et barrages en amont des stations hydrométriques du Rhône, et leur comparaison avec les variables hydrologiques locales. Il ressort de cette analyse que l'influence des ouvrages hydroélectriques croît d'amont en aval. Trois affluents sont particulièrement équipés, si l'on se base sur le volume des retenues : l'Ain, l'Isère et la Durance. Dans la pratique, l'influence des ouvrages sur le régime est fortement corrélée à la fonction des retenues, en fonction de l'usage qui est fait des volumes stockés. L'irrigation et l'écrêtement des crues ont une influence plus grande que l'hydroélectricité, mais ces deux activités restent minoritaires par rapport à la production d'énergie. Deux ouvrages ont une influence « considérable »¹ : Vouglans et Serre-Ponçon. L'influence de Vouglans sur les crues est manifeste : le volume total de la retenue est largement supérieur au débit de période de retour 100 ans, même si une partie seulement de ce volume sert réellement à l'écrêtement des crues. « Le régime des crues à Perrache est sensiblement influencé par le barrage de Vouglans depuis sa mise en service (ce qui est normal, le barrage étant conçu à cette fin). [...] A Ternay, le constat est sensiblement le même que celui fait à Perrache, cependant, la part relative de l'influence des aménagements est sensiblement réduite par la Saône, très peu pourvue en barrages et retenues (en dehors bien sûr des barrages de navigation) »².

L'approche quantitative repose sur le calcul systématique des variables hydrologiques représentatives des pluies et des extrêmes hydrologiques pour trois périodes homogènes du point de vue de l'aménagement du Rhône : 1920-1945 (peu d'aménagements), 1945-1971 (construction de la plupart des aménagements), 1972-98 (état aménagé).

La variabilité entre les périodes est de l'ordre de 5 à 20%, mais il n'a pas été possible de dégager de tendance dans les variations de débits observées, ni d'en identifier clairement les causes anthropiques, l'influence de la variabilité des précipitations restant

¹ EGR, 2001, volet 1, rapport de deuxième étape, volume 3,

² EGR, 2001, volet 1, rapport de deuxième étape, volume 3, p. 25

prépondérante. Afin de pouvoir analyser la part des influences anthropiques, Safège a tenté d'isoler la part de l'influence des précipitations. L'étude des débits ainsi « normés » par les pluies décennales révèle une inversion et une amplification des tendances observées à partir des débits bruts. L'EGR souligne la difficulté de tirer des conclusions claires concernant l'influence des aménagements sur le régime, d'autant plus que les gestionnaires ont refusé de fournir des données précises concernant les volumes disponibles ; cependant elle émet l'hypothèse prudente selon laquelle « l'influence des ouvrages hydroélectriques et de tous les aménagements du fleuve est sensiblement du même ordre que celle induite par l'instationnarité des pluies, mais elle joue en sens inverse¹ » ; pour autant cette hypothèse est à considérer avec la plus grande prudence.

I.3. Le pouvoir écrêteur du barrage de Vouglans

Le barrage de Vouglans, mis en service en 1968, est donc le seul réservoir du bassin du Haut-Rhône à avoir un impact direct notable sur l'hydrologie des crues. EDF et les Ponts-et-Chaussées ont en effet conçu une retenue à buts multiples permettant de concilier la production hydroélectrique et la réduction du risque d'inondation à Lyon (Agard *et al.*, 1968). Le turbinage des eaux en hiver devait permettre de vider la retenue afin de pouvoir stocker les crues de saison froide. Appliqués aux 14 plus grands événements connus à Lyon entre 1840 et 1857, les calculs montraient un abaissement du maximum de la crue compris entre 70 cm et 1 m près de deux fois sur trois (*ibid.*). Une « tranche inconditionnelle de crue » de 15 millions de m³ supplémentaires était prévue dans le cahier des charges d'EDF afin de préserver la capacité d'écrêtement dans la période de remplissage du barrage, à l'automne et au printemps. Dans la pratique, le niveau de la retenue est stable de juin à août puis baisse progressivement pour stocker les crues de novembre à février. L'amortissement des grandes crues semble donc pouvoir jouer à l'automne et en hiver. Ainsi le débit de pointe de la crue de février 1990 a-t-il été écrêté de 700 m³/s grâce au barrage : il a été de 3 230 m³/s au pont Morand, soit une période de retour de 10 ans, et aurait été de fréquence cinquantennale sans la présence du barrage (Safège, 2001). La valeur du débit centennal de l'Ain a d'ailleurs évolué : il est aujourd'hui estimé à 2 210 m³/s, contre 2 750 m³/s avant la mise en service de l'ouvrage (*ibid.*). La construction du barrage du Vouglans est donc très probablement un des facteurs expliquant l'absence de crue forte à Lyon depuis 1957, alors que de nombreux cours d'eau de l'Arc Alpin ont connu une recrudescence des inondations depuis les années 1990. Néanmoins, en l'état des connaissances actuelles, on ne peut exclure un comportement hydroclimatique particulier de cette partie des Alpes.

A l'origine, l'écrêtement des crues était une des vocations affichées lors de la conception de l'ouvrage. Aujourd'hui, la retenue est de facto utilisée à cette fin puisqu'elle est vide à l'automne et absorbe les crues d'hiver. Cependant EDF précise que la fonction d'atténuation des débits extrêmes ne figure pas dans le cahier des charges. Il est vrai que les pouvoirs publics ont toujours affirmé la priorité de la production hydroélectrique sur l'écrêtement des crues ; ces deux fonctions ne sont pas forcément compatibles. Pour pouvoir écrêter les crues de printemps, il faudrait maintenir la retenue à un niveau bas jusqu'en mai. Or, EDF a besoin que la retenue soit pleine à la fin du printemps pour pouvoir d'une part assurer l'appoint estival et d'autre part satisfaire les exigences liées au tourisme et aux loisirs nautiques, défendues par le Conseil Général de l'Ain.

¹ EGR, 2001, volet 1, rapport de deuxième étape, volume 3, p. 34

II. Effets indirects des actions humaines sur les volumes ruisselés, stockés et écoulés

II.1. Effet des mutations de l'occupation des sols sur les volumes ruisselés

L'influence récente de l'évolution de l'occupation du sol sur le ruissellement est un phénomène dont les tendances sont bien connues (augmentation des volumes ruisselés du fait des mutations des pratiques agricoles et de l'imperméabilisation des versants en particulier), mais qui reste difficilement quantifiable. On dispose toutefois d'éléments de réponse sur la Saône grâce à une série d'études menées depuis la fin des années 1980 (Balland, 1989, Astrade, 1996, SMSD, 2005).

L'évolution du mode d'occupation des sols, à savoir le développement des labours et de l'extension des zones imperméabilisées, entraîne une augmentation des volumes ruisselés et une accélération du temps de transmission de l'onde de crue (*ibid.*). De 1970 à 1980, la superficie des terres labourables a augmenté de 6 % dans l'ensemble du bassin versant, et de 11 % dans le lit majeur. Sur la période 1955-1982, les espaces imperméabilisés en zone submersible ont augmenté de 55 % à Chalon et de 113 % à Mâcon (Astrade, 1996). Dans le cadre du Programme d'Actions de Prévention des Inondations de la Saône, le Syndicat Mixte Saône Doubs (SMSD) a lancé une étude cherchant à estimer l'impact de l'évolution de l'urbanisation depuis les années 1950 sur l'imperméabilisation du bassin versant de la Saône (SMSD, 2000 et 2005). Sur la période 1950-2006, l'augmentation des surfaces urbanisées à l'échelle de l'ensemble du bassin a été estimée à près de 1 200 km² supplémentaires, soit une augmentation moyenne de 300 % par rapport à 1950. Un modèle hydrologique simplifié basé sur les méthodes du Soil Conservation Service a été développé afin d'estimer l'incidence de l'imperméabilisation des surfaces nouvellement urbanisées sur l'augmentation des débits (*ibid.*). La simulation d'un épisode pluvieux de 60 mm de précipitation en 12 heures sur l'ensemble du bassin montre une augmentation du débit de pointe à Lyon de l'ordre de 10 % par rapport à 1950, soit près de 150 m³/s supplémentaires. Ces résultats doivent être considérés avec prudence car ils n'évaluent que l'impact des surfaces urbanisées sur la période 1950-2000 et n'intègrent pas les autres facteurs pouvant influencer le temps de réponse du bassin tels les mutations agricoles (remembrement, modification des pratiques culturales) ou l'artificialisation des conditions de mise en eau (modification de la géométrie des lits fluviaux, emprise des remblais en lit majeur notamment). Ils montrent néanmoins que « le renforcement de l'imperméabilisation des sols, en partie due à l'urbanisation, a un effet notoire sur la modification des débits et le ruissellement » dans le sens d'une augmentation de la puissance des crues (SMSD, 2005).

II.2. L'incision des lits fluviaux et la chenalisation des crues

A partir de la deuxième moitié du XIX^e siècle, la multiplication des actions humaines à l'échelle du bassin versant et sur l'espace du risque, en lit mineur et en lit majeur, a eu pour conséquence de perturber les modalités du transit de la charge de fond puis de réduire la charge elle-même. Ce déséquilibre a provoqué un ajustement de l'hydrosystème qui s'est traduit par l'incision des lits fluviaux dans la bande active du Petit Age Glaciaire : le Rhône, l'Arve, le Fier, le Guiers et l'Ain se sont incisés au cours du XX^e siècle. Cette métamorphose fluviale entraîne l'augmentation de la débitance du chenal et une augmentation de la pente, donc des vitesses. L'abaissement corrélatif des niveaux de crue et

L'augmentation des débits de débordement s'accompagnent d'une réduction des volumes stockés dans le lit majeur et d'une accélération du temps de transfert de l'onde de crue :

- Les travaux d'endiguement insubmersible et submersible effectués dans les plaines de tressage, en Chautagne et dans la plaine de Miribel-Jonage, pour améliorer les conditions de navigation ont concentré les eaux dans le chenal principal. Cela a accru la vitesse et la force tractrice des eaux et a déclenché l'incision du talweg.
- Plusieurs facteurs sont à l'origine d'une réduction de la charge de fond :
 - Depuis la fin du XIXe siècle, les mutations agricoles et le reboisement du bassin versant du Rhône sont à l'origine d'une protection accrue des pentes qui entraîne une réduction de l'érosion et une diminution des entrées sédimentaires. Ce découplage entre les versants et les talwegs s'explique notamment par les effets de la crise de l'économie de coteau et la conversion herbagère ainsi que par l'action de reboisement des pentes menée par le service de Restauration des Terrains de Montagne (RTM) depuis 1880.
 - Les barrages provoquent une rupture du continuum sédimentaire. Cette situation se retrouve sur le Rhône et dans bon nombre de sous-bassins versants du fleuve. En particulier, le barrage de Génissiat (1947) provoque un affinement de la charge dans la retenue de Seyssel : les éléments les plus grossiers en provenance de l'Arve et de la Valserine sont piégés en amont du réservoir de Génissiat et ne sont pas réinjectés en aval par les chasses du barrage. En Chautagne et sur la rivière d'Ain, l'incision du lit dans les alluvions caillouto-sableuses permet un remaniement du sable grossier, mais cet apport sédimentaire semble être en voie de tarissement.
 - Les extractions massives de granulats pratiquées en rivière après les années 1950 ont largement puisé dans le stock sédimentaire alors même que ce dernier était en voie de tarissement. Elles ont provoqué des déséquilibres locaux et l'ajustement de l'hydrosystème qui s'est traduit par une incision du fond du lit par érosion régressive et progressive à partir des fosses d'extraction.

II.3. Le rôle des aménagements CNR du Haut-Rhône dans la diminution de la capacité d'écrêtement

Les aménagements hydroélectriques de Chautagne, Belley et Brégnier Cordon ont été établis pour l'essentiel dans le champ d'inondation du Rhône (excepté la dérivation de Belley qui emprunte une ancienne vallée glaciaire sur 12 km) de 1980 à 1986 (Bravard, 1985). Afin de garantir la sécurité des riverains ainsi que celle des enjeux situés en aval, la CNR a cherché à maintenir voire à accroître la possibilité d'étalement des crues. Il s'agissait de compenser, sur la base des résultats fournis par des modélisations hydrauliques, l'impact prévisible de l'aménagement : la création de retenues à niveau relativement stable a normalement pour effet d'accélérer la propagation des crues et de réduire leur écrêtement donc d'exhausser les niveaux à l'aval (P. Savey 1982).

Afin d'évaluer l'incidence des aménagements CNR du Haut-Rhône sur l'aléa hydrologique, J.-P. Bravard a procédé à une analyse critique de la littérature existante et a distingué trois grands types d'impacts enregistrés (Bravard, 1985) :

- L'impact direct des ouvrages :
 - le champ d'expansion des crues est amputé du volume de l'emprise des digues et les contre-canaux qui soustraient plusieurs dizaines d'hectares au champ d'inondation, même si leur tracé est proche de celui des digues du XIXe siècle ;

d'autre part l'emprise du plan d'eau artificiel de Seyssel à Brégnier-Cordon est quasiment stable (l'écart de niveau entre la situation normale et la situation de crue millénale n'est que de 50 cm) et provoque de ce fait une réduction des volumes stockables.

- La réduction du champ d'inondation due à l'emprise des aménagements doit théoriquement être compensée par la forte capacité de stockage des Vieux-Rhône dans lesquels le niveau est très faible en temps normal. Cette compensation n'étant que partielle, la CNR applique des consignes d'exploitation particulières en temps de crue. Le débit dérivé est progressivement abaissé pour favoriser l'inondation du Vieux-Rhône et l'étalement dans le lit majeur. Malgré tout, force est de constater que la capacité de stockage semble réduite par rapport à l'état initial, d'autant plus que la montée des eaux dans le Vieux-Rhône est freinée par la lenteur de la manœuvre des usines, qui intervient trop tard pour produire pleinement les effets compensateurs souhaités.
- L'artificialisation des conditions de mise en eau des marais de Chautagne et de Lavours et du lac du Bourget, pourtant conçue de manière à conserver les capacités d'accumulation qui prévalaient avant la mise en place des aménagements CNR, aboutit à une réduction de l'inondation. Les niveaux et les durées de submersion sont moindres en Chautagne et aux abords du lac du Bourget, si bien que la CNR se félicite d'avoir amélioré la situation des riverains vis-à-vis des crues (Bravard, 1985, p. 596). En 2002, l'Etude Globale Rhône indiquait que la plaine de Chautagne et du lac du Bourget serait actuellement inondée à 32% en cas de crue moyenne (proche de la décennale), 65 % en cas de crue forte (proche de la centennale) et 85% en cas de crue très forte (voisine de la crue millénale), tandis que celle du marais de Lavours et du Vieux-Rhône de Belley ne le serait qu'à 35 % pour une les forts débits et à 61 % en cas de crue très forte (CNR, 2002).
- La construction des aménagements CNR s'est accompagnée d'une protection plus ou moins complète des terres agricoles riveraines, qui sont autant de surfaces soustraites au champ d'inondation. Ce phénomène joue surtout dans les Basses Terres, le long de l'aménagement de Brégnier-Cordon, et dans une moindre mesure en bordure des aménagements de Chautagne et Belley. Comme l'a souligné J.-P. Bravard, la question de la réduction des capacités d'accumulation n'est pas abordée par la CNR qui pointe en revanche l'effet bénéfique des digues insubmersibles vis-à-vis de la protection des terres.
- Au total, les aménagements CNR du Haut-Rhône sont à l'origine d'une réduction de la capacité d'accumulation pour les crues petites et moyennes, et dans une moindre mesure pour les crues fortes : « il est indéniable que l'amélioration enregistrée sur le plan local a des répercussions sur le potentiel d'écrêtage et d'étalement des crues » (Bravard, 1985, p. 598). La CNR reconnaît d'ailleurs l'impact des ouvrages sur l'accélération du temps de montée des crues, qui est passé d'une dizaine d'heures à 5 à 6 heures.

L'accélération du temps de transit des masses d'eau pourrait avoir des répercussions sérieuses sur le risque d'inondation en aval du confluent de l'Ain, en augmentant et le risque de concomitance entre le flot de crue du Haut-Rhône et celui de son tributaire jurassien. Normalement, le maximum de l'Ain possède une certaine avance sur celui du Rhône supérieur, sauf en cas de crue double, du type de 1856 ou 1944, où la pointe du fleuve se conjugue avec un deuxième flot de l'Ain lié à des précipitations durables. On peut craindre que l'avance de l'onde de crue causée par les aménagements fluviaux du Haut-Rhône tende à rendre les crues doubles plus systématiques ou plus fréquentes (Bravard *et al.*, 1995). Si

cette hypothèse était vérifiée, la durée des crues en aval de Loyettes se trouverait augmentée, à l'instar de la crue de 1990 qui fut une crue longue, et on risquerait d'enregistrer une réduction supplémentaire de la capacité d'écrêtement de la plaine de Miribel-Jonage. On a vu que la plaine de Miribel-Jonage a elle aussi enregistré une réduction importante de la capacité de stockage des crues¹. Nous ne détaillerons pas ici les facteurs multiples d'explication de l'évolution de l'aléa dans ce secteur, qui seront analysés dans la partie suivante². Retenons seulement que cette évolution résulte elle aussi de perturbations anthropiques et contribue à la diminution de l'écrêtement du pic de crue du Rhône amont. En effet, la simulation de l'événement décennal de 1990 réalisée par la CNR a montré qu'un régime permanent s'établit après le remplissage de la plaine, si bien que le champ d'accumulation n'accumulerait plus d'eau (CNR, 1993). Ainsi, la réduction de la pointe de la crue de 1990 n'aurait été que de 25 m³/s, ce qui est particulièrement faible.

La simulation de différents scénarios de crue dans la configuration actuelle, réalisée par la CNR dans le cadre de l'Etude globale Rhône (2002), a permis de faire le point sur les modalités de propagation des crues du Rhône et d'identifier le rôle joué aujourd'hui par chaque zone inondable dans l'écrêtement des crues du fleuve.

Le temps de déplacement de la pointe pour les crues moyennes à très fortes du Rhône est de 30 à 40 heures de la frontière suisse à Lyon Perrache (171 km depuis la station de Pougny). La crue se propage rapidement dans les gorges du Haut-Rhône (avec une vitesse moyenne de 15 km/h), puis se ralentit ensuite dans la traversée des plaines intramontagnardes, dans lesquelles les vitesses sont comprises entre 3 et 5 km/h. Plus la crue s'étale dans les plaines inondables, plus le temps de déplacement de l'onde de crue est ralenti. Par ailleurs, l'analyse des hydrogrammes synthétiques monofréquence des Vieux-Rhône montre que les aménagements CNR ont une réelle incidence sur les crues des Vieux-Rhône, bien que l'artificialisation du régime soit inversement proportionnelle à la période de retour considérée. La durée des crues dans les tronçons court-circuités est bien inférieure à celle des Rhône « entiers » : « la montée des crues est un peu plus rapide dans les Vieux Rhône, du fait qu'une partie des débits est turbinée, et la décrue est beaucoup plus rapide, du fait qu'une part très significative de la traîne de l'hydrogramme total est turbinée » (CNR, 2002, p. 17).

Nous avons comparé les superficies théoriquement inondables dans la situation actuelle issues des résultats de cette modélisation hydraulique avec les surfaces inondées en 1856 fournies par les cartes de l'Atlas du Cours du Rhône des Ponts-et-Chaussées, afin de mesurer quelle a été l'évolution du champ d'inondation depuis 150 ans. Pour l'ensemble du Haut-Rhône, les surfaces théoriquement inondables lors d'une crue forte (4470 m³/s à Perrache), d'un débit proche de celui de 1856 (4 500 m³/s au pont Morand), se portent aujourd'hui à 143,89 ha, contre environ 250 ha en 1856, ce qui équivaut à une réduction de plus de 40% du champ d'inondation.

II.4. Impact nuancé des aménagements liés à l'amélioration de la voie navigable de la Saône

Les interventions humaines en lit mineur réalisées pour les besoins de la navigation ainsi que le développement des infrastructures de transport longeant ou franchissant la rivière ont changé la géométrie du lit et des berges et modifié les conditions de propagation des crues, dans le sens d'une aggravation ou d'une réduction :

¹ cf. partie III, point III.3.b

² cf. partie IV, point III

- Les barrages au fil de l'eau construits pour les besoins de la navigation ne possèdent pas de capacité de stockage et sont effacés lors des crues. Ils n'ont donc pas d'incidence sur l'écrêtement et l'étalement des crues. Nous verrons plus loin que la gestion de ces ouvrages joue localement sur l'augmentation des crues juste débordantes, mais cela n'a pas d'incidence sur la propagation des crues à l'échelle de la vallée.
- En revanche, les ponts constituent des points de réduction de la section mouillée ; les remous qu'ils occasionnent sont à l'origine d'une augmentation de la pente des crues. Ainsi la dénivellation à Lyon est-elle de 0,2 m (Astrade, 1996).
- A cela s'ajoute le problème des atterrissements dans les sections court-circuitées, difficiles à entretenir. Selon un rapport de la Mission Déléguée de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse (1984), la diminution de la capacité de stockage qui en découle causerait une aggravation des débordements.
- Enfin, les dragages réalisés dans le cadre des travaux de mise à grand gabarit de la voie navigable ont approfondi le chenal et provoqué un abaissement du niveau des crues, estimé à 10 cm (Sogreah, 1985). Sur la période 1870-1983, les volumes extraits dans le lit mineur entre Mâcon et Lyon ont été estimés à 15 millions de m³.

II.5. Les conséquences du remblaiement du Val de Saône sur le temps de transfert et les niveaux à Lyon

L'emprise cumulée de multiples remblais a réduit la capacité de stockage des crues, ce qui provoque une augmentation du débit de pointe, un exhaussement des lignes d'eau et une accélération du temps de transfert de l'onde de crue vers l'aval. Aux emprises des constructions particulières édifiées en zone inondable s'ajoutent celles des remblais destinés à l'implantation de zones industrielles ou récréatives (en particulier à Chalon, Mâcon, Villefranche, Anse, et Neuville-Genay) et les infrastructures autoroutières et ferroviaires dont les levées s'élèvent de 3 à 8 m (la ligne TGV, l'autoroute A36 Beaune-Mulhouse à Seurre, l'autoroute A46, les contournements de Chalon, Mâcon et Lyon). Dans l'état des connaissances actuelles, il est difficile d'estimer l'ampleur de l'impact des remblais qui encombrant le lit majeur. La modélisation hydraulique des crues caractéristiques de la Saône dans la situation actuelle commandée au bureau d'étude Hydratec permettra probablement d'apporter des éléments de réponse, et fournira une partie des éléments nécessaires à un diagnostic chiffré des évolutions.

On dispose néanmoins d'une estimation réalisée dans la période 1970-84 de l'impact attendu du retrait de surfaces plus ou moins importantes au champ d'expansion des crues de la Saône sur le niveau des crues et le temps de transit des masses d'eau. Le SNRS a fait réaliser plusieurs études successives pour déterminer le « parc » maximum de remblais disponibles pour la construction de zones industrielles et portuaires entre Auxonne et Lyon sans porter atteinte à la capacité de stockage du lit majeur de la Saône, afin de ne pas aggraver les niveaux dans Lyon et sur le Bas-Rhône. Pour différents scénarios de crue, le bureau d'étude Sogreah a ainsi testé sur modèle mathématique plusieurs hypothèses de réalisation de zones industrielles et portuaires afin de déterminer l'incidence des remblaiements sur les modalités de mise en eau des fortes crues connues : celles de 1910 (2400 m³/s à Couzon, soit une fréquence environ vicennale), 1955 (2823 m³/s à Couzon, soit une période de retour comprise entre 50 et 70 ans), et 1970 (2194 m³/s, soit un débit environ décennal) (Sogreah, 1970, 1984 et 1985b). Les résultats tiennent compte de la réalisation des mesures compensatoires prévues avec chaque projet. Aux stations de Thoissey, Trévoux et Lyon La Feuillée, quelque soit la crue considérée, les volumes

soustraits du champ d'inondation augmenteraient le débit maximum et accélèreraient la propagation de la crue. Cela provoquerait une aggravation de la situation non seulement des riverains de la Saône, en particulier de l'agglomération lyonnaise, mais aussi une péjoration des conditions alors en vigueur sur le Rhône aval, puisque le passage plus précoce des crues de la Saône à Lyon, dont le débit maximum serait d'ailleurs augmenté, se conjuguerait avec un Rhône encore relativement haut. L'aggravation de l'aléa serait plus importante en cas de crue rapide, du type de celle de 1910, que pour les crues plus lentes comme celle de 1955. Par ailleurs, elle ne serait pas proportionnelle à l'importance des remblais mais augmenterait de façon exponentielle.

L'étude fait ressortir l'existence d'un seuil de 2 000 ha (soit 5,5 % du champ d'inondation de la crue de 1955 entre Auxonne et Lyon) en-deçà duquel l'impact sur la capacité d'écrêtement et d'étalement reste limité. Ce volume correspond justement aux prévisions du schéma d'aménagement et d'urbanisme de la Saône pour l'horizon 2010, et provoquerait à Trévoux une hausse de 4 et 7 cm et une avance de 4 et 8 heures pour une crue semblable respectivement à celle de 1955 et de 1910. Pour les mêmes crues à Lyon, on observerait une élévation de 3 et 7 cm et une avance de 1 et 3 heures. Comme le souligne le SNRS suite à la parution des résultats : « *il s'agit donc pour la puissance publique de gérer ces 2000 ha entre Auxonne et Lyon. Au-delà de ce « parc », des remblaiements (même modestes) aggraveraient la situation de plus en plus vite au fur et à mesure de leur réalisation* »¹. Il convient de préciser que ces estimations ne concernent que les remblais industriels et ne tiennent pas compte de la multiplication des emprises liées au développement des constructions individuelles, qui viennent s'ajouter au volume soustrait au champ d'expansion des crues. On saisit ici tout l'enjeu de la mise en place du zonage réglementaire et de son observation stricte afin de limiter la réduction des volumes stockables dans la plaine.

Jusqu'à une période récente, la mise en œuvre de mesures compensatoires lors de l'édification de remblais importants était uniquement envisagée sous l'angle du bon écoulement des crues. En d'autres termes, les services de l'Etat ont veillé à ce que les remblais ne provoquent pas de rétrécissement de la section d'écoulement et ne forment pas d'obstacle à l'écoulement des crues, mais la réduction des volumes stockables dans le lit majeur a été tolérée. Depuis l'arrêté du 13 février 2002 fixant les prescriptions générales applicables aux installations « ouvrages ou remblais » soumis à déclaration, les volumes soustraits au champ d'inondation doivent obligatoirement être compensés afin de conserver la même capacité de stockage lors des grandes crues. Par ailleurs, les ouvrages doivent être transparents jusqu'aux conditions hydrauliques de la plus forte crue historique connue ou celle de la crue centennale si celle-ci lui est supérieure. Les DIREN ont ainsi veillé à ce que les SDAGE imposent des mesures compensatoires pour chaque nouveau remblai réalisé en lit majeur.

II.6. Influence de la gestion des endiguements agricoles de la Saône sur les crues faibles et moyennes

Les digues agricoles, dont les vannes restent le plus souvent fermées, perturbent la propagation des crues faibles et moyennes, et entraînent une majoration des lignes d'eau ainsi qu'une accélération de l'onde de crue (Sogreah, 1983). Ces levées en terre de faible hauteur ont été édifiées pour l'essentiel au XIXe siècle par des associations syndicales dans la vallée de la Saône et dans la basse vallée du Doubs : au total, 140 km de digues gérés par une trentaine de syndicats protègent 16 000 ha des débordements lors des crues faibles (Q3) dans les départements de Saône et Loire et de l'Ain. Au XXe siècle, des endiguements

¹ Archives SNRS, C X5-13, note de synthèse sur le modèle mathématique de la Saône, oct. 1976

plus conséquents ont été réalisés pour des crues de fréquence beaucoup plus rare (Q20) dans les basses vallées des affluents (vallée de l'Ouche et de la Tille).

Les endiguements sont équipés de vannes et délimitent des casiers dont la gestion est modulée selon la saison : des arrêtés préfectoraux imposent aux agriculteurs de maintenir les vannes ouvertes de décembre à février, pour permettre l'expansion et l'atténuation des crues d'hiver et éviter le risque d'endommagement des digues par une surverse brutale. Le reste de l'année, les vannes peuvent être fermées pour contenir les crues de printemps en dehors des casiers et protéger les enjeux agricoles. Le principe était adapté au mode de culture de la vallée, dominé par les pâturages, où la submersion d'hiver était bénéfique car elle fertilisait les terres. Mais la conversion des prairies en terres à céréales ou à maïs et le développement de l'activité maraîchère sur certaines parcelles, notamment dans la région mâconnaise, a poussé les agriculteurs à enfreindre les règlements pour bénéficier d'une protection contre les crues d'hiver, ou tout au moins à revendiquer un autre mode de gestion des endiguements.

Le SNRS s'est posé la question de l'incidence de la fermeture des vannes sur le temps de transfert de l'onde de crue. Le risque est celui d'une diminution du décalage qui existe à l'état naturel entre la crue du Rhône et celle de la Saône et protège Lyon contre de trop fréquentes crues débordantes. Des études sur l'impact de la gestion des endiguements de la Saône sur les crues de la Saône et du Bas-Rhône, confiées au bureau d'études Sogreah suite aux crues du début des années 1980, ont confirmé que la gestion des endiguements joue sur l'avance ou le retard de la crue de la Saône dans Lyon (Sogreah 1983, 1984-85). Par ailleurs, le rôle écrêteur de l'aménagement crée un phénomène de filtrage des crues qui contribue à l'augmentation de la fréquence des crues justes débordantes :

- on constate un écrêtement des crues faiblement débordantes dont le débit est compris entre 1500 et 1750 m³/s à Trévoux, qui sont ramenées à des débits compris entre 1300 et 1500 m³/s
- les petites crues, d'une valeur inférieure à 1500 m³/s, sont aggravées
- l'impact est nul en cas de crue moyenne ou forte, car l'ensemble des ouvrages est noyé

La fermeture complète des digues entraînerait une augmentation de la fréquence de submersion des parkings lyonnais pouvant aller jusqu'à plus de 4 jours (faisant passer le temps de submersion de 25 à 29 jours par an), et une aggravation de 30 à 40 cm des hauteurs d'eau pour les petites crues sur les terrains agricoles non endigués (les lieux habités ne sont pas concernés par cette aggravation car ils restent à l'abri de la submersion pour une telle période de retour), sur lesquels la durée de submersion serait majorée de près de 3 jours au niveau de Villefranche et de plus d'une journée dans la vallée du Rhône au niveau de Givors (Sogreah, 1985).

III. Les effets des variations climatiques sur la fréquence et l'intensité des crues

Dans la dernière décennie, un grand nombre d'études ont été menées afin de tenter d'évaluer les impacts du changement climatique global, aujourd'hui largement admis par la communauté scientifique, sur le territoire européen, notamment dans les Alpes et dans le bassin versant du Rhône. Cette question complexe est bien évidemment à prendre en

compte afin d'évaluer la part des variations climatiques et celle des actions humaines considérées à l'échelle du bassin versant dans l'évolution des conditions de formation des crues passées, présentes et à venir. Nous empruntons l'essentiel des résultats présentés ici à deux documents de synthèse faisant le point sur l'état des connaissances actuelles. Récemment, J.-P. Bravard a rassemblé les principaux résultats obtenus concernant le bassin du Rhône en intégrant les changements des composantes naturelles de l'hydrosystème avérés depuis le XIXe siècle et annoncés pour le XXIe, et en prenant en compte les interactions complexes des changements naturels et anthropiques (Bravard, 2007). Par ailleurs, les 29^e journées de l'hydraulique de la Société Hydrotechnique de France organisées à Lyon en mars 2007 ont porté sur la question des variations climatiques, séculaires et à venir, et leur impact sur l'hydrologie et les événements extrêmes.

III.1. Changements climatiques et hydrologiques observés depuis la fin du XIXe siècle

L'état des connaissances actuelles sur le changement climatique enregistré au XXe siècle permet de démontrer que l'élévation des températures enregistrée ces trente dernières années n'a pas provoqué d'augmentation corrélée des précipitations et n'a pas eu d'impact sur la formation des crues en France métropolitaine (Lang et Renard, 2007 ; Bravard, 2006b). Les tests statistiques réalisés sur huit stations de mesure du Rhône en aval de Genève ont prouvé que le nombre et l'intensité des crues sont restés stationnaires depuis le milieu du XXe siècle (Bravard, 2006b). Deux ruptures se dégagent cependant : une transformation à partir de 1891 due à l'artificialisation du régime du Rhône français liée au développement des barrages suisses au débouché du Lac Léman, une autre à la fin des années 1970 avec l'occurrence de décennies sèches contrastant avec la période plus humide des années 1940-1975 (*ibid.*). On est donc en droit d'avancer que l'évolution de l'aléa diagnostiquée plus haut est essentiellement due à des causes anthropiques. Aucun effet du changement climatique n'a pu être dégagé dans la recrudescence d'épisodes de crue importants observée ces dernières années dans l'Arc Alpin (Sauquet et Haond, 2003), et notamment dans le bassin du Rhône (citons par exemple la crue centennale du Rhône supérieur en aval de Genève en 1990, et les crues importantes de 1993, 1994 et 2003 sur le Bas-Rhône). Deux hypothèses peuvent être avancées quant à l'origine de ces événements récents. Il est possible que l'on assiste au retour d'un cycle de débits élevés comme cela s'est déjà produit par le passé, notamment à la fin du XIXe siècle (*ibid.*). Ou alors, les récentes inondations sont peut-être les premiers signaux de l'impact d'un changement climatique entraînant des pics de crue plus importants, bien que les deux phénomènes n'aient pu être reliés jusqu'à présent (Bravard, 2006b). Toujours est-il que l'occurrence de ces extrêmes a révélé l'importante vulnérabilité de la vallée du Rhône vis-à-vis des inondations, et souligné l'enjeu d'une adaptation de la société à la contrainte fluviale. M. Lang et D. Renard insistent par ailleurs sur le fait qu'il « convient de rester vigilant sur une évolution possible de l'aléa dans les prochaines années et de développer des outils de gestion du risque adaptés à un contexte non stationnaire » (Lang et Renard, 2007, p. 54).

III.2. Les effets attendus du changement climatique global dans le bassin du Rhône

Les différents modèles basés sur une simulation de la circulation générale (IPCC, 2002) prévoient que le changement climatique global modifiera le cycle de l'eau pour tous les scénarios de concentration des gaz à effet de serre. On s'attend à une augmentation des précipitations hivernales, à une évaporation accrue couplée avec des précipitations moindres en été, et une augmentation de la part des pluies sur les chutes de neige en haute

altitude. A l'échelle du bassin et à un pas de temps plus court, le programme ECLAT-2 a fourni une première évaluation des impacts prévisibles sur les composantes du bilan de l'eau, relayé ensuite par le programme GICC-Rhône qui travaille sur l'hypothèse d'un doublement des concentrations de CO₂ d'ici à 2050 (Leblois et Grésillon, 2005). Les principaux changements annoncés sont les suivants :

- Une augmentation annuelle moyenne des températures de 2,5°C et de 4°C en juillet selon l'étude GICC-Rhône
- Si le bilan annuel des précipitations reste stable, on constate en revanche une aggravation des extrêmes. Dans les Alpes occidentales, Beniston *et al.* (1994) avancent une augmentation de 15% des précipitations hivernales. A l'échelle du territoire métropolitain, il est prévu une réduction des précipitations estivales et une hausse de 5 à 30 % des précipitations hivernales selon les modèles, mais les prévisions sont rendues plus complexes par la combinaison de ces changements avec les effets de l'oscillation nord-atlantique. On peut donc s'attendre à une augmentation de la fréquence et de la puissance des crues de saison froide. Par ailleurs, il est possible que l'influence méditerranéenne s'étende vers le nord du bassin de la Saône, et provoque une augmentation de la violence des épisodes pluvieux (SMSD, 2005).
- Une réduction de l'épaisseur et de la durée de l'enneigement annuel. La limite de l'enneigement remontera de 150 m pour chaque degré supplémentaire, ce qui augmentera les surfaces exposées à la pluie et augmentera l'influence pluviale sur les régimes hydrologiques (Beniston, 1997).
- A long terme, la végétalisation des sommets des versants des Alpes pourrait provoquer une augmentation de l'interception et entraîner une réduction du débit des rivières. Dans les Alpes du sud, l'augmentation des sécheresses estivales pourrait favoriser les feux de forêt et provoquer une aggravation de l'érosion et une augmentation des entrées sédimentaires. De la même façon, les modifications des processus de versants possibles dans la partie nord du bassin du Rhône (Beniston *et al.*, 1994) entraîneront très probablement une augmentation du débit solide à l'origine d'un exhaussement des fonds et donc du niveau des crues.

Conclusion

Il est donc démontré que le risque a nettement évolué au sein du « Y lyonnais » depuis les grandes inondations de 1840 et 1856. D'une part, on observe une tendance marquée à l'urbanisation du corridor fluvial : potentiellement, la vulnérabilité est donc plus forte au sens où les enjeux situés au sein du lit majeur historique se sont étendus, densifiés et diversifiés. D'autre part, on sait qu'une crue exceptionnelle, semblable, voire supérieure aux maxima historiques, est toujours possible, et que cette probabilité se trouvera très probablement augmentée du fait du changement climatique global. Une crue importante à Lyon résulte de la concomitance des pics de crue de la Saône et de ses affluents torrentiels, du Haut-Rhône et de l'Ain, du Rhône amont et de la Saône. Le risque de concomitance n'est pas négligeable, et il semble que l'impact des actions humaines à l'échelle du bassin versant contribue à augmenter cette probabilité en accélérant le transit du pic de crue du Haut-Rhône, qui était jusque-là en retard de quelques heures sur le flot de l'Ain, et en réduisant le temps de transfert de l'onde de crue de la Saône au confluent, ce qui atténue le retard du maximum de la rivière sur celui du fleuve. Un scénario qui verrait coïncider des crues exceptionnelles des trois cours d'eau est une éventualité certes rare mais qui est tout à fait possible ; il donnerait à Lyon une crue extraordinaire dont on ignore les effets, puisque ce cas de figure n'a jamais été modélisé.

Pour les crues caractéristiques prises en compte par les gestionnaires, l'efficacité du système de défense hérité du XIXe siècle semble effectivement bonne le long du Rhône, du moins jusqu'à la crue millénaire. Mais l'endiguement conserve des lacunes sur la Saône. Vaise, le Vieux-Lyon et une partie de la Presqu'île seraient inondés dès la crue bicentennale.

La ville s'est aujourd'hui notablement étendue au-delà de l'enceinte du plan Kleitz ; l'endiguement du Rhône a été prolongé vers l'amont et vers l'aval à Vaulx-en-Velin et Gerland, mais il apporte une protection moindre que dans le cœur de la ville. Ces quartiers sont stratégiques dans la politique urbaine actuelle ; ils représentent également les points noirs du risque au sein du Grand Lyon. D'après les modélisations, le Rhône y débordera lorsque surviendra une crue supérieure à celle de 1856, et causera d'importants dommages dès la crue bicentennale.

Sur les marges, une partie de la rive droite du Rhône aval et la zone industrielle de Neuville sur la Saône abritent des enjeux importants exposés à des crues moyennement fortes. Par contre, la rive gauche du Rhône en aval du Port E. Herriot serait désormais à l'abri des débordements du fleuve, du moins pour les crues de projet.

A l'amont de Lyon, le Val de Saône lyonnais et la plaine de Miribel-Jonage demeurent des champs d'inondation stratégiques dans la protection de Lyon ; on constate cependant une diminution de leur capacité d'écrêtement qui pose question quant aux effets à l'aval. Si le champ d'inondation s'est fortement contracté dans l'île de Miribel-Jonage, on observe à l'inverse une très forte augmentation de l'aléa en rive droite du canal de Miribel, de Niévroz à Beynost, bien au-delà des limites du lit majeur du milieu du XIXe siècle, à l'origine d'une importante aggravation du risque.

On a vu que l'évolution de l'aléa depuis la fin du XIXe siècle n'est pas due à l'effet des variations climatiques, puisque le réchauffement observé ces dernières années n'a pas modifié l'hydrologie, du moins pas pour l'instant. L'évolution de l'aléa est donc uniquement imputable aux actions humaines. Certains facteurs d'explication ont pu être dégagés à l'échelle du bassin versant ; il s'agit désormais d'analyser les causes de l'évolution du risque à

l'échelle du « Y lyonnais », sur l'espace du risque proprement dit, afin de comprendre quelle a été la genèse de la situation actuelle. Quel rôle ont joué les acteurs impliqués dans la gestion du risque dans le choix des politiques mises en œuvre, et quels ont été les effets de ces dernières ?

Quatrième partie

La protection d'un territoire en développement. Evolution du statut des marges et vulnérabilisation

Lyon sort du XIXe siècle dotée d'un très beau système de digues dont l'efficacité doit être garantie par la préservation du champ d'inondation autour de ce « rempart » de protection. La loi de 1858 vise à la protection complète et définitive des villes fluviales, en particulier de Lyon, mais elle s'applique à une ville qui n'a pas grandi, et le respect des principes prudents et avisés de cette législation entre rapidement en conflit avec la logique irrésistible de la croissance urbaine. On a vu en effet que la ville s'est considérablement développée au sein du lit majeur ces cent-cinquante dernières années. A mesure que la ville s'est étendue dans le « Y lyonnais », quels ont été les termes de la gestion du risque d'inondation ? Celle-ci a-t-elle été planifiée ou gérée au coup par coup ? A-t-elle été concertée ou conflictuelle ?

Il est probable que le développement des enjeux urbains au-delà des limites du plan Kleitz ait suscité une demande de protection de la part des habitants des nouveaux quartiers. Comment et dans quelle mesure les acteurs des espaces récemment urbanisés obtiennent-ils satisfaction, autrement dit qu'est-ce qui sous-tend la prise de décision d'une protection ou son absence ? Quelle a été la position de l'Etat, mu par la volonté de promouvoir l'urbain, perçu comme vecteur de progrès, mais garant en même temps de la bonne observation des principes réglementaires visant au maintien du bon écoulement des crues et à la pérennité de la protection des lieux concernés par les décrets d'application ayant décidé des travaux de défense mis en œuvre dans la deuxième moitié du XIXe siècle ? Les édiles lyonnais ont-ils été soucieux de préserver le dispositif de défense mis en œuvre après 1856, ou ont-ils donné la priorité à l'essor urbain sans s'inquiéter des conséquences potentielles sur l'aggravation du risque au cœur de la ville elle-même ?

En définitive, l'urbanisation du corridor fluvial semble s'être faite en dépit de la loi de 1858, dont on redécouvre aujourd'hui la modernité. Mais y a-t-il réellement eu une inconscience de la part des différents acteurs, qui conduirait à une aggravation inconsidérée mais au combien prévisible du risque, ou n'y aurait-il pas plutôt eu une évolution des politiques de gestion, une adaptation du principe du maintien du bon écoulement des crues censée garantir la sécurité des enjeux urbains ? C'est une des hypothèses que nous allons chercher à vérifier dans les pages qui suivent. Mais alors, pourquoi la problématique de gestion des inondations aurait-elle disparu ?

Face à la croissance urbaine, comment le risque a-t-il évolué puisque la ville empiète sur les zones inondables ? La situation contemporaine du risque, en particulier la fréquence actuelle de l'aléa auquel les différents secteurs qui bénéficient d'une protection plus ou moins importante sont exposés, correspond-elle aux crues de projet prises en compte lors de la mise en place des mesures de défense, ou est-ce que la revanche des ouvrages s'est accrue ou réduite, ce qui impliquerait que l'aléa a été modifié par les actions humaines ? Les actions humaines réalisées en lit mineur et en lit majeur connaissent un développement massif à partir du milieu du XIXe siècle. Il est très probable que ces dernières interagissent avec l'hydrosystème et modifient le risque. L'évolution que nous avons diagnostiquée dans la partie précédente a-t-elle été linéaire ou rythmée au contraire par des pulsations, voire des tendances contraires, au cours de la période ? Quels en sont les facteurs d'explication ? Comment comprendre, en particulier, l'évolution surprenante et non moins préoccupante du champ d'inondation et de sa capacité d'écrêtement en amont de Lyon ? Que dire alors de la perception du risque par les différents acteurs ?

Nous allons procéder dans cette dernière partie à une étude territoriale afin de saisir les modalités et les spécificités de la gestion du risque dans chacun des sous-systèmes que nous avons identifiés précédemment. Nous nous intéresserons, dans une perspective diachronique, au jeu d'acteurs qui s'y tient afin de mieux comprendre les enjeux de la gestion, contemporains et hérités, et d'interroger la pertinence d'un de nos postulats de

départ qui suppose l'existence d'un gradient pôle d'activité/pôle de passivité vis-à-vis des inondations en fonction de la proximité au cœur urbain. Là encore, nous nous intéresserons aux interactions spatio-temporelles entre l'hydrosystème, l'urbanisation et les aménagements qui en découlent, et le risque.

Chapitre 1

Extension du cœur urbain et prolongement du rempart de protection

I. Un système progressivement renforcé qui donne à la ville un sentiment de sécurité

I.1. Le comblement des points bas des quais de la rive droite du Rhône (1929)

L'efficacité du rempart hérité du plan Kleitz, prolongé ensuite vers l'amont et, surtout, vers l'aval, est éprouvée avec relativement de succès lors de la crue du Rhône du 17 février 1928¹. Dans l'ensemble, cet événement centennal confirme la fiabilité de la protection, et permet de renforcer certaines lacunes. Sur les quais de la rive droite, la crue a révélé un certain nombre de points bas au niveau des ouvertures ménagées dans les parapets pour les entrées des escaliers et des rampes d'accès aux bas-ports. Les points les plus bas, au niveau du quai Saint-Clair et vers la rampe amont du pont Wilson, n'ont conservé qu'une faible revanche (de 36 à 42 cm) sur le niveau atteint par la crue qui s'est pourtant tenu 15 cm en-dessous du maximum de 1856². Localement, les hauteurs ont cependant été plus importantes qu'en 1856, du fait du remous causé par le pont Wilson, achevé en 1924 (*ibid.*). Rappelons que l'objectif de protection défini par l'ingénieur en chef Kleitz visait une revanche de 1 m sur le niveau de la crue de 1856 justement obtenue grâce aux parapets dont les ouvertures devaient pouvoir être fermées par un système de batardeaux en cas de crue importante. Il est étonnant de constater que cette dernière mesure semble avoir disparu aujourd'hui. Les archives que nous avons consulté restent muettes sur cette question ; il faut probablement y voir une conséquence de la baisse de vigilance des lyonnais due à la perte de conscience du risque d'inondation. Toujours est-il que le maintien d'ouvertures dans les parapets des quais abaisse la marge de sécurité définie il y a cent-cinquante ans. Cela est encore plus vrai pour les quais de la Saône, comme nous allons le voir.

En cas de crue plus forte que celles connues jusque-ici, ou en cas d'exhaussement des hauteurs atteintes pour un débit identique, ces lacunes pourraient donc représenter un

¹ En fév. 1928, le Rhône à Lyon a roulé 4 150 m³/s et atteint la cote de 6,1 m au pont Morand ; la période de retour de cette crue est de 100 ans environ ; auparavant, quatre crues notables d'une période de retour comprise entre 20 et 50 ans sont survenues sans menacer le rempart du plan Kleitz : déc. 1882 (3 900 m³/s environ et 5,77 m au pont Morand), janv. 1899 (3 800 m³/s et 5,53 m), janv. 1910 (3550 m³/s et 5,58 m) et déc. 1918 (4 150 m³/s et 6,1 m).

Rappelons que la crue de mai-juin 1856, de période de retour environ 150 ans, a eu un débit maximum instantané de 4 500 m³/s et a atteint 6,25 m au pont Morand ; selon M. Pardé (1925), la hauteur maximum aurait été de 6,4 m sans la rupture des digues de la rive gauche.

² Archives SNRS, C 1311 II, D 7439 : Inondations, demandes d'indemnités et de travaux ; L5 : commune de Lyon, *rapport de l'ingénieur en Chef du SN Pascalon*, 27 juin 1929

danger pour la protection de la ville. Rappelons en effet qu'on déplorait un exhaussement constant du niveau atteint par les crues au moins depuis le XIXe siècle, ce qui fit d'ailleurs écrire à l'ingénieur Kleitz en 1856 que les villes étaient condamnées à exhausser sans cesse le niveau de leur protection¹. Il est difficile de savoir dans quelle mesure le dépassement constant des niveaux records atteints par les eaux au cours de la première moitié du XIXe siècle était dû à l'impact des endiguements récemment réalisés ou à l'occurrence de crues de débit plus importants, puisque les mesures permettant d'évaluer les débits maximum instantanés remontent justement au milieu du XIXe siècle. Néanmoins, c'est précisément pour éviter une aggravation du risque dans les secteurs à enjeu urbain du fait des endiguements et en prenant acte de l'effet pervers d'un endiguement généralisé, que la loi du 28 mai 1858 posa le principe de l'intangibilité du lit majeur à l'amont des grandes villes. Cette préoccupation demeure dans les années 1920 : on verra que le Service Spécial du Rhône craignait à l'époque que l'extension de la ville dans le lit majeur au-delà des limites urbaines du XIXe siècle, ainsi que la volonté des acteurs locaux d'étendre la protection contre les crues aux nouveaux quartiers, ne provoquent une aggravation des hauteurs d'eau dans les secteurs déjà endigués et ne menacent l'efficacité du rempart de quais et de digues existants. Il importait donc de ménager une revanche suffisante pour pouvoir « absorber » dans une certaine mesure ces modifications.

Le Service Navigation dresse donc immédiatement un projet d'exhaussement de ces ouvertures afin d'obtenir une revanche minimum de 66 cm au-dessus de la cote de 1928, soit 50 cm au-dessus de la crue de 1856. Les points les plus bas sont ainsi relevés de 30 cm, la différence de niveau avec la promenade étant comblée par un remblai². Ces derniers travaux effectués sur les quais de Lyon complètent ceux déclarés d'utilité publique par le décret du 24 août 1859 au nom de la protection de Lyon contre les inondations, et exécutés de 1859 à 1863. La dépense est évaluée à 25 000 francs, partagée à frais communs entre le Trésor et la ville de Lyon. Ces dispositions ayant été approuvées par délibération du conseil municipal de Lyon du 25 mars 1929, l'exécution des travaux est autorisée par décision ministérielle le 1er août 1929. L'entreprise est achevée dès 1930.

La même année, la digue de la Vitriolerie est également consolidée, indirectement cette fois, dans le cadre de la création de l'Avenue Leclerc. Elle est légèrement exhaussée et élargie dans sa partie amont par la suppression du rentrant du Rhône en aval du viaduc SNCF ; dans cette section rectifiée, la digue est soutenue par un mur droit. Mais c'est surtout la digue insubmersible des Brotteaux qui fait l'objet d'un renforcement lors de la construction du Boulevard Laurent Bonneval en 1937 : le remblai est élargi de 8,5 m à 38 m en couronne, de part et d'autre de l'ancienne digue (10 m côté Rhône et 20 m vers l'intérieur des terres), et est soutenu de part et d'autre par un mur en béton³. L'impact de cet empiètement de 10 m est alors considéré comme négligeable, compte-tenu de la largeur du lit majeur dans cette section.

I.2. Une protection jugée suffisante par la ville de Lyon

Si les points faibles de l'endiguement sont renforcés localement sur le Rhône, la protection reste plus imparfaite sur la Saône. Pour autant, à partir des années 1930, la ville ne semble plus craindre l'inondation, et cette question n'est plus de l'ordre de ses préoccupations. En 1932, dans le cadre du plan d'aménagement, d'extension et d'embellissement de Lyon dressé par l'Ingénieur en Chef de la Ville C. Chalumeau, et proposé par le maire E. Herriot, le Service Navigation s'étonne qu'aucune mesure

¹ Cf. partie II chap.3 III. 3, avant dernier paragraphe

² Archives SNRS, C 1311 II, D 7439 : Inondations, demandes d'indemnités et de travaux ; L5 : commune de Lyon, *rapport de l'ingénieur en Chef du SN Pascalon*, 27 juin 1929

³ Archives du SNRS, C146-4, D852

d'amélioration de la défense contre les inondations ne soit intégrée au programme qui concerne pourtant de nombreux secteurs situés en zone submersible. Un rapport présenté en 1936 par le Service Ordinaire des Ponts-et-Chaussées du département du Rhône a en effet pointé certaines lacunes de la protection de Lyon contre les inondations¹. On a déjà dit que la revanche du rempart de la Saône sur la crue rectifiée de 1840 est moins importante que celle de la ligne de défense des quais du Rhône sur le maximum de 1856, et on a vu que Lyon reste menacée du fait de ces lacunes. Les ingénieurs soulignent les points faibles de l'endigement : rue Marietton et Montée de l'Observance en rive droite, passage Gonin en rive gauche, le parapet est arasé à peu près au niveau de la crue de 1840 rectifiée. Surtout, les ouvertures des escaliers et rampes sont en bien des points au-dessous de ce repère ; localement, ils sont même encore au-dessous de la crue de la Saône de 1856, de période de retour 70 ans. Mais le débordement direct à partir des points les plus bas est dans tous les cas devancé par l'inondation indirecte des chaussées par infiltration². Sur la base de ce constat, le Service Navigation propose à la Ville de réaliser une étude de détail afin de renforcer la protection de la Saône³.

Mais les édiles locaux considèrent que les travaux de 1859-64 ont été suffisamment importants, et précisent que c'est volontairement qu'aucune mesure d'amélioration de la protection n'a été envisagée, y compris concernant la question des inondations par infiltration : « *de très importants travaux de protection ayant été exécutés à Lyon après les crues de 1840 et 1856, nous estimons qu'il n'y a pas lieu au titre de la ville de Lyon de prévoir actuellement la construction de nouveaux ouvrages. Nous ne saurions d'autre part imposer à l'Etat l'établissement de mesures nouvelles de protection contre les crues* »⁴. Toute nouvelle initiative en la matière est laissée aux services de l'Etat : « *la Ville croit devoir laisser au Service compétent, qui a dans ses attributions les fleuves, les bas-ports et les quais, le soin de prendre toutes les mesures utiles pour éviter toute réduction des possibilités d'écoulement des eaux du fleuve* »⁵. Or il faut préciser que, en dehors des travaux prescrits dans le cadre de la loi de 1858, l'Etat n'a aucune obligation légale en matière de protection de la population contre les crues⁶ ; il encadre les travaux d'endigement et peut les subventionner, mais sa responsabilité légale n'est pas engagée en cas d'inondation des lieux habités. Rien ne sera donc fait sur ce point malgré l'avis du Service Navigation, qui rappelle d'ailleurs que le projet d'E. Herriot concerne plusieurs secteurs situés justement en zone submersible. De fait, la priorité des élus locaux est désormais l'extension de Lyon, et c'est sur la protection de ces secteurs nouvellement urbanisés que va se porter leur attention, non sans susciter des conflits avec l'administration technique en charge de veiller à la non aggravation de l'aléa d'inondation à l'échelle du bassin versant.

¹ Archives SNRS, C 1311 II, D 7439 : Inondations, demandes d'indemnités et de travaux ; L5 : commune de Lyon, rapport du Service Ordinaire des Ponts-et-Chaussées du département du Rhône des 25 nov.-12 dec. 1936 cité par l'Ingénieur en Chef du SNRS dans son rapport sur le projet d'aménagement, d'embellissement et d'extension de la ville de Lyon du 29 décembre 1936

² *Ibid.*

³ Archives SNRS, C 1311 II, D 7439 : Inondations, demandes d'indemnités et de travaux ; L5 : commune de Lyon, rapport sur le projet d'aménagement, d'embellissement et d'extension de la ville de Lyon du 29 décembre 1936

⁴ Archives SNRS, C 1311 II, D 7439 : Inondations, demandes d'indemnités et de travaux ; L5 : commune de Lyon, Maire de Lyon, réponse aux observations présentées par les différents services sur le plan d'extension de la ville de Lyon, 20 janvier 1938

⁵ Archives SNRS, C 1311 II, D 7439 : Inondations, demandes d'indemnités et de travaux ; L5 : commune de Lyon, Maire de Lyon, courrier adressé au Préfet du Rhône le 21 avril 1939

⁶ L'obligation de l'Etat en vertu de la loi de 1858 puis de celle de 1935 sont de veiller à la préservation du bon écoulement des eaux ; depuis 1982, l'Etat a une obligation d'information via l'affichage du risque.

II. L'extension du cœur urbain vers le sud. Développement du quartier de Gerland et risque de vulnérabilisation du rempart

Si, au XXe siècle, la défense du cœur urbain semble acquise et ne préoccupe plus les édiles locaux, il n'en est pas de même pour les secteurs situés au-delà du rempart du plan Kleitz. L'extension de l'agglomération impose en effet le prolongement du rempart de protection vers l'amont et l'aval. On assiste alors à l'intégration progressive de ses marges dans la problématique de la ville, politique qui suscite la réticence des services de l'Etat : l'extension des endiguements va à l'encontre du principe de la loi du 28 mai 1858 qui vise à la préservation du champ d'inondation et des conditions d'écoulement pour ne pas aggraver le risque dans le reste de la plaine. Le Service Navigation craint une augmentation des hauteurs d'eau sur la rive droite, à Oullins et Pierre-Bénite, et met en garde la ville contre la menace que ces aménagements font courir à l'efficacité du rempart de protection situé à l'amont immédiat, c'est-à-dire dans la ville elle-même. Malgré tout, la logique de la croissance urbaine prévaut, et le cœur urbain s'étend dans la plaine, en particulier vers l'aval, dans le quartier de Gerland (cf. carte fig. 66).

II.1. L'endiguement submersible pour les besoins de la navigation (1855-61)

Le système de quais et de digues insubmersibles élaboré au lendemain de la crue de 1856 pour la protection complète de Lyon s'achève à l'aval par la digue de La Mulatière en rive droite, et par celle de la Vitriolerie en rive gauche. Ainsi, le quartier de Gerland, peu peuplé et encore essentiellement agricole au milieu du XIXe siècle, n'a-t-il pas été compris dans l'enceinte du rempart de protection.

Alors que l'on protège Lyon des débordements du fleuve, le secteur de Gerland fait quant à lui l'objet d'un endiguement submersible, construit pour régulariser le chenal navigable. Le 14 février 1855, les Ponts-et-Chaussées dressent un projet destiné à améliorer la navigation à la sortie de Lyon, entre les digues de la Vitriolerie et de Saint-Fons, en réduisant la largeur du lit entre 205 et 250 m. Pour ce faire, deux ensembles de travaux sont prévus : dans la partie amont, la digue de la Vitriolerie sera prolongée par une rampe d'accès de 55 m et bordée par une digue insubmersible calée à 6 m au-dessus de l'étiage, se terminant par un musoir demi-circulaire ; dans le prolongement de ce premier ouvrage, une digue basse en enrochements dite « digue de l'Archevêque » devait initialement se raccorder à la digue de Saint-Fons, 2 580 m plus à l'aval. En fait, les deux digues ne seront finalement pas raccordées. Dans un premier temps, on réalisera un tronçon plus modeste allant de l'amont de l'avenue Jean-Jaurès à l'actuel port E. Herriot¹. Quelques années plus tard, l'ensemble sera complété à l'amont par un nouveau projet entériné par la décision ministérielle du 20 juillet 1861 : à l'aval du pont Pasteur actuel, la digue basse des Rivières comblera la lacune laissée jusque-là entre les digues de la Vitriolerie et de l'Archevêque. Le prolongement de l'endiguement jusqu'à la digue de Saint-Fons est toujours prévu au projet de 1861, mais il sera encore ajourné².

¹ ADR, S1363

² ADR, S1363

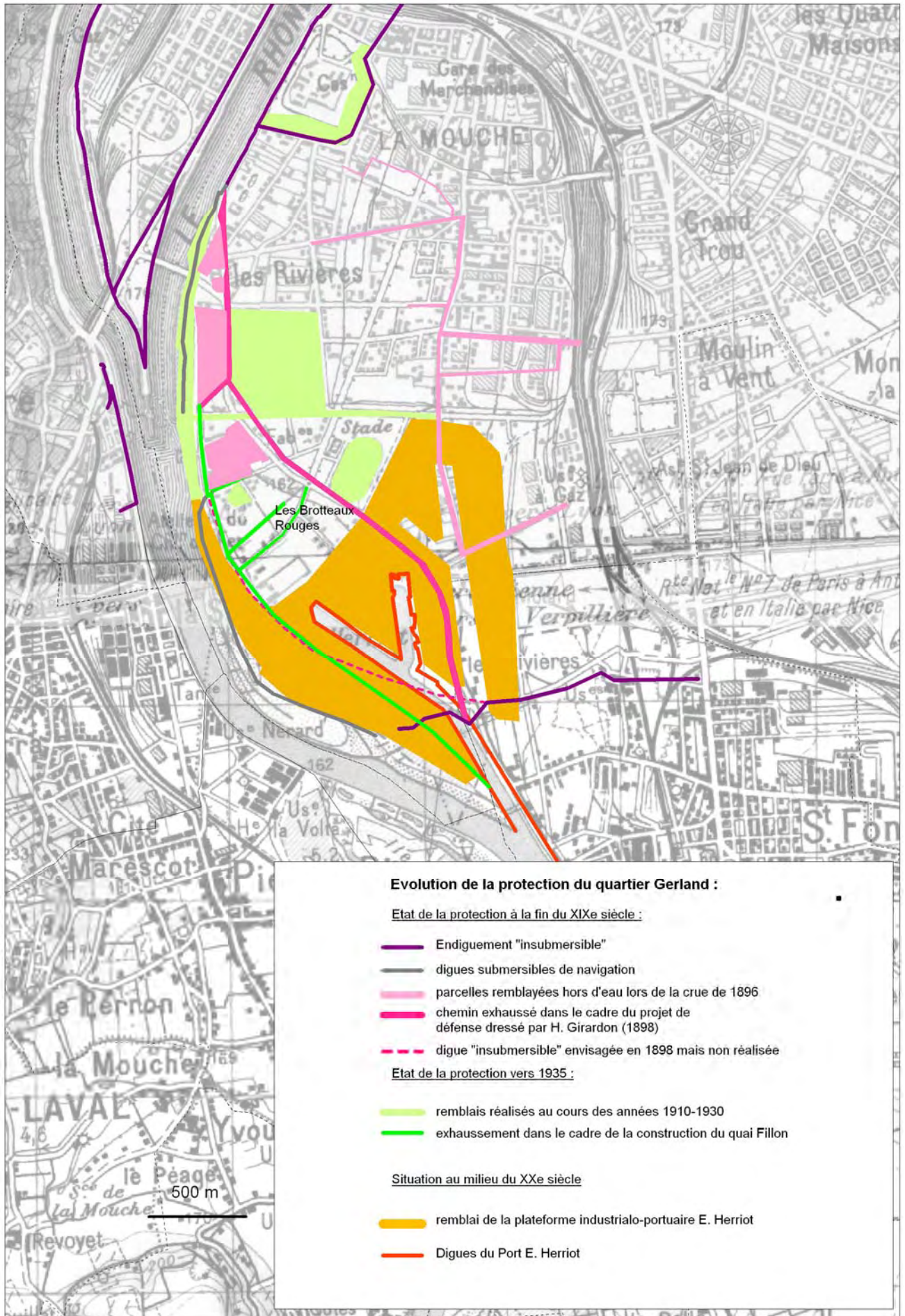


Fig. 66. La protection progressive de Gerland contre les crues.

II.2. Un développement industriel et urbain rapide qui entraîne une demande de protection

A partir de la deuxième moitié du XIX^e siècle, ce secteur méridional, jusqu'alors peu peuplé, connaît une très forte croissance en lien avec l'essor industriel de l'agglomération. A la fin du XIX^e siècle, les quartiers de La Mouche et des Brotteaux Rouges, qui forment le sud du troisième arrondissement de Lyon, comptent déjà 7000 habitants. La multiplication des enjeux industriels et urbains dans la plaine inondable entraîne une demande de protection de la part des riverains et des édiles locaux, qui se heurte au principe d'intangibilité du lit majeur imposés par l'Etat. De fait, il existe une synergie entre le choix d'une politique d'endiguement et la logique urbaine et industrielle.

II.2.a. La sensibilisation des acteurs à la vulnérabilité de Gerland : le rôle des inondations de 1896

Suite aux inondations répétées de 1896, les habitants des quartiers de La Mouche et des Brotteaux Rouges demandent à être protégés contre les crues du fleuve, au même titre que les autres quartiers lyonnais. Ces localités ouvrières, comprises entre la voie du chemin de fer Paris-Lyon-Marseille, le Rhône et le mur d'enceinte de Saint-Fons, ont en effet été inondées à cinq reprises au cours de cette même année, en particulier en mars et en surtout en novembre, date à laquelle la crue atteint dans ce secteur la même cote qu'en 1856 (164,02 m Bourdaloue). En plus d'avoir détruit les récoltes, endommagé les chemins et les habitations, la présence de l'eau a paralysé les industries pendant trois semaines, condamnant les ouvriers au chômage technique.

Un plan joint au rapport de l'Ingénieur en Chef Girardon sur un projet d'endiguement de la Vitriolerie à Saint-Fons indique les limites et la nature de l'inondation de novembre 1896 en rive gauche du Rhône, dans les quartiers de La Mouche, des Brotteaux Rouges et à Saint-Fons¹. L'observation de cette carte permet de comprendre les modalités de mise en eau de ce secteur. Les terrains se situent en moyenne à plus d'un 1 m en contrebas du niveau des crues extraordinaires, le terrain naturel se trouvant près de 2 m sous le niveau des plus hautes-eaux, tandis qu'un certain nombre de chemins vicinaux ont déjà été exhausés, parfois à une cote insubmersible. Ainsi le chemin vicinal n°21 est-il hors d'eau en 1896, tout comme ceux de Gerland, de la gare au Rhône et du Moulin à Vent à Gerland. Par ailleurs, plusieurs terrains industriels situés entre le Rhône et le chemin de la Vitriolerie à Saint-Fons ont été remblayés et sont désormais à l'abri des inondations : deux parcelles en amont de la digue des Rivières, dont une abritant une usine à vidanges, les terrains des chantiers à bateaux et une parcelle abritant une fabrique, remplacée plus tard par une usine de produits chimiques, à l'amont de l'actuelle rue Jean-Pierre Chevrot. Les terrains situés à l'aval de l'Arsenal (remplacé depuis par des ateliers de construction), inondés en 1856, ont eux aussi été remblayés pour accueillir le Parc d'Artillerie, qui est hors d'eau à la fin du XIX^e siècle.

Les inondations dans ce secteur ont trois causes principales :

- Le débordement direct par surverse le long du chemin vicinal de Lyon à Saint-Fons, submergé par 30 cm d'eau en deux points bas situés entre les terrains remblayés, et

¹ Archives du SNRS, C1311 II, D. 7439, L5, *rapport du Service Spécial sur la construction d'une digue ou d'un quai en prolongement du quai de la Vitriolerie*, 24 mai 1898

par débordement direct au droit de l'Île de l'Archevêque, dans le secteur où le terrain est encore à son niveau naturel.

- Le reflux à partir des égouts, dont l'exutoire se situe à l'aval de la digue des Rivières, qui a causé l'inondation d'un secteur abritant une usine à gaz et bordé de chemins insubmersibles : le chemin vicinal n°21 au nord, qui longe le Parc d'Artillerie, la voie ferrée PLM à l'est, le chemin vicinal de Gerland à l'ouest et, au sud, le chemin reliant l'Hospice Saint-Jean de Dieu à la ferme d'Ainay.
- Enfin, tous les terrains non remblayés, y compris à Saint-Fons, sont indirectement inondés par l'infiltration des eaux à travers le sable et le gravier du sous-sol, et par retour ou reflux à partir de la borne kilométrique n°1 (en face du barrage de La Mulatière).

Dans sa délibération en date du 12 novembre 1896, le Conseil Municipal du troisième arrondissement de Lyon signale les dommages subis par ce quartier, et souligne la nécessité de défendre le sud de la ville. La requête de la municipalité est relayée par le Préfet du Rhône qui demande au Service Spécial de dresser un premier projet sommaire de protection¹. Cette démarche répond à une demande croissante de protection de la part de la population ; en décembre 1896, 142 habitants de ce secteur adressent une pétition à l'Administration, dans laquelle ils déplorent leur situation et demandent à bénéficier de la même protection que le reste de la ville, par le prolongement de la digue de la Vitriolerie jusqu'à celle de Saint-Fons :

« Aujourd'hui La Mouche est un quartier, et un quartier populaire, ouvrier, qui mérite toute la sollicitude de nos Administrateurs.

La nécessité absolue, urgente, s'impose d'une protection contre le terrible fléau qui nous plongeait dans la misère en 1876, 1892, 1896, etc., pour ne parler que des plus gros désastres.

La Mouche, cette partie du territoire lyonnais, doit être protégée comme la ville de Lyon l'a été après les grands désastres de 1856. Un quai, une digue ; ce que nous venons vous demander c'est l'établissement d'un barrage insubmersible. [...] une simple digue maçonnée, solide, protégeant les habitations, les usines, les récoltes et les habitants.

[...] nous sommes Lyonnais, compris dans le rayon de l'Octroi, payant charges et impôts comme dans le centre de la ville, ne serait-il pas juste que, au moins, nous soyons protégés contre les eaux de nos fleuves ? Un seul point de territoire de la deuxième ville de France doit-il être submersible à la moindre crue ? Non !...et certainement cette réponse est dans tous vos cœurs. »²

Par une lettre en date du 30 janvier 1897, la municipalité appuie la demande de ses administrés auprès de la préfecture, qui relance le Service Spécial du Rhône, sollicitant à nouveau la construction d'une digue ou d'un quai insubmersible³.

II.2.b. Un projet d'endiguement insubmersible entre la Vitriolerie et Saint-Fons remplacé par une protection contre les crues moyennes (1898)

En réponse à la pression des élus locaux, l'Ingénieur en Chef du Service Spécial H. Girardon élabore un projet de défense du quartier de Gerland tout en soulignant les limites et les inconvénients d'une telle entreprise⁴. Bien qu'il reconnaisse l'importance des enjeux

¹ Archives du SNRS, C1311 II, D. 7439, L5, Maire de Lyon, *courrier en date du 18 novembre 1896 adressé à l'Ingénieur en Chef Girardon*

² Archives du SNRS, C1311 II, D. 7439, L5

³ Archives du SNRS, C1311 II, D. 7439, L5, *lettre du Préfet du Rhône adressée à l'Ingénieur en Chef du Service Spécial du Rhône, 5 février 1897*

⁴ Archives du SNRS, C1311 II, D. 7439, L5, *rapport sur la construction d'une digue ou d'un quai en prolongement du quai de la Vitriolerie, 24 mai 1898*

qu'on propose de soustraire à la contrainte d'inondation, Girardon insiste sur la nécessité de préserver les zones inondables sous peine d'aggraver le risque dans le reste de la plaine. Soustraire ce secteur au champ d'expansion des crues du Rhône entraînerait le relèvement du plan d'eau en amont, réduisant d'autant la revanche des quais dans la traversée de Lyon, et aggraverait par ailleurs le risque sur la rive droite du Rhône, à Oullins et La Mulatière. Pour estimer la valeur de l'exhaussement induit, Girardon se réfère aux observations faites à l'amont du viaduc de Saint-Clair suite à la construction du quai de la Tête d'Or, où le relèvement de la ligne d'eau en crue a été de 50 cm. Il souligne que les conséquences de l'endiguement de La Mouche seraient bien plus dommageables, d'une part parce que l'impact de cet aménagement se ferait sentir dans la ville elle-même, d'autre part parce que le rétrécissement envisagé se situe au droit du confluent du Rhône et de la Saône, dans un secteur où le débit du Rhône est gonflé par les apports de son affluent.

Malgré ces réserves, le Service Spécial a obéi aux injonctions du Préfet et mis à l'étude le projet de défense demandé. La solution la plus pratique et la plus économique consisterait en un exhaussement du chemin de la Vitriolerie à Saint-Fons sur 1,5 km, entre la digue de la Vitriolerie et l'extrémité aval de la digue des Rivières, complété à l'aval par l'édification d'une digue insubmersible de 4,5 m de haut et 6 m de large, longeant la berge sur les 2,4 km restant jusqu'au mur d'enceinte de Saint-Fons. L'ensemble serait couronné à 6,6 m au-dessus de l'étiage, soit 1 m au-dessus de la cote atteinte en 1856, comme pour le rempart de protection du plan Kleitz. Le coût des travaux d'endiguement, compte non-tenu de la dépense nécessaire à l'achat des terrains, est estimé à 1,5 millions de francs. Pour supprimer l'inondation par reflux à partir des égouts, il faudrait déplacer leur exutoire vers l'aval, en un point suffisamment éloigné pour que la cote des plus hautes eaux y soit inférieure à la cote des terrains à protéger, c'est-à-dire prolonger les égouts de deux kilomètres vers l'aval ce qui occasionnerait une dépense supplémentaire de 1 million de francs. Enfin, l'ensemble de ces mesures, pour onéreuses qu'elles soient, laisserait en-dehors de la nouvelle enceinte de protection l'ensemble des industries de Saint-Fons, aussi densément peuplées que le secteur de La Mouche-Brotteaux Rouges. En outre, cela ne permettrait pas de supprimer l'inondation par infiltration : seul un remblaiement des terrains à un niveau suffisant pourrait mettre l'ensemble à l'abri des eaux, ce qui n'est à l'époque pas envisageable aux yeux des ingénieurs du Service Spécial du Rhône (on verra plus loin que la solution du remblaiement pour mettre hors d'eau les enjeux industriels sera finalement massivement employée au sud de Lyon cinquante ans plus tard). Autrement dit, l'entreprise permettrait seulement de supprimer les courants de crue qui se forment en aval de la digue de la Vitriolerie.

Insistant sur le fait que « *la dépense à faire est hors de proportion avec les avantages à obtenir, car si l'inondation a causé des dommages incontestables, elle n'a pas causé de désastre* »¹, Girardon propose une mesure plus modeste qu'il juge tout aussi efficace : un exhaussement du chemin de la Vitriolerie à Saint-Fons de 40 cm afin de casser le courant sans entamer le champ d'expansion des crues (la hauteur de l'exhaussement du chemin prévue dans le projet d'endiguement insubmersible n'est pas précisée, mais elle devait être d'au-moins deux mètres, voire plus dans les points les plus bas, ce chiffre correspondant à la hauteur d'eau qui avait recouvert le terrain naturel de La Mouche en 1856 et 1896. Et si l'on calcule une revanche de 1 m sur le niveau de la crue de 1856, l'exhaussement devait être de 3 m). Enfin, l'Ingénieur en Chef souligne que « *la seule mesure véritablement efficace pour les immeubles qui sont exposés à souffrir de l'inondation serait, quand on les construit, de relever le sol de leur rez-de-chaussée au-dessus des crues* »².

¹ Archives du SNRS, C1311 II, D. 7439, L5, *rapport sur la construction d'une digue ou d'un quai en prolongement du quai de la Vitriolerie*, 24 mai 1898

² *Ibid.*

Finalement, le Préfet se rendra à l'avis du Service Spécial du Rhône, et l'endiguement insubmersible projeté ne sera pas réalisé, du moins pas encore complètement. Le chemin de la Vitriolerie à Saint-Fons est exhaussé de 40 cm sur environ 4 km, entre la digue de la Vitriolerie et le mur d'enceinte de Saint-Fons. La protection est ainsi calée 10 cm au-dessus du niveau de la crue de 1856 entre la Vitriolerie et l'extrémité amont de la digue des Rivières (au niveau de l'actuelle rue Jean-Pierre Chevrot), le long du quartier de la Mouche, mais est plus imparfaite à l'aval de la borne kilométrique n°1 (en face du barrage de la Mulatière), en bordure du quartier des Brotteaux Rouges, qui reste inondable pour les crues fortes bien que le courant de ces dernières soit fortement atténué (photo 19 et 20 p. 315).

II.3. Une réglementation qui ne suffit pas à limiter l'extension urbaine dans le corridor fluvial

II.3.a. Protection détournée du quartier de La Mouche au moyen d'exhaussements de chemins

Progressivement, la ville de Lyon va néanmoins poursuivre son extension vers le sud et continuer à œuvrer dans le sens d'une défense de Gerland contre les crues au moyen d'exhaussement de parcelles et de chemins, et ce malgré la réticence des services de l'Etat qui tentent tant bien que mal d'encadrer cette tendance pour prévenir une aggravation du risque d'inondation dans la traversée de la ville. La création du septième arrondissement de Lyon le 3 mars 1912 est d'ailleurs un signe de l'importance qu'a pris le quartier.

Un état de la protection du sud de Lyon contre les crues à la fin des années 1920 nous est fourni par un plan au 1/20 000^e dressé par le Service de la Voirie de la Ville de Lyon dans le cadre d'une demande de subvention du relèvement du niveau des voies publiques en bordure du Rhône pour la défense de Lyon contre les inondations. Ce document, adressé au Ministère des Travaux Publics par l'Ingénieur en Chef de la Ville Chalumeau le 7 janvier 1932, figure la limite de l'inondation de 1928 à Gerland¹. On y voit que cette crue centennale, d'un débit proche de celui atteint lors du maximum de 1856, a entièrement recouvert le quartier des Brotteaux Rouges, mais épargné le quartier de La Mouche. En 1928 en effet, ce dernier est bordé de voies insubmersibles : l'endiguement réalisé à la fin du XIX^e siècle sous la forme d'un exhaussement de chemin a été complété à l'aval par une voie remblayée, construite perpendiculairement au fleuve le long de la limite sud des Abattoirs de La Mouche, et qui ferme ainsi le système de protection. Nous n'avons pas trouvé de trace de ces travaux dans les archives consultées pour notre travail, mais il est probable que ces derniers soient contemporains de l'édification des Abattoirs de la Mouche, conçus dès 1906 par l'architecte Tony Garnier en vue de l'Exposition Internationale urbaine de 1914 et construits de 1909 à 1914 sur 25 ha. On sait par ailleurs qu'un autre remblai important fut amorcé à cette occasion pour la réalisation du stade de Gerland : les travaux débutèrent en 1913 puis reprirent après la Première Guerre Mondiale, de 1919 à 1920.

¹ Archives du SNRS, C1311 II, D. 7439, L5



Photo. 18. Les abattoirs de La Mouche en 1914

Au premier plan, les hommes occupés à des travaux de remblaiement donnent une idée de l'épaisseur du remblai sur lequel les constructions nouvelles sont édifiées.

II.3.b. L'impuissance du Service Spécial face à la conquête urbaine du corridor

Face à la tendance inexorable à la colonisation du corridor fluvial par les enjeux urbains, les ingénieurs du Service Spécial du Rhône peinent à faire respecter le maintien du bon écoulement des crues imposé par la loi de 1858. Afin d'encadrer le développement anarchique de l'habitat et des industries et de limiter la tendance de la ville à empiéter sur l'espace du fleuve, le Service Spécial décide de prolonger le rempart de protection existant pour endiguer le flot des constructions. De cette manière, le tissu urbain se densifie à l'arrière des nouveaux quais, tandis que le lit mineur conserve une certaine largeur permettant de garantir le maintien de conditions d'écoulement des crues satisfaisantes.

Un rapport des ingénieurs du Service Spécial sur les travaux effectués dans le champ d'inondation du Rhône, adressé à l'Administration Supérieure le 4 avril 1923, illustre parfaitement ce jeu d'acteurs. Les ingénieurs du Service Spécial y expriment leur relative impuissance à empêcher ou limiter l'extension des villes au-delà des limites urbaines qui prévalaient lors du vote de la loi de 1858, et demandent à l'Administration Supérieure de préciser la législation en matière de protection du champ d'inondation¹. Ils déplorent d'être insuffisamment armés par les textes réglementaires et la jurisprudence qui en a découlé pour s'opposer aux travaux exécutés par des particuliers, lesquels risquent de menacer la stabilité des ouvrages de protection contre les inondations ou de perturber l'écoulement normal des crues. C'est justement l'exemple de Lyon qui est avancé :

« C'est ainsi qu'à Lyon, immédiatement aux abords de la ville, le champ d'inondation à l'aval de l'agglomération a été progressivement couvert par une série d'immeubles et de murs de clôture qui arrêtent complètement l'écoulement des eaux. Cet inconvénient paraît difficile à éviter dans les cas de cette espèce. Si l'on voulait, en effet, maintenir dans cette région le champ d'inondation, il faudrait interdire de ce côté toute extension de la ville. En général, une telle interdiction soulèverait de très vives protestations et pourrait difficilement être maintenue. On doit donc chercher à remédier aux inconvénients résultant de ces constructions en établissant les quais qui limitent le fleuve dans cette extension de la ville, dans des conditions telles que la section d'écoulement soit suffisante pour que la suppression de cette partie du champ d'inondation n'entraîne pas à l'amont un relèvement sensible

¹ Archives du SNRS, C1433, D8514

des crues. Il s'agit, en somme, de prolonger à l'aval, dans les conditions les plus satisfaisantes possibles, la section du fleuve maintenue entre deux digues longitudinales insubmersibles¹. »

Si la loi du 28 mai 1858 pose comme principe de précaution la nécessité de préserver les champs d'expansion des crues pour éviter une aggravation du risque et permet à l'Administration d'interdire tout endiguement insubmersible, elle ne s'applique pas aux emprises ponctuelles réalisées par les particuliers et ne peut empêcher le développement des constructions dans le lit majeur. La situation est quelque peu améliorée par la loi de 1935 et par son décret d'application datant de 1937, qui mettent en place un nouvel outil réglementaire suite aux crues du sud-ouest de 1930 (Garry et Veyret, 1996). Les plans de surfaces submersibles (PSS) soumettent la réalisation de toute nouvelle construction dans le champ d'expansion des crues à l'autorisation préalable de l'Administration afin de préserver les conditions d'écoulement des crues et d'empêcher l'aggravation de la vulnérabilité. Plus précisément, les PSS visent à prévenir l'exposition des personnes et des biens en y interdisant toute construction dans la zone soumise aux aléas, préserver le champ d'expansion des crues en y contrôlant strictement l'urbanisation et éviter tout endiguement ou remblaiement nouveau qui ne serait pas justifié par la protection des lieux fortement urbanisés.

La circulaire n° 34 du 5 Avril 1952 définit deux zones d'aléa qui sont chacune soumises à des contraintes d'urbanisation différentes :

- La zone A, dite de grand débit, est inconstructible, sauf autorisation exceptionnelle accordée pour non entrave à l'écoulement des eaux ou déclarée d'utilité publique.
- La zone B, dite complémentaire, d'écoulement faible voire inexistant, est potentiellement constructible. Une autorisation préalable doit obligatoirement être délivrée par le service gestionnaire des surfaces submersibles, ici le Service de la Navigation Rhône-Saône, sauf pour les bâtiments d'une superficie inférieure à 10 m², et pour les constructions sur des piliers espacés, situés entre le niveau du sol et celui des plus hautes eaux.

Néanmoins, les PSS n'édicte pas d'interdiction générale des constructions : chaque cas particulier doit être examiné par l'Administration technique, qui doit statuer au coup par coup.

Dans la région lyonnaise, il faudra attendre 1972 pour que les PSS de la Saône, du Rhône amont et du Rhône aval soient approuvés. Les territoires de Lyon et Villeurbanne, épargnés par les crues centennales de 1918, 1928 et 1944 sur le Rhône et par la crue cinquantiennale de 1955 sur la Saône, ne sont pas concernés par cette nouvelle cartographie réglementaire. Sur ces communes, c'est le plan des zones inondables (PZI) approuvé en 1911 dans le cadre de l'application de la loi de 1858 qui a été en vigueur jusqu'au début du XXI^e siècle, avant d'être remplacé par le PPRNI du Grand Lyon. Cette cartographie, qui s'appuie sur le périmètre de l'inondation du Rhône de 1856, n'a cependant jamais été intégrée en tant que servitude dans le Plan d'Occupation des Sols de la Communauté Urbaine. Ainsi, la réglementation n'a pas permis d'enrayer la tendance à l'urbanisation du lit majeur.

II.3.c. Protection du quartier des Brotteaux Rouges : le quai Fillon

La logique de la croissance urbaine au sein du corridor fluvial va se poursuivre au XXI^e siècle, et entraîne alors une volonté de protection des nouveaux enjeux par les édiles locaux qui finissent par obtenir le prolongement du rempart de protection.

¹ Archives du SNRS, C1433, D8514, rapport des ingénieurs du Service Spécial sur les travaux effectués dans le champ d'inondation du Rhône, adressé à l'Administration Supérieure le 4 avril 1923.

Dans les années 1920, la Ville de Lyon réussit à obtenir l'aval du Préfet du Rhône pour édifier un quai destiné à protéger le quartier des Brotteaux Rouges contre les inondations, qui reste le seul quartier lyonnais à ne pas être protégé des débordements du Rhône. L'arrêté préfectoral du 28 juin 1923 fixe les alignements du futur quai Fillon le long des constructions existantes, sur le tracé du chemin de la Vitriolerie à Saint-Fons, rebaptisé chemin de desserte de l'Île de l'Archevêque¹. Un deuxième arrêté en date du 2 juillet 1927 fixe le nivellement futur du quai, qui sera placé au-dessus des plus hautes eaux par l'édification d'un remblai de 14 m de large à partir des alignements des propriétés de l'époque. Consulté pour avis, le Service Navigation ne s'oppose pas au projet, considérant que les travaux n'auront pas d'incidence sur l'écoulement des crues. Les arguments alors avancés vont à l'inverse de ceux opposés moins de trente ans plus tôt par H. Girardon à la réalisation d'un tel ouvrage : les ingénieurs estiment que l'impact de l'endigement sera négligeable car ce dernier se situe en arrière de la lône de La Mouche (appelée aussi lône Félizat) et immédiatement à l'aval du confluent de la Saône avec le Rhône, à partir duquel la section du fleuve bénéficie d'un élargissement suffisamment important pour continuer à offrir aux crues un débouché acceptable. Cette contradiction n'est d'ailleurs absolument pas relevée : les craintes ultérieures de l'administration ne sont plus mentionnées.

Les travaux de remblaiement commencent immédiatement dans la partie amont, après que les propriétaires riverains aient cédé gratuitement les terrains concernés par l'emprise du projet (photo 21). Il semble que l'entreprise ait d'abord avancé lentement, peut être du fait de l'ampleur de la dépense à fournir, ou dans l'attente de précisions quant au projet de port industriel prévu entre les abattoirs et Saint-Fons et soumis à l'approbation de l'Etat par la Chambre de Commerce de Lyon. Suite à l'adoption de ce dernier par décision ministérielle du 4 décembre 1931, la Ville adresse une demande de subvention des travaux de défense contre les inondations au Ministère des Travaux Publics, au titre de la loi du 28 décembre 1931 sur l'outillage national. La requête est motivée par le fait que la réalisation du quai Fillon répond à une partie des dispositions prévues pour la desserte du port industriel, qui doit être assurée par la création de deux voies contigües de 14 m de large : l'une, côté terre, destinée au service du port, l'autre, le long du Rhône, devant servir de promenade. Ainsi, l'endigement du quartier des Brotteaux Rouges est présenté par la Ville comme une anticipation sur les travaux du futur port Edouard Herriot.

Le dossier adressé le 7 janvier 1932 par C. Chalumeau, Ingénieur en Chef de la Ville, consiste en un exhaussement des voies publiques en bordure du Rhône : l'édification du quai Fillon, de la rue Chevrot jusqu'au chemin vicinal n° 9 de Pierre-Bénite à Vénissieux, en aval du mur d'enceinte de Saint-Fons, ainsi que le relèvement des rues attenantes pour les raccorder au futur quai, à savoir la rue Chevrot, l'avenue Jean Jaurès et le chemin des Culattes. Le quai Fillon doit être élevé au-dessus du niveau de la crue de 1928 et protégé côté Rhône par un perré et des enrochements de défense. Dans la section fraîchement remblayée allant de la rue Chevrot au Chemin de Culattes, déjà insubmersible suite aux travaux amorcés depuis 1928, un remblaiement supplémentaire est projeté afin de raccorder la voirie à un nouveau pont alors prévu dans l'axe de l'avenue Jean Jaurès. Le coût de l'ensemble est estimé à 8,8 millions de francs, la ville demandant à l'Etat une participation de 3 millions. Suite à l'avis favorable du Service Navigation, l'Etat accepte d'accéder à la requête municipale, mais décide de limiter sa participation aux seuls travaux de défense contre les crues restant à effectuer, c'est-à-dire à l'édification du quai Fillon dans sa partie aval, du chemin des Culattes au mur d'enceinte de Saint-Fons, sans financer l'exhaussement de la partie amont du quai, déjà insubmersible, ni des voies attenantes. Par la décision du 29 février 1932, le Ministre des Travaux Publics accorde une subvention équivalant au tiers de la dépense à fournir pour achever l'endigement, le montant total de ces travaux ayant été estimé à 2,7 millions de francs.

¹ Archives du SNRS, C1433, D8514



Photo 19. Le quartier de la gare d'eau de Perrache et Gerland vers 1880.

(source : AML). Gerland se trouve à l'arrière-plan. La rive est encore dépourvue de protection contre les débordements du fleuve.



Photo 20. Le confluent au début du XXe siècle

(source : carte postale coll. Association a-lyon). Au fond à droite, on voit les premiers remblais de rive le long du quartier de La Mouche réalisés suite au projet Girardon de 1898 ; le quartier des Brotteaux Rouges, plus à l'aval, bénéficie d'une protection bien moindre. Plus à l'aval, on distingue l'île de l'Archevêque.



Photo 21. La protection de Gerland vers le milieu du XXe siècle

(source : Fonds Sylvestre BML - S 1081). Photographie prise lors de la reconstruction du pont Pasteur détruit à la fin de la Deuxième Guerre Mondiale. Le remblai de La Mouche (à gauche) a été prolongé par celui du quai Fillon (à droite, en arrière de la rive).

II.3.d. Remblaiement progressif du secteur Félizat-Archevêque, en avant du quai Fillon

Suite à la construction du quai Fillon, la Ville de Lyon entreprend l'aménagement des îles de l'Archevêque situées en avant de l'ouvrage de protection, au sud de l'Avenue Jean-Jaurès, en remblayant ces terrains à une cote insubmersible (40 à 50 cm au-dessus du niveau de la crue centennale de 1928, soit un exhaussement de 1 à 2 m). L'objectif pour la ville n'est alors pas encore d'occuper directement ces terrains, mais de les proposer au Service du Génie en remplacement de ceux du champ de manœuvres militaires de la Vitriolerie, qu'elle convoite afin de pouvoir prolonger la rue de Marseille. Le 28 décembre 1933, alors que le remblaiement a déjà commencé dans l'angle sud-ouest du quai Fillon et de l'avenue de Saxe prolongée, le Chef du Génie de Lyon adresse une demande d'autorisation au Service Spécial du Rhône, qui s'oppose vivement aux travaux au nom du maintien du bon écoulement des crues, ordonné par l'article 6 de la loi du 28 mai 1858¹. Le rapport de l'ingénieur subdivisionnaire du Service Spécial argumente ce refus en rappelant l'importance des exhaussements réalisés au sud de Lyon et en déplorant leur impact négatif sur le risque :

« Les errements suivis ces dernières années dans l'exhaussement des différentes voies de communication et installations municipales de la rive gauche du Rhône dans le quartier des Brotteaux Rouges notamment, tels que le stade municipal, l'usine d'incinération des ordures, le quai Fillon, etc., ont diminué sans aucun doute la section d'écoulement des grandes crues. Avant ces

¹ Archives du SNRS, C1433, D8514, Lettre de l'Ingénieur en Chef du Service Spécial à l'Ingénieur en Chef de la Voirie municipale et au Chef du Génie de Lyon, 5 janvier 1934

exhaussements, les grandes crues s'écoulaient par le débouché de la lône de l'Archevêque et ces eaux sont au contraire actuellement rejetées sur la Saulaie d'Oullins et Pierre-Bénite. En 1928 les parties basses d'Oullins et de Pierre-Bénite étaient envahies par 0,80 m d'eau en moyenne. Aussi nous estimons que pour ne pas aggraver la situation existante il y aurait lieu d'imposer pour le remblaiement une cote inférieure par exemple de 1 m ou 1,5 m à la cote de février 1928 »¹.

L'entreprise cesse un mois plus tard, le 22 janvier 1934.

Le 21 mars 1934, la Ville soumet un nouveau projet revu à la baisse, selon les consignes du Service Spécial, qui envisage de niveler le terrain en remblayant les points bas sur 50 cm d'épaisseur.

Après le bombardement de Lyon par les Alliés en 1944, le Service Vicinal de la ville de Lyon, en charge du déblaiement des décombres, obtient du Service Navigation l'autorisation de déverser les matériaux dans la partie nord de la lône Félizat, suivant le tracé de l'autoroute qui doit emprunter cet itinéraire. Commencés en novembre 1944, les travaux de remblaiement sont interrompus par le Service Navigation à la fin du mois de janvier 1945, alors que le cubage autorisé a déjà été largement dépassé et que la limite des remblais est déjà 30 mètres plus au sud que la limite fixée par l'Etat². Trois mois plus tard, la Compagnie Générale de Navigation HPLM, qui exploite les chantiers à bateaux de la Mouche, situés au droit de la lône Félizat, déplore l'impact de ces travaux, qui auraient provoqué l'ensablement de la partie non remblayée, entre la digue des Rivières, la digue transversale nord et les remblais. Il faudra attendre une quinzaine d'années pour que ce secteur soit aménagé. En 1961, le Service Navigation autorise la Ville à remblayer l'ancien chenal de la Compagnie HPLM, les terrains de la lône Félizat et de l'île de l'Archevêque devant ensuite être mis hors d'eau en vue de leur aménagement en zone industrialoportuaire, dans le cadre de l'extension du port Edouard Herriot. Pour que cette réduction du lit majeur n'entraîne pas de relèvement du niveau des crues, le Service Navigation prévoit de compenser l'édification de cette plateforme insubmersible par un approfondissement du lit mineur³.

III. Modification de la géométrie du lit mineur par les aménagements routiers

Au milieu du XXe siècle, l'emprise au sol de l'endiguement de Lyon est élargie lors de la réalisation d'importants travaux routiers sur les digues, les quais et les bas-ports de la ville. Ces travaux d'élargissement renforcent la sécurité des ouvrages face à un éventuel risque de rupture (bien que le terrain en arrière des quais de Lyon ait été remblayé et forme un glacis en pente douce), mais induisent un important empiètement sur l'espace du fleuve. L'impact de la réduction de la section mouillée due au resserrement du lit mineur doit être compensé par l'approfondissement du chenal navigable et la suppression d'une grande partie du remous lié aux ponts dont le débouché linéaire est augmenté ; ces travaux de recalibrage du lit doivent permettre d'abaisser la ligne d'eau de crue.

¹ Archives du SNRS, C1433, D8514, *Rapport de l'Ingénieur Subdivisionnaire*, 4 janvier 1934

² Archives du SNRS, C1433, D8514, *Courrier du Service Navigation en date du 16 janvier 1945*

³ Archives du SNRS, C1433, D8514, *Courrier de l'Ingénieur en Chef du Service Navigation J. Winghart au Directeur de la CNR*, 18 mai 1861

III.1. L' Axe Nord-Sud et les autoroutes de sortie nord et sud

III.1.a. Caractéristiques des aménagements

Au milieu des années 1930, l'intensité croissante du trafic routier rend chaque jour plus difficile la circulation sur la chaussée des quais de la rive droite du Rhône, dont les caractéristiques (largeur moyenne de 30 m avec une chaussée de 11,5 m) se révèlent insuffisantes. Dans le cadre de l'amélioration des conditions de desserte de l'agglomération lyonnaise par le réseau des routes nationales, on décide de construire sur un peu moins de 5 km un Axe Nord-Sud à deux voies, depuis la sortie du tunnel de la Croix-Rousse, plus de 400 m en amont du Pont Morand, jusqu'au pont Pasteur, peu avant la confluence de la Saône au Rhône. A chaque extrémité, l'aménagement est prolongé par les autoroutes de sorties nord et sud.

Concernant l'Axe Nord-Sud, il est d'abord envisagé de créer deux autoroutes à sens unique sur les bas-ports qui resteraient submersibles. Ce premier projet, élaboré en 1936, sera finalement remplacé par un élargissement des quais de la rive droite du Rhône, destiné à doubler la voie existante par la création d'une deuxième chaussée, construite en empiétant sur le lit mineur. Des passages en trémies seront établis au droit des ponts.

En section courante, un nouveau mur de soutènement, arasé à 30 cm au-dessus de la crue de 1928 (qui a remplacé la crue de 1856 pour la référence des plus hautes eaux connues du fait de l'exhaussement du niveau de cette dernière dans Lyon par l'effet du remous du pont Wilson évoqué plus haut), est implanté une quinzaine de mètres en moyenne en avant de l'ancien mur de quai, sur le bas-port existant ou dans le lit du Rhône selon les tronçons, et fondé sur un bloc de béton immergé¹. L'espace gagné sur le fleuve est remblayé par du tout venant, un drain en pierre sèches étant interposé entre le nouveau mur et les remblais. Sous les ponts, le mur est remplacé par une dalle sur pilotis afin de ne pas gêner l'écoulement des crues (cf. photos 23 et 24).

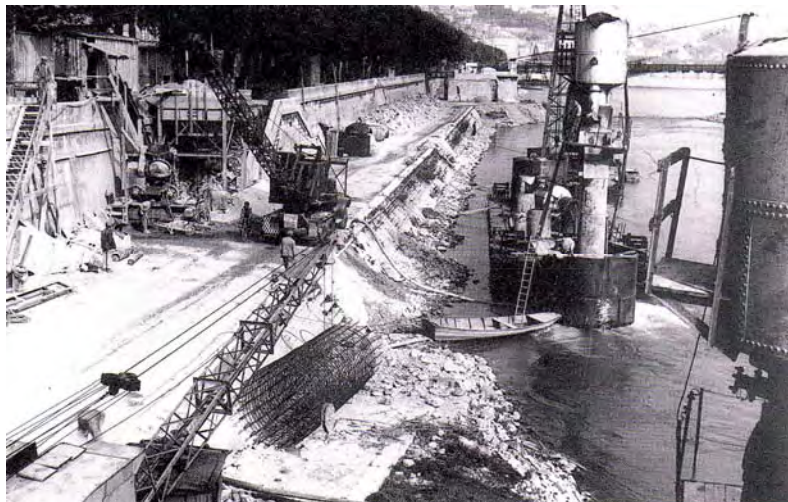


Photo 22. Les travaux de l'axe Nord-Sud en rive droite du Rhône en 1960

(source : coll. Chauvy).

¹ Archives du SNRS, C146-4, D852



Photo 23. L'Hôtel-Dieu et le quai de l'Hôpital après la réalisation du plan Kleitz.

Le quai, précédé d'un bas-port, fait 30 m de large.



Photo 24. L'Hôtel-Dieu et l'axe Nord-Sud.

Le nouveau mur a été construit en empiétant sur le Rhône et les bas-ports d'autrefois. Au premier plan, une trémie au droit du pont Lafayette pour éviter une trop forte réduction de la section mouillée.

La section aval de l'aménagement qui longe le quartier Perrache, entre les ponts Gallieni et Pasteur, sera finalement incorporée au projet d'autoroute de sortie sud, prévu

dans son prolongement. Sur ce tronçon, la chaussée de desserte locale doit donc être maintenue, ce qui implique de gagner non pas une mais deux voies sur le Rhône ; l'empiètement y est donc de près de 20 m sur environ 1 km de long.

A partir du pont Pasteur, le tracé de l'autoroute s'incurve vers l'intérieur de la Presqu'île avant de franchir la Saône au droit du pont de La Mulatière, puis longe à nouveau la rive droite du Rhône avant de traverser le fleuve à hauteur du futur barrage de Pierre-Bénite pour venir border ce qui deviendra la zone industrielle de Saint-Fons, Feyzin et Solaize et suivre ensuite le Rhône en continuant vers le sud. Les travaux sont réalisés de 1956 à 1958.

A l'amont du pont Morand, l'axe Nord-Sud se raccorde à l'autoroute de sortie nord, construite sur les bas-ports des deux rives et formé de deux chaussées de 7 m de large sur 2,2 km de long chacune, édifiée sur une plateforme de 9 m de large en couronne et 30 m à la base, protégée côté fleuve par un perré maçonné. L'ensemble doit être raccordé au pont Poincaré et au cours d'Herbouville en rive droite, et à l'Avenue du Parc (ancien quai d'Albret) en rive gauche.

Le projet de raccordement avec le Pont Poincaré, qui doit se faire en amont de ce dernier, prévoit certains remblais en avant de la berge de l'époque pour le passage sous le pont et sous le viaduc SNCF. A l'origine, le Service Ordinaire avait prévu de construire la chaussée sur une plate-forme de 8 m de large en couronne et de 30 m à sa base, édifiée en avant du perré. Ces travaux, décidés sans avoir pris l'avis du Service Navigation et sans prendre en compte la question de l'écoulement des crues, auraient entraîné une forte réduction du débouché du pont Poincaré et du viaduc de Genève. Alors que le remblai constitué de blocs d'enrochements artificiels recouverts de graviers a été exécuté au début des années 1940, le tracé est ensuite modifié en 1954 à la demande du Service Navigation qui s'inquiète de réduire l'empiètement réalisé sous les ouvrages. Pour diminuer l'emprise des remblais, le tracé est déplacé sur la berge et doit passer sous la première arche de décharge du pont Poincaré. L'ouvrage construit sur un remblai de 45 m de large et 1,85 m de haut, soustrait toutefois 83 m² à la section d'écoulement. Pour remédier à la forte accélération des vitesses occasionnée par ce resserrement, on décide de rescinder la largeur du remblai réalisé en 1942 sous les ouvrages en retirant une grande partie des enrochements¹.

En rive gauche, l'autoroute est raccordée à l'avenue du Parc (ancien quai d'Albret) par une rampe accolée au Palais de la Mécanique de la Foire de Lyon. Le resserrement occasionné est ici considéré comme acceptable par les ingénieurs du Service Navigation compte-tenu de la faiblesse du courant dans cette section.

III.1.b. Impact sur les crues et mesures compensatoires

Réduction du débouché linéaire pour les grandes crues

Avant l'aménagement de l'axe Nord-Sud, la largeur du Rhône entre les quais de Lyon variait de 208 à 270 m. L'élargissement des quais de la rive droite se traduit par un empiètement allant de 15 à 33 m (par empiètement, on considère ici la distance entre le couronnement de l'ancien perré et le nouveau mur de quai), soit une diminution du débouché linéaire des grandes crues de 7,5 % entre les ponts Lafayette et Wilson et jusqu'à 12,2 % au droit de la place Antonin Poncet. Dans la nouvelle configuration, la largeur du Rhône est comprise désormais entre 190 et 240 m.

¹ Archives du SNRS, C146-4, D852

Augmentation des vitesses

Il en résulterait donc une augmentation notable des hauteurs d'eau (estimée par exemple à 42 cm entre les Ponts Gallieni et Pasteur¹) si la réduction du débouché linéaire n'était pas en partie compensée par une augmentation des vitesses d'écoulement.

Pour évaluer l'incidence de l'empiètement sur la propagation des crues, les ingénieurs de l'époque ont calculé la ligne d'eau d'une crue de type 1856 dans la nouvelle situation grâce aux formules de Bazin et de Strickler et à partir d'un profil en travers type du Rhône pris dans la section la plus étroite du lit mineur, entre les ponts Lafayette et Wilson, sur la base d'un empiètement de 16 m. La réduction de la section mouillée d'une crue cotant 6,25 m au Pont Morand est alors de 5,5 % (on passe de 1 281 m² à 1 210 m²), tandis que la pente de la crue augmente de près de 14 %, passant de 51 à 58 cm/km². Ainsi entre les Ponts Gallieni et Pasteur, l'exhaussement est ramené de 42 à 20 cm grâce à l'augmentation de la vitesse d'écoulement, ce qui est jugé acceptable par les ingénieurs de l'époque compte-tenu de la marge procurée par la revanche des quais (dans cette section, le quai est couronné 40 cm au-dessus de la crue de 1928).

Mesures compensatoires : travaux de dégagement des ponts (déblaiement et enlèvement d'enrochements)

Pour compenser le resserrement du lit du Rhône dû aux travaux de l'autoroute de sortie nord et à l'axe nord-sud, des travaux de déblaiement ou d'enlèvement d'enrochements sont effectués à la fin des années 1950. En particulier, les anciens ponts sont démantelés et ce qui restait des épaves des bombardements de 1944 est dégagé³ :

- Travaux de dégagement sous les arches de rive gauche du pont Poincaré.
- Dérasement de la rampe du Hall de la Mécanique au droit du pont Poincaré et du viaduc SNCF, dans le cadre de l'opération de sortie nord de Lyon.
- Suppression du pont Vaisse, remplacé par le pont de Lattre de Tassigny dans l'axe du tunnel de la Croix-Rousse.
- Démolitions des fondations du pont provisoire édifié lors de la construction du pont Wilson (suppression de 23 m² pour un abaissement estimé à 10 cm) et dérasement d'une ancienne pile du pont de l'Hôtel-Dieu (remplacé par le pont Wilson). Cette dernière opération, réalisée lors des très basses eaux de 1953, aurait permis un abaissement de 10 cm de la ligne d'eau en dégageant 20 m².
- Suppression du vieux pont de la Guillotière (1953), qui devrait permettre un abaissement significatif de 50 cm (cf. photos 25 et 26)
- Dégagement des épaves du pont de l'Université (800m³ de déblais et enlèvement des parties métalliques de l'arche centrale)
- Dégagement des vestiges des enrochements des palées de la passerelle provisoire établie lors de la reconstruction du Pont Gallieni (200 m³), et enlèvement de 1 300 m³ d'enrochements sous la première arche de rive droite

¹ Archives du SNRS, C146-4, D852-5, *Elargissement des quais rive droite du Rhône à Lyon, entre la rue Violi et l'Hôtel Dieu*, rapport de l'ingénieur en chef du SNRS, 1^{er} février 1954

² Archives du SNRS, C146-4, D852-5, *Elargissement des quais rive droite du Rhône à Lyon, entre la rue Violi et l'Hôtel Dieu*, rapport de l'ingénieur en chef du SNRS, 1^{er} février 1954

³ Archives du SNRS, C146-4, D852

- Il était également prévu de réduire les massifs d'encrochement des deux premières piles de rive droite du viaduc de Perrache, mais les travaux sont ajournés par crainte de fragiliser l'ouvrage et du fait de l'importance de la dépense, estimée à 5 millions de francs.



Photo 25. Le vieux pont de la Guillotière (XIe s.) et ses piles imposantes

(source : carte postale coll. Association a-Lyon).



Photo 26. Le nouveau pont de la Guillotière et l'axe nord-sud

(source : carte postale coll. Association a-Lyon).

III.2. Aménagement des berges et du lit du Rhône dans le cadre de la réalisation du Boulevard périphérique nord et de la Cité Internationale (1993)

III.2.a. Un empiètement important sur le lit du fleuve

Au cours du XXe siècle, l'espace situé en arrière de la digue basse des Brotteaux, au pied du quai de la Tête d'Or, a été progressivement aménagé et mis hors d'eau par la Ville, puis par la Communauté Urbaine de Lyon (Courly). Les terrains seront d'abord affectés à la Foire de Lyon, relancée en 1916 sous la municipalité d'E. Herriot afin de concurrencer la foire de Leipzig. Commencés en 1918, les travaux consistent d'abord en l'édification progressive des bâtiments du Palais de la Foire et de plusieurs halls d'exposition au niveau du terrain naturel, avant qu'une dalle ne soit construite au même niveau que le quai, entre 1953 et 1961.

A partir de 1985, après que la Foire ait été déménagée à Eurexpo, sur la commune de Chassieu, cet espace accueille le siège d'Interpol et est reconverti en un vaste pôle tertiaire baptisé Cité Internationale.

Commencé en 1993, le chantier de la Cité Internationale s'accompagne de la réalisation du nouveau boulevard périphérique nord sur la rive droite, construit sur un imposant remblai insubmersible. Les deux projets sont implantés en partie dans le lit du Rhône, et l'on cherche une nouvelle fois à compenser l'incidence des empiètements sur l'écoulement des crues.

- En rive droite (photo 27), après avoir franchi le Rhône par un double viaduc construit dans le secteur du coude de la Feyssine, le périphérique nord suit la berge jusqu'à la place Demonchy, à Caluire, puis pénètre dans un nouveau tunnel sous la Croix-Rousse en direction de la Saône et de l'échangeur d'Ecully. L'ouvrage constitue un important empiètement sur la berge et sous le viaduc SNCF et le pont Poincaré. L'accès au viaduc, en rive gauche du Rhône depuis la Doua et à travers le quartier de la Feyssine, comporte un remblai insubmersible, de même que la culée du viaduc située en rive droite. Cette dernière obstrue d'ailleurs complètement le débouché du canal de Miribel, qui doit être restructuré. Enfin, l'assiette nécessaire à la construction des péages et des échangeurs empiète fortement sur le lit du Rhône.
- En rive gauche (photo 28), les terrains de la Foire, jusque-là submersibles, sont remblayés au niveau du quai A. Lignon, à une cote variant entre 167,5 à 168,6 NGF Ortho. L'accès des nouveaux bâtiments est ainsi calé au-dessus du niveau de la crue centennale. En bordure du fleuve, un boulevard urbain est créé en remplacement de l'ancienne chaussée du quai Achille Lignon (ancienne Avenue du Parc). Longue d'un peu moins de 2 km, la nouvelle chaussée, dénommée quai Charles de Gaulle, se raccorde au pont Poincaré et s'étend jusqu'au pont Winston Churchill. Le passage sous le viaduc SNCF et le pont Poincaré nécessite l'édification d'une plate-forme remblayée qui empiète sur le lit mineur et est calée au-dessus du niveau de la crue décennale (163,5 NGF Ortho). Les remblais occupent une partie des arches du viaduc SNCF et s'avancent ponctuellement de 18 à 20 m au minimum et jusqu'à 35-40 m dans le lit du Rhône, au-delà de la berge existante. Pour éviter une trop grande accélération des vitesses dans une section déjà réputée pour la violence des courants qui s'y tiennent, d'importants travaux de recalibrage doivent être mis en œuvre.



Photo 27. Le remblai du périphérique nord en rive droite du Rhône.



Photo 28. La Cité Internationale.

Construite sur remblai en avant de l'ancien quai de la Tête d'Or à l'emplacement de l'ancien Palais de la Foire (A. Lignon actuel).

III.2.b. Pérennité des mesures compensatoires mises en œuvre ?

Les mesures destinées à compenser l'effet négatif des remblais ont fait l'objet d'une étude globale de recalibrage du lit confiée à la CNR en 1990, et complétée par les observations du LNH de Chatou (1990). Les dispositions sont les suivantes :

- La réalisation d'importants dragages dans le lit du Rhône (environ 850 000 m³), en aval des ponts Poincaré et du viaduc SNCF¹. Par la suite, la Courly est chargée d'assurer la surveillance du fond du lit et de veiller au maintien des capacités d'écoulement en procédant aux dragages nécessaires.

¹ La même solution a été apportée dans les années 1960 plus à l'aval pour compenser les effets de l'aménagement hydroélectrique de Pierre-Bénite (cf. Bravard, 1985 et ce travail, partie IV chap.2.V)

- Le calibrage des fonds à la cote 158 m NGF ortho et la pose de murs-guideaux verticaux au passage des ponts pour augmenter le débouché de ces derniers.
- La protection des fondations des piles des ponts Poincaré SNCF et routier.
- La construction d'un seuil de 250 m de long au PK 8,8 (au droit de la Feyssine), surmonté d'un massif fusible de 80 m de longueur et destiné à compenser l'abaissement de la ligne d'eau amont causée par le recalibrage du lit sous les ponts. Cette mesure est nécessaire pour maintenir un niveau suffisant dans le canal de Miribel pour les débits faibles et moyens, en particulier pour la bonne alimentation des champs captant de Crépieux-Charmy. Afin de ne pas perturber les conditions d'écoulement pour les crues fortes, le massif fusible doit commencer à disparaître pour un débit quinquennal et être totalement évacué pour une crue centennale¹.

Une modélisation hydraulique de la section comprise entre les PK 9,2 et 5,5 du Haut Rhône, c'est-à-dire sur l'ensemble du tronçon concerné par les travaux, a confirmé l'efficacité des mesures compensatoires qui ont même un léger effet bénéfique sur l'aléa. On note un abaissement des niveaux, en particulier au droit des ponts (-33 cm pour une crue centennale), ainsi qu'une réduction des vitesses, qui passent au niveau des ponts de 3,8 m/s avant aménagement à 2,7 m/s après les travaux de recalibrage, et de 1,7 à 1,3 m/s à la Feyssine (pour une crue centennale, soit un débit maximum instantané de 4 400 m³/s à la station de Saint-Clair). Enfin, l'abaissement des niveaux du plan d'eau entraîne une réduction de la pente des crues. A l'amont et à l'aval, l'effet des nouveaux aménagements resterait neutre.

Quant à l'impact sur le charriage du Rhône, on pense qu'il ne devrait pas se manifester, car l'impact du projet sur les niveaux et les vitesses qui conditionnent la force tractrice du cours d'eau, n'est sensible que dans les secteurs dragués. Dans la traversée de Lyon, le débit solide en provenance du canal de Miribel est relativement faible : il est estimé à 30 000 m³/an en 1990. A cette date, les volumes concédés aux entreprises de dragages entre le canal de Miribel et le pont Churchill étaient bien supérieurs à cette valeur (100 000 m³/an), ce qui aboutissait à un approfondissement de la voie d'eau, les anciennes fosses de dragages ne se comblant pas (CNR, 1990).

Or, les extractions en lit mineur sont interdites depuis 1993. Les paramètres de l'évolution des fonds sont donc en partie modifiés par rapport à la situation prise en compte en 1990, et l'on est en droit de s'interroger sur l'effet possible sur les lignes d'eau. A l'heure actuelle, il est difficile de répondre à cette question : si le profil en long du canal de Miribel, qu'on tente de stabiliser comme nous le verrons plus loin, est surveillé et régulièrement relevé, il n'en est pas de même à notre connaissance dans l'agglomération : le profil en long n'est pas aussi souvent dressé, et l'on manque de recul sur cette question. Néanmoins, chacun peut remarquer l'accumulation des bancs de gravier au Grand Camp, à l'amont des ponts de Saint-Clair. Le risque de voir ces volumes brutalement mobilisés en cas de crue forte n'est pas à exclure. Or, on sait qu'il existe une instabilité des fonds à l'échelle d'une crue, et il n'est pas impossible de voir ainsi la fosse du pont Poincaré et du viaduc SNCF brutalement comblée au cours d'un événement important. Quelle serait alors l'incidence d'un tel phénomène sur les niveaux en amont de l'ouvrage, dont la largeur du débouché a été fortement réduite par les aménagements successifs ? Un scénario catastrophe, qui n'a pas a priori été envisagé par les gestionnaires, pourrait faire craindre la submersion des enjeux situés à proximité, voire l'inondation brutale du tunnel du nord.

¹ Ce dernier a ensuite été supprimé suite à la construction d'un seuil dans le canal de Miribel au PK 14,5.



a. 1904



b. après 1930



b. 2007

Photo 29. L'obstacle du pont Poincaré et l'obstruction progressive des arches de décharge.

a : En 1904, le viaduc de chemin de fer comporte 9 arches et des petites arches de décharge en rive gauche, sur la rive (non visibles sur la photo).

b : après l'achèvement du Palais de la Foire (1930). Au constructions de rive gauche s'ajoute le remblai routier sous le pont en rive droite.

c : aujourd'hui, l'ouvrage est doublé d'un pont routier et la moitié des arches est obstrué. Le maintien de la section mouillée en temps de crue dépend donc fortement de l'efficacité des travaux de recalibrage du lit effectués dans cette section pour compenser les empiètements massifs réalisés ces dernières années.

Conclusion

L'essentiel des ouvrages de protection du cœur urbain est hérité des travaux effectués immédiatement après l'inondation de 1856 et dans le cadre du décret d'application de la loi de 1858. Les inondations survenues depuis ont confirmé l'efficacité de l'endiguement du Rhône alors mis en œuvre. En revanche, la protection reste lacunaire sur la Saône, mais malgré les mises en gardes de l'Etat qui offrait de mettre à l'étude un projet d'amélioration du dispositif au cours des années 1930, il est démontré que la Ville n'a pas jugé qu'une telle question relevait de sa responsabilité, et a estimé en avoir suffisamment fait, avoir suffisamment investi dans sa défense au milieu du XIXe siècle pour être soulagée de cette préoccupation. Il semble que Lyon ne se soit plus souciée de la menace des inondations depuis lors. Il est vrai que la seule crue notable survenue depuis l'extrême de 1840 fut celle de 1955, de période de retour 55 ans seulement à Lyon, ce qui reste bien peu au vu des proportions terribles que peu prennent la rivière ; il est probable que l'on ait oublié que la Saône peut devenir au moins aussi puissante que le Rhône, ce que semble confirmer la réapparition très récente à la référence au maximum de 1840, seulement évoquée depuis l'Etude Globale, mais longtemps occultée sur la Saône en général, qui plus est sur la Saône lyonnaise où aucun risque, même pas une cartographie basée sur la crue moyennement forte de 1955, n'était affiché jusqu'à ces derniers mois.

Les travaux de voirie réalisés au cours du siècle dernier ont indirectement contribué à consolider l'endiguement en élargissant les quais et les digues. Mais dans le même temps, ces travaux ont masqué l'existence du système de protection, en ont fait oublier la vocation première et ont très probablement contribué à l'oubli du risque potentiel qui demeure en cas de crue forte de la Saône et même de crue exceptionnelle (supérieure au scénario millénal envisagé par les gestionnaires) du Rhône. La contraction du lit mineur est actuellement compensée par d'importants travaux de dragages qui ont approfondi le chenal dans la traversée de la ville et apportent une revanche supplémentaire au vieil endiguement du Rhône ; il n'en est pas de même à Gerland qui reste inondable. Cependant, le profil en long pourrait évoluer à la faveur d'une crue mobilisant les matériaux accumulés au Grand-Camp. Il n'est pas démontré que les ouvrages conserveraient alors une revanche suffisante, en particulier au niveau de la section particulièrement rétrécie du Pont Poincaré. D'une manière générale, les acteurs locaux semblent marqués par une conception figée de la protection, comme il elle avait été acquise une fois pour toute au milieu du XIXe siècle, telle un droit devant être garanti par l'Etat. Pourtant, elle n'a jamais été assurée sur la Saône, qui continue à menacer Vaise, le Vieux-Lyon et la Presqu'île ; elle ne vaut que pour les crues de projet sur le Rhône, et Gerland, protégé plus tard, est particulièrement exposé en cas de crue d'un débit supérieur à celui écoulé en 1856, ce qui reste une crue relativement faible en termes de période de retour compte-tenu de l'importance des enjeux exposés.

L'extension de Lyon au-delà de l'endiguement du Plan Kleitz a poussé les édiles à obtenir le prolongement du rempart de protection au droit de Gerland. Cela s'est traduit par une inquiétude des services de l'Etat, garants du maintien du bon écoulement des crues. Alors que le Service Spécial s'inquiète de ne pas déplacer le risque, les pressions locales finissent par l'emporter, et l'endiguement est prolongé jusqu'à Saint-Fons. On constate d'ailleurs que les ingénieurs du milieu du XXe siècle ne font pas preuve de la même prudence que leurs prédécesseurs. On peut y voir l'effet d'une perception commune aux différents acteurs de la deuxième moitié du XXe siècle, qui n'ont pas connu les caprices du fleuve et semblent imaginer que les progrès techniques permettront de s'affranchir de la contrainte fluviale. Cette attitude collective a probablement été confortée par l'absence de crue forte depuis 1944 qui aurait pu réactiver la problématique des inondations. En

définitive, celle-ci semble avoir disparu à Lyon-même, tandis que la croissance urbaine va déplacer cette question sur les marges de l'agglomération.

Chapitre 2

L'impératif industriel et le remblaiement massif du couloir de la chimie

Le développement industriel de Lyon vers le sud a entraîné la protection progressive du septième arrondissement de Lyon. Les usines lyonnaises vont ensuite s'étendre plus au sud où elles trouvent de vastes espaces bon marché à proximité de la voie d'eau. Pour s'affranchir de la contrainte fluviale, les industriels ont largement remblayé la plaine, avant que les pouvoirs publics ne décident d'encadrer ce développement par la création de vastes plateformes surélevées en lien avec l'aménagement de Pierre-Bénite. Nous avons recensé toutes les autorisations et réalisations de remblais du corridor fluvial conservées aux archives du SNRS afin d'évaluer l'importance du remblaiement et de comprendre comment, pourquoi et par qui il a été réalisé. Nous ne prétendons cependant pas à l'exhaustivité, et le bilan dressé dans les pages qui suivent pourrait sans doute être complété, en particulier par l'analyse des archives de la CNR. Le volume total remblayé est considérable et bien supérieur à ce que nous attendions initialement : les remblais sont massifs et ont été imposés par la priorité accordée au développement industriel. Au final, le paysage fluvial du couloir de la chimie n'a guère de ressemblance avec celui de 1860, époque à laquelle la plaine au sud de Lyon était marquée par une économie rurale adaptée à la contrainte fluviale. Voyons comment s'est opérée cette transformation, et quelle a pu être l'incidence du remblaiement massif du corridor. Le barrage de Pierre-Bénite apporte-il, comme le pensent les riverains, une solution définitive au risque d'inondation qui compenserait l'empiètement des zones inondables ?

I. Etat de la protection au sud de Lyon au milieu du XIXe siècle

Avant aménagement, le paysage fluvial au sud de Lyon était marqué par les multiples divagations du Rhône dans sa plaine, largement inondable. C'est à partir de la deuxième moitié du XIXe siècle que les Ponts-et-Chaussées entreprirent de régulariser le Rhône. Il s'agissait alors de stabiliser le cours du fleuve et de resserrer les eaux dans un chenal suffisamment étroit et profond pour offrir un mouillage satisfaisant aux premiers bateaux à vapeur, mis en circulation dès 1830. En 1836, l'Etat crée le Service Spécial du Rhône afin de concevoir et d'encadrer l'aménagement du fleuve pour les besoins de la navigation¹.

¹ Par la suite, le Service Spécial du Rhône et celui de la Saône seront rassemblés en un seul service rebaptisé Service de la Navigation du Rhône et de la Saône (SNRS), souvent raccourci sous la dénomination « Service Navigation Rhône-Saône » par les ingénieurs eux-mêmes.

A l'aval de Pierre-Bénite, l'essentiel des travaux de correction du fleuve a été mené de 1838 à 1910 (Salvador, 1983), en trois phases distinctes correspondant chacune à la mise en œuvre de techniques d'endiguement différentes qui ont progressivement permis de resserrer le chenal.

Si ces travaux de correction furent motivés par la volonté d'améliorer les conditions de navigation pour rentabiliser le transport par voie d'eau, ils permirent également de mettre une partie de la plaine à l'abri des inondations, du moins à l'abri des débordements directs du fleuve.

Dans un premier temps (1838-1859), on construisit ainsi entre Lyon et le confluent de l'Isère des digues hautes insubmersibles pour réduire le chenal à une largeur de 400 m. Ces travaux furent dirigés par l'Ingénieur en Chef du Service Spécial C. Kleitz puis par son successeur H. Tavernier (Salvador, 1983). Au sud de Lyon, bien que le Rhône eût alors une largeur inférieure à 400 m, plusieurs ouvrages furent construits en rive concave : les digues de Feyzin (1838-41, arasée à 5 m au-dessus de l'étiage), de Solaize (1843-50) et de Saint-Fons (1845-50, arasée à 4,4 m au-dessus de l'étiage) en rive gauche, puis la digue haute d'Oullins (1854-1856) en rive droite.

La localisation de ces digues insubmersibles, situées essentiellement en rive gauche du fleuve, pourrait laisser penser qu'un des buts visés dans ce secteur était de soustraire les plaines agricoles de Saint-Fons et Feyzin à la contrainte fluviale, peut-être parce que l'essentiel des récoltes était destiné à la ville elle-même (Salvador, 1983). Mais le choix de leur implantation s'explique avant tout par la géométrie du lit : elles ont été édifiées en rive concave pour chenaliser les écoulements. S'ils défendaient les terres agricoles contre les crues moyennes, les ouvrages offraient cependant une protection imparfaite : peu solides, ils demeuraient submersibles pour les très grandes crues et n'empêchaient pas l'inondation indirecte par infiltration, favorisée dans ce secteur par la nature du sous-sol sableux graveleux, extrêmement perméable. Par ailleurs, ces ouvrages montrèrent vite leur faiblesse : un courant rapide se concentrait à leur pied, causant de profonds affouillements qui menaçaient la stabilité de l'ensemble et imposaient de fréquents rechargements (*ibid.*). La crue de 1856 créa plusieurs brèches dans la digue de Feyzin, trop rigide, inaugurant ainsi une série de dommages qui se répétaient à chaque grosse crue.

Prenant acte de ces dysfonctionnements, le Service Spécial du Rhône opta à partir de 1860 pour la construction de digues submersibles arasées à 2 m au-dessus de l'étiage, permettant d'orienter le courant avec plus de souplesse et de limiter la contrainte exercée sur les ouvrages, tout en resserrant le chenal à 180 m puis 130 m. Cette nouvelle configuration était par ailleurs compatible avec les exigences imposées par la loi du 28 mai 1858, qui interdisait tout endiguement insubmersible en dehors des secteurs urbains afin de préserver le champ d'expansion des crues.

Par la suite, le système fut complété par l'Ingénieur en Chef L. Jacquet par le procédé des épis noyés allemands afin de limiter la profondeur des mouilles (à partir de 1880), puis par le système Girardon¹ (1883-1910) (Salvador, 1983).

¹ Du nom de l'Ingénieur en Chef des Ponts-et-Chaussées H. Girardon concepteur du dispositif ; « cette méthode consiste à canaliser les eaux dans un chenal unique au moyen de digues basses en rive concave, rattachées à la berge par des tenns et des traverses. Les digues convexes sont suffisamment pentues pour renvoyer le courant sur les digues de rive concave, tandis qu'un ensemble d'épis plongeants ou noyés stabilise le lit du fleuve, qui atteint alors de lui-même un certain équilibre » (Salvador, 1983, p. 23)

II. Le projet d'aménagement de la retenue de Pierre-Bénite

A la fin du XIXe siècle, force est de constater que l'amélioration des conditions de navigation apportée par les aménagements Girardon ne suffit pas pour permettre à la voie d'eau de concurrencer le rail. On s'oriente alors vers une volonté de modernisation par la construction de barrages et de dérivations éclusées.

En 1900, un concours d'avant-projets sur la question de l'aménagement du Rhône est ouvert par l'Office des Transports des Chambres de Commerce du Sud-Est. La présence des ponts qui enjambent le Rhône dans sa traversée lyonnaise, en particulier le vieux pont de La Guillotière, ne permet pas de réaménager la voie d'eau dans ce secteur. Reprenant un vieux projet lyonnais, déjà dans les esprits au XVIIIe siècle pour lutter contre les inondations, on imagine la construction d'un canal de ceinture sur la rive gauche du fleuve afin de relier le canal de Jonage, construit à l'amont de Lyon de 1894 à 1899 par la Société Lyonnaise des Forces Motrices du Rhône, à un port industriel prévu au sud de Gerland¹ afin d'assurer la jonction entre la voie navigable de Genève à Lyon et celle du Rhône à l'aval de Lyon.

Le 27 mai 1921, la loi dite d'aménagement du Rhône décide un programme de travaux d'équipement de la frontière suisse à la Méditerranée, au triple point de vue de la production d'hydroélectricité, qui doit accompagner le développement industriel et urbain, de la navigation et des usages agricoles.

L'entreprise doit être confiée à une société d'économie mixte créée à cet effet douze ans plus tard : en 1933, l'Etat concède à la Compagnie Nationale du Rhône la conception et la réalisation des travaux d'aménagement ainsi que leur exploitation pour 90 ans (A. Giandou, 1999). La CNR se substitue alors à la Chambre de Commerce de Lyon pour encadrer l'aménagement du Rhône dans la région lyonnaise.

Un barrage est alors prévu à Pierre-Bénite, sur le Rhône à l'aval de Lyon, la liaison navigable entre le canal de Jonage et la retenue de Pierre-Bénite devant être assurée par la construction du canal de ceinture contournant l'agglomération lyonnaise par l'est², selon les dispositions d'une étude lancée en 1929.

Deux tracés sont envisagés : l'un contournant la butte de Bron, l'autre traversant cet obstacle par un tunnel souterrain. La décision ministérielle du 27 décembre 1929 opte pour le tracé souterrain et un bief de départ, à l'amont, au niveau des basses eaux du canal de Jonage. Le tracé est prévu à l'emplacement de l'ancienne enceinte fortifiée, qui offre à travers l'agglomération une percée non construite suffisamment large pour accueillir le canal de ceinture et le boulevard circulaire projeté autour de la ville. Mais le projet s'annonce onéreux et difficile, notamment du fait de l'importante emprise des terrains à réserver pour cet aménagement³, qui doivent être acquis par la CNR. Le 25 novembre 1947, le Ministre des Travaux publics décide l'inscription du tracé de l'ouvrage au plan d'aménagement de la région lyonnaise en vue de la réservation des terrains.

En 1956, alors que seulement 40 ha ont été acquis par la CNR, le Service Navigation propose de remplacer le projet de canal par l'emprunt du tracé du Rhône dans Lyon,

¹ Ce port deviendra par la suite le port E. Herriot actuel.

² Programme général de la CNR approuvé par l'Etat le 16 août 1935.

³ 325 ha pour les emprises du canal lui-même et le dépôt des produits de déblai

beaucoup moins onéreux et rendu possible par la suppression du vieux pont de la Guillotière trois ans plus tôt. Suite à une lettre du Président de la CNR au Ministre des Travaux Publics en date du 29 avril 1959 qui propose de modifier le programme d'aménagement de la troisième section, le projet de canal est officiellement abandonné par la décision ministérielle du 26 janvier 1960, et remplacé par la canalisation du Rhône dans Lyon entre l'usine hydroélectrique de Cusset, à l'amont, et la retenue projetée de Pierre-Bénite, à l'aval. A l'origine, deux barrages étaient prévus : l'un à l'aval du viaduc de Saint-Clair, l'autre en aval du pont Wilson.

La faisabilité de l'ouvrage est conditionnée par l'obligation de ne pas exhausser le niveau des crues dans Lyon. Afin de maintenir le bon écoulement des eaux et de ne pas menacer la revanche du rempart de protection lyonnais, la perte de charge causée par l'aménagement doit être compensée par un approfondissement du chenal au moyen de dragages¹.

Des dispositions sont prises afin de garantir la stabilité du profil en long, en particulier pour éviter l'engravement du lit lors des crues. Afin que l'abaissement du talweg dans Lyon ne provoque pas de départ en masse de la charge sédimentaire accumulée entre Miribel et le Grand Camp suite au basculement du canal de Miribel (voir plus loin), il est nécessaire de ne pas accentuer la pente des crues dans ce secteur. Un seuil régulateur doit ainsi permettre de maintenir le niveau des crues dans le canal de Miribel à la même cote que celle observée avant l'aménagement CNR, de sorte que les graviers du Grand-Camp ne soient pas mobilisés. Cet ouvrage a été complété par la création d'une fosse à gravier destinée à piéger le débit solide à hauteur du pont Wilson. Dans la traversée de Lyon, les matériaux fournis par l'érosion du lit, non stabilisé, devront être régulièrement dragués pour ne pas réduire la section mouillée.

III. Le risque aggravé par les remblais industriels

III.1. Une tendance révélée par l'aggravation du niveau des crues

A partir du dernier tiers du XIXe siècle, le corridor fluvial bénéficie de l'essor industriel lyonnais et accueille un nombre croissant d'usines, gourmandes en espace et en eau et qui trouvent au sud de Lyon de vastes terrains bon marché, de plus en plus rares dans l'agglomération. Pour s'affranchir de la contrainte fluviale, les nouveaux bâtiments sont mis hors d'eau par d'importants remblais. Les premiers remblais au sud de Lyon sont réalisés pour les besoins des grandes usines lyonnaises (Lumière, Plymouth, Saint-Gobain, Ugine, Arsenal d'Irigny)².

Dans les années 1950, le remblaiement se généralise à l'ensemble du corridor aval, encouragé par tous les acteurs lyonnais et départementaux, car l'explosion du développement industriel nécessite de nouveaux espaces (fig. 67).

¹ *Rapport de l'Ingénieur en Chef du Service Navigation Chambordéon*, 31 juillet 1959

² Nous n'avons pas trouvé d'information quant à la provenance et à la nature des matériaux utilisés pour ces remblais. Deux hypothèses peuvent être émises : le dépôt d'ordures ou de déblais en provenance de l'agglomération lyonnaise et/ou le remblaiement à partir de matériaux extraits (carrières de pierre, terre et gravier du lit majeur, ou graviers prélevés sur les bancs du fleuve ou en lit mineur), comme ce fut le cas pour les remblais réalisés à Perrache ou sur la rive gauche du Rhône.

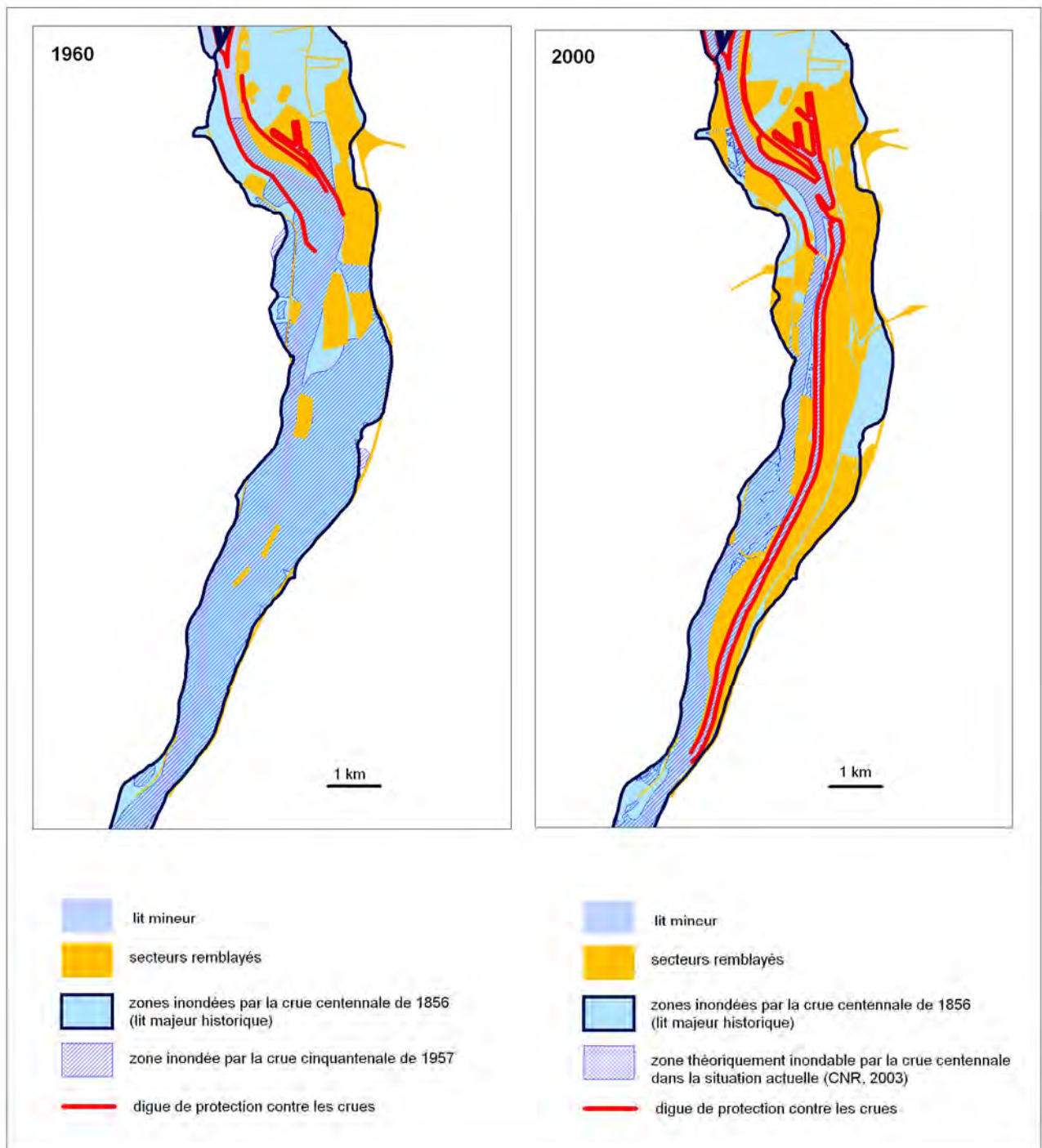


Fig. 67. Emprises sur le champ d'inondation à l'aval de Lyon

(sources : atlas du Cours du Rhône, archives du SNRS, CNR).

1960 : des emprises déjà importantes sur le champ d'expansion des crues qui provoquent une aggravation du risque, matérialisée par la crue de 1957.

2000 : un couloir industriel fortement protégé par la mise en place d'un triptyque navigation/remblais/dragages ; le champ d'inondation est fortement contracté mais les emprises sont théoriquement compensées, localement, par le volume dérivé dans le canal de fuite de la CNR.

L'essor des industries chimiques au sud de l'agglomération lyonnaise est tel que la puissance publique décide d'encadrer la création d'une zone industrielle à Feyzin, afin d'éviter le développement anarchique des constructions et des remblais qui les accompagnent. Le 28 avril 1958, le Bureau d'expansion économique se réunit à la Préfecture du Rhône afin de décider de la forme juridique selon laquelle l'aménagement sera entrepris.

Un des objectifs affichés est d'assurer le remblaiement rationnel de terrains trop souvent utilisés comme gravières par les industriels, et surtout de veiller au maintien du bon écoulement des crues qui est menacé par la multiplication de remblais massifs dans la plaine. En un an en effet, d'avril 1957 à avril 1958, on a assisté à une poussée des remblais : les industries chimiques de Rhône-Poulenc, Rhodiaceta, St Gobain, Ciba, Plymouth et Lumière se sont étendues sur plusieurs dizaines d'hectares et sont déjà à la recherche de nouveaux terrains pour accroître leur activité. Laisser un tel développement se faire sans veiller à la préservation du champ d'expansion des crues risquerait de fortement aggraver le risque.

Une augmentation de l'aléa avait d'ailleurs déjà été matérialisée par la crue de 1899 qui atteignit des cotes peu inférieures à celles observées en 1856, alors que son débit était bien moindre, et surtout par la crue de février 1957, qui dépassa les plus hautes eaux connues de 1856 entre Pierre-Bénite et Grigny, et uniquement dans ce secteur.

Crue	Débit max. instantané à Ternay (m ³ /s)	Hauteur à La Mulatière (m)
1856	6 000	9,55
1899	5 230	9,13
1957	5 320	9,91

Tab. 15. Augmentation des hauteurs d'eau à La Mulatière.

(sources : valeurs fournies par la CNR sur la base des observations du SNRS)

Selon le Service Navigation, cette aggravation notable était directement imputable à la multiplication des remblais industriels en lit majeur¹. Il apparaît donc indispensable d'encadrer les remblaiements à venir pour ne pas continuer à aggraver l'aléa, sous peine de menacer les enjeux industriels eux-mêmes, en particulier les usines les plus anciennes, telles celles des entreprises Plymouth et Lumière.

L'aggravation de l'aléa inondation au sud de Lyon et l'augmentation du risque qui en découle entraînent rapidement une demande de protection de la part des communes riveraines de Saint-Fons, Oullins et Grigny, qui abritent des enjeux exposés à la contrainte fluviale.

¹ Archives du SNRS, *Inondations, demande d'indemnités et de travaux*: C.1311 I, D 7438

III.2. La protection de Saint-Fons : l'exhaussement du quai Saint-Gobain

Le 11 octobre 1940, à la demande de l'entreprise Saint-Gobain, le Service Vicinal de la Ville de Lyon établit un projet d'élargissement et d'exhaussement de la partie aval du quai Saint-Gobain, sur les 600 m longeant l'usine du même nom, qui constituent la plateforme du chemin départemental n°12 de Lyon à Feyzin. Ce tronçon doit être élevé au-dessus du niveau de la crue centennale de 1928 et élargi à 16 m par la construction d'une estacade¹. Les travaux sont réalisés en 1941².

Une dizaine d'années plus tard, le conseil municipal de Saint-Fons décide d'exhausser le chemin longeant le Rhône entre l'extrémité du port E. Herriot et le début de l'apponnement privé de Saint-Gobain, afin de protéger les maisons riveraines des crues du Rhône³.

A la demande de la commune, le Service Navigation élabore donc un avant-projet prévoyant la construction d'un perré de protection sur 1 125 m de long, et l'exhaussement de plus de 1,5 m du quai Saint-Gobain en arrière de l'ouvrage. Par souci d'homogénéité, le perré sera édifié en maçonnerie de béton, sur le même modèle que les quais du port E. Herriot. Le pied de l'ouvrage sera protégé contre les affouillements du Rhône par un cordon d'enrochement. Estimé à 7,3 millions de francs, le projet est approuvé par le conseil municipal lors de la délibération du 25 juillet 1952, mais sa réalisation est subordonnée à l'achèvement de l'égout collecteur projeté dans la partie du quai Saint-Gobain concernée par l'exhaussement. Les travaux sont effectués en 1954⁴.

Cependant, lors de la crue de 1955 l'inondation fut plus importante qu'en 1928, non pas du fait de l'invasion des eaux du Rhône, mais du fait du remplissage des égouts par les eaux usées en arrière des vannes de protection contre les crues, alors fermées pour éviter le reflux des eaux dans la commune. Il fut alors décidé de compléter le dispositif de protection par des mesures de diminution de la distribution d'eau communale en cas de fermeture des vannes⁵.

III.3. Demande de protection de la commune d'Oullins (1957-1958)

Suite à l'inondation de février 1957, la municipalité d'Oullins envisage quant à elle des travaux de protection du quartier de la Saulaie, fréquemment inondé et durement touché par la dernière crue.

Le 1er août 1957, le maire transmet au Service Navigation un projet de défense élaboré par un conseiller municipal. Il sollicite l'avis et les conseils des ingénieurs quant à la faisabilité et à l'efficacité, au moins partielle, de l'entreprise, et à leur utilité compte-tenu de la construction future de l'autoroute de sortie sud, prévue en bordure du Rhône à une cote insubmersible. Dans son courrier, le maire pose par ailleurs la question de l'impact de l'aménagement CNR de Pierre-Bénite, dans le sens d'une aggravation ou d'une réduction du risque d'inondation. La municipalité s'inquiète en effet des conséquences du relèvement de la cote moyenne du plan d'eau sur le niveau des crues⁶, et se préoccupe de savoir si

¹ Rapport de l'Ingénieur en Chef Kirchner du 26 novembre 1940

² Archives SNRS, Demandes des riverains, C1474, D8515

³ Délibération du 15 février 1952

⁴ Archives SNRS, Demandes des riverains, C1311 II, D7439

⁵ Archives SNRS, Inondations, C. 1311 II, D 7439

⁶ La mise en service de la retenue de Pierre-Bénite devait entraîner un relèvement de 2 m du niveau moyen des eaux du fleuve.

l'exhaussement moyen de la ligne d'eau sera compensé par le volume dérivé dans le canal de fuite et le canal évacuateur de crue¹.

Le dessein de la commune de Pierre-Bénite est de s'affranchir à la fois du débordement direct du Rhône, de l'inondation due au refoulement des eaux du Rhône dans le cours de l'Yzeron, et de l'inondation indirecte à partir des bouches d'égouts.

Le projet imaginé par la municipalité consiste à prolonger sur 1 200 m la protection dont bénéficie déjà La Mulatière (le quai Pierre Semard, édifié au milieu du XIXe siècle, est insubmersible) en surélevant le quai déjà existant et en édifiant un mur jusqu'à l'usine de produits chimiques située à l'aval. Les ouvertures ménagées dans la protection devraient bien entendu être batardables. L'ouvrage serait complété par l'endiguement de la rive droite de l'Yzeron jusqu'au viaduc SNCF et l'obturation des égouts en temps de crue, l'évacuation des eaux usées et d'écoulement étant alors assurée par pompage et rejet au Rhône. Enfin, les élus envisagent même la création d'un canal sur la courbe avancée de la rive gauche du Rhône permettant de dériver une partie des eaux de crue du Rhône.

Par un courrier en date du 4 février 1958, le Service Navigation rassure le maire quant à l'impact de l'aménagement de Pierre-Bénite, et souligne au contraire que ce dernier devra permettre une légère réduction du risque, du fait du débit dérivé dans les deux canaux et du basculement de la ligne d'eau en crue dont nous avons parlé précédemment². L'Etat conseille donc à la commune d'attendre la réalisation de l'autoroute et de l'aménagement CNR, qui aboutiront à protéger la commune sans occasionner de dépense municipale. L'endiguement projeté entraînerait en effet une dépense considérable, estimée à plus de 6 millions de francs, et se heurterait à la nécessité de maintenir un accès au fleuve à obturer en cas de crue. La construction de l'autoroute de sortie sud de Lyon, qui se traduira par l'édification d'un remblai insubmersible et par l'endiguement du cours aval de l'Yzeron, doit apporter la protection envisagée. Par ailleurs, la création d'un canal en rive gauche du Rhône n'est pas souhaitable car il recouperait le linguet d'accès au port E. Herriot prévu dans l'aménagement de Pierre-Bénite et empièterait à l'amont sur des terrains réservés à l'extension industrielle de l'agglomération lyonnaise. On retrouve ici l'argument de la priorité des intérêts urbains au détriment de la protection des marges de l'agglomération.

Dans l'attente de la réalisation de l'autoroute, le SNRS recommande à la commune d'organiser la fermeture des points bas des quais lors des crues. Par contre, l'importance des égouts communaux et industriels rend leur fermeture et surtout l'évacuation des eaux par pompage délicate et coûteuse. Compte-tenu de ces contraintes techniques et financières, la meilleure protection consisterait en une politique de relèvement des niveaux des rues et de surélévation des seuils des maisons.

III.4. Protection des quartiers bas de Grigny

Suite à l'inondation de janvier 1955, les habitants des quartiers du Sablon et des Arboras, constitués en comité de défense des inondés, demandent au maire et au conseil municipal d'élaborer un plan de défense des bas-quartiers contre l'inondation indirecte à partir des bouches d'égouts. Par endroits, on avait pu observer plus de 1 m d'eau lors des crues de 1928, 1944 et 1955.

La municipalité sollicite alors le Service Navigation³, qui propose d'équiper les égouts collecteurs de vannes afin de réduire le risque en attendant que la commune ne fasse

¹ Archives SNRS, Inondations, C. 1311 II, D 7439

² Cf. partie III, chap. 3 II.1

³ Délibération du conseil municipal du 9 décembre 1955

procéder au relèvement du seuil des habitations et des rues à une cote insubmersible¹. Le projet est approuvé par le conseil municipal lors de sa séance du 14 septembre 1956, puis validé par le Préfet du Rhône en septembre 1956. Mais les travaux n'ont pas encore commencé alors que se produit la crue de février 1957, qui inonde à nouveau les quartiers bas de Grigny. Suite à plusieurs pétitions des riverains, le conseil municipal sollicite à nouveau l'Etat pour la pose des vannes projetées et demande en plus l'exhaussement de la route départementale n°15, submergée en 1957². Les travaux sont rapidement effectués, la gestion des vannes étant confiée à un préposé chargé de leur manœuvre, rémunéré pour cela par la municipalité.

IV. L'aménagement de vastes plateformes industrielles « insubmersibles » en lit majeur

IV.1. Le souci de favoriser et préserver les intérêts industriels

Le principe de la création d'une plateforme industrielle insubmersible en rive gauche du canal de fuite de Pierre-Bénite a été adopté dès la conception du projet CNR³. Cependant, afin de répondre à la question urgente du développement du couloir de la chimie, il est décidé d'anticiper sur l'achèvement de l'ouvrage (1966) en réalisant une partie de la plateforme dès la fin des années 1950.

Le Service Navigation est alors chargé de définir les zones à remblayer et les précautions à prendre afin de ne pas aggraver le risque jusqu'à la mise en service de l'aménagement. Une fois le canal de fuite et le canal évacuateur de crue réalisés, l'impact des remblais doit être compensé par l'importance du débit dérivé par la CNR, mais l'Etat est soucieux de ne pas courir de risque d'ici là. Il s'agit de ne pas menacer les enjeux des usines Lumière, Plymouth, de l'Arsenal d'Irigny, des usines de produits chimiques de Saint-Fons et les zones habitées. Remarquons que l'Etat ne se préoccupe ici que d'une éventuelle aggravation locale du risque, mais ne semble absolument pas se soucier des effets du nouvel aménagement sur l'aval.

Trois dispositions sont mises en œuvre sur la base des résultats d'une étude hydraulique confiée au Laboratoire National d'Hydraulique de Chatou. D'une part, les usines Lumière et Plymouth sont protégées par la construction d'une digue de ceinture calée au-dessus du niveau de la crue centennale. D'autre part, le lit du Vieux-Rhône est dégagé : on décide à la fois de déboiser les francs-bords situés entre la rive droite du fleuve et le talus de la voie ferrée Lyon-Nîmes⁴, et de déraser un champ d'épis noyés situés en rive gauche, au droit de l'usine Rhodiaceta⁵.

Les terrains choisis pour la création de la zone industrielle se situent dans une zone de stockage des eaux, sans courant, que le Service Navigation juge possible de remblayer sans aggraver l'écoulement des eaux de crue. Le remblaiement est prévu en deux étapes : de

¹ Archives SNRS, Inondations, C. 1311 II, D 743, rapport de l'ingénieur subdivisionnaire Lyon-aval, 30 janvier 1856

² Délibération du Conseil municipal du 11 mai 1957

³ La zone industrielle prévue est limitée au nord et au sud par l'usine Rhodiaceta (dite de Belle Etoile) et le lieu dit « La Pagantière », à l'est par l'autoroute Lyon-Vienne entre la porte de Feyzin et Solaize.

⁴ Ces travaux de déboisements sont effectués sur 1 km, du PK 7 au PK 8.

⁵ Rapport de l'ingénieur en Chef Agard des 24 et 31 octobre 1962

1958 à 1962, 50 ha doivent être mis hors d'eau sous la direction du Service Navigation, suivis d'un remblaiement de 1 million de m³ supplémentaires à partir de 1962, encadré par la CNR. L'écoulement doit être assuré par la pose de buses sous une partie des remblais projetés. L'accumulation des eaux d'infiltration entre le terrain naturel et les remblais sera évitée grâce à une couche de limon disposée dans les creux, et le ménagement d'une pente suffisante pour drainer les eaux d'infiltration vers le fossé du chemin départemental n°4.

IV.2. L'aménagement de Pierre-Bénite : des contraintes techniques liées à l'exigence d'éviter l'inondation des constructions existantes

L'aménagement de Pierre-Bénite est mis en service en 1966. Il permet la jonction des voies navigables du Rhône et de la Saône par la formation d'un bief continu de 21 km jusqu'à l'écluse de Couzon, qui se substitue aux deux anciens biefs de La Mulatière et de l'Île-Barbe. En période d'étiage, le remous du barrage s'étend jusqu'au pont Morand sur le Rhône (soit 5 km en amont du confluent Rhône-Saône) et jusqu'à Couzon sur la Saône (Winghart et Agard, 1966a). Conformément au cahier des charges de la CNR, l'exploitation des ouvrages doit être conduite de manière à ne pas dépasser, pour une crue d'un débit supérieur à 2750 m³/s, les niveaux observés avant aménagement afin de ne pas aggraver la situation des riverains du Rhône et de la Saône. Ainsi, les passes du barrage sont progressivement ouvertes afin d'effacer complètement le barrage pendant les crues notables (cf. partie III, chap. 3, II.3.b).

En revanche, la cote moyenne de la retenue étant supérieure à celle des basses et moyennes eaux qui prévalait jusque-là, un important réseau de drainage est mis en place afin de maintenir la nappe à un niveau convenable dans l'agglomération lyonnaise (fig. 68). De part et d'autre du fleuve, deux conduites de 8 à 16 m² de section doivent ainsi évacuer vers le canal de fuite les eaux collectées par gravité : en rive droite, l'ouvrage de drainage est construit le long de la berge en aval de La Mulatière et dans la section aval du lit de l'Yzeron ; en rive gauche, le drain est établi à l'aval du viaduc de Perrache et le long des darses du port (Weckel, 1996). Ainsi, comme ce sera le cas à Vienne quelques années plus tard, l'aménagement CNR de Pierre-Bénite a-t-il contribué à réduire l'aléa indirect lié aux crues de la nappe du fleuve dans la partie sud de la ville, bien que cette contrainte demeure dans les points bas et dans les secteurs non drainés par le dispositif : essentiellement dans la Presqu'Île ainsi qu'entre le Rhône et les collecteurs de drainage.

La réalisation de l'aménagement, qui a nécessité 20 millions de m³ de terrassements (*ibid.*), a profondément bouleversé le paysage du Rhône et les conditions de mise en eau de la plaine au sud de Lyon : le lit mineur du Rhône a été incorporé au canal de fuite dans la boucle de Pierre-Bénite, et court-circuité en rive droite par un canal évacuateur de crue de 2,5 km, large de 140 m et profond de 13 m, créé au sein du lit majeur. L'ensemble formé par l'usine, le déchargeur et l'écluse est implanté sur l'île de Pierre-Bénite.

Les caractéristiques particulières de l'aménagement ont été dictées par la nécessité d'intégrer l'ouvrage au tissu industriel déjà existant (Weckel, 1996). La présence du complexe industriel de Saint-Fons, situé en-dessous du niveau projeté de la retenue, imposait en effet de construire l'usine et l'écluse à proximité immédiate du port E. Herriot, afin de ne pas nuire aux enjeux industriels par la construction d'un canal d'amenée à la cote de la retenue qui aurait entraîné des problèmes d'infiltration au droit des usines de Saint-Fons. Contrairement aux autres ouvrages du Rhône, l'écluse se trouve donc en amont de l'usine hydroélectrique. Il n'existe pas de canal d'amenée et le canal de fuite, à l'inverse, est particulièrement long. La réalisation de ce dernier à une cote relativement basse a nécessité de profonds terrassements, ce qui a produit un volume considérable de déblais, largement excédentaire.

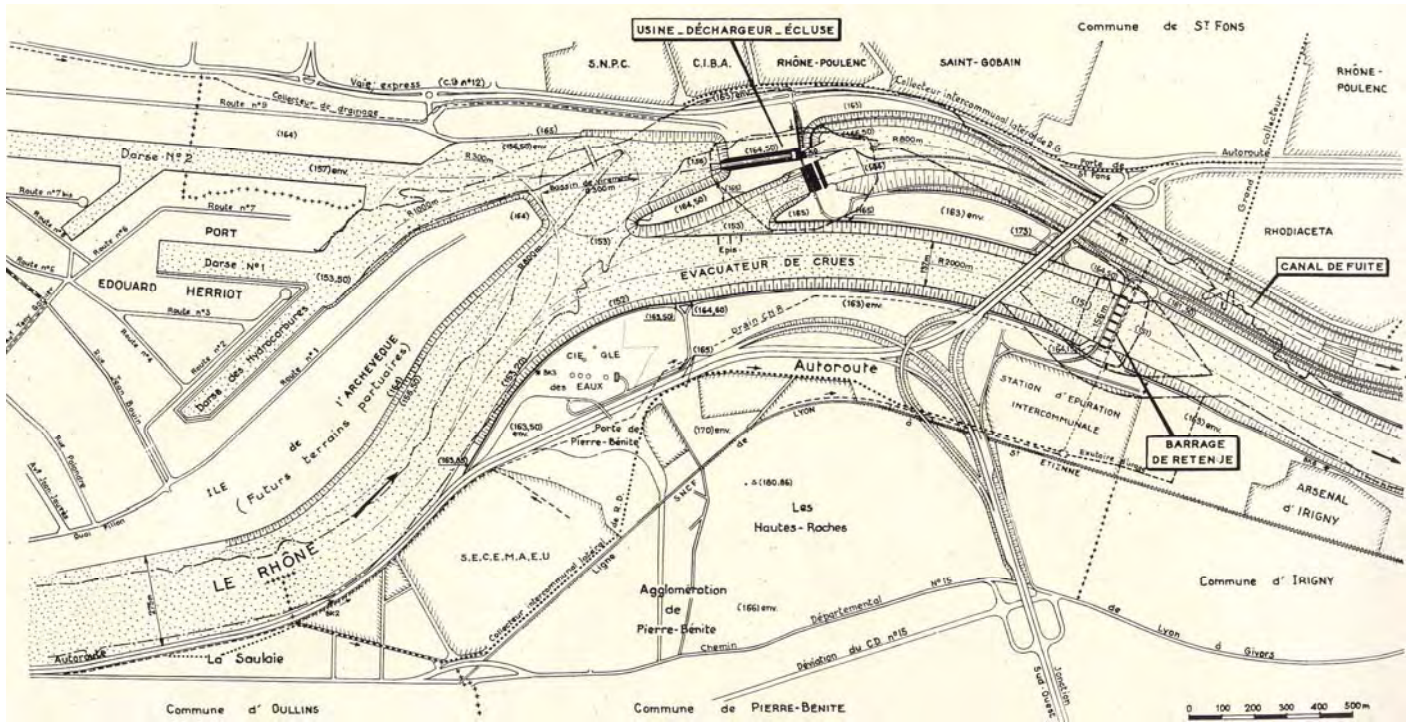


Fig. 68. Plan d'ensemble des ouvrages entre le P.K. 1,5 et le P.K.6 du Rhône

(source : CNR)

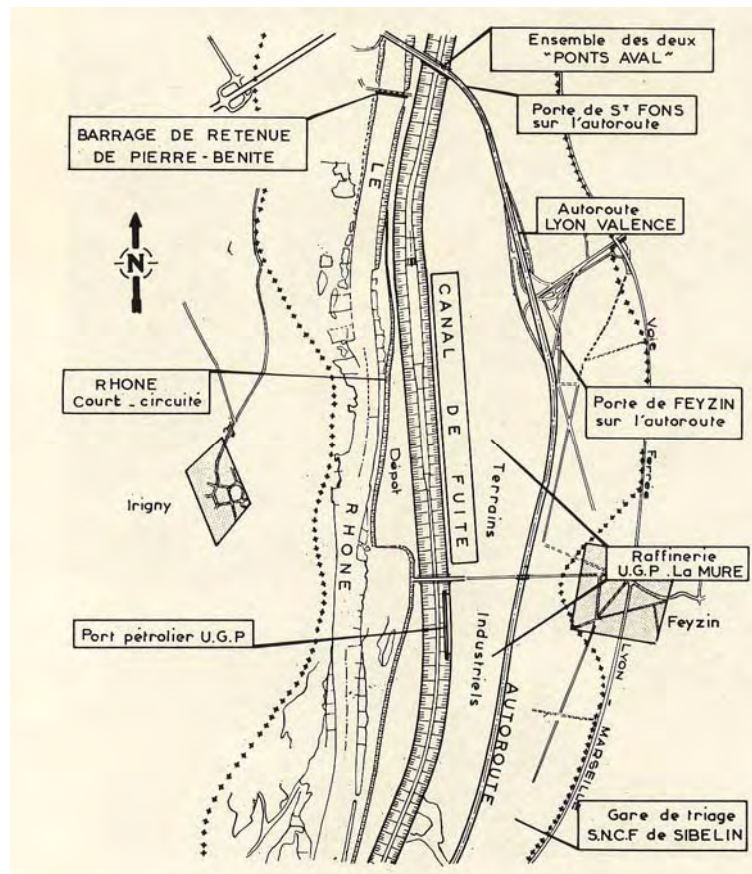


Fig. 69. Plan schématique de la zone industrielle bordant le canal de fuite

(source : CNR)

IV.3. Plus de 10 millions de m³ de déblais utilisés pour remblayer la plaine

La construction du canal de fuite a occasionné 14 millions de m³ de déblais, très peu utilisés pour la construction de l'aménagement de Pierre-Bénite à proprement parler. Ce qui était perçu au départ comme un inconvénient sera finalement une aubaine pour la réalisation de terre-pleins insubmersibles à bas prix. L'entreprise devient ainsi une véritable opération d'aménagement du territoire à laquelle l'Etat et les collectivités locales participent financièrement (Weckel, 1966).

- L'excédent de déblais produits en rive gauche et en rive droite du canal de fuite a permis aux Services des Ponts-et-Chaussées du Rhône et de l'Isère de coordonner les travaux de la CNR avec la construction de l'autoroute Lyon-Vienne et de la voie express de rive gauche, qui doit relier l'autoroute au boulevard de ceinture de Lyon. 1 million de m³ ont été utilisés sur la rive droite, 2 millions en rive gauche.
- La SNCF a utilisé 3 millions de m³ de déblais pour créer le terre-plein de la gare de triage de Sibelin, édifié sur 4 km entre l'autoroute Lyon-Vienne et la voie ferrée : 11 ha environ sur Feyzin et 54 ha sur Solaize¹.
- 4 millions de m³ ont servi à la Société d'Aménagement du Département de l'Isère pour créer une plateforme industrielle de 220 ha (fig. 69), qui a reçu les installations de la raffinerie de Feyzin, l'Institut Français du Pétrole² et les installations de steam cracking de la pétrochimie³.

Les autres déblais de l'évacuateur de crue et du canal de fuite non absorbés par les digues CNR ont été déposés et régalez dans des zones autrefois submersibles :

- en rive droite au droit de Pierre-Bénite, les terrains situés entre l'évacuateur de crue et la voie ferrée ont été mis hors d'eau par un remblai de 3 à 4 m afin d'accueillir une station d'épuration intercommunale à l'exutoire du collecteur d'égout de la rive droite, l'emprise de l'autoroute et de son échangeur de rive droite, le reste est réservé à des emprises industrielles
- en rive gauche du canal de fuite, les terrains situés entre le port de Solaize et Ternay ont été remblayés à une cote insubmersible. Une faible superficie a été utilisée pour réhabiliter la station de pompage d'eau potable de Communay, le reste est destiné à l'implantation d'industries intéressées par la voie d'eau sans exiger de raccordement ferroviaire
- en rive droite du canal de fuite, dans l'île de la Table Ronde et en face des terrains précédents, les remblais réalisés ne sont pas insubmersibles mais seront susceptibles de le devenir par un remblaiement complémentaire de moindre importance.

¹ CNR, *Notice sur l'affectation des terrains situés aux abords de l'aménagement*, 6 juin 1963

² L'IFP, situé au sud, sur les 17 ha amodiés au port de Solaize

³ CNR, *Notice sur l'affectation des terrains situés aux abords de l'aménagement*, 6 juin 1963

V. Le développement incontrôlé des remblais et la crainte d'une nouvelle aggravation de l'aléa

V.1. Concilier la priorité au développement industriel et le bon écoulement des crues

Une étude détaillée de l'affectation des terrains situés le long des ouvrages, entre le Port E. Herriot et Givors, avait été réalisée en 1963 pour délimiter le plus grand nombre de zones à industrialiser le long du Rhône tout en maintenant un champ d'inondation suffisant pour ne pas aggraver les lignes d'eau (CNR, 1963).

Comme le lit majeur allait être inondé bien moins souvent qu'avant suite à la mise en service de l'ouvrage, on pouvait s'attendre à ce que les communes riveraines souhaitent investir les terrains ainsi libérés d'une contrainte fluviale jusque-là très forte. Pour cette raison, la CNR estimait nécessaire d'en encadrer la préservation et suggérait donc de réviser le plan des zones inondables du Rhône, issu du décret du 3 sept 1911 et basé sur la limite de la crue de 1856, pour en faire un plan de surfaces submersibles (PSS) dans lequel les secteurs non concernés par les remblaiements des zones industrielles seraient classés en zone A « de grand débit »¹. Le PSS du Rhône Aval sera approuvé en 1972. Il comporte une zone spéciale qui tient compte de la présence des digues de la CNR : la zone C, dite de sécurité, qui concerne les secteurs historiquement inondables mais désormais réputés protégés, où le risque est jugé acceptable et qui ne fait pas l'objet de prescriptions particulières.

Apparemment, les autorisations de remblaiement accordées (soit par la CNR, gestionnaire de ce secteur qui lui est concédé, soit par les communes riveraines ou encore par le préfet du Rhône sur proposition du Service des Mines) ont largement dépassé les superficies et volumes initialement prévus avant le début des travaux du canal de fuite. Depuis la réalisation de l'aménagement de Pierre-Bénite, de nombreux remblais supplémentaires ont en effet été réalisés en bordure du Rhône entre Pierre-Bénite et Grigny, au-delà des zones réservées à cet effet. Des remblaiements ont ainsi été autorisés sur des emprises pourtant définies comme nécessaires au bon écoulement des crues dans le projet d'aménagement de la CNR, et qui avaient été présentées comme devant être impérativement réservées à cette fonction sous peine d'annihiler les effets bénéfiques de la dérivation et d'aggraver au contraire l'aléa pour une crue semblable à celle de 1957.

V.2. Un remblaiement incontrôlé qui inquiète l'Etat

En 1975, Le Service Navigation réalise soudain l'ampleur de ces excès (cf. fig. 67 p. 333) et fait alors part au Préfet du Rhône de son inquiétude quant à l'impact des volumes remblayés sur le risque d'inondation dans le secteur et à Lyon : « toutes les réserves sont à faire sur les conséquences actuellement imprévisibles qui résulteraient d'une crue importante du Rhône et dont rien n'exclut le retour »².

Les inquiétudes concernent en particulier certains remblais qui n'ont pas fait l'objet d'une demande d'avis auprès du SNRS :

- les dépôts de l'entreprise Laferrère vers le PK2

¹ Courrier du Directeur Général de la CNR à l'Ingénieur en Chef du SNRS Agard, 21 juin 1963

² SNRS, rapport de l'Ingénieur en Chef T. Crousle, 5 février 1975

- ceux effectués pour la réalisation d'une zone industrielle vers le PK5
- des dépôts au droit du PK7 : les remblais de l'entreprise Laferrère et de la Société Déblais-Service en rive droite ; ceux de l'entreprise Del Castillo dans l'île de la table Ronde, en rive gauche, autorisés par arrêté préfectoral du 10 juillet 1974 sur proposition du Service des Mines, sans que le SNRS n'ait été consulté alors même qu'ils sont d'une « *importance volumique exceptionnelle* »¹.

L'Etat enjoint donc la CNR à clarifier la situation en réalisant une étude hydraulique qui permette d'apprécier les conséquences des remblais existants ou prévus sur l'écoulement des crues. Dans l'attente des résultats, le Préfet décide un moratoire sur les remblais.

L'étude, confiée au LNH de Chatou, conclut a posteriori que l'impact des remblais sur le risque d'inondation est localement compensé par l'importance du volume dérivé dans le canal de fuite (1200 m³ pour une crue centennale), par la revanche des digues édifiées et par les dragages prévus entre le pont de Vernaison et la restitution du canal au Rhône, sur la commune de Ternay. Il est même prévu que les dragages provoquent un abaissement de la ligne d'eau de la crue centennale, malgré les dépôts prévus². La situation pour une crue égale à celle de 1957 et pour une crue centennale n'étant finalement pas aggravée dans la plaine du Rhône entre Lyon et Grigny, les remblais projetés sont acceptés. Encore une fois, seule une éventuelle aggravation locale du risque inquiète les services de l'Etat, alors que les conséquences sur l'aval ne sont pas prises en compte ni même évoquées.

Conclusion

Le remblaiement au sud de Lyon a été massif et s'est fait de manière relativement incontrôlée, malgré les tentatives d'encadrement par l'Etat. La priorité donnée au développement industriel a provoqué une aggravation importante du risque matérialisée par la hauteur de la crue de 1957 qui suscite une demande de protection de la part des communes de la rive droite. L'aménagement de Pierre-Bénite et les travaux qui lui sont associés est présenté à l'Etat comme un moyen de résoudre cette question. Mais l'ampleur du remblaiement au-delà des limites initialement prévues pour préserver une certaine capacité de stockage des crues suscite l'inquiétude subite des pouvoirs publics au milieu des années 1970. Par chance, il semblerait que le débit dérivé dans le canal de Pierre-Bénite ait malgré tout permis de réduire la contrainte fluviale au sud de Lyon. Mais dans quelle mesure ? Il est par ailleurs fort probable que l'emprise massive des remblais qui réduit fortement les volumes stockables (on parle ici de plusieurs dizaines de millions de m³) contribue en revanche à l'aggravation du risque à l'aval.

Mais cet enjeu a été absent des préoccupations de l'Etat lorsque la plaine a été aménagée : l'essentiel semble être que Lyon reste à l'abri et que la croissance économique se poursuive. Toutefois, seule la rive gauche semble réellement à l'abri, bien qu'on puisse s'interroger sur les conséquences dans le couloir de la chimie de la survenue d'une crue extraordinaire, supérieure à la crue de projet de l'ouvrage CNR. Les conséquences en sont inconnues ; ce scénario ne semble envisagé par personne, et n'a à tout le moins pas été étudié par les gestionnaires.

¹ SNRS, rapport de l'Ingénieur en Chef T. Crouse, 5 février 1975

² Courrier du Directeur Général de la CNR à l'Ingénieur en Chef du SNRS, 29 mai 1975 ; Aménagement de Pierre-Bénite, Rhône court-circuité : calcul des lignes d'eau de crues, étude CNR d'après les calculs de lignes d'eau du LNH de Chatou 9 mai 1975

Chapitre 3

L'aménagement du Val de Saône : enjeux du choix de la crue de référence

Au même titre que le corridor du Rhône aval, le Val de Saône a fait l'objet d'un remblaiement important motivé en grande partie par la priorité accordée au développement industriel au cours des Trente Glorieuses. La plaine est largement inondable, et l'endiguement y est interdit au titre de la protection de Lyon située à l'aval immédiat. La préservation du lit majeur est essentielle pour ne pas augmenter le débit de pointe de la rivière et surtout pour ne pas accélérer le transfert des masses d'eau, afin de conserver l'avantage du retard fréquemment observé du flot de la rivière sur celui du Rhône, et de limiter ainsi le risque (réel) de formation d'une crue extraordinaire dans Lyon. Cependant, les enjeux se sont multipliés au sein du lit majeur. Qu'en est-il de leur vulnérabilité, et que dire de l'effet de ses emprises sur le niveau des crues à Lyon ?

I. Une occupation traditionnelle adaptée à la contrainte fluviale

La mise en valeur traditionnelle de la vallée de la Saône témoigne d'une « protection implicite », selon les termes de J. Untermaier, (1982) : la plupart des villages se trouvent sur les points hauts de la plaine, en bordure du lit majeur, et pratiquent une exploitation collective des pâturages inondables reposant sur le droit de vaine pâture, dont le mode de gestion, intégrant la submersion fréquente des terres, est adapté à la contrainte fluviale (Astrade, 1996 ; Pottier, 1998). Si le lit majeur de la Saône est longtemps resté peu occupé du fait de la fréquence et de la longueur des inondations, l'axe fluvial de la rivière constitue à l'inverse une voie de circulation très ancienne. Pour cette raison, quelques villages de marinières et de pêcheurs s'étaient depuis longtemps installés au bord de l'eau, longés par des quais anciens à Trévoux, Neuville, Rochetaillée, Fontaines et Saint-Rambert l'Île-Barbe. Cependant, le développement de ces noyaux villageois reste modeste jusqu'au milieu du XXe siècle. Le lit majeur demeure peu aménagé et sans protection directe contre les crues. En revanche, le lit mineur connaît d'importantes transformations de sa géométrie du fait des travaux d'aménagement de la voie navigable, mais les endiguements restent submersibles et n'atténuent pas les débordements de la rivière.

I.1. L'aménagement de la voie d'eau

Pour faciliter la navigation, souvent difficile en période de basses eaux du fait de la largeur du lit mineur et de l'importance des étiages, des travaux de rétrécissement du lit sont lancés suite à la loi du 19 juillet 1837. L'objectif visé est de concentrer les eaux dans un chenal unique et d'éliminer les seuils pour obtenir un mouillage de 1,2 m à l'étiage. L'entreprise consiste à fermer les faux-bras par des digues maçonnées, délimiter le chenal

navigable par des clayonnages, draguer les hauts-fonds et construire des digues de halage revêtues d'un perré en bordure de la rivière. L'essentiel des travaux est mené de 1842 à 1850, l'ensemble étant complété jusqu'en 1865, en particulier dans le secteur de Trévoux (L. Astrade, 1996).

Au début des années 1860, du fait du déroctage réalisé au droit du pont du Change de 1859 à 1862 pour supprimer le rapide de la Mort-qui-Trompe et améliorer les conditions d'écoulement des crues, la ligne d'eau est abaissée sur une dizaine de kilomètres jusqu'au rapide de Collonges, dont la pente est par ailleurs augmentée ; la réduction dépasse les 60 cm à hauteur de l'Île-Barbe et détériore fortement les conditions de navigation. Par décision ministérielle du 17 mai 1862, on décide alors de relever le plan d'eau par une série de barrages-écluses, qui commandent une succession de biefs. Sur le tronçon de notre secteur d'étude, ce sont les ouvrages de Port Bernalin, Couzon et de l'Île-Barbe (1867-1879), complétés en 1882 par l'achèvement du barrage de La Mulatière au confluent avec le Rhône (fig.70 p. 353). Ces barrages à aiguilles, construits au fil de l'eau, sont effacés en temps de crue pour faciliter l'écoulement des eaux : les fermettes sont couchées sur le radier de l'ouvrage édifié à 0,2 m au-dessus de l'étiage. Ces ouvrages n'offrent donc pas de possibilité de stockage et n'ont pas de pouvoir d'écrêtement, mais en revanche la présence du radier est à l'origine d'une perte de charge et crée un remous important, estimé à 11 cm pour le barrage de Couzon (Sogreah, 1985).

I.2. Comblement progressif des délaissés de la Saône

Sur les marges du chenal navigable, les délaissés de la Saône, isolés par les digues submersibles, sont progressivement comblés par des dépôts divers. Le Service Spécial autorise des particuliers à utiliser les lônes comme des décharges naturelles, les dépôts étant alors considérés comme un moyen d'assainir et de valoriser à moindre frais le domaine public fluvial. A Trévoux et Neuville, ces travaux sont l'occasion d'exhausser les berges pour permettre le développement des enjeux urbains en bordure de la rivière. Ce sont là les prémices de la logique du processus de l'urbanisation dans le Val de Saône à proximité de Lyon l'endiguement insubmersible y est interdit, mais l'on va chercher à surélever le niveau des constructions au moyen de remblais. Parallèlement, les voies de communication principales sont rapprochées du bord de la rivière, élargies et progressivement exhausées pour être mises à l'abri des crues les plus fréquentes. Ces dernières vont permettre d'apporter une certaine protection contre les débordements de la rivière aux constructions, qui vont se développer dans le lit majeur, en arrière des remblais routiers.

A Trévoux, la berge est progressivement remblayée en arrière de la « digue basse de Trévoux », et le quai est prolongé vers l'amont. Suite à la construction d'un pont bascule par la municipalité en 1875, ce secteur est une première fois remblayé en 1877. Un quai est ainsi créé dans la section correspondant à la chaussée de la route départementale n°3, précédée d'une promenade plantée¹. En 1899, la commune obtient l'autorisation de remblayer les terrains situés entre le pont de Trévoux et le chemin des Moulins afin d'en faire une promenade publique². L'espace situé en avant du chemin de halage est ainsi remblayé sur 80 cm de hauteur et soutenu par un mur de quai, et le chemin de halage est reconstruit en avant de la nouvelle promenade. A partir de 1924, la municipalité investit le bas-port sur 1,1 ha pour l'organisation de fêtes.

A Neuville, une promenade plantée et une place sont établies à l'emplacement d'un ancien bras secondaire de la Saône qui s'étendait sur 300 m de long en aval du pont suspendu. Les terrains seront progressivement comblés à partir du milieu du XIXe siècle,

¹ Archives SNRS, C3440 L30 p 26 Demandes de riverains, commune de Trévoux

² Archives SNRS, C3440 L30, p20 Demandes de riverains, commune de Trévoux

puis remblayés en 1936. Le Service Navigation autorise la municipalité à édifier un remblai de 1,2 à 2,4 m d'épaisseur soutenu par un mur établi en bordure du chemin de halage, auquel on réserve une largeur de 5 m¹.

Les lônes situées sur la commune de Rochetaillée seront quant à elles utilisées comme décharges naturelles. A partir de 1905, et au moins jusqu'en 1931 d'après les sources que nous avons consultées, la fabrique de bleu d'outremer Guimet, installée à Fleurieu, obtient l'accord du Service Spécial de déposer des déchets issus de l'usine dans la lône de Rochetaillée, à l'aval du pont suspendu de Couzon, et dans une lône située en amont de la maison éclusière². En 1929, la Compagnie du Gaz est autorisée à déposer des déblais provenant de travaux de terrassement dans la lône de Rochetaillée. Les remblais sont régalez jusqu'au niveau du chemin de grande communication n°2 bis³.

II. Le développement des enjeux urbains et l'augmentation corrélée de la vulnérabilité dans la deuxième moitié du XXe siècle

Dans la deuxième moitié du XXe siècle, l'occupation des sols de la vallée de la Saône en amont de Lyon, traditionnellement adaptée à la contrainte fluviale, va connaître des changements importants en lien avec le développement de l'agglomération lyonnaise. C'est d'une part l'apparition de zones industrielles établies sur des plateformes en remblai et créées en lien avec les travaux d'augmentation du gabarit de la voie navigable. Dans le même temps, le corridor fluvial va accueillir la croissance urbaine et les infrastructures de transport qui l'accompagnent. Enfin, on constate un changement des pratiques agricoles qui se traduit par la conversion des prairies inondables en cultures sur labours, consacrées en particulier au maïs (Astrade, 1996). Le développement des enjeux économiques et humains au sein du lit majeur naturel pose la question de l'augmentation de la vulnérabilité et de l'incidence des actions humaines sur l'aléa.

II.1. Développement des plateformes industrielles et portuaires : édification de remblais qui doivent être compensés par le recalibrage de la voie d'eau

Comme on l'a évoqué plus haut au sujet de l'essor industriel du couloir de la chimie, la volonté de favoriser la croissance industrielle est une préoccupation majeure des politiques et des services techniques au début des années 1960. Une des réponses apportée est la création de vastes plateformes industrielles associées au développement de la voie d'eau. Le dragage de la rivière doit permettre d'approfondir le chenal afin de ne pas péjorer les conditions d'écoulement des crues. Le long de la Saône lyonnaise, le site de Neuville-Genay, en rive droite de la Saône, offre suffisamment d'espace pour une telle entreprise. En 1962, les Chambres de Commerce de Lyon et de l'Ain élaborent un projet de zone industrialo-portuaire d'environ 180 ha. L'aménagement concerne une bande de 1,9 km de long et 950 m de large en bordure de la rivière, au nord de l'agglomération de Neuville et à l'ouest de celle de Genay. Le site présente un grand intérêt pour l'agglomération lyonnaise car il constitue l'une des rares zones aménageable pour l'industrie en bordure de la voie

¹ Archives SNRS, C3470 D 16565 L2 Demandes de riverains, dpt du Rhône, commune de Neuville

² Archives SNRS, C3470 D 16565 L2 Demandes de riverains, dpt du Rhône, commune de Neuville

³ Archives SNRS, C3460, D16550, I4 Demandes de riverains, commune de Rochetaillée

d'eau, raccordé à la RN433 et au chemin de fer. Néanmoins, plus de la moitié des terrains concernés (100 ha) se trouve en zone inondable et doit être remblayée sur environ 1 m d'épaisseur jusqu'à la cote 170 m NGF, c'est-à-dire au-dessus du niveau atteint par la crue cinquantennale de 1955. Le projet est déclaré d'intérêt public par l'arrêté ministériel du 1^{er} avril 1965, qui prévoit l'acquisition des terrains par la Chambre de Commerce de Lyon dans le cadre d'une Zone d'Aménagement Concerté. L'avant-projet de remblaiement établi en 1967 par le Service Navigation estime à 880 000 m³ le volume des remblais à mettre en place, pour un coût évalué à 4,3 millions de francs. La dépense totale se porterait à 12 millions de francs, financée aux 3/5 par la Chambre de Commerce de Lyon et aux 2/5 par celle de l'Ain. Par ailleurs, il est prévu d'aménager ultérieurement un port public de 500 m de long, dont la réalisation ne s'est finalement pas avérée nécessaire suite à la création du port industriel E. Herriot ; les emplacements initialement réservés au sud de la zone ont été déplacés vers le nord en 1970 pour libérer les terrains convoités par les industriels souhaitant étendre leur activité.

La perte de débouché superficiel occasionnée par l'édification de la plateforme industrielle doit être compensée par le dragage du lit mineur à la cote 162,3, dont les produits sont destinés aux travaux de terrassement. D'importantes opérations de dragages sont prévues dans le cadre de la mise au gabarit européen de la voie navigable de la Saône entre Mâcon et Lyon, qui doit permettre de disposer d'un mouillage de 3,5 m dès 1981. L'approfondissement du chenal doit compenser l'impact des remblais sur la réduction de la section d'écoulement ; selon le bureau d'étude Sogreah (1985), ils auraient provoqué un abaissement de 10 cm du niveau des crues.

Les travaux de remblaiement sont réalisés en 3 tranches, de 1968 à 1971, et ont finalement représenté un volume de près de 1 million de m³ (990 000 m³). Enfin, 2100 m de berge sont enrochés pour éviter l'érosion causée par le marnage important dû aux crues.

Parallèlement, d'autres parcelles sont remblayées le long de la Saône par les entreprises locales, en particulier les sociétés de dragage qui extraient les sables et graviers de la rivière.

A Parcieux par exemple, 1500 m² situés en avant du chemin de halage ont été remblayés à la cote 168,27 m par l'entreprise de dragages Baunaud, pour le déchargement et le stockage de sables et de graviers. Sur 120 m de long, la berge est ainsi bordée d'un quai de déchargement soutenu par un mur droit en gabions. Ces installations, réalisées sans autorisation, sont régularisées par arrêté préfectoral le 11 avril 1967¹. Une note de l'ingénieur d'arrondissement du 18 mai 1971 aboutit à la conclusion que la réduction de 1,6 de la section mouillée occasionnée par l'aménagement est largement compensée par les dragages effectués par l'entreprise : le fond de la Saône est creusé jusqu'à 10 à 12 m sous la retenue statistique théorique. Il est précisé que cette société est celle qui occupe la plus petite surface du domaine public fluvial et que les ouvrages concernés sont bien moins gênants pour l'écoulement des crues que ceux mis en place par les autres sociétés de dragage du secteur, en particulier à Tournus, Belleville, Jassans et Anse. Par la suite, en 1974, l'entreprise déménagera au nord-ouest de la zone industrielle de Neuville-Genay.

A Couzon, le port privé de l'entreprise Longoméтал, construit en 1971, entraîne, quant à lui, le remblaiement de près de 8 000 m² à la cote 168,50, soit 2,5 m au-dessus du niveau de la future retenue de Couzon².

¹ Archives SNRS, C3440 L19 p40, demandes de riverains, commune de Parcieux

² Archives SNRS, C3460 D16550 L7 p32 Demandes de riverains, dpt du Rh, rivière de Saône, commune de Couzon

II.2. Le Plan des Surfaces Submersibles de la Saône et ses effets sur le développement des constructions

Bien que la loi du 28 mai 1858 veille à limiter tout endiguement en amont de Lyon, et malgré le vote de la loi de 1935, il faudra attendre le début des années 1970 pour qu'un zonage des surfaces submersibles réglemente l'occupation des sols dans le « Y lyonnais ». En matière d'autorisation des constructions en zone inondable, le décret-loi du 30 octobre 1935 stipule que chaque demande est un cas d'espèce et doit faire l'objet d'un examen particulier par le SNRS, chargé d'évaluer l'incidence du bâti au point de vue hydraulique. Ainsi, lorsque le maire de Massieux, par crainte de voir sa responsabilité engagée en cas de crue dommageable, demande en 1961 que le Préfet puisse interdire toute construction en zone inondable sur sa commune, lui est-il répondu qu'il est impossible d'édicter une interdiction générale mais que chaque demande de permis de construire doit être appréciée par le SNRS au cas par cas¹. Le SNRS ajoute par ailleurs que la responsabilité du maire n'est pas engagée puisque la décision finale incombe à l'Administration (*ibid.*). La législation ne permet donc pas un gel strict et définitif de ces espaces, au risque que les services de l'Etat cèdent aux pressions locales et accordent des concessions aux intérêts particuliers. De fait, si l'approbation du PSS de la Saône a permis d'encadrer et de limiter le développement des constructions, elle n'a pas empêché la multiplication des enjeux vulnérables au sein du lit majeur.

Le plan des surfaces submersibles, élaboré au 1/20 000^e et qui prend comme crue de référence l'événement de 1955, a été approuvé le 16 août 1972. Il stipule que les nouvelles constructions, les dépôts et les excavations envisagés dans les zones submersibles réglementées devront désormais être soumis à déclaration et obtenir l'avis favorable du SNRS. La zone A, dite de grand débit, correspond aux terrains noyés sous 1,8 m d'eau ou plus en 1955. Sauf cas exceptionnel, aucune nouvelle construction ne pourra y être autorisée, et les plantations risquant de former un obstacle à l'écoulement des forts débits, tels les taillis ou les acacias, y sont interdites. La zone B, dite complémentaire, concerne les secteurs où la lame d'eau n'a pas dépassé 1,8 m en 1955. Les prescriptions y sont moins sévères : les constructions pourront être autorisées, chaque cas devant être étudié séparément.

L'analyse de l'enquête publique prescrite par l'arrêté préfectoral du 11 avril 1967 et ouverte du 16 au 30 mai 1967 dans les 37 communes concernées par le PSS de la Saône nous renseigne sur la position des communes et de la population vis-à-vis de la mise en place du zonage réglementaire. Sur les sept communes qui ont formulé des observations et exprimé des réserves quant à la nouvelle réglementation, trois se situent dans le « Y lyonnais ». Les municipalités de Trévoux, Parcieux et Massieux ont ainsi demandé à l'Etat de surseoir à la définition des surfaces submersibles, qui contrariait les projets d'urbanisme en cours et les possibilités de développement futur de leur territoire². En effet, l'Etat préconise que les zones situées en zone submersible réglementée soient classées dans la mesure du possible en zone naturelle inaltérable ou à la rigueur en zone à vocation agricole.

Les communes de Parcieux, Massieux et Quincieux ont malgré tout cherché à développer les constructions en zone inondable réglementée, faisant valoir l'impossibilité de se développer en-dehors du lit majeur. Dans le cadre de l'élaboration de leur plan sommaire d'urbanisme (1968), elles obtiennent le classement de l'essentiel des zones B en zone d'habitat individuel. Une partie des zones A théoriquement inconstructibles, est classée en

¹ Archives SNRS, C3440 L15, Demandes de riverains, commune de Massieux, rapport de l'ingénieur d'arrondissement du 15 décembre 1961

² Archives SNRS, C3440

« secteur rural à tolérance résidentielle ». Les constructions individuelles pourront y être autorisées sur avis favorable du SNRS et à condition que les planchers habitables soient calés 2 m au moins au-dessus du niveau du sol¹. Ainsi, le SNRS acceptera-t-il par exemple la construction sur remblai insubmersible d'un lotissement important au lieu-dit Les Varennes, sur la commune de Quincieux. Les zones B sont quant à elles majoritairement classées en zone d'habitat individuel.

Au début des années 1980, la commune de Parcieux obtient par ailleurs l'aide technique de la DDE de l'Ain pour élaborer un schéma d'aménagement et d'urbanisme prévoyant le remblaiement d'un secteur constructible de 17 000 m² situé en zone inondable. Admettant « le principe de l'empiètement inévitable en zone submersible de la Saône »², et compte-tenu des possibilités limitées d'extension de la commune, le SNRS donne un avis favorable au projet sous réserve que le remblai se limite à des secteurs inondés par moins de 50 cm d'eau en 1955. Les modalités finalement arrêtées par la DDE seront tout autres : il est prévu d'implanter les constructions en hameaux, selon une disposition « en doigt de gant » et dans des secteurs où les hauteurs d'eau dépassaient largement les 50 cm. Si les superficies à remblayer restent les mêmes, les volumes finalement soustraits au champ d'expansion des crues sont bien supérieurs à ceux initialement tolérés par le SNRS, qui se range malgré tout à l'avis de la DDE. Cette dernière affirme que les buses prévues sous les remblais suffiront à assurer le libre écoulement des crues, et ne mentionne pas le problème de la réduction des volumes stockables³.

En rive gauche de la Saône, l'urbanisation s'est développée en arrière du remblai de la nationale 433, construite dans les années 1970 et qui protège en partie les constructions situées en arrière. A Trévoux, la municipalité obtient le remblaiement des terrains situés en arrière de la nouvelle chaussée « insubmersible » afin d'y établir des équipements sportifs. Sur la commune, 6 ha sont ainsi mis hors d'eau pour la route proprement dite et 1 ha pour établir un centre nautique. Bien que le projet soit situé en zone A du PSS, le Service Navigation autorise le remblaiement des parcelles intéressées sur 2 mètres de hauteur, compte-tenu de « l'intérêt socio-économique évident » de l'entreprise⁴. A Rochetaillée, les terrains isolés, entre l'ancienne route bordant la Saône (le chemin départemental 433) et le nouvel ouvrage, sont concédés à la commune pour la réalisation d'équipements sportifs et d'un centre commercial alimentaire (délibération du Conseil Municipal du 1^{er} juin 1979).

La mise en place des PSS n'a donc pas empêché le développement des constructions dans le corridor fluvial, les pressions locales ayant été suffisamment fortes pour faire plier l'Administration. Dans la pratique, les permis de construire ont été accordés à la condition que les enjeux soient placés au-dessus du niveau de la crue de référence. Les prescriptions ont imposé la mise en œuvre de mesures d'adaptation du bâti : le niveau du premier plancher devait être calé au-dessus de la cote atteinte par les eaux en 1955. La comparaison des cartes de l'occupation du sol en 1950 et 2000 montre que le bâti s'est densifié et étendu à partir des noyaux existants au milieu du XX^e siècle. Mais dans l'ensemble, les nouvelles constructions édifiées dans le lit majeur se situent pour une grande part en dehors du périmètre du PSS. Ce sont surtout les activités industrielles qui ont été autorisées dans les zones B, en particulier les zones industrielles de Trévoux et de Couzon-Albigny.

¹ Archives SNRS, C3440 L19 Demandes de riverains, commune de Parcieux

² Archives SNRS, C3440 L19 Demandes de riverains, commune de Parcieux, courrier du SNRS à la DDE de l'Ain en date du 5 mars 1981

³ Archives SNRS, C3440 L19, Demandes de riverains, commune de Parcieux

⁴ Archives SNRS, C3440 L30 p 30 et 31, Demandes de riverains, commune de Trévoux)

II.3. Développement et exhaussement des infrastructures de transport

Conjointement à la croissance de l'urbanisation dans la plaine, les infrastructures de transport vont-elles aussi se développer. Elles seront plus ou moins exhausées pour être mises à l'abri des crues, au moins les plus fréquentes. En effet, les principaux axes de communication sont situés en bordure de la rivière, dont les crues sont réputées pour leur longueur. Il est donc apparu souhaitable de limiter la durée pendant laquelle les routes doivent être fermées du fait des inondations. Par endroits, les remblais ainsi édifiés font office de digue et protègent en partie les enjeux situés en arrière. Par contre, les levées ont parfois provoqué une réduction de la section mouillée, que les services techniques ont cherché à compenser au moyen de dragages. Les premiers travaux sont réalisés dans les années 1930, mais l'essentiel est réalisé à partir des années 1960.

II.3.a. Demande de protection du quartier de l'Industrie (St Rambert) et exhaussement du quai J. Jaurès (1932-1938)

Par ses délibérations des 5 mars et 30 septembre 1932, le conseil municipal de Saint Rambert (commune aujourd'hui annexée à celle de Lyon) demande un renforcement de la protection du quartier de l'Industrie contre les débordements de la Saône suite à l'élargissement de la route nationale n° 433 en rive gauche, entre le pont de l'Île Barbe et Lyon¹. La municipalité craint en effet que l'élargissement réalisé dans la partie convexe de la rivière n'entraîne un report du courant et des débordements sur son territoire, situé sur la rive opposée aux travaux. Elle revendique le même droit à la protection que celui accordé à la rive gauche du Rhône dans Lyon suite à l'inondation de 1856 et demande :

- la réalisation du projet d'exhaussement du quai J. Jaurès prévu à l'occasion du classement du quai de l'Industrie dans la vicinalité ordinaire en 1929 (le relèvement des points bas était prévu jusqu'à la cote 164,9)
- et l'établissement aux frais du département du Rhône d'un mur de soutènement le long de la Saône faisant office de quai-digue (car la commune n'a pas de ressource disponible)

Bien que le SNRS estime ces craintes injustifiées, une nouvelle délibération du conseil municipal le 30 sept 1932 insiste sur la nécessité d'exhausser le quai. Les travaux sont réalisés en 1938 le long du quartier de l'Industrie, en aval du pont de l'Île-Barbe : le quai est exhausé à la cote 167 m et soutenu par un mur droit surmonté d'un parapet.

En 1939, on projette de prolonger les travaux d'endiguement vers l'amont par la rectification du chemin de grande communication n°51 sur 2 520 m entre le pont de l'Île-Barbe et le pont du chemin de fer de Collonges : la chaussée doit être élargie à 15 m et exhausée au-dessus du niveau des crues moyennes de la Saône par un remblai d'environ 2 m d'épaisseur. Pour ne pas trop empiéter sur le lit de la Saône, le quai de la Jonchère, à Couzon, et le quai R. Carrié, à Saint-Rambert, doivent être soutenus par un mur vertical couronné à 167 m, surmonté d'un parapet de 80 cm. Mais le projet ne sera pas réalisé selon ces dispositions de départ, et sera finalement revu à la baisse.

¹ Archives SNRS, C3235 D15780 L4, commune de Saint-Rambert l'Île Barbe

II.3.b. Les travaux liés à la route nationale n°6 ; élargissement des quais Arloing, Chauveau et Pierre- Scize

La déviation de la route nationale n°6 entre Villefranche et Anse projetée en 1955 aboutit à la création d'un remblai voulu insubmersible, arasé au minimum à 20 cm au-dessus du niveau de la crue de 1955. Selon le rapport du Service navigation du 24 novembre 1955, « aucune aggravation du remous ne paraît devoir être redoutée » en raison de la faible vitesse du courant, la superficie inondée restant par ailleurs la même¹.

En 1965, on décide d'élargir les quais Arloing, Chauveau et P. Scize afin de porter la largeur de la route nationale n°6 à 12 m sur l'ensemble de la section. Le nouveau mur de quai construit en avant du précédent, côté Saône, empiète de 2,5 m sur les bas-ports existants, entraînant une réduction de la section mouillée sous les crues de 1840 et 1856 de moins de 1%, ce qui est considéré comme négligeable par le Service Navigation²

II.3.c. Déviation de la route nationale 433 (rive gauche) et Chemin départemental n°51 (rive droite)

En 1957, on décide la construction de deux routes importantes sur chacune des rives de la Saône : le chemin départemental n°51 en rive droite et la déviation de la route nationale n°433 en rive gauche. Les ouvrages entraînent un remblaiement important : la largeur requise pour le CD n°51 est en partie gagnée sur le lit de la rivière et les plateformes sont mises au-dessus du niveau des crues les plus fréquentes : le CD51 est progressivement mis à l'abri des crues quinquennales tandis que la nationale 433 est calée au-dessus du niveau de la crue de 1955 sur la quasi-totalité de son tracé.

Le chemin départemental n°51 a été réalisé en deux tronçons :

- entre les ponts de Neuville et Collonges (environ 1 km), le remblai de l'ouvrage entraînerait une réduction conséquente de la section mouillée : dans la partie amont, le débouché superficiel situé sous le niveau de la crue de 1856 serait réduit de près de 13 %, passant de 1800 à 1570 m², et diminué de plus de 5 % dans la section aval, passant de 1950 à 1846 m². Inquiet de l'importance de l'exhaussement du niveau des fortes crues induit par les ouvrages, estimé à 25 cm par les ingénieurs de l'époque, le Service Navigation fait part de ses réserves et laisse au Service Ordinaire (DDE) la responsabilité de sa décision, tout en espérant que le remous effectif sera moindre³. Finalement, le projet n'est pas réalisé dans les dispositions initiales. Il est modifié en 1978 : la réalisation de la déviation du CD51 de Villevert à Albigny et Curis prévoit un empiètement de 14 m de large sur le lit de la Saône. L'ouvrage doit être calé au niveau de la crue décennale de 1970, et il n'est pas prévu de mesure compensatoire à l'empiètement réalisé sur la rivière. L'étude hydraulique du projet conclut ainsi à la formation d'un remous de 4,5 cm pour une crue commençant à déborder en rive gauche. Malgré l'avis défavorable du SNRS, qui souligne par ailleurs que le pont de Neuville constitue déjà une obstruction à la section d'écoulement⁴, le Directeur Départemental des Ponts-et-Chaussées J. Winghart décide de retenir le projet et de

¹ Archives SNRS, C3475 D16570 LB8 Demande de riverains, aménagement routier

² Archives SNRS, C3475 D16570 LB8 Demande de riverains, aménagement routier, *courrier de l'ingénieur d'arrondissement du SNRS à l'ingénieur des Ponts-et-Chaussées du 23 août 1965*

³ Archives SNRS, C3475 D16570 LB Demande de riverains, aménagement routier, chemins départementaux, *Note de l'ingénieur en chef du SNRS, 9 août 1957*

⁴ Archives du SNRS C3460 D16550 L1, Demandes de riverains, département du Rhône, rivière de Saône, *courrier en date du 25 mai 1978*

l'inscrire au POS de la commune, afin de réserver les emplacements nécessaires aux travaux¹.

- entre le pont de Collonges et l'Île-Barbe, les travaux aboutissent à un empiètement des quais d'Illhausern et Raoul Carrié sur la Saône de 1,5 m en moyenne sur 1,7 km de long. Au total, 2500 m² sont remblayés au début des années 1970². En 1979, la question de l'exhaussement du quai Raoul Carrié, au-dessus du niveau des crues moyennes, est remise à l'ordre du jour pour résoudre la question de l'accessibilité de Saint-Rambert et du quartier de Vaise en période de crue. En particulier, un tronçon de 350 m restait inondable pour une période de retour de 2 à 3 ans. En février 1977 par exemple, l'eau avait recouvert la route de plus de 1,5 m d'eau, et la circulation avait été interrompue pendant un mois. Il est donc décidé d'exhausser cette section à la cote minimale de 166 m, pour ramener la fréquence de submersion à 5 ou 8 ans. Côté Saône, le remblai est soutenu par des enrochements afin d'éviter les affouillements de berge et d'améliorer l'environnement³.

Dans le même temps, le projet de déviation de la RN433 entre les ponts de Couzon et Fontaines, approuvé par la décision ministérielle du 21 octobre 1960, prévoit la construction d'une chaussée dite insubmersible de 20 m de large, édifiée sur l'assiette du chemin de halage, en rive gauche de la Saône, et soutenue par un perré en enrochements. Dans l'ensemble, la nouvelle route sera insubmersible pour les crues faibles et moyennes, le point le plus bas de la nouvelle plateforme restant cependant inondable pour un débit de crue décennal. Pour un débit égal à celui des crues de 1856 et 1955, d'une période de retour d'environ 70 ans, la route serait submergée sur 175 m, et elle serait entièrement noyée par un événement exceptionnel type 1840. La route longe la Saône sur 8,4 km entre Fontaines et Lyon (au niveau de la montée des Esses), et correspond aux quais de Serin/Gillet, Clémenceau et J.-B. Simon.

L'étude d'impact hydraulique commandée au LNH de Chatou (EDF, 1971) pour évaluer l'influence des deux nouvelles routes sur les crues conclut à la nécessité de compenser la réduction de la section mouillée par des dragages complémentaires. Pour éviter un exhaussement de la ligne d'eau de 7 cm au pont de Fontaine et de 5 cm jusqu'à hauteur de l'Île Roy en cas de crue identique à celle de 1955 (considérée par l'étude comme une crue centennale), des travaux d'élargissement et d'approfondissement sont proposés en amont de l'Île-Barbe (92 000 m³ de déblais) et au droit du pont de Fontaines (11 500 m³ à extraire). Le rapport pointe par ailleurs l'ajustement probable du profil en long qu'entraîneront les travaux, et recommande un suivi des phénomènes d'érosion et de dépôt dans les sections intéressées. Enfin, des buses de décharge, contrôlées par des vannes automatiques, sont prévues sous les remblais, afin d'éviter l'accumulation des eaux de ruissellement en arrière des ouvrages. Ces travaux sont exécutés en 1972.

Les Trente Glorieuses marquent donc une rupture avec l'occupation rurale traditionnelle de la vallée adaptée à la submersion. À partir de 1960, on observe une nette

¹ Archives du SNRS C3460 D16550 L1, Demandes de riverains, département du Rhône, rivière de Saône, courrier adressé au SN le 11 septembre 1978

² archives SNRS, C3475 D16570 LB Demande de riverains, aménagement routier, chemins départementaux

³ archives SNRS, C3475 D16570 LB Demande de riverains, aménagement routier, chemins départementaux, courrier de l'ingénieur en chef du Service Navigation au Directeur Départemental du Rhône en date du 5 janvier 1979

tendance à la colonisation du corridor fluvial, bien que cette dernière soit sans commune mesure avec la mutation des paysages qu'on observe au sud de Lyon. Il n'empêche que la multiplication des enjeux au sein de la plaine a considérablement accru la vulnérabilité, et que les interventions humaines répétées, en lit mineur et en lit majeur, posent la question d'une aggravation potentielle de l'aléa. Cette vulnérabilisation va être révélée au début des années 1980 avec l'occurrence de plusieurs crues notables.

III. Une vulnérabilisation matérialisée par la trilogie des crues de 1981, 1982 et 1983 et mal acceptée par la population

Au début des années 1980, la vallée de la Saône est durement éprouvée par la succession de trois crues relativement importantes : l'événement trentennal de décembre 1981 (2598 m³/s et 8,22 m à Couzon), celui de décembre 1982-janvier 1983, de période de retour 20 ans (2598 m³/s et 8,31 m), et la crue vicennale de juin 1983 (2404 m³/s et 8,22 m). Les inondations répétées ont matérialisé l'augmentation du risque et sensibilisé la population à la question des crues. Les enjeux mis au-dessus du niveau de la crue de 1955 ont été épargnés, mais les dommages agricoles ont été importants. C'est là l'effet du changement des pratiques agricoles : les cultures ont remplacé les prairies inondables et s'étendent à présent jusqu'à la rivière. A l'échelle de la vallée, les pertes agricoles représentent 37% des dommages directs causés par la crue de 1983, soit 50 millions de francs sur un total de 135 millions, l'ensemble des pertes économiques directes et indirectes étant estimé à 175 millions (Mission Déléguée de Bassin RMC, 1984). Une partie des élus et des riverains déplore une aggravation de la fréquence et de l'importance des inondations. La profession agricole se dit, quant à elle, plus fréquemment touchée par les crues juste débordantes. L'augmentation des dommages est d'autant plus élevée que les crues se font plus tardives (elles surviennent au printemps) et font pourrir les cultures.

A la demande des communes, plusieurs réunions d'information sont organisées par le Service Navigation pour rassurer la population, les élus et les agriculteurs qui s'interrogent sur l'impact des aménagements récents sur l'aléa. En particulier, la représentation met en cause la gestion des barrages de navigation : le Service Navigation est suspecté de favoriser les intérêts lyonnais et d'utiliser les barrages pour écrêter les crues dans le but de réduire le niveau des eaux dans la traversée de la ville¹. Le 15 mai 1985, les élus et les responsables professionnels de la vallée de la Saône adressent une motion au directeur du SNRS afin que celui fasse le point sur la question de l'impact négatif des ouvrages de navigation, en particulier celui de Couzon, et mette un terme aux dysfonctionnements constatés : *« les cotes relevées à l'aval du barrage de Couzon au Mont d'Or, notamment dans la traversée de Lyon, prouvent une retenue anormale au niveau du barrage [...] élus et responsables professionnels demandent qu'une solution soit mise à l'étude sérieusement pour préserver l'activité économique et notamment l'agriculture du Val de Saône »*. On sait pourtant que, contrairement à l'opinion répandue dans la population et chez les élus (Mission Déléguée de Bassin RMC, 1984), les barrages de la Saône n'ont pas de capacité de stockage et ne peuvent donc pas écrêter la pointe de la crue. Cependant, nous allons voir qu'ils ne sont pas sans effet sur les débordements de la rivière.

¹ archives du SNRS, crue de 1983, correspondances diverses

III.1. Mise en cause des barrages

Dans le cadre de l'effort de modernisation du réseau navigable lancé par le IVème plan suite au rapport «Boulloche» sur la création de la voie d'eau Mer du Nord-Méditerranée, la mise en eau de barrages plus modernes, construits par la Compagnie Nationale du Rhône dans les années 1960, permet d'allonger les biefs, ramenés au nombre de deux entre Trévoux et Lyon, et de détruire les retenues intermédiaires (fig. 70). La mise en service de l'ouvrage de Pierre-Bénite en 1966 unifie les plans d'eau du Rhône et de la Saône dans Lyon et rend inutile le barrage de La Mulatière, qui sera supprimé la même année. L'ancien barrage de Couzon est, quant à lui, remplacé par un nouvel ouvrage construit à l'aval du premier, ce qui permet de supprimer le barrage de l'Ile-Barbe en 1968-70. La suppression de l'ancien ouvrage de Couzon était elle aussi prévue mais n'a finalement pas été réalisée. Parallèlement, le chenal navigable est approfondi au moyen de dragages, pour obtenir un tirant d'eau de 3,5 m.

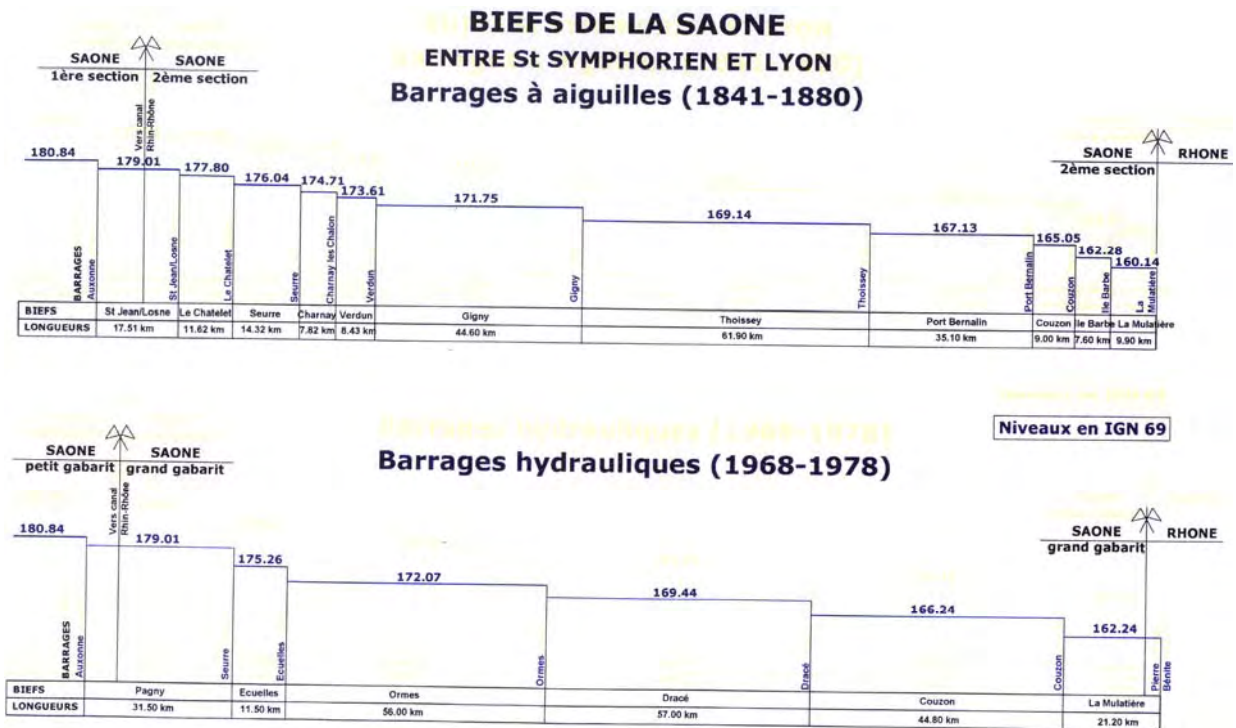


Fig. 70. Les barrages de navigation sur la Saône.

(source : SNRS)

Suite au débat suscité par la mise en cause des barrages, qui auraient selon les riverains une influence sur l'hydraulicité de la rivière, ce que le Service Navigation récuse, plusieurs études sont lancées pour faire le point sur cette question complexe. Nous avons procédé à une analyse critique des différents rapports publiés sur le sujet (EDF, 1967 ; Mission Déléguée de Bassin RMC, 1984 ; Sogreah, 1985 et 1994). Les nouveaux barrages sont équipés de vannes-clapets qui peuvent être complètement effacées dans l'épaisseur du radier : il ne subsiste donc aucun remous dû aux vannes lorsque les barrages sont complètement couchés. Mais les ouvrages peuvent avoir une incidence avant la pointe de la crue : en effet, si les consignes de gestion sont plus précises quant à la cote à maintenir dans les différents biefs, elles le sont beaucoup moins quant au moment où l'on doit commencer à effacer le barrage. En découlent deux phénomènes à l'origine d'une montée plus rapide des crues :

- D'une part, les terrains peuvent être submergés lors de faibles crues alors qu'ils ne l'étaient pas auparavant. Cela joue particulièrement le long du bief de Couzon dont le niveau à l'étiage a été relevé suite à la construction du nouveau barrage : la cote normale de la retenue est ainsi très proche de celle des terrains avoisinants (de l'ordre de 25 cm). De ce fait, toute augmentation de débit à l'amont qui n'est pas prise en compte à temps risque d'entraîner l'inondation de terres agricoles qui ne l'auraient pas été sans la présence de l'aménagement.
- Par ailleurs, la faible différence de niveau entre la cote du bief et les terrains riverains est insuffisante pour absorber le passage de la première pointe de la crue : si la crue n'est pas anticipée suffisamment tôt, la Saône déborde plus vite qu'elle ne l'aurait fait dans la configuration antérieure.

Si les nouveaux barrages apportent une amélioration notable dans la gestion des inondations car ils sont plus faciles à coucher que les ouvrages à aiguilles, les études montrent que leur gestion doit néanmoins être affinée. Il est proposé de remonter plus en amont le point de réglage des biefs et d'améliorer la prévision et l'information sur l'annonce des crues d'amont en aval. Mieux connaître la rapidité du temps de transfert de la crue permettrait alors de revoir les consignes d'abaissement des barrages et pallier les inconvénients liés à la remontée du niveau du bief de Couzon.

De plus, on décide de supprimer l'essentiel des ouvrages de l'ancien barrage de Couzon, pour abaisser la ligne d'eau de 5 cm, ce qui fait passer le remous de 11 à 6 cm. Les maçonneries de la pile du barrage, le radier et les enrochements de protection sont supprimés en 1987. Une étude ultérieure doit évaluer la nécessité de supprimer l'ancienne écluse et la digue basse, et envisager l'utilité et la faisabilité de créer une cinquième passe au nouveau barrage afin d'en augmenter le débouché en temps de crue. Le coût de cette dernière mesure sera par la suite évalué à 15 millions de francs, pour une augmentation de la section mouillée de l'ordre de 10 %. Face au montant considérable de la dépense, les travaux n'ont toujours pas été réalisés à l'heure actuelle, malgré les demandes répétées des communes du Val de Saône.



Photo 30. Le chantier de reconstruction du barrage de Couzon en 1965

(source : SNRS, photo Studios Villeurbannais). Chantier d'allongement de la nouvelle écluse et amorce du chantier de reconstruction du barrage : à gauche, ponton de battage, au centre, début du premier batardeau des passes centrales.



Photo 31 . Le barrage de Couzon couché en temps de crue

(source : SNRS).

III.2. L'échec relatif de la cartographie réglementaire

La persistance des dégâts et l'augmentation des coûts liés aux catastrophes naturelles, notamment aux inondations en zones bâties, ont imposé la nécessité de relancer la réflexion sur le risque. La loi du 13 juillet 1982 relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles pose le principe du partage collectif des coûts issus de dommages causés par les phénomènes naturels extrêmes, et initie le développement d'une politique de prévention plus efficace (Pottier, 1998). On prend ainsi acte de l'insuffisance et du manque de moyens des documents cartographiques réglementaires existants jusque là, qui n'ont pas empêché l'extension des occupations humaines en zone inondable ni l'augmentation corrélée du risque d'inondation (*ibid.*). Le rapport de la Mission Déléguée de Bassin RMC chargée de faire le point sur l'état des connaissances concernant les crues du bassin de la Saône afin d'améliorer leur gestion souligne en ce sens que « *diverses pressions de la part des propriétaires fonciers, des promoteurs, des collectivités locales, ... (ou encore des particuliers pour les habitations légères et de loisirs implantées en zone inondable sans aucune autorisation et dans des conditions de confort et d'hygiène précaire) conduisent à minimiser la prise en compte de l'importance des inondations ; certaines zones classées en zones inondables sur les PSS se retrouvent constructibles dans les POS¹* ».

Le décret d'application en date du 3 mai 1984 constitue un tournant décisif dans la connaissance et la prise en compte des inondations, à travers le lancement des plans d'exposition aux risques (PER). Les deux objectifs du PER sont d'afficher le risque et de prescrire des mesures et des techniques de prévention allant de la réglementation de l'occupation et de l'utilisation du sol jusqu'à la réalisation de travaux concernant les biens et les activités assurables dont l'intérêt économique aura été reconnu. Les PER, prescrits par le préfet et conduits par les services de l'Etat, sont élaborés à l'échelle communale. Ils peuvent concerner un seul phénomène ou être multirisques.

Dans le cas des PERI², l'aléa est défini à partir des variables hydrologiques pour les crues de référence : hauteurs d'eau, vitesses d'écoulement, et durée de submersion. L'étude des crues historiques est souvent complétée par une modélisation hydraulique, selon le degré de précision exigé par les enjeux, et si les conditions d'inondation et l'occupation du sol n'ont pas trop évolué depuis (Garry, 1994). On en déduit un zonage basé sur la définition de trois classes d'aléa : faible, moyen et fort. La carte d'aléa ainsi établie est complétée par un plan de vulnérabilité, qui définit des secteurs homogènes d'occupation du sol suivant la morphologie du bâti, les fonctions et les activités (habitat, agriculture, industrie, commerces) et l'appréciation des enjeux au regard de l'aléa (Ministère de l'Environnement, 1988). Ces deux documents sont finalement croisés pour aboutir au zonage réglementaire figurant trois niveaux de risque : les zones blanches sont celles où le risque est inexistant ou considéré comme négligeable, les zones rouges, très exposées, sont inconstructibles, et enfin les zones bleues, de risque intermédiaire, où les constructions sont autorisées sous certaines réserves précisées dans le règlement. Ce découpage peut être nuancé par la définition de sous-ensembles en fonction des caractéristiques locales du risque et pour y adapter les dispositions réglementaires (Ministère de l'Environnement, 1999).

La conservation du champ d'expansion des crues et la limitation du nombre des personnes et des biens exposés aux crues est d'autant plus nécessaire que la configuration du bassin de la Saône ne permet pas d'envisager la construction de barrages de stockage permettant d'écrêter une partie du débit de pointe. Plusieurs études ont été lancées pour

¹ Mission Déléguée de Bassin RMC, 1984, p. 35

² Plans d'exposition au risque d'inondation

rechercher des sites propices au stockage des eaux de crue (Mission Déléguée de Bassin RMC, 1984). L'aménagement de l'ensemble des 20 sites potentiels permettrait le stockage d'environ 600 millions de m³, pour un coût de 2,5 milliards de francs. Cependant, le volume écrêté serait bien moindre : seulement trois sites sont situés en aval d'affluents dont le débit contribue notablement à gonfler la crue de la Saône (deux en amont de Chalon et un entre Chalon et Mâcon). L'aménagement de ces trois barrages représenterait une dépense de 900 millions de francs alors qu'il ne procurerait qu'un abaissement de 100 m³/s et 5 cm à Chalon et à Macon pour une crue du type de celle du 21 décembre 1981, et impliquerait de noyer de vastes superficies et de déplacer plus de 200 habitations (*ibid.*).

En 1986, des PERI sont prescrits sur les six communes des départements de l'Ain et du Rhône situées en dehors du territoire du Grand Lyon. Ils remplacent le PSS de la Saône et mettent en place un zonage réglementaire basé sur le périmètre des crues décennales et centennales calculées dans la situation de l'époque, conformément aux directives nationales édictées par la loi du 13 juillet 1982 relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles. Les PERI de Quincieux et Massieux sont approuvés en 1989, ceux de Massieux et Parcieux en 1993, celui de Reyrieux en 1994. Depuis la loi du 2 février 1995 (dite loi Barnier), ces documents ont aujourd'hui le même statut que les PPR, et s'appliquent également à l'existant. Il faudra attendre 2001 pour que le PPRI de Trévoux entre en vigueur. Si les hauteurs d'eau modélisées sont un peu plus élevées que celles de la crue de 1955, les surfaces inondées sont sensiblement les mêmes. A la suite de N. Pottier (1998, 2001), remarquons que la mise en œuvre des PERI semble ne pas avoir remis en cause l'orientation de l'usage du sol définie par les communes. On constate une faible révision à la baisse des secteurs non urbanisables : le nouveau zonage contient surtout des zones bleues et peu de zones rouges. Selon les propres dires des services de l'Etat rapportés par N. Pottier (2001), les PERI, comme le PSS vingt ans auparavant, ont été réalisés en intégrant la volonté d'aménager le lit majeur.

Il convient par ailleurs de souligner que la cartographie réglementaire, en vigueur dans le Val de Saône jusqu'en 2007, ne tenait pas compte de la plus grande crue connue. La réglementation issue du PSS était en effet basée sur la crue de 1955, dont la période de retour est comprise entre 50 et 70 ans, alors que les directives ministérielles préconisent la crue centennale et que le maximum de 1840 dans le secteur a roulé un débit de pointe d'une période de retour plus que millénale, inondant une superficie plus importante que l'événement de 1955, sous une lame d'eau bien plus grande (voir tableau suivant).

	1840	1840 « rectifiée »	1955
Qxi à Couzon	4300 m ³ /s	4300 m ³ /s	2823 m ³ /s
h max. au pont de Trévoux	8,5 m		6,52 m
h max. à l'échelle de Couzon	12,01 m		9,24 m
h max. au pont La Feuillée	8,89 m	7,5 m	6,5 m

Tab. 16. Comparaison du débit maximum instantané (Qxi) à la station de Couzon et des hauteurs maxima des crues de 1840 (réelle et rectifiée) et 1955 aux échelles de Trévoux, Couzon et La Feuillée

(source: SNRS)

Interrogé sur les raisons qui ont fait préférer l'événement de 1955 à celui de 1840, le SNRS nous a répondu qu'à l'époque de l'élaboration du PSS, la crue de 1955 présentait l'avantage d'être encore dans les mémoires et avait de ce fait semblé plus pertinente aux services de l'Etat. Quant aux PERI établis au début des années 1990 sur les communes situées en dehors du territoire du Grand Lyon, ils sont basés sur les crues décennales et centennales calculées, dont l'emprise excède peu celle de la crue de 1955. Par voie de conséquence, la vulnérabilité a doublement augmenté. Non seulement les secteurs épargnés en 1955 mais inondés en 1840 et théoriquement encore inondables pour un même débit n'ont fait l'objet d'aucune prescription particulière, mais en plus les cotes, qui ont été observées pour l'adaptation des constructions établies dans les surfaces submersibles réglementées, sont nettement inférieures à celles du maximum historique connu, et même à celles qui seraient atteintes pour un même débit s'écoulant dans la situation actuelle.

III.3. L'inquiétude grandissante de la population vis-à-vis de l'impact cumulé des remblais sur les lignes d'eau

La sensibilité particulière des riverains à la question de l'aggravation du risque d'inondation du fait des aménagements se cristallisera autour du projet de réalisation de la section de l'autoroute A46, intéressant la branche sauconnienne du « Y lyonnais ». L'ouvrage, édifié sur un remblai insubmersible en travers du lit majeur, contourne l'agglomération de Anse par l'est, longe la voie ferrée jusqu'à Ambérieux d'Azergues puis traverse la plaine pour franchir la Saône au PK 25, en aval de l'île Beyne, avant de rejoindre le plateau de la Dombes entre les agglomérations de Massieux et Genay. L'effet de l'autoroute est double : il constitue une emprise sur le champ d'inondation et risque par ailleurs de former un obstacle à l'écoulement des eaux en lit mineur en son point de franchissement de la Saône, perpendiculaire à l'axe de la rivière.

Initialement, l'impact de l'ouvrage, évalué par le bureau d'études Sogreah en 1971, correspondait à une surélévation des niveaux de 5 cm pour une crue centennale. Cet exhaussement aurait induit une aggravation du risque sur une surface relativement importante, compte-tenu de la platitude de la vallée, et n'a donc pas pu être accepté par le Service Navigation, qui a exigé que l'incidence de l'ouvrage soit ramenée de 2 à 3 cm maximum. Les moyens d'y parvenir sont définis par une étude complémentaire réalisée en 1981, qui permet d'arrêter le dimensionnement de l'ouvrage de franchissement et des ouvrages de décharge. Pour réduire l'incidence du pont, qui provoquerait un exhaussement de 9 cm de la ligne d'eau pour une crue centennale si aucune mesure compensatoire n'était prise, on arrête la réalisation d'un ouvrage à 5 travées d'une longueur de 330 m. Par ailleurs, des ouvrages hydrauliques sont prévus sous le remblai pour permettre le ressuyage des poches créées en arrière de l'ouvrage, notamment à Ambérieux d'Azergues et à Quincieux. Dans cette configuration, la surélévation du plan d'eau dans le lit majeur à l'amont du pont est ramenée à 3,9 cm au maximum pour une crue centennale, en certains points du territoire de la commune de Quincieux, l'exhaussement étant le plus souvent compris entre 2 et 3 cm. Plus précisément, on observe un abaissement des niveaux d'eau à Ambérieux d'Azergues et sur les $\frac{3}{4}$ de la poche de Quincieux, le $\frac{1}{4}$ restant subissant une augmentation des hauteurs. En lit mineur, l'influence est plus faible : le niveau des crues décennale et centennale est surélevé de 1 cm.

Néanmoins, les riverains d'Ambérieux et Quincieux s'inquiètent d'une aggravation du champ d'inondation de la Saône du fait de l'importance des remblais, et attirent

l'attention du Secrétaire d'Etat chargé de la Prévention des Risques naturels et technologiques majeurs sur cette question¹.

Approuvé par le SNRS en 1985, le projet est déclaré d'utilité publique l'année suivante. Une enquête hydraulique est ouverte du 6 juin au 22 juillet dans les mairies des communes concernées par le projet, au titre du rétablissement des écoulements superficiels et du ressuyage des crues. La commission d'aménagement foncier de Quincieux fait alors part de ses inquiétudes quant à l'incidence de l'ouvrage sur une aggravation de l'aléa, et déplore l'absence de prise en compte de l'impact cumulé des autres projets d'aménagement de la plaine, en particulier la réalisation du plan d'eau de Anse dans le cadre de laquelle d'importants remblais sont à l'époque envisagés : vaste de 650 ha, ce dernier aurait alors dû être endigué côté Saône pour être mis à l'abri de la crue cinquantennale (par la suite, le projet sera d'ailleurs bloqué par l'approbation du PPRI de Anse). Elle demande à ce que l'autoroute soit construite sur pilotis sur 600 m et réclame la création d'un cinquième clapet sur le barrage de Couzon. Cependant, le SNRS estime que ces questions sortent du cadre de la présente enquête et décide de ne pas en tenir compte. Les autres communes n'ayant pour leur part formulé aucune objection, et aucune observation de la part des particuliers n'ayant été recueillie, le projet reçoit donc un avis favorable de la part des services de l'Etat.

On peut s'étonner de l'absence de réaction de la part des agriculteurs, pourtant sensibilisés à la question des inondations suite aux crues de 1981, 1982 et 1983. En réalité, l'inquiétude de ces derniers est bien réelle et a fait l'objet de courriers de la part des fédérations départementales des syndicats d'exploitants agricoles du Rhône et de l'Ain, mais ces derniers ont été adressés aux Préfets du Rhône et de l'Ain quelques jours après la clôture de l'enquête et n'ont donc pas été versés au dossier officiel². Comme la commission d'aménagement foncier de Quincieux, les syndicats sont préoccupés par l'impact négatif de l'autoroute A46 et de la création du parc de loisirs de Anse sur le risque d'inondation : « *la multitude d'ouvrages dans ce secteur amplifie les problèmes d'imperméabilité du sol et entraîne des risques accrus d'inondation de la Saône. Les deux grands projets actuels [...] vont encore aggraver ces phénomènes. [...] Les conséquences des inondations trop fréquentes des terrains agricoles deviennent insupportables pour les agriculteurs qui en sont victimes.* »³. Les intéressés demandent la réalisation d'une enquête hydraulique élargie, depuis l'amont de la base de loisirs de Anse jusqu'au barrage de Couzon, et réclament une nouvelle fois la construction d'une cinquième passe au barrage de Couzon pour effacer complètement l'ouvrage lors des crues. Il est finalement décidé de réaliser le projet en l'état, les services gestionnaires et la société d'autoroute craignant qu'une nouvelle enquête ne relance la polémique.

¹ Archives vivantes de la subdivision de Mâcon du SNRS, *courrier du Comité de Défense des personnes concernées par le tracé de l'autoroute A46 sur les communes de Quincieux et d'Ambérieux*, 27 août 1984

² Archives vivantes de la subdivision de Mâcon du SNRS, courriers en date du 30 juillet et du 4 août 1987

³ Archives vivantes de la subdivision de Mâcon du SNRS, *courrier du FDSEA du Rhône au Commissaire de la République*, 23 juillet 1987

IV. Vers une meilleure prise en compte des composantes du risque

IV.1. Création du Syndicat Mixte Saône-Doubs et mise en œuvre du Plan de Gestion du Val de Saône : une volonté de gestion globale et intégrée de l'inondabilité

En 1991, le Syndicat Mixte d'Etude pour l'Aménagement du bassin de la Saône et du Doubs (SMSD) est créé pour favoriser la gestion globale du système fluvial et des crues à l'échelle du bassin versant. La stratégie d'action de cet Etablissement Public Territorial de Bassin, qui regroupe trois régions et huit départements, s'appuie notamment sur la mise en œuvre d'un Plan de gestion du Val de Saône (234 communes et 72 000 ha inondables) qui s'inscrit dans le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin Rhône Méditerranée Corse et comprend une série de cent mesures visant en particulier à protéger les lieux habités, améliorer les conditions d'écoulement de la rivière et le fonctionnement des ouvrages de navigation, maîtriser l'urbanisation et le développement industriel et préserver les champs d'expansion des crues. Après une phase d'étude et de concertation, ce programme d'action a été approuvé le 28 novembre 1997 par le Comité de Bassin RMC et le Préfet coordinateur. Sa mise en œuvre s'appuie sur trois contrats de vallée inondable d'une durée de cinq ans chacun, dont le premier a été adopté par le Comité National des Contrats de rivière le 7 juillet 1998 et paraphé par l'ensemble des partenaires en 2004. Il est animé par le SMSD et piloté par une instance décisionnelle constituée par l'arrêté préfectoral du 25 novembre 1999 : le Comité de Vallée Inondable du Val de Saône, qui comprend 127 membres et regroupe les collectivités territoriales et les établissements publics de coopération intercommunale, les usagers ainsi que les administrations et les établissements publics intéressés par la gestion du Val de Saône. Trois orientations ont été retenues pour le premier contrat : la préservation de la ressource en eau, la gestion de l'inondabilité de la vallée à travers la protection et la prévention contre les crues, et enfin la gestion et la mise en valeur de la rivière et la préservation des milieux naturels.

Concernant la gestion de l'inondabilité, le programme proposé s'appuie sur la convention d'objectifs « gestion de l'inondabilité et protection des lieux habités contre les crues » signée entre l'Etat et le SMSD en 2001 afin de promouvoir une « *gestion globale, concertée et coordonnée du risque d'inondation* ». Un des enjeux principaux est d'améliorer la sécurité de la population. Prenant acte du fait que « *la protection totale contre les inondations [n'est] pas envisageable* », le principe d'action se décline en trois thématiques¹ :

- Adapter la prévision et l'information lors des crues. L'objectif est d'approfondir les connaissances à travers la modernisation des stations de mesures pour améliorer l'annonce des crues et raccourcir les délais d'information des élus concernés et de la population.
- Développer une politique de prévention. Cela passe par :
 - Le rétablissement ou l'entretien d'une « culture du risque inondation », conformément au « programme Bachelot » (circulaire du 1^{er} octobre 2001) et aux directives de la loi du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages. La diffusion de l'information s'adresse en particulier aux nouveaux riverains qui n'ont pas d'attache territoriale et ignorent souvent l'existence du risque.

¹ Contrat de Vallée Inondable de la Saône, document contractuel, 2004, art. 3.2

- La préservation de la fonction d'écrêtement du lit majeur. L'objectif est que tous les acteurs impliqués dans la politique de l'eau veillent à privilégier les actions visant à favoriser le stockage des crues, ou, à tout le moins, n'aggravant pas les conditions d'écoulement. On cherche notamment à recréer ou préserver les zones d'expansion agricoles, tout en encourageant la réadaptation de l'agriculture à la contrainte fluviale. En particulier, il s'agit de restaurer les casiers agricoles et de respecter un mode de gestion des endiguements permettant de concilier la protection des terres cultivées et l'étalement des crues. Les agriculteurs qui acceptent l'inondation de leurs terres sont indemnisés ; le montant global de cette opération est estimé à près de trois millions d'euros. Parallèlement, des études ont été engagées avec les Voies Navigables de France dans le but d'améliorer la gestion des cinq barrages aval, grâce à la mise en place de manœuvres semi-automatiques, voire complètement autonomes, qui permettront l'abaissement progressif et concomitant avec l'arrivée de l'onde de crue (Béture Sésame, CNR et Sogreah, 1994, Cégélec, 2001). Cela permettra de mettre un terme à la polémique concernant les modalités de gestion des ouvrages et de mieux prendre en compte les enjeux agricoles en réduisant l'impact des petites crues de printemps. Avant d'être généralisé, le dispositif est actuellement testé sur le barrage de Dracé (Cégélec, 2001).
- Maîtriser l'urbanisation du lit majeur pour ne pas augmenter les enjeux exposés au risque. L'Etat s'est engagé à ce que tous les PPR soient réalisés sous cinq ans (2009), afin de soutenir la responsabilité d'urbanisme des communes.
- Mettre en œuvre une politique de protection des lieux habités denses. L'idée est de conjuguer la réduction de la vulnérabilité du bâti, l'écrêtement des crues à l'amont des villes, afin de réduire les hauteurs d'eau dans les secteurs densément urbanisés et la protection directe par des endiguements rapprochés sur les communes les plus exposées. 24 communes sont potentiellement concernées, dont 5 se trouvent au sein du Y lyonnais : Albigny, Couzon et Collonges en rive droite, Neuville et Fleurieu en rive gauche. Des études préalables devront être engagées afin de vérifier la faisabilité technico-économique des projets, de valider leur adéquation avec la demande sociale et de confirmer l'absence d'impact hydraulique et environnemental.

IV.2. Les PPRI de la Saône : un durcissement des contraintes réglementaires imposé par l'Etat qui suscite l'opposition des élus

Les inondations importantes survenues au début du XXI^e siècle, en particulier celles qui se sont avérées catastrophiques dans le sud-est de la France en septembre 2002, ont révélé la vulnérabilité du bassin du Rhône vis-à-vis des crues et rappelé la nécessité de prendre en compte les précédents historiques dans la gestion du risque d'inondation. La loi du 30 juillet 2003 réaffirme la volonté de l'Etat de se référer à la plus grande crue connue en matière de règlement du risque. A l'échelle régionale, les DIREN sont chargées de veiller au respect des prescriptions nationales.

Dans la vallée de la Saône, c'est donc l'inondation exceptionnelle de 1840 qui est prise comme crue de référence lors de l'élaboration des PPRI, ce qui contraste fortement avec la situation actuelle, comme nous l'avons déjà souligné. Le PPRI du Grand Lyon a été prescrit par l'arrêté préfectoral du 7 janvier 2004, et est divisé en quatre secteurs (Saône, Rhône Aval, Rhône Amont et Lyon-Villeurbanne). Celui du secteur Saône a été le premier approuvé, le 12 décembre 2006. Sur les communes situées à l'amont du territoire du Grand Lyon, les PPR actuels (c'est-à-dire les PERI approuvés au début des années 1990 qui valent PPR depuis la loi Barnier de 1995) vont être prochainement révisés en même temps que ceux des 30 autres communes situées en aval de Chalon. Premier volet de la procédure de

révision, l'étude d'aléas a été lancée le 28 juillet 2006 et s'appuie sur la modélisation d'une crue du type de celle de 1840 dans la situation actuelle. Elle est actuellement en cours de réalisation ; les résultats fournis par le modèle sont attendus à l'automne 2007.

Le durcissement soudain de la contrainte réglementaire est difficilement accepté par les élus et les riverains de la Saône. Il semble que la situation s'annonce plus conflictuelle pour la révision des PPRI du Val de Saône que pour la mise en œuvre de celui du Grand Lyon, et ce pour deux raisons principales : d'une part les zones inondables sont nettement moins étendues à l'aval de Neuville que dans le reste du Val de Saône, et d'autre part le secrétaire général de la Préfecture du Rhône en a explicitement soutenu le projet auprès des maires des communes concernées, ce qui n'est pas le cas jusqu'à présent dans le Val de Saône (entretien avec la subdivision de Mâcon du SNRS, juillet 2006).

Nous avons consulté les registres d'enquête et les rapports du commissaire enquêteur et du service instructeur afin d'évaluer la réaction des élus, des professionnels et des riverains face au projet PPRI. Cette recherche a été complétée par des entretiens semi-directifs et la consultation des registres de délibérations des conseils municipaux intéressés. Le projet a été mis une première fois à l'enquête du 15 novembre au 16 décembre 2006, et a suscité l'opposition d'un grand nombre de communes, hostiles au durcissement de la réglementation. La polémique s'est surtout cristallisée autour du gel des terrains de la zone industrielle de Neuville-Genay, largement inondable pour une crue de type 1840. Sur les 12 communes concernées, 6 ont donné un avis défavorable (Genay, Neuville, Fleurieu, Saint-Germain, Curis et Couzon) et 3 un avis très réservé (Albigny, Saint-Romain-au-Mont-d'Or et Rochetaillée). Les communes de Collonges-au-Mont d'Or, dont le maire est l'actuel vice-président du Grand-Lyon en charge de l'environnement et de la prévention des risques, ainsi que celles de Fontaines et de Caluire, ont émis un avis favorable.

Cette consultation, bien mal engagée, a finalement dû être annulée, car le projet de règlement qui avait été soumis, n'intégrait pas les nouvelles dispositions d'utilisation du fonds « Barnier » de prévention des risques majeurs issues de la loi « Bachelot » du 30 juillet 2003. Le décret du 12 janvier 2005 et la circulaire du 23 février 2005, relative au financement par le fonds de prévention des risques naturels majeurs de certaines mesures de prévention, ont en effet élargi les possibilités d'utilisation du fonds « Barnier ». Celui-ci peut désormais prendre en charge une partie du coût d'achat d'un terrain situé en dehors des zones exposées, en vue d'une reconstruction, ou aider aux travaux de prévention, dans les habitations prévus par les PPR approuvés. En d'autres termes, les travaux n'étant pas explicitement mentionnés dans le règlement d'un PPR, ne peuvent faire l'objet d'un financement. Le règlement du PPRI du Grand Lyon a donc dû être réécrit en ce sens, et soumis à une nouvelle consultation des communes. Ces dernières ont interprété le retrait du premier texte comme un recul de la part de l'Etat, ce qui a paradoxalement contribué à désamorcer le conflit engagé¹. Il est vrai que les services de l'Etat ont consenti quelques concessions, notamment une possibilité de développement de la zone industrielle de Neuville, qui était le premier point de préoccupation des acteurs locaux, surtout que la zone industrielle est le principal bassin d'emploi de ce secteur de la vallée. Une zone de 100 ha appartenant à la zone industrielle, mais n'ayant pas encore été construite, avait initialement été classée en zone rouge. Le SNRS a accepté d'en déclasser 23 ha qui ont été finalement placés en zone bleue, afin de ne pas geler le développement économique de cette partie du Val de Saône. En février 2006, lorsque le projet révisé est soumis à consultation, la position des communes a nettement évolué. Seules les communes de Couzon et Albigny, qui déplorent une entrave importante à leur développement économique et touristique, ont émis un avis défavorable. Elles voient en effet compromis leur projet intercommunal de valorisation de l'ancienne zone industrielle d'Albigny-Couzon en « Cité Aquatique ». Toutes

¹ Entretien avec le SNRS, juin 2006

les autres communes ont approuvé le projet, bien qu'elles restent réservées quant aux « conséquences sociales et économiques disproportionnées par rapport aux risques encourus »¹.

Conclusion

Comme au sud de Lyon, de vastes remblais ont été édifiés dans la plaine pour mettre les enjeux économiques et les voies de communication à l'abri des crues. Le bon écoulement de celles-ci doit-être assuré par l'approfondissement du chenal. Cependant, si les dragages ont permis d'augmenter la débitance de la rivière et de limiter les aggravations locales, ils contribuent à accélérer le transfert de l'onde de crue vers l'aval. En plus de cela, l'imperméabilisation des versants entraîne, comme on l'a vu, l'augmentation des volumes ruisselés, tandis que le volume stockable dans la plaine a certainement diminué. Tout concorde à aggraver le risque de concomitance des crues de la Saône et du Rhône et à favoriser la formation d'une crue extrêmement forte à l'aval, ce que les pouvoirs publics cherchent aujourd'hui à limiter en restaurant, autant que faire ce peu, les champs d'inondation, ou, à tout le moins, en préservant les zones inondables encore existantes. Mais les pressions locales sont fortes, en faveur de l'urbanisation du lit majeur.

Par ailleurs, on a constaté un fort écart entre la réalité de l'aléa exceptionnel et la crue de référence, employée par la réglementation jusqu'à une époque très récente. Si les prescriptions réglementaires semblent avoir été *relativement* bien respectées, elles étaient basées sur une crue bien inférieure au maximum connu, et même bien inférieure à la centennale sur le territoire du Grand Lyon, tandis qu'aucune réglementation n'existait sur la commune de Lyon-même. Potentiellement, la vulnérabilité est donc extrêmement forte puisque les cotes prises en compte par l'aménagement sont bien inférieures à celles qu'atteindrait la rivière en cas de crue forte et qui plus est, en cas de crue semblable au maximum de 1840.

Mais en réalité, le maximum historique ne peut-il être un jour dépassé compte-tenu de l'effet des actions humaines sur les volumes ruisselés et stockés à l'amont ? Là encore, bien que la Saône connaisse fréquemment des crues petites et moyennes et dont les riverains sont familiers, l'absence de forte crue de la rivière depuis plus d'un siècle et demi a contribué à l'oubli (au déni ?) du caractère parfois « terrifiant » des crues de la rivière. Depuis la crue extraordinaire de 1840, le seul événement notable fut celui de 1955, dont la période de retour ne fut que de 50 à 70 ans selon les secteurs. Le durcissement de la contrainte réglementaire, imposé par l'Etat, est mal accepté par les populations locales qui contestent la pertinence de la référence au maximum de 1840. On a là un des enjeux de la gestion pour les années à venir, tant au niveau local qu'à l'échelle du bassin versant.

¹ Délibération du conseil municipal de Curis du 9 février 2006

Chapitre 4

L'originalité du secteur de Vaulx-en-Velin et du nord-est villeurbannais

La plaine du Rhône à l'amont de Lyon était initialement un secteur de tressage marqué par une grande mobilité du fleuve, qui divaguait entre la Côtière de la Dombes et les Balmes Viennoises. Les crues débordantes, d'allure torrentielle, inondaient un lacis d'îles et de brotteaux dont elles modifiaient la géométrie. C'est l'endiguement du bras le plus septentrional pour les besoins de la navigation, achevé en 1858 et appelé depuis canal de Miribel, qui a mis un terme aux migrations du fleuve. Au sud-ouest de la plaine, le noyau historique de Vaulx-en-Velin a été épargné par l'inondation de 1856, car il est situé sur un lambeau de terrasse fluviale qui possède une revanche de 50 cm sur le niveau de la crue. Il n'en est pas de même du reste du village, qui est fortement touché par la catastrophe.

Comme le Val de Saône, la plaine du Rhône à l'amont de Lyon est stratégique pour la protection de Lyon depuis le milieu du XIXe siècle. Le secteur du nord-est de Villeurbanne et de Vaulx-en-Velin, situé dans le champ d'expansion des crues du Rhône, est concerné par la loi de mai 1858. On assiste ainsi à une demande de protection récurrente de la part des riverains qui a longtemps été refusée par l'Etat au nom de l'intérêt général. Néanmoins, cet espace est aujourd'hui largement endigué, bien que la plaine de Vaulx-en-Velin reste exposée aux inondations fortes, et les ouvrages contractent fortement le lit majeur du fleuve. Comment expliquer l'endiguement actuel en dépit de réglementation et du rôle stratégique de la plaine dans la protection de Lyon ? Par ailleurs, puisque Vaulx-en-Velin reste inondable malgré la présence des digues, le risque se trouve donc fortement accru. Les acteurs de la gestion en ont-ils conscience ? Et si oui, comment alors expliquer cette situation doublement paradoxale ?

I. Ajustement fluvial à l'endiguement du bras de Miribel et dérogation à la loi de 1858

I.1. L'exclusion de Vaulx-en-Velin du périmètre défendu par la digue insubmersible des Brotteaux (1856)

En 1837, la commune de Vaulx-en-Velin avait manqué une première fois de la protection apportée par la digue en terre des Brotteaux, dont le tracé devait initialement englober le village. A l'époque, les Vaudais avaient reculé face au coût de la dépense.

Suite à la crue extraordinaire de mai-juin 1856, alors que les Ponts-et-Chaussées projettent de remplacer la digue en terre par un nouvel ouvrage plus résistant, la question d'englober le village dans l'enceinte de protection est à nouveau posée. Sensibilisés par l'importance de l'inondation qu'ils viennent d'éprouver, les habitants acceptent de payer le prix de la protection et se prononcent en faveur de l'endiguement lors d'une commission

d'enquête¹. Mais ce sont cette fois les Ponts-et-Chaussées qui écartent le projet, du fait du surcoût important qu'occasionnerait la prolongation de l'ouvrage en avant du village de Vaulx-en-Velin, et par crainte que les terrains marécageux du territoire vaudais, jugés trop instables, ne fragilisent la nouvelle digue et l'exposent à de possibles ruptures².

Parallèlement, l'Ingénieur en Chef Kleitz envisage la création ultérieure d'un bras de décharge au sud de la plaine, depuis le barrage de Thil jusqu'à l'extrémité aval de la commune de Vaulx-en-Velin, afin de limiter l'inondation pour les crues ordinaires et valoriser la plaine : il s'agit de barrer les bras secondaires du Rhône et de favoriser le colmatage des îles et la jonction des îles entre elles. Afin de contourner l'opposition probable des communes traversées par l'ouvrage, que Kleitz juge peu sensibles à la question de la protection contre les débordements du fleuve (aucune, à part Vaulx-en-Velin, n'a demandé de protection, ce qui semble pouvoir s'expliquer par l'absence d'enjeu : les villages se situent en-dehors du lit majeur et les terres agricoles sont de faible valeur), il est proposé de créer une compagnie privée en charge de l'aménagement³.

I.2. Un projet de défense au-dessus des moyens financiers de la commune

A la fin des années 1850, les propriétaires de Vaulx-en-Velin, dont les terres agricoles sont régulièrement inondées et emportées par la violence des crues, demandent à plusieurs reprises que des travaux de protection contre les inondations soient réalisés. Les intéressés redoutent en particulier une augmentation du niveau des crues du fait du resserrement du champ d'inondation occasionné par la construction de la digue insubmersible des Brotteaux, et adressent en ce sens une pétition à l'Empereur, demandant à l'Etat de prendre en charge des travaux de protection sur le territoire de leur commune.

Le Service Spécial élabore alors un projet de défense de la plaine de Vaulx-en-Velin, présenté dans un rapport des 11 et 21 avril 1860⁴ et comprenant trois catégories de travaux :

- l'endiguement insubmersible du village, permettant de protéger les 19 ha construits et les terrains bordiers situés en amont (477 ha),
- un endiguement submersible dans le prolongement du premier ouvrage, abritant la partie aval du territoire communal (soient 410 ha) des crues ordinaires,
- et, en avant des endiguements précités, la défense des rives contre les corrosions du fleuve.

Au nom des travaux de défense des centres de populations édictés par la loi de 1858, l'endiguement insubmersible, dont le coût est estimé à 335 000 francs, serait financé aux 2/3 par l'Etat. Pour le reste, la protection envisagée n'intéressant pas la navigation et ne revêtant pas, aux yeux de l'Etat, de caractère d'intérêt général, les 2/3 de la dépense (65 000 et 200 000 francs) resteraient à la charge des propriétaires riverains.

Mais une fois encore, comme en 1837, la commune se trouve dans l'incapacité financière de mener à bien l'entreprise de protection. Pour cette raison, le conseil municipal écarte le projet d'endiguement insubmersible par délibération du 19 mars 1861, et préfère

¹ SNRS 780 in Bravard, 1985, p. 435

² ADR S13....*construction d'une digue insubmersible entre Cusset et la Tête d'Or*, rapport de l'ingénieur ordinaire Thiollière, 18 septembre 1856

³ ADR S1376, avis de l'ingénieur en chef Kleitz du 27 nov. 1862 in : *Défense de la plaine de Vaulx-en-Velin contre les corrosions du Rhône, avant-projet sommaire*, rapport de l'ingénieur ordinaire Gobin, 13 nov. 1862

⁴ ADR, S1376

limiter les travaux à la défense des berges contre les corrosions. Il propose de prendre en charge 1/3 de la dépense, le tiers restant à la charge des propriétaires intéressés qui devront au préalable se constituer en syndicat afin de prendre en charge l'exécution des travaux, conformément à la législation¹. Ce faisant, il se range à l'avis des ingénieurs du Service Spécial qui considèrent que la valeur des terres agricoles à protéger ne justifie pas un tel investissement (un vaste endiguement submersible et insubmersible protégeant l'ensemble du territoire communal) et jugent préférable de ne pas réduire le débouché des crues à l'amont immédiat de la ville.

L'année suivante, les Ponts-et-Chaussées proposent donc un nouveau projet limité à la construction d'une jetée en enrochements destinée à stabiliser le tracé de la berge sur 5,4 km de long, pour un coût estimé à 220 000 francs². Mais une nouvelle fois, le projet avorte du fait du peu de ressources disponibles pour sa réalisation. En effet, comme l'opération n'intéresse pas la navigation (qui transite par le canal de Miribel), l'Etat ne consent qu'une subvention équivalente au tiers de la dépense, les 2/3 restants demeurant à la charge des intéressés. De leur côté, les communes de Lyon et Villeurbanne refusent de financer une partie des travaux, bien que ces derniers aient été présentés comme une garantie supplémentaire apportée à la sauvegarde de la nouvelle digue des Brotteaux, située en arrière des enrochements prévus, et qui serait ainsi prémunie contre les risques de corrosion par les crues du Rhône.

Ce n'est finalement qu'en 1867, par sa délibération du 19 janvier, que le conseil municipal approuve les dispositions prévues par le Service Spécial. Reconnaisant l'urgence de la protection, il accepte de prendre en charge l'essentiel de la dépense.

Mais il semble que l'enjeu n'ait probablement pas été à la hauteur de la dépense réclamée aux propriétaires : ces derniers reculent une fois de plus face à la dépense. L'enquête ouverte du 20 octobre 1868 au 10 janvier 1869 pour la constitution de l'association syndicale se solde ainsi par un échec, suite à l'abstention d'un grand nombre de propriétaires riverains, et le projet est ajourné. Selon l'ingénieur ordinaire du Service Spécial en charge de l'affaire, la réticence des propriétaires s'explique par l'absence d'intérêt immédiat pour les intéressés et par l'éloignement des zones exposées à l'érosion, situées essentiellement dans la partie aval de la commune³. Par ailleurs, l'absence de crue importante pendant cette période fait probablement passer la question de la protection contre les crues au second plan. Les choses changent cinq ans plus tard, car la commune de Vaulx-en-Velin est fortement inondée à trois reprises en moins de neuf mois, en novembre 1874, janvier et août 1875.

I.3. Aggravation de l'aléa suite au basculement du canal de Miribel ; la digue insubmersible de Vaulx-en-Velin et la protection des rives contre les corrosions du fleuve (1881)

Suite à l'inondation des 21 et 22 novembre 1874, qui a recouvert plus de la moitié du territoire communal et sinistré deux quartiers du village, un grand nombre d'habitants de Vaulx-en-Velin adresse une nouvelle pétition au Préfet du Rhône, sollicitant l'aide de l'Etat pour la protection de leur commune. Le Service Spécial propose alors de relancer le projet de défense des rives en sommeil depuis l'échec de la pétition de 1869. Mais dans les mois suivants, la question de l'endiguement insubmersible du village va être remise à l'ordre du

¹ ADR, S1376

² ADR S1376, Rapport du Service Spécial du 13 décembre 1862

³ ADR S1376, *Rapport sur la défense de la plaine de Vaulx contre les corrosions du Rhône*, 11 mai 1877

jour, suite au constat d'une aggravation notable de l'aléa inondation dans ce secteur de la plaine.

Peu après le sinistre de novembre 1874, deux autres crues envahissent le village : en janvier 1875, et, surtout, le 7 août 1875, date à laquelle le Rhône dépasse de 30 cm les plus hautes eaux connues de 1856 et renverse de nombreuses habitations (Bravard, 1985). En neuf mois, trois crues successives ont ainsi atteint, voire excédé le niveau des plus hautes eaux connues jusque-là. La situation de Vaulx-en-Velin semble d'autant plus préoccupante qu'en août 1875, dans la traversée de Lyon, le fleuve s'est tenu à 1,42 m en-dessous du record de 1856. L'aggravation constatée traduit ainsi une situation nouvelle : le relèvement du plan d'eau dans ce secteur est la conséquence d'un basculement du profil en long du canal de Miribel, par effet d'impact de l'endiguement réalisé une vingtaine d'années auparavant au nord de la plaine (*ibid.*) : le canal s'enfonce à l'amont et s'exhausse d'autant à l'aval. Cette évolution du profil en long, constatée dès 1872 par l'ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées H. Girardon, est due à l'augmentation de la compétence du Rhône suite au recouplement des méandres du bras de Miribel par l'endiguement (Bravard, 1985). Entre 1847 et 1893, l'exhaussement du lit au droit du PK 11 (au droit de Crépieux la Pape et de Vaulx-en-Velin) avait atteint 3 à 4 m, ce qui correspond à un creusement d'importance à peu près égale à l'amont de Thil¹ (cf. fig. suivante).

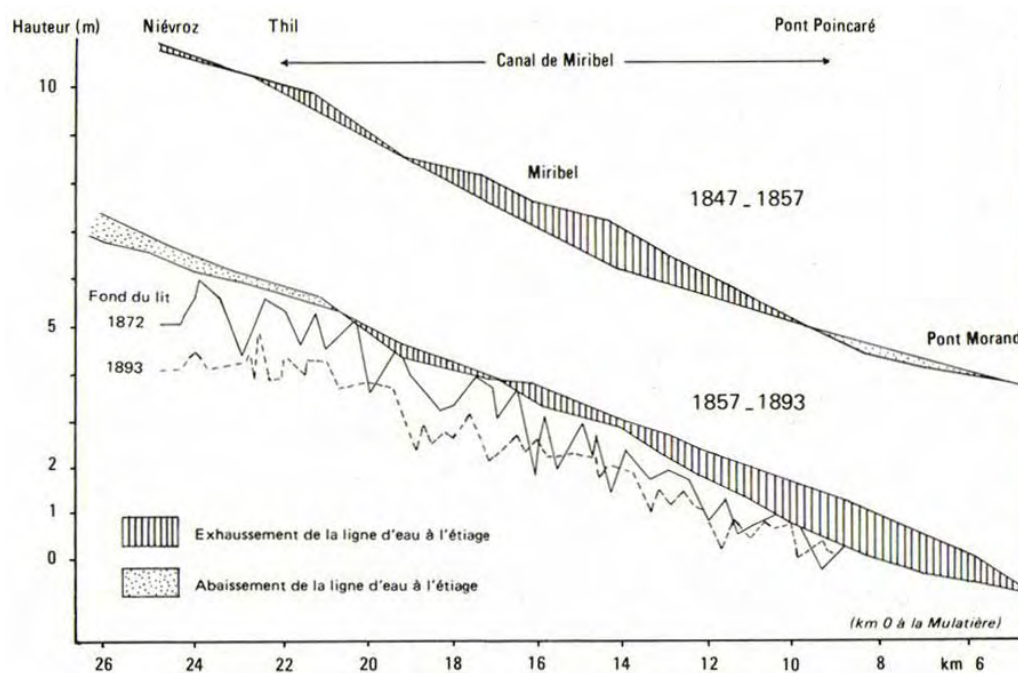


Fig. 71. Le basculement hydraulique du canal de Miribel

(source : Bravard, 1985)

¹ Archives du SNRS, C1311 II D7439 L4

Reconnaissant sa responsabilité quant à l'augmentation de l'aléa, l'Etat concède alors la réalisation d'une digue en terre insubmersible arasée à 1m au-dessus de la crue d'août 1875, afin de protéger les 1 200 habitants de la commune (fig. 72 p. 375). Le projet d'endiguement est présenté par le Service Spécial les 18 et 22 janvier 1876, pour un montant estimé à 92 000 francs, dont 40 000 aux frais de l'Etat. Large de 2 m en couronne, l'ouvrage se situe à environ 2 km dans les terres et n'encercle pas complètement le village : il s'appuie sur les terrains insubmersibles de Décines, englobe le village et va s'appuyer à l'aval contre l'ancienne digue en terre des Brotteaux, barrant ainsi les eaux en provenance de l'amont. Par ailleurs, la levée comporte de nombreuses ouvertures, volontairement ménagées dans l'ouvrage et équipée d'une rainure à batardeau et madriers afin de maintenir un accès à chaque propriété.

Mais, contrairement à ce qu'elle espérait, la commune n'obtient pas la défense complète de son territoire. Conformément à la loi de 1858, qui ne concède de protection qu'aux lieux habités, les terrains agricoles occidentaux et méridionaux ne sont pas soustraits au champ d'inondation, mais voient malgré tout leur situation s'améliorer. Dans l'esprit des projets précédemment élaborés, les berges sont défendues contre les corrosions du fleuve par des enrochements qui atténuent la violence du courant et favorisent la submersion passive en cas de forte crue¹. En revanche, L'Etat propose une subvention plus élevée que précédemment : l'entreprise, dont la dépense est estimée à 130 000 francs, est ainsi financée à parts égales par l'Etat et la commune.

Déclarés d'utilité publique par décret ministériel du 18 mai 1878, les travaux sont exécutés de 1879 à 1882. Deux ans plus tard, suite à la délibération du conseil municipal du 22 février 1884, les ouvrages sont remis à la commune qui se charge de leur entretien².

I.4. Tentatives communales de protection des terres agricoles contre les débordements du fleuve

Malgré l'amélioration apportée par les travaux de défense, la municipalité ne se satisfait pas pour autant de cette situation et poursuit son objectif d'endiguement complet en dépit de la loi de 1858 afin de protéger de la submersion les terres communales ou particulières situées en avant de l'endiguement. Mais cette ambition est freinée par la vigilance des services techniques de l'Etat et par la faiblesse des ressources communales.

En 1884, le conseil municipal est une première fois autorisé à exhausser de 1,4 m, soit 2 m sous le niveau de la crue de 1856, le chemin de la Bletta, situé en bordure du Rhône, au droit des quartiers du Bois-Perret et de La Feyssine. Dans les années suivantes, les communes de Vaulx-en-Velin et Villeurbanne présentent plusieurs demandes analogues, mais se heurtent à chaque fois au refus strict du Service Spécial, au nom de la loi de 1858. Cette obstination semble irriter quelque peu les ingénieurs du Service Spécial, qui soupçonnent la municipalité de Vaulx-en-Velin, et dans une moindre mesure celle de Villeurbanne, de chercher à protéger la totalité de leur territoire au moyen d'exhaussements ponctuels de chemins qui finissaient par constituer un endiguement continu. Lasse de solliciter l'Administration sans résultat, la municipalité de Vaulx-en-Velin se tourne même vers le Président de la République : par une pétition adressée au Chef de l'Etat de 6 octobre 1888, elle demande une subvention pour améliorer la défense de la commune contre les

¹ ADR 1376, rapport du Service Spécial des 12 avril-11 mai 1877

² Archives du SNRS, inondations, demandes d'indemnités et de travaux, C1311 II D7439 L4, commune de Vaulx-en-Velin

crues. Signalant l'aggravation de la fréquence des inondations, qu'il attribue à la construction des quais de Lyon, et déplorant le coût important occasionné par l'entretien des enrochements de berge, le conseil municipal demande une nouvelle fois l'édification d'un rempart insubmersible et suffisamment solide pour résister aux corrosions du fleuve¹. Sans surprise, la requête des intéressés est rejetée par le Ministre des Travaux Publics le 4 janvier 1899.

Ne pouvant se protéger par un rempart de protection, la commune envisage alors de réduire l'aléa en améliorant l'écoulement des crues par un déboisement des îles, espérant ainsi pouvoir abaisser le niveau des submersions de façon significative (délibération du conseil municipal de Vaulx-en-Velin du 12 février 1899). Cette initiative reçoit un avis très favorable du Service Spécial, mais le projet élaboré par les Ponts-et-Chaussées représente une fois de plus une dépense hors de portée des ressources communales². L'idée est donc abandonnée par délibération du 26 avril de la même année.

Suite à l'endommagement des enrochements défendant le quartier du Bois-Perret par la crue de 1910, un projet d'exhaussement et de consolidation du chemin de halage bordant les quartiers du Bois-Perret et de La Feyssine finit par être accordé, mais ne sera pas mené à bien pour des raisons budgétaires.

Elaboré à l'initiative de la municipalité de Vaulx-en-Velin avec l'accord de Villeurbanne, également intéressée par un renforcement de la protection dans ce secteur, ce projet est présenté le 15 janvier 1912 par le Service Spécial, pour un coût estimé à 24 500 francs³. L'Etat accepte de financer un tiers de la dépense, le reste demeurant à la charge des communes de Vaulx-en-Velin, Villeurbanne et Lyon. Ces dernières sont concernées au nom de la défense de la digue insubmersible des Brotteaux contre les corrosions du fleuve. Mais Lyon et Villeurbanne refusent de payer respectivement plus de 1 000 et 2 000 francs (soient 4 et 8 % du coût total), laissant plus de la moitié du montant des travaux à la charge de Vaulx-en-Velin. Cela s'explique probablement par le fait que le territoire de Vaulx-en-Velin constitue une « zone tampon » entre le fleuve et la digue des Brotteaux, ce qui fait que la menace des corrosions ne semble pas immédiate aux yeux des édiles lyonnais et villeurbannais. Faute de parvenir à s'accorder quant à la participation respective de chacun, le projet est abandonné. Deux nouvelles demandes de réparations sont ensuite formulées consécutivement aux crues de janvier 1918 et février 1928, mais l'Etat et la ville de Lyon estiment alors les dégâts suffisamment négligeables pour ne pas faire courir de risque à la digue des Brotteaux, et excluent donc d'apporter leur concours. La commune comble alors les lacunes créées dans la défense de rive par des immondices recouvertes de terre⁴.

¹ Archives du SNRS, inondations, demandes d'indemnités et de travaux, C1311 II D7439 I4, commune de Vaulx, *rapport de l'ingénieur ordinaire du Service Spécial*, 11 décembre 1888

² Archives du SNRS, inondations, demandes d'indemnités et de travaux, C1311 II D7439 I4, commune de Vaulx-en-Velin

³ Archives du SNRS, inondations, demandes d'indemnités et de travaux, C1311 II D7439 I4, commune de Vaulx-en-Velin

⁴ Archives du SNRS, inondations, demandes d'indemnités et de travaux, C1311 II D7439 I4, commune de Vaulx-en-Velin

II. La protection partielle d'un territoire qui s'urbanise

Vers le milieu du XXe siècle, le développement des enjeux dans ces secteurs amène le Service Navigation à accorder une protection de plus en plus importante. Une défense insubmersible ne peut être consentie qu'aux espaces concernés par le décret de 1875 autorisant la digue en terre, les autres secteurs ne pouvant bénéficier que d'un endiguement contre les crues moyennes à fortes.

II.1. Protection du quartier villeurbannais de Saint-Jean et de Vaulx-en-Velin

Le quartier villeurbannais de Saint-Jean a bénéficié de la protection apportée par la première digue en terre des Brotteaux, édifiée en 1837. Il se trouve néanmoins exclu du périmètre gardé par la nouvelle digue insubmersible (cf. carte de synthèse de la fig. 72, p. 375). Pour autant, l'ancien ouvrage n'est pas démoli et continue de protéger le quartier Saint-Jean. L'entretien de ce tronçon de digue est conditionné par la formation d'une association syndicale à laquelle l'Etat accepterait de confier l'ouvrage. Mais l'entreprise échouera à plusieurs reprises, par crainte des propriétaires d'avoir à prendre en charge des dépenses importantes, et du fait de l'opposition des acteurs situés à l'amont de l'ouvrage, qui craignent de voir les conditions d'écoulement entravées par l'ouvrage. Il faudra attendre la crue de 1944 pour arriver à un consensus et restaurer la protection.

II.1.a. Des tentatives de réfection de la digue en terre des Brotteaux avortées à plusieurs reprises

Le 25 juin 1864, un grand nombre de propriétaires du quartier Saint-Jean adressent une pétition à l'Administration afin de se constituer en association syndicale pour assurer l'entretien de l'ancien ouvrage. Favorable au projet, l'Etat accepte de céder gratuitement l'ouvrage au futur syndicat et ouvre une enquête du 26 octobre 1865 au 15 janvier 1866 en vue de la constitution de ce dernier, conformément à la loi du 21 juin 1865. Mais, probablement refroidis par la perspective d'avoir à prendre en charge les coûts d'entretien de la digue, les propriétaires intéressés se rétractent et s'opposent en grand nombre à la création du syndicat, alléguant que la digue, submersible lors des crues extraordinaires, n'apporte finalement aucune amélioration à la situation de leurs terrains et qu'il est donc inutile de la maintenir à grands frais ; seules deux adhésions sont recueillies, et, faute d'avoir suscité la majorité requise, l'entreprise est annulée¹. La digue est déclassée, remise à l'Administration des Domaines et aliénée à des particuliers.

Une pétition en date du 24 novembre 1889 formule une requête analogue, à laquelle s'ajoute la demande d'ouvrir des canaux d'écoulement pour les eaux provenant des infiltrations et des débordements du Rhône.

Suite à la crue de 1928, le maire de Villeurbanne adresse une demande de secours pour la remise en état de l'ancienne digue des Brotteaux. N'ayant pas été entretenu, l'ouvrage s'est affaissé en certains points, et a même été dégradé par endroits par les propriétaires riverains. Tout en reconnaissant que le projet de réfection de la digue est intéressant au point de vue de la protection du quartier Saint-Jean qui s'est fortement

¹ Archives SNRS, C 2011 D 13108, Associations syndicales, syndicat de défense du quartier Saint-Jean à Villeurbanne, *rapport du 31 janvier 1866*

peuplé après guerre, l'Etat préfère réserver son aide à la réparation de dégâts directement causés par la crue de 1928. L'année suivante (25 janvier 1929), les habitants de Saint-Jean projettent une nouvelle fois de se constituer en syndicat pour restaurer l'ouvrage. Mais le projet restera sans suite du fait de l'opposition, lors de la mise à l'enquête, de la commune de Vaulx-en-Velin et des Villeurbannais situés en-dehors de l'enceinte de la digue : les habitants des quartiers des Genièvres, des Chavassonières, des Onchères et de Pot-Carron craignent que les eaux ne soient refoulées sur leurs terrains¹.

II.1.b. Restauration de l'ancienne digue en terre des Brotteaux et de la section aval de la digue de Vaulx-en-Velin

Il faudra attendre une nouvelle demande des habitants de Saint-Jean, formulée suite à une nouvelle crue extraordinaire, en 1944, pour que le projet aboutisse. Mais, cette fois, les ingénieurs du SNRS réussissent à faire converger l'intérêt des deux municipalités ainsi que celui des habitants des différents quartiers de la plaine. Suite à la crue de 1944, les habitants de Saint-Jean décident à nouveau de se constituer en syndicat pour se protéger des débordements du fleuve. Une enquête, décidée par arrêté préfectoral le 20 novembre 1945 et ouverte en mairie du 25 novembre au 15 décembre, remporte l'adhésion massive de la population et aboutit à la création effective du syndicat des propriétaires du quartier Saint-Jean en 1945². Au total, 280 propriétaires ont donné leur adhésion, 13 seulement l'ont refusé, et 34 n'ont pu être directement informés du projet et ne se sont pas exprimés³. Immédiatement, l'association syndicale projette de restaurer et d'exhausser la vieille digue en terre des Brotteaux qui ceinture le nord et l'est du village afin de lui procurer une revanche de 1 m sur le niveau atteint par les eaux au droit de l'ouvrage en 1928 (171,52 m).

Chargé de l'étude du projet et de son exécution, le Service Navigation propose d'étendre la protection aux quartiers sud-est de Vaulx-en-Velin en restaurant la section aval de la digue en terre de Vaulx-en-Velin, entre le lieu dit la Palud et la digue en terre des Brotteaux. Cette section, à l'origine ancrée sur la digue en terre des Brotteaux, est à l'époque fortement endommagée et même quasiment disparue par endroits, les habitants ayant ouvert des chemins au travers de l'ouvrage. L'inondation de 1928 avait par ailleurs fortement dégradé l'ouvrage qui n'avait été réparé que dans sa partie amont. En proposant de restaurer la protection de Vaulx-en-Velin, l'Etat répond ainsi aux inquiétudes du maire soucieux que le niveau des inondations sur le territoire vaudais ne soit pas aggravé par l'endiguement de Saint-Jean⁴. La reconstruction complète de la digue de Vaulx-en-Velin doit permettre de protéger les quartiers vaudais du Pont des Planches et du Petit Pont, au même titre que le quartier villeurbannais de Saint-Jean afin de protéger les enjeux existants (plus de 5 000 habitants occupent alors ce secteur), et d'assurer l'extension et le développement de la ville.

Etant donné que les deux anciennes digues en terre ont été autrefois autorisées par décret ministériel, le SNRS considère qu'il est possible de les reconstruire à une cote insubmersible sans déroger à la loi de 1858 et sans procéder à une nouvelle mise à l'enquête. Les intéressés peuvent ainsi contourner le risque d'une éventuelle opposition des riverains à l'entreprise, dont on a vu qu'elle avait été à l'origine de l'abandon des projets de 1866 et

¹ Archives SNRS, C 1474 D8515 L25 p24, demande de remblaiement d'une tuilerie par la Veuve Perrin, rapport du 24 décembre 1941

² Arrêté préfectoral le 1^{er} février 1848

³ Archives SNRS, Demandes des riverains, C1474 D8515 L25, rapport de l'Ingénieur en Chef du SNRS, 22 janvier 1946

⁴ Archives SNRS, Demandes des riverains, C1474 D8515 L25, *courrier du maire de Vaulx-en-Velin au SNRS*, 9 juillet 1948

1929. L'endiguement prévu, large de 1 m en couronne, doit être calé 50 cm au-dessus du niveau de la crue de 1928, et doit emprunter le tracé de la digue en terre de Vaulx-en-Velin jusqu'à l'aval du quartier du Petit Pont, puis celui de l'ancienne digue des Brotteaux jusqu'au canal de Jonage. Par contre, des ouvertures existant dans l'ancienne digue et ayant montré que leur fermeture au moment d'une crue est toujours aléatoire et souvent imparfaite, celles-ci sont comblées et remplacées par quatre rampes de franchissement : une chemin de Balmont, une à mi-distance entre le château Durand-Suret et le chemin des Cerisiers, deux autres chemin des Cerisiers et chemin des Bordelières.

II.1.c. Exhaussement du chemin de halage en rive droite du canal de Jonage

En plus de cela, le rempart de protection doit être complété par l'exhaussement du chemin de halage du canal de Jonage à une cote insubmersible, soit 50 cm au-dessus du niveau de la crue de 1928. La construction du canal de dérivation de Jonage au sud du secteur, au pied des Balmes viennoises, remonte à la fin du XIXe siècle (photos 32 et 33). Mis en service en 1999, il alimente l'usine hydroélectrique de Cusset ; à la sortie de l'usine, le canal de fuite s'éloigne du tracé des Balmes pour aller rejoindre le canal de Miribel au nord et isole ainsi le quartier Saint-Jean du reste de Villeurbanne¹. Lors de la crue du 16 février 1928, les eaux avaient submergé la digue édifée en rive droite de l'ouvrage, dans la section située en aval du pont de Cusset, alimentant ainsi l'inondation des quartiers du Pont des Planches, à Vaulx-en-Velin, et de Saint-Jean à Villeurbanne². Une digue large de 2 à 7 m est ainsi prévue depuis le pont sur le déversoir de la Rize, en amont du pont de Cusset, jusqu'à l'extrémité aval de la digue en terre des Brotteaux, devenue digue Saint-Jean. Enfin, pour éviter l'inondation du secteur nouvellement protégé par les eaux de crue de la Rize, il est prévu de couvrir le ruisseau et de poser des vannes sur le pont qui le franchit, à proximité du pont de Décines, ainsi que sur l'aqueduc du contre-fossé du canal d'amenée de Jonage, 300 m à l'aval de l'usine de Cusset³.

Le projet, dont le coût est initialement estimé à 17 millions de francs, est approuvé par la commune de Vaulx-en-Velin le 16 mai 1950, puis par le syndicat du quartier Saint-Jean le 26 juillet de la même année, et enfin autorisé par le Ministre des Travaux Publics le 16 avril 1952. Il doit permettre de protéger une zone de 300 ha habitée à l'époque par 2 300 habitants et comportant 110 ha de terres cultivables, aux lieux dits Le Mas du Taureau, le Pot Carron et les Noisettes. A ce titre, le projet reçoit une subvention à hauteur de 30 % du Ministère de l'Agriculture, qui s'ajoute à une participation identique du Ministère des Travaux Publics et des Transports, pour la protection des lieux habités, et à celle du département du Rhône, se portant à 20 % du montant total, pour la protection des chemins départementaux n°5 et n°6. Les 20 % restant sont pris en charge à parts égales par les communes de Vaulx-en-Velin et de Villeurbanne.

¹ Le tracé de l'ouvrage, calé au pied du versant des Balmes en bordure orientale de la plaine, respectait donc le principe de la non entrave à l'écoulement des eaux édicté par la loi du 28 mai 1858.

² Archives SNRS, Demandes des riverains, C1474 D8515 L25, rapport du 17 décembre 1948

³ Archives SNRS, C1474 D8515 L25, défense du quartier Saint-Jean et de la commune de Vaulx-en-Velin contre les inondations, *notice descriptive et justificative*, 17 et 20 mars 1950



Photo 32. La digue de halage en rive droite du canal de Jonage

*(source : AML, sous-série 38 Ph, Fonds de la Société lyonnaise des transports en commun TCL00073).
La vue est prise vers l'amont, face à l'usine de Cusset (au fond à droite)*



Photo 33. Le tronçon exhaussé de la digue de halage

La vue est prise vers l'aval. On distingue le niveau initial de la digue de halage en bas à gauche.

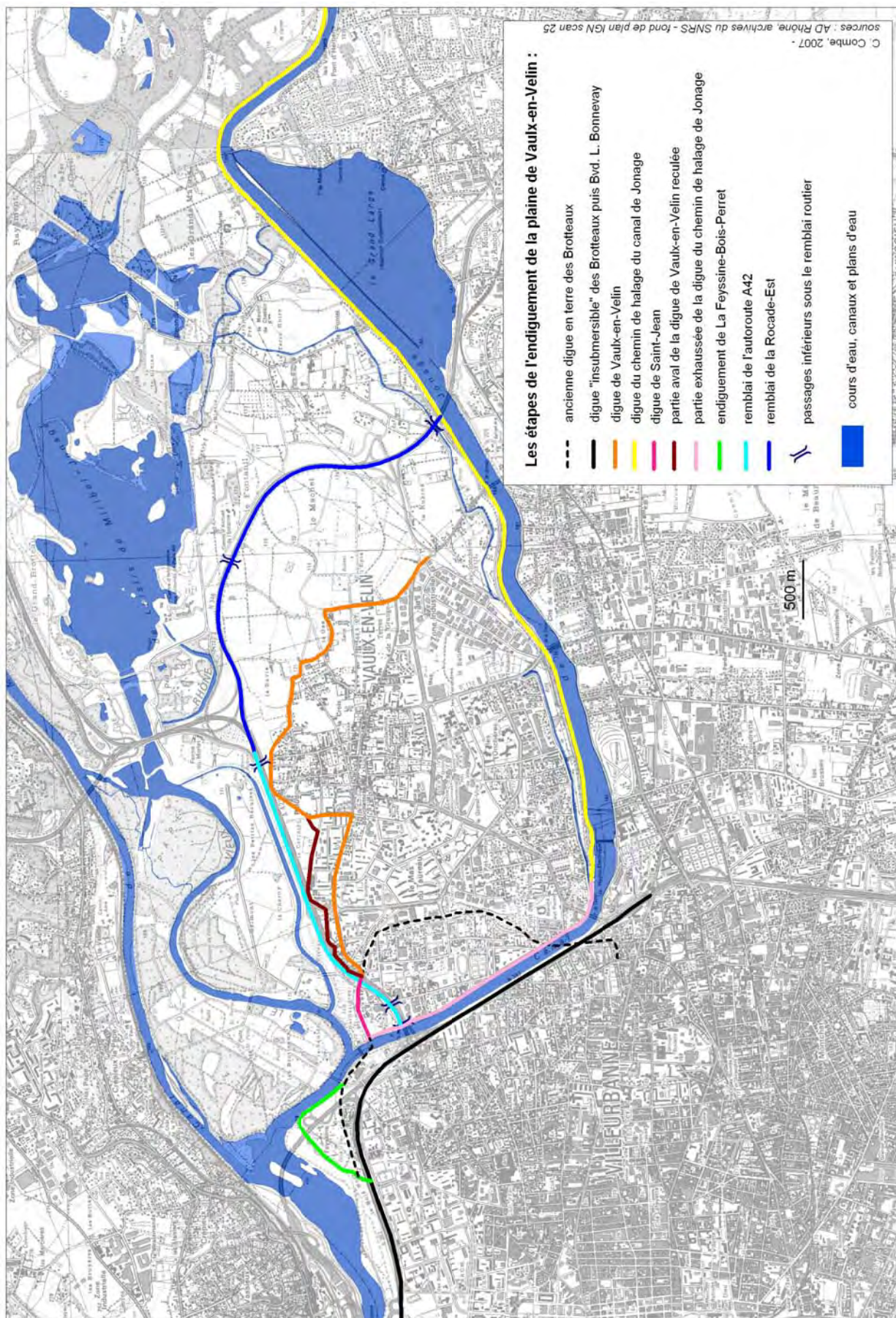


Fig. 72. Carte de synthèse de l'endiguement de la plaine de Vaux-en-Velin.

Finalement, le tracé de la digue de Vaulx-en-Velin sera reculé 200 m vers le nord (photo 34) pour englober la totalité du quartier du Petit Pont, suite aux demandes exprimées par le comité d'intérêt local de ce quartier en 1952 et 1953. Les frais supplémentaires sont pris en charge par les intéressés. Le projet coûtera au total près de 22,2 millions de francs.

Commencé en 1954 et achevé en 1956, le rempart a rempli son office lors de la crue de 1957 (photo 35). Seule la digue de halage a été renforcée après-coup à la demande des communes, en un point où la perméabilité des remblais sur lesquels la digue a été fondée a causé la formation de renards importants en février 1957, qui ont fait craindre la rupture de l'ouvrage¹. Le remblai initial est alors fouillé jusqu'au gravier et remplacé par du remblai argileux compacté, pour un coût de 450 000 francs réparti selon les mêmes modalités que le projet principal.

Mais l'entretien des ouvrages pose question. En 1958, le maire de Villeurbanne fait part au SNRS de son inquiétude concernant l'incidence des arbustes qui ont poussé sur la digue et demande leur recépage par EDF. L'Etat refuse d'effectuer ces travaux qui sont normalement à la charge des communes responsables de l'ouvrage. De la même façon, la digue de Vaulx-en-Velin est réputée pour son mauvais état qui hypothèque son efficacité et fait peser sur l'agglomération le risque d'une rupture (photo). Risque qui serait d'autant plus dommageable que, dans l'esprit des vaudais, l'ouvrage a définitivement supprimé la contrainte d'inondation.



Photo. 34. Le tronçon reculé vers le nord de la digue de Vaulx-en-Velin.

¹ Délibération du conseil municipal de Vaulx-en-Velin le 27 mai 1957, et de celui de Villeurbanne le 8 juillet 1957



Photo 35. La digue de Vaulx-en-Velin lors de la crue de février 1957.

(source : SNRS). Pour la première fois, le village de Vaulx-en-Velin a été épargné par les eaux, lors d'une crue importante.

II.2. Défense des quartiers de La Feyssine et du Bois-Perret

Dans sa délibération du 16 décembre 1950, le conseil municipal de Vaulx-en-Velin a accepté le projet d'endiguement du quartier Saint-Jean mais l'a subordonné à l'amélioration de la situation du secteur du Bois-Perret et de La Feyssine. Ces deux quartiers accueillent 400 habitants. Les puits de captages de la Compagnie des eaux sont situés à l'aval immédiat du débouché du canal de Jonage. Les quartiers forment en fait un même groupement d'habitations progressivement édifié sur une douzaine d'hectares en avant de la digue insubmersible des Brotteaux, et ce malgré la fréquence des inondations touchant ce secteur. En effet, bien que les berges soient défendues contre les corrosions du Rhône depuis les travaux de 1879-1881, l'ensemble reste inondable. Si la situation du Bois Perret a été améliorée par un léger exhaussement du chemin de halage obtenu par la commune de Vaulx-en-Velin en 1884, il n'en est pas de même de la partie villeurbanaise de La Feyssine qui est inondée dès que les crues atteignent la cote 3,10 m à l'échelle du Pont Morand.

Le 10 juillet 1951, le Service de la Navigation Rhône-Saône dresse ainsi un projet de défense partielle du quartier, acceptant une protection contre les crues jusqu'à la cote 3,65

m au Pont Morand¹. Il s'agit de régulariser le niveau des ouvrages existant dans la partie amont du quartier, le long du Bois-Perret, et de prolonger l'endiguement jusqu'au remblai de la digue insubmersible des Brotteaux, devenue boulevard L. Bonnevey, en aval de La Feyssine, afin de fermer l'enceinte de protection et d'empêcher l'inondation du secteur par l'aval pour les crues moyennes.

Le maire de Vaulx-en-Velin et le secrétaire du Comité d'intérêt local de La Feyssine dénoncent le fait qu'une protection insubmersible leur est refusée alors qu'elle vient d'être consentie à l'amont, pour la protection du quartier Saint-Jean. Une fois de plus, le SNRS souligne que l'endiguement insubmersible demandé par les intéressés se heurte à l'interdiction imposée par la loi de 1858, tandis que le quartier Saint-Jean bénéficie du décret ministériel de 1875 (seule dérogation, on l'a vu, exceptionnellement accordée à la loi de 1858). Une protection complète de La Feyssine serait contraire à l'intérêt général de la vallée : elle aboutirait à la construction d'une excroissance de 1 km de long, s'avancant jusqu'à 600 m en avant du rempart de protection lyonnais, ce qui réduirait presque de moitié la largeur du lit majeur dans cette section (de 1330 m à 730 m). Selon les calculs des ingénieurs du SNRS, un empiètement tel dans un tronçon où le champ d'expansion des crues est par ailleurs déjà fortement réduit depuis la construction de la digue insubmersible des Brotteaux, augmenterait d'environ 1 m le niveau des crues à l'amont de l'ouvrage. Surtout, on redoute que l'accélération des vitesses qui en découlerait ne favorise l'érosion du fond du lit, provoquant des dépôts dans la traversée de Lyon et causant alors un exhaussement du niveau des crues, au risque de menacer la revanche du rempart de protection lyonnais. Les intéressés réussissent pourtant à négocier un exhaussement supplémentaire de la protection, mettant le quartier à l'abri des inondations jusqu'à la cote 4,3 m au Pont Morand².

Les travaux consistent en l'établissement d'une murette de 50 cm en bordure du chemin de halage, prolongée à l'aval par une banquette de 20 cm de hauteur dans la section déjà surélevée en 1884, l'exhaussement d'une petite digue existante à la pointe nord de Bois-Perret, et la fermeture de l'enceinte de protection à l'aval par la construction d'une digue large de 1 m en couronne qui raccorde l'ensemble au boulevard L. Bonnevey. A l'amont, l'endiguement est accolé à l'ancienne digue en terre des Brotteaux. Afin d'éviter la formation de courant lors de l'inondation du quartier par les crues fortes, le dernier tronçon est arasé 15 cm plus bas que le reste de l'endiguement, de sorte que la submersion passive continue à se produire par l'aval.

Une fois de plus, le projet manque d'avorter suite à un contentieux entre Vaulx-en-Velin et Villeurbanne quant à la répartition des dépenses, estimées à 2,6 millions de francs. Par délibération du 7 avril 1952, le conseil municipal de Villeurbanne refuse de financer plus du tiers des travaux et se heurte alors au mécontentement du maire de Vaulx-en-Velin, qui considère au contraire que Villeurbanne devrait prendre en charge l'essentiel des travaux, le quartier de La Feyssine étant plus exposé aux inondations que celui du Bois-Perret, déjà en partie protégé³. Grâce à la médiation du SNRS, les communes acceptent finalement de financer le projet à parts égales⁴. L'entreprise bénéficie par ailleurs d'une subvention à hauteur de 30 % du Département du Rhône, accordée par délibération du Conseil Général du 8 décembre 1953, et d'une participation équivalente du Ministère des

¹ Archives du SNRS, inondations, demandes d'indemnités et de travaux, C1311 II D7439 L4

² Archives du SNRS, inondations, demandes d'indemnités et de travaux, C1311 II D7439 LA, *protection du bameau de la Feyssine sur les territoires de Villeurbanne et de Vaulx-en-Velin, notice descriptive et justificative*, 7 décembre 1951

³ Archives du SNRS, inondations, demandes d'indemnités et de travaux, C1311 II D7439 LA, *courrier du maire de Vaulx-en-Velin à l'ingénieur en chef du SNRS* en date du 10 juin 1952

⁴ Délibérations du conseil municipal de Villeurbanne du 30 mars 1953 et de celui de Vaulx-en-Velin le 27 juin 1953

Travaux Publics, décidée le 10 septembre 1953 au titre de la défense des lieux habités contre les inondations.

A peine achevé, l'endigement est pris en défaut par les crues successives de décembre 1954 et janvier 1955. Alors qu'ils sont censés protéger les quartiers jusqu'à la cote 4,3 m au Pont Morand, ceux-ci se sont trouvés inondés pour un débit inférieur correspondant à la cote 3,76 m au Pont Morand, et la digue du Bois-Perret a été fortement endommagée. Cette augmentation des hauteurs s'explique peut-être par l'impact des empiètements réalisés en aval immédiat pour les aménagements routiers, en lit mineur sous le pont Poincaré et en lit majeur par l'élargissement de la digue des Brotteaux lors de la construction du boulevard L. Bonnevey. Le maire de Vaulx-en-Velin demande alors la surélévation de l'endigement de 50 cm pour atteindre le niveau de protection initialement autorisé¹. Le SNRS accède à la requête du maire et prévoit un arasement de l'endigement à la cote de la crue de 1955, tout en précisant qu'une telle élévation, si elle est acceptable car elle n'aura pas d'incidence sur le risque dans la traversée de Lyon, provoquera un relèvement de quelques centimètres au droit du village de Vaulx-en-Velin². Après avoir reçu l'adhésion des communes de Vaulx-en-Velin et Villeurbanne, le projet est approuvé par le Ministre des Travaux Publics le 14 septembre 1956. Les travaux, estimés à 7 millions de francs, doivent être pris en charge à 70 % par la commune de Vaulx-en-Velin et à 30 % par celle de Villeurbanne. Comme en 1953, les communes bénéficient de subventions du Département du Rhône et du Ministère des Travaux Publics, chacune à hauteur de 30 % de la dépense. Les travaux, commencés en 1958, sont achevés au début de l'année 1960.

III. Renversement de la politique de l'Etat et doublement de la protection

Au milieu des années soixante, le Service de la Navigation établit la cartographie réglementaire des surfaces submersibles du Haut-Rhône. A la surprise des maires de Vaulx-en-Velin et de Villeurbanne, la délimitation des zones inondables ne tient pas compte des digues récemment édifiées et la plaine amont de Lyon est considérée comme entièrement submersible. Du fait de l'évolution de l'enveloppe physique de la crue amorcée au milieu du XIXe siècle, le SNRS craint pour la stabilité des digues et préfère jouer la carte de la prudence. Accordant la priorité au développement urbain de la commune, l'Etat intervient pour garantir la protection de ces nouveaux enjeux.

III.1. Un aléa qui a continué à augmenter et menace la stabilité des digues

En 1965, le SNRS produit une étude sur l'évolution des crues dans la plaine de Vaulx-en-Velin et l'île de Miribel-Jonage depuis 1856 qui conclut à une aggravation importante du risque dans ce secteur. On a vu que le diagnostic d'une péjoration de l'aléa avait déjà été fait au droit de Miribel et Vaulx-en-Velin suite à l'importance des inondations de 1874 et 1875. Il avait abouti à la construction de la digue en terre autour du village. Dans les décennies suivantes, le phénomène de basculement s'était poursuivi avec moins d'acuité

¹ Archives du SNRS, inondations, demandes d'indemnités et de travaux, C1311 II D7439 L4, courrier adressé au SNRS le 25 janvier 1955

² Archives du SNRS, inondations, demandes d'indemnités et de travaux, C1311 II D7439 L4, rapport de l'ingénieur en chef du SNRS du 2 août 1956

(se soldant par un exhaussement de 5,5 m dans la partie aval). Le fond du lit semblait s'être stabilisé depuis 1952, comme l'attestait le profil en long du canal levé en 1963¹. Malgré cela, les crues de 1957 et 1961 ont révélé une aggravation supplémentaire de l'aléa. Aux échelles de Thil et de Miribel, la crue de 1957, qui a roulé un débit maximum instantané de 3700 m³/s à Jons et dont la période de retour est d'environ trente ans, a dépassé de quelques cm les cotes atteintes en ces mêmes points par les crues centennales de 1928 et 1944 (respectivement 4 150 et 4 250 m³/s), alors qu'elle s'était tenu 70 cm plus bas à Anthon (tab. 17). De la même façon, la crue moyenne de 1961, dont le débit était de l'ordre de 2620 m³/s, avait été inférieure de 76 cm à celle de 1957 à Anthon, mais seulement de 56 cm à Thil et de 12 cm à Miribel. « *Tout se passe comme si les niveaux des crues continuaient à s'exhausser à l'aval de Miribel, ce qui, évidemment, présente un danger pour les digues protégeant Vaulx-en-Velin et Villeurbanne* »².

Les ingénieurs du SNRS attribuent cela à deux phénomènes, le premier étant la cause du second :

- d'une part, l'incision du canal dans sa partie amont (4 m au total) entraîne la chenalisation des crues : au droit de Thil, les eaux débordent moins dans la plaine car un débit plus important transite par le canal de Miribel.
- D'autre part, la végétation s'est développée dans les îles de Miribel, moins fréquemment inondées, augmentant ainsi la rugosité hydraulique de la plaine et favorisant par là-même le dépôt de limon de crue lors des débordements du fleuve. Du fait de ces atterrissements, les bras secondaires du Rhône se sont progressivement comblés, les îles se sont soudées entre elles et exhausées, tandis qu'elles étaient colonisées par la végétation qui forme un obstacle à l'écoulement des crues

Date des crues	Débit max. inst. au Pont Morand (m ³ /s)	Cote atteinte aux stations (NGF)			
		ANTHON (PK 33,5)	THIL (PK 21,44)	MIRIBEL (PK 16)	PONT MORAND (PK)
1928	4150	190,00	179,46	175,05	6,10 m
1944	4250	189,65	179,52	175,06	6,02 m
1955	3 150	188,81	179,12	174,99	4,56 m
1957	3 700	189,32	179,57	175,09	5,22 m
1961	2 620	188,56	179,01	174,97	3,90 m

Tab. 17. Augmentation des hauteurs d'eau dans la plaine de Miribel-Jonage dans le deuxième tiers du XXe s.

(source : SNRS)

¹ Archives du SNRS, *évolution des crues dans la plaine de Vaulx-en-Velin, notice explicative*, 30 décembre 1965

² Archives du SNRS, *évolution des crues dans la plaine de Vaulx-en-Velin, notice explicative*, 30 décembre 1965

Un tel phénomène d'exhaussement du niveau des crues n'est pas un phénomène isolé : les archives du SNRS signalent des observations semblables à l'aval de Seyssel, au droit du village de Laloï, ainsi qu'au sud de Lyon, dans la section de Beaucaire, où des travaux de déboisement des îles sont effectués au début des années 1960. Cependant, la situation de la plaine de Miribel-Jonage préoccupe particulièrement les ingénieurs du fait de l'expansion très rapide de l'agglomération de Vaulx-en-Velin et du quartier villeurbannais de Saint-Jean. On craint en effet que l'efficacité du système de digues existant ne soit mis à mal par une nouvelle crue extraordinaire¹. L'ensemble possède une revanche de 50 cm sur le niveau des crues de 1928 et 1944 mais les digues sont fragiles : elles sont en terre, ne font qu'un à deux mètres de large à leur sommet² et sont réputées être mal entretenues - du moins au dire des ingénieurs, ce qui est contesté par les élus locaux.

Alerté par le SNRS, le Préfet du Rhône attire alors l'attention des maires de Vaulx-en-Velin et de Villeurbanne sur l'insuffisance des digues existantes au vu des enjeux importants qu'elles abritent, et leur demande de remédier au plus vite à cette situation³. Malgré l'étonnement et le mécontentement du maire de Vaulx-en-Velin, qui rappelle que les ouvrages en question ont été calibrés dix ans plus tôt par l'Etat lui-même, le principe d'un renforcement de la protection est finalement accepté par les deux communes et mis à l'étude l'année suivante. Ce changement de position de l'Etat s'explique peut être en partie par la volonté de ce dernier de créer une zone d'urbanisation prioritaire dans ce même secteur : l'enquête publique pour la réalisation du projet, décidé par décision interministérielle en 1963 et déclaré d'intérêt public un an plus tard, est ouverte en 1966. La ZUP sera ensuite agrandie en 1971.

Mais quinze ans plus tard, alors que 8 300 logements ont été construits dans la ZUP de Vaulx-en-Velin et que le nombre d'habitants de la commune a plus que triplé et atteint presque 45 000 personnes⁴, rien n'a été réalisé. Au début des années 1980, dans le cadre des études en cours d'élaboration du POS du secteur Est de la Courly, le SNRS alerte à nouveau les maires sur le mauvais état de la digue, qui se trouve en plusieurs points en-dessous du niveau de la crue de 1928. Quatre points de fragilité sont ainsi identifiés : une lacune de 400 m entre la rue de la Barre et le chemin Marcellin Berthelot, et 3 passages de 100, 40 et 80 m entre la rue Jean Racine et le Chemin de la Gloire. Par ailleurs, le SNRS demande aux élus de faire contrôler la stabilité de l'ouvrage dans son ensemble, en particulier sa résistance à l'érosion lors d'une crue prolongée du Rhône, et de vérifier régulièrement le bon état de fonctionnement des vannes placées sur la Rize⁵. En réponse, le maire de Vaulx-en-Velin met en doute la pertinence de la référence à la crue de 1928, estimant - à tort - que « *la construction des divers barrages [a] permis la régulation du Rhône* »⁶. Il demande au Préfet du Rhône d'organiser une réunion de travail avec le concours de la DDE. Le maire de Villeurbanne, Charles Hernu, ne semble quant à lui pas plus inquiet que son homologue vaudais et considère que sa commune n'est pas concernée puisque les points de fragilité se trouvent sur le territoire de Vaulx-en-Velin⁷.

¹ Archives SNRS, C1311I, D7439, L4, *courrier de l'ingénieur en chef du SNRS au Préfet du Rhône*, 15 novembre 1965

² La digue de Vaulx-en-Velin fait 1 m de large en couronne, celle qui borde la rive droite du canal de fuite de Cusset en fait 2.

³ Archives SNRS, C1311I, D7439, L4, courriers en date du 20 novembre 1965

⁴ Le recensement sans double compte de l'INSEE indique 12 118 habitants en 1962 et 44 160 en 1982.

⁵ Archives SNRS, C1311I, D7439, L4, *Courrier du SNRS au maire de Vaulx-en-Velin*, 6 octobre 1981.

⁶ Archives SNRS, C1311I, D7439, L4, courrier du maire de Vaulx-en-Velin au SNRS en date du 26 octobre 1981

⁷ (Archives SNRS, C1311I, D7439, L4, courrier du maire de Villeurbanne au SNRS en date du 16 octobre 1981)

III.2. Le doublement de la digue en terre par les remblais autoroutiers : une protection lacunaire

Si on a négligé les digues existantes, c'est aussi parce que le projet de renforcement de ces ouvrages est remplacé en 1966 par l'adaptation du projet de réseau autoroutier prévu dans la plaine, dont les plateformes insubmersibles doivent ceinturer Vaulx-en-Velin au nord et à l'est¹. Grâce à un noyau étanche ménagé à l'intérieur des remblais, ces derniers feront office de digue, et permettront de renforcer la protection contre les crues à moindre frais. Cette solution présente le risque qu'une crue importante ne se produise avant la réalisation des ouvrages, mais les ingénieurs du SNRS soulignent que la réalisation des travaux de renforcement de l'endigement comporterait elle-aussi un délai d'étude et de mise à l'enquête, et occasionnerait des dépenses bien plus importantes.

Le décret ministériel du 16 février 1978 déclare d'utilité publique les travaux de construction de l'autoroute urbaine LY5 entre le pont de Croix-Luizet et l'autoroute Lyon-Genève (A42) à Neyron, et d'un canal de protection du champ des captages d'eau potable de la communauté urbaine de Lyon, situés dans l'île de Crépieux-Charmy. Ce dernier, large d'une trentaine de mètres, doit border le remblai autoroutier côté Rhône, en limite du périmètre de protection rapproché des captages, afin de protéger la nappe alluviale d'une éventuelle pollution. La plateforme insubmersible, large de 32 m en son sommet et arasée 50 cm au-dessus des plus hautes eaux connues, comporte un noyau étanche en limon. Ainsi, l'autoroute urbaine fait office de digue et double la section aval de la digue en terre de Vaulx-en-Velin. Le tracé du nouvel aménagement traverse d'ailleurs cette dernière au droit du quartier du petit Pont. Dans cette section, des matériaux étanches ont été déposés entre l'autoroute et le canal de protection afin de renforcer l'ouvrage. L'autoroute urbaine LY 5, appelée aujourd'hui A 42, est mise en service en avril 1983.

Le mois suivant, le Rhône en crue envahit le passage inférieur situé à l'actuelle jonction avec le Contournement Est et s'avance jusqu'au pied de la digue de Vaulx-en-Velin. Pour combler cette lacune, une contre-digue est alors installée par la DDE du Rhône en avant de l'ouverture.

Quelques années plus tard, l'endigement est complété par la réalisation du premier tronçon de la Rocade Est (N346, appelée alors CD300), de l'A42 au canal de Jonage. Deux variantes sont envisagées : la réalisation d'un remblai insubmersible percé d'ouvrages de décharge, afin de ne pas restreindre le champ d'expansion des crues et de maintenir l'inondabilité de la zone maraîchère de Vaulx-en-Velin, entre le tracé de la Rocade et la digue en terre de 1882, ou la mise en place d'une digue-remblai permettant de ceinturer la commune de Vaulx-en-Velin par une deuxième ligne de protection. On opte finalement pour cette deuxième version, défendue essentiellement par les maraîchers de la zone. Étrangement, ces derniers ne sont pas tant soucieux d'être protégés contre les débordements du fleuve que préoccupés de fermer l'accès à leurs terres afin de mettre fin au vol de leurs récoltes (Ducrocq, 2001). Il semblerait que les acteurs locaux n'aient pas été mobilisés en faveur du projet, comme s'ils considéraient la question de la protection de Vaulx-en-Velin contre les inondations réglée depuis les travaux de 1955, la crue de 1957 ayant été contenue par l'endigement fraîchement réalisé². À l'amont de Lyon, les digues ne sont pourtant pas prises en compte par le PSS du Haut-Rhône, basé sur la crue de 1928 et

¹ Archives SNRS, C1311I, D7439, I4, *courrier de l'ingénieur en chef du SNRS au directeur de la DDE*, 8 novembre 1966

² On a déjà évoqué le fait que le discours de la commune traduit l'existence d'un sentiment de sécurité (cf. partie I chap.2.c.)

approuvé en 1972. Ainsi, la réglementation de l'aléa applique le principe de précaution et reste dans l'esprit de la loi de 1858. Mais le développement urbain semble s'être fait dans l'ignorance totale de la réglementation des zones inondables, à tel point que la commune se considère comme non inondable, bien à l'abri à l'arrière de digues pourtant incomplètes et mal entretenues. Cette représentation biaisée de la réalité, chez les élus locaux comme au sein de la population, est surprenante. Il serait intéressant d'interroger la part de la perte de conscience du risque et de la dissonance cognitive, au sens de Festinger (Festinger, 1962 ; Schoeneich et Busset-Henchoz, 1998) dans le discours officiel de la commune et à travers les représentations des Vaudais. Le fait qu'aucune crue importante ne soit survenue dans ce secteur depuis l'événement de 1957 joue très certainement un rôle important, d'autant plus que cette crue a pour la première et dernière fois été contenue par les digues du village. A cela s'ajoute le caractère massif et très récent de l'urbanisation au cours des années 1970 : les nouveaux habitants n'ont jamais connu les inondations du Rhône.

Le projet de la Rocade Est fait l'objet d'une enquête, déposée en mairie du 18 juin au 2 juillet 1989, qui rappelle le très mauvais état de la digue en terre et la nécessité de compléter le système de défense. L'étude hydraulique réalisée à cette occasion démontre que le territoire de Vaulx-en-Velin situé en arrière du remblai sera mis hors d'eau pour un débit de crue centennal, tandis qu'on observera une augmentation de 5 cm des hauteurs d'eau dans la traversée de Lyon.

L'ouvrage consiste en une plateforme de 30 m de large arasée 50 cm au-dessus de la crue de 1928. Les travaux, validés en amont par le SNRS, sont dirigés par le service de la Direction Départementale de l'Équipement, et achevés en 1993. Or, le procès-verbal de recollement de l'ouvrage fait le constat de l'existence de passages inférieurs non autorisés par le SNRS et réalisés à son insu. En effet, trois ouvertures ont été ménagées dans la digue : l'une pour le passage de la Rize, à proximité du canal de Jonage, qui est munie de vannes, et deux autres passages inférieurs, non batardables et conçus sans contre-digue : l'un se situe au niveau de l'échangeur de La Glayre, l'autre, plus au nord et dénommé PI5, a été réalisé afin de permettre au personnel du SEGAPAL d'accéder au parc de Miribel-Jonage en cas de crue du Rhône, lorsque l'accès par le nord est inondé (Ducrocq, 2001). De ce fait, le Service Navigation ne considère pas l'ouvrage comme une digue, puisqu'il comporte plusieurs lacunes. Il n'en reste pas moins que les élus locaux et les riverains ont conservé l'idée que l'ouvrage les protège des débordements du fleuve, comme l'indiquait le dossier de l'enquête hydraulique. On a vu que la modélisation réalisée récemment par la CNR (2003) dans le cadre de la procédure PPRI du Grand Lyon a permis de faire le point sur l'inondabilité théorique de cette zone. Malgré la réalisation d'une contre-digue à l'entrée du PI5 en novembre 2000 (photo 36), l'inondation de Vaulx-en-Velin se produirait effectivement à partir de ces passages inférieurs à partir d'un débit de crue d'une période de retour de 150 ans.



a.



b.

Photo 36. Le passage inférieur n°5 sous le remblai de la Rocade-Est et la contre-digue construite en avant de la digue

a : vue de face, b : vue de profil.

C'est lors de l'élaboration du PPRI du Grand-Lyon (secteur Rhône-Amont) que la commune de Vaulx-en-Velin a pris conscience de l'inefficacité de la protection de la Rocade-Est en cas de crue exceptionnelle, alors que l'Etat avait présenté l'ouvrage comme une digue au moment de sa construction. L'étude du registre d'enquête¹ permet d'en savoir plus sur la perception des élus et de la population. Le conseil municipal demande que l'Etat se tienne à ses engagements de départ et fasse le nécessaire pour compléter les lacunes de l'ouvrage, et le rehausser à un niveau réellement insubmersible. En plus des observations de la municipalité, 28 observations particulières ont été consignées. Le grand nombre de remarques témoigne de la mauvaise surprise des habitants et de la profession agricole à qui le projet de PPRI a appris que leur commune était encore inondable en arrière des levées. Les remarques déplorent l'inefficacité de la Rocade-Est, rappellent les engagements de l'Etat et demandent le renforcement des digues. Les habitants s'interrogent par ailleurs quant à l'utilité de la zone *non aedificandi* de 100 m de part et d'autre de la digue en terre² puisque celle-ci est doublée par la Rocade-est et n'est de toute façon pas considérée comme une digue par l'Etat. On voit à travers ces remarques que la population n'est pas familière avec le risque de rupture de digue : même si l'ouvrage n'apporte pas une sécurité absolue, la levée continue d'exister et joue donc un rôle dans la dynamique de la mise en eau du secteur ; c'est d'ailleurs très vraisemblablement l'ouvrage du « Y lyonnais » qui présente le plus de risque de rupture.

Conclusion

Le territoire de Saint-Jean et Vaulx-en-Velin a connu une succession de protections partielles à mesure qu'il s'est urbanisé, jusqu'à être complètement intégré à l'agglomération lyonnaise et bénéficier à ce titre d'une protection plus importante, mais dont la fiabilité reste encore aujourd'hui incertaine. C'est l'aggravation du risque, induite par le basculement du canal de Miribel qui a justifié la dérogation à la loi de 1858 dès les années 1880. Mais la digue de ceinture construite autour du village n'a pas suffi à supprimer le durcissement de la contrainte fluviale, et les acteurs locaux ont cherché sans relâche à améliorer leur protection jusqu'à ce qu'ils pensent l'avoir obtenue. L'entreprise fut compliquée par la faiblesse des ressources locales ; contrairement à Lyon ou à l'essentiel de Villeurbanne compris dans l'enceinte de la digue des Brotteaux, ce territoire rural n'a pas pu payer le prix de sa tranquillité avant le milieu du XXe siècle. Il va connaître une succession de protections partielles à mesure qu'il s'urbanise, jusqu'à être complètement intégré à l'agglomération lyonnaise et bénéficier à ce titre d'une protection plus importante subventionnée par les pouvoirs publics. Le secteur est épargné lors de l'inondation de 1957, tant et si bien que les riverains estiment s'être enfin affranchis des débordements du Rhône. Cependant, la fiabilité de la protection reste incertaine. La perte d'écêtement de l'île de Miribel-Jonage menace la revanche des digues dont l'entretien semble d'ailleurs faire défaut. Le doublement de l'endiguement par les aménagements autoroutiers a renforcé le sentiment de sécurité de la population mais l'ouvrage présente des lacunes à la faveur desquelles Vaulx-en-Velin reste largement inondable. Qui plus est, les ouvrages de protection sont en terre et ne sont pas à l'abri d'un risque de rupture, tandis que les enjeux situés en arrière se sont considérablement développés dans l'inconscience générale, à l'initiative de l'Etat.

¹ L'enquête a été ouverte en mairie du 15 juillet au 15 août 2007

² Conformément à la loi de 2003, le risque de rupture de digue doit désormais être pris en compte dans la cartographie réglementaire par la mise en place d'une bande de sécurité en arrière des ouvrages où toute construction est interdite ; la largeur de cette bande dépend de la différence de hauteur entre la crête de l'ouvrage et le niveau du terrain situé en arrière.

L'instruction du PPRI du Grand Lyon a révélé cette situation paradoxale, qu'il s'agit désormais d'assainir. On a là un des enjeux forts de la gestion du risque d'inondation dans l'agglomération pour les années à venir.

Enfin, la capacité de laminage dans la traversée de la plaine de Miribel-Jonage a diminué depuis la dernière crue notable (mais seulement trentennale malgré tout) de 1957, ce qui pose question quant à l'aggravation du risque à l'aval, mais également à l'amont. C'est là l'objet du dernier chapitre de la démonstration.

Chapitre 5

Miribel-Jonage : vulnérabilisation d'une plaine dévolue à la protection de Lyon

Si l'endiguement du canal de Miribel fixe un fleuve jusqu'alors très mobile, et diminue fortement le risque de corrosion par les crues, la contrainte d'inondation n'en est pas pour autant supprimée. Comme on l'a dit précédemment, les champs d'inondation situés à l'amont de Lyon ont une forte capacité de laminage des crues et jouent donc un rôle dans la protection de la ville (photo 37). Ces espaces sont dévolus à la protection des intérêts urbains depuis le vote de la loi de 1858 qui y interdit tout endiguement insubmersible afin de favoriser l'étalement des crues : la plaine de Miribel-Jonage doit rester inondable pour éviter une augmentation des hauteurs d'eau lors des grandes crues dans la traversée de Lyon. Cette vocation sera par la suite réaffirmée lors de l'instauration du Plan des Surfaces Submersibles du Haut Rhône (PSS), approuvé en 1972.

Néanmoins, la comparaison des cartes des grandes inondations survenues ou calculées depuis 150 ans, nous a amené au constat d'une évolution dissymétrique du champ d'inondation. On observe une contraction du champ d'inondation en rive gauche du canal de Miribel accompagnée d'une forte aggravation de l'aléa en rive droite. Il existe donc un décalage entre d'une part la réalité contemporaine d'une transformation du champ d'inondation et d'une évolution de l'aléa, et d'autre part le principe de gestion initial de 1858. A chaque inondation, les digues du canal de Miribel étant submersibles, le débordement devait se faire en rive gauche, d'altitude plus basse que la rive droite, et continuer à emprunter le Vieux Rhône (Winghart et Chabert, 1965). Mais, on en a parlé plus haut, les conditions de mise en eau ont rapidement été perturbées par le phénomène de basculement hydraulique du canal. Alors que les communes de Miribel, de Neyron et de Vaulx-en-Velin se plaignent d'une aggravation des inondations, une brèche est artificiellement créée en rive gauche du canal, au droit du village de Thil, pour favoriser l'écrêtement des crues à l'amont du secteur et soulager le canal d'une partie du débit de crue. Mais, hormis la digue de Vaulx-en-Velin, aucune digue de protection contre les inondations ne sera concédée aux communes du Rhône amont, et le principe édicté par la loi de 1858 sera strictement observé jusqu'au milieu du XXe siècle au nom de l'intérêt général, en l'occurrence pour la préservation des enjeux lyonnais.

La fin des années cinquante marque un tournant dans la gestion de la plaine observable dans le même temps au sud de Lyon dans le couloir de la chimie et dans le Val de Saône. Alors que Lyon connaît une phase d'urbanisation intense, la volonté de préserver le champ d'inondation est concurrencée par l'attrait que représente ce vaste espace plan non aménagé à proximité de la ville. Ce territoire rural, longtemps marqué par une exploitation agricole extensive adaptée à la contrainte fluviale, a ainsi accueilli de nouvelles fonctions urbaines ; il est progressivement aménagé. Il semblerait que la multiplication des actions humaines en lit mineur et en lit majeur ait contribué à vulnérabiliser le système du risque.



Photo 37. La plaine de Miribel-Jonage inondée lors de la crue de 1957

(source : SNRS). La vue est prise de l'amont vers l'aval ; au premier plan, la rive gauche du canal de Miribel ; au fond à droite, le village de Thil, qui est en grande partie épargné par les eaux.

I. Périurbanisation et aménagement : une vulnérabilisation par les actions humaines

I.1. Développement périurbain et mesures compensatoires : une perte de mémoire ?

Depuis 1957, les puits de captage de Crépieux, à l'aval de la zone, alimentent la ville en eau potable. La plaine devient également le lieu d'extractions massives de granulat, en lit mineur et en lit majeur, pour la production de matériaux de construction au bénéfice de l'agglomération lyonnaise (SEGAPAL, 1997). A partir des années 1970, l'urbanisation se diffuse dans la Plaine dauphinoise et sur la Côtière de la Dombes, stimulée par la réalisation de grandes infrastructures routières et ferroviaires (Bonneville, 1997) et par le développement de la ville de Vaulx-en-Velin (Ducrocq, 2001). Enfin, on crée une zone de

loisirs de 3000 ha, inaugurée en 1973, initialement destinée à être reconvertie en un complexe tertiaire dit du « Lac d'Argent » (Bravard *et al.*, 1993 ; Amzert et Cottet-Dumoulin, 2000).

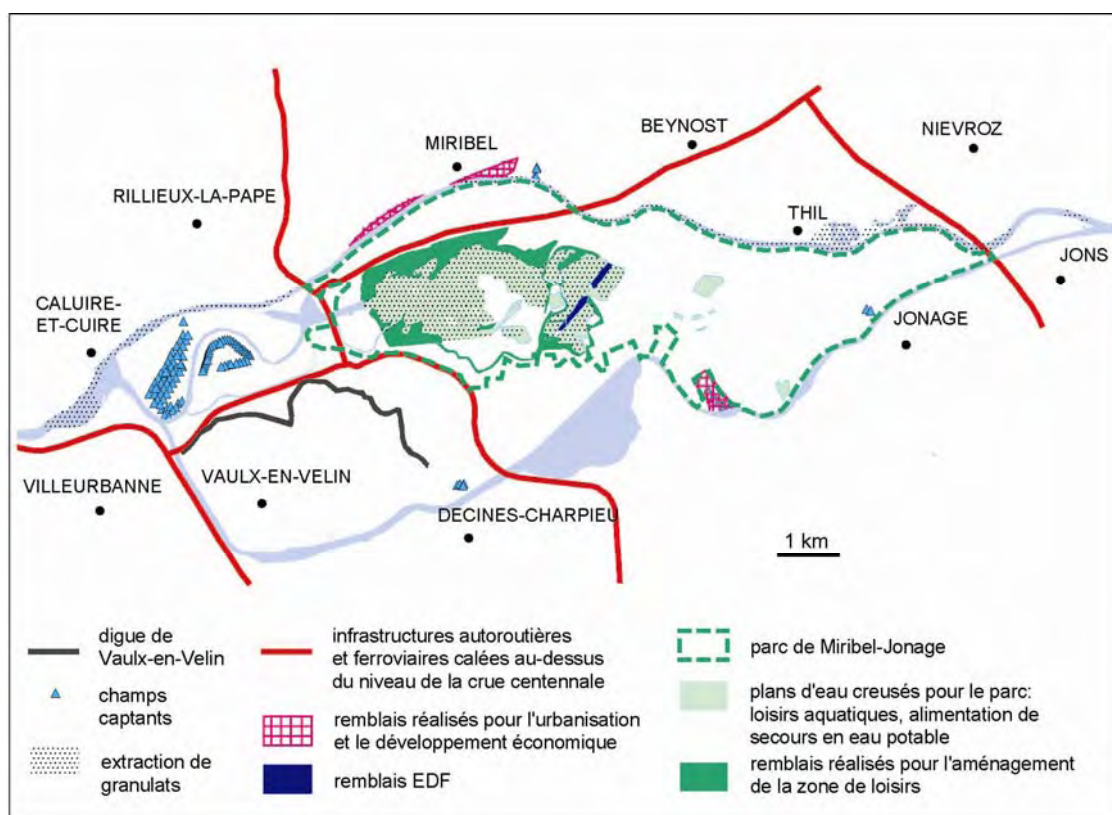


Fig. 72. Nouvelles fonctions et aménagement du secteur de Miribel-Jonage à partir de la fin des années 1950.

(sources : SEGAPAL/SYMALIM et SNRS).

I.1.a. Evolution du principe de gestion des inondations

En 1965, le Service de la Navigation Rhône-Saône réalise une première étude hydraulique qui conclut à la possibilité d'aménager une partie des îles sur une plateforme remblayée sans risquer d'aggraver les inondations (Winghart et Chabert, 1965). Dans l'esprit des concepteurs du projet, les ingénieurs d'Etat J. Winghart et J. Chabert, cette mise hors d'eau partielle de la moitié de l'île de Miribel-Jonage sera compensée par la mise en eau du reste du secteur, notamment par le creusement de lacs-réservoirs à niveau mobile permettant le stockage d'une partie du débit de crue. Tandis que les activités économiques pourront se développer sur des remblais insubmersibles, d'importantes gravières seront ouvertes à l'emplacement des futurs bassins de retenue afin de préparer l'aménagement ; les granulats extraits alimenteront en grande partie la demande lyonnaise en matériaux de construction. Les anciennes ballastières doivent ensuite être régaliées et reconverties en lacs-réservoirs destinés au stockage des crues et aux loisirs aquatiques.

Au milieu des années 1960, le projet d'aménagement de la plaine de Miribel-Jonage rend donc caduc le principe de la préservation de l'étalement des crues établi depuis plus d'un siècle, bien que ce dernier soit pourtant réaffirmé quelques années plus tard par le Plan des Surfaces Submersibles de 1972 qui vise à la préservation du champ d'inondation et au

maintien du bon écoulement des eaux. Comment expliquer cette contradiction apparente ? En fait, les ingénieurs s'inquiètent à l'époque des effets de l'ajustement du fleuve à l'endiguement du bras de Miribel, lequel entraîne une augmentation du niveau des crues¹. Puisque les eaux s'étalent moins dans la plaine, et compte-tenu de la menace que cela représente pour la stabilité des digues de protection à l'aval immédiat et dans la traversée de la ville, il faut imaginer une solution qui restaure la capacité de stockage sans compromettre les intérêts urbains déjà présents dans le lit majeur. A l'exemple de ce qu'on a pu observer à la même époque au sud de Lyon dans le cadre de l'aménagement CNR de Pierre-Bénite², le principe de gestion en vigueur depuis 1858 (préserver la possibilité d'étalement des crues) est remplacé par une tout autre logique censée offrir une plus grande capacité de stockage et abaisser le niveau des crues dans la traversée de la ville : la création d'une retenue artificielle en creusant une partie de la plaine et en ceinturant cette cavité par des remblais insubmersibles. L'aménagement doit ainsi permettre d'abaisser le niveau des crues et peut par la même occasion favoriser le développement urbain en permettant l'installation de nouvelles activités économiques sur les remblais. Mais tandis qu'à l'aval ce sont les activités industrielles qui se sont développées sur les remblais, l'amont de Lyon doit être préservé de la pollution pour assurer la qualité de l'eau potable de la ville ; c'est donc un complexe tertiaire et des activités de loisirs qu'il est prévu d'y installer.

Le projet est séduisant. Mais l'observateur attentif aura vite fait de remarquer que les plans d'eau du parc de Miribel-Jonage, s'ils sont effectivement ceinturés par des remblais, n'ont pas de possibilité de vidange : à l'exutoire du lac principal, l'ouvrage, censé contrôler le niveau de la retenue, n'est pas un barrage mobile comme il était prévu mais un seuil fixe (photo 38). Ce constat pose question : qu'est devenu le projet initial ? Les lacs ont effectivement été creusés, bien qu'ils soient loin de couvrir la moitié de l'île comme le décrivait le projet du Lac d'Argent ; les remblais sont visibles (et la cartographie des fortes crues modélisées montre qu'une partie d'entre eux est effectivement insubmersible pour une crue millénale) mais pas de seuil mobile. Il semble bien que la perte d'écêtement constatée au milieu des années 1960, alors imputable au basculement du canal de Miribel, n'ait pas été restaurée. On a d'ailleurs vu qu'au contraire, elle a continué de décroître. Pourtant, le canal de Miribel semble s'être stabilisé au début des années 1950. Quels sont alors les facteurs d'explication de la situation actuelle ? Si les remblais sont là, mais que la retenue ne peut rien stocker, comment ont-ils été compensés ? Et l'ont-ils été, d'ailleurs ? N'a-t-on pas là une partie des causes de l'évolution de la géométrie du champ d'inondation que nous avons constatée plus haut ?

Pour trouver des éléments de réponse, il nous a fallu une fois de plus nous tourner vers les archives, car les acteurs actuels intéressés dans la gestion du secteur de Miribel-Jonage que nous avons interrogés, ne semblent pas savoir que ces remblais devaient à l'origine être compensés³. La reconstitution de l'histoire de l'aménagement du secteur de Miribel-Jonage ces trente dernières années permet d'observer une perte de mémoire progressive de la nécessité de compenser les remblais.

¹ Cf. partie IV chap.4 III.1.

² Cf. partie IV chap.2 IV et V.

³ Plusieurs mois après avoir mené une première enquête auprès des différents acteurs de la rive droite (Combe, 2000), alors que nous consultions les archives du SNRS pour le présent travail, nous avons par hasard abordé la question avec un contrôleur des Ponts-et-Chaussées qui était déjà à la subdivision de Lyon du SNRS à l'époque qui nous intéresse ; il a pu confirmer les hypothèses que nous avons déjà émises quant aux facteurs d'explication de la situation actuelle.



Photo 38. Le seuil fixe situé à l'exutoire du lac principal de Miribel-Jonage.

I.1.b. Un projet d'ensemble devant permettre de réduire le risque d'inondation

Après plusieurs variantes, le Service de la Navigation arrête la création d'un plan d'eau de 1 200 ha, ceinturé par des digues-remblais insubmersibles supportant les équipements (EDF, 1969). Le projet prévoyait la réalisation d'une retenue d'une capacité de 40 millions de m³, contrôlée par un ouvrage de décharge permettant de vidanger le lac avant les crues pour stocker une partie des eaux de débordement. Quelques années plus tard, une étude complémentaire associe cet aménagement au projet de recalibrage du canal de Miribel pour la navigation (EDF, 1973 ; Violette, 1973). L'élargissement de 40 à 60 m du canal était nécessaire pour compenser la réalisation de la zone de loisirs. Le projet primitif aurait ainsi dû permettre d'abaisser le niveau de la crue centennale dans Lyon de 50 centimètres.

La création du SYMALIM (Syndicat Mixte pour l'Aménagement de l'Île de Miribel) permet d'engager la transformation du secteur en 1970 (SEGAPAL, 1995).

Le projet initial de J. Winghart concevait un aménagement d'ensemble conciliant harmonieusement les différentes fonctions dévolues à la plaine : l'écrêtement des crues, la production d'eau potable, les activités économiques tertiaires et de loisirs et le développement des infrastructures routières. Mais, par suite du changement des conditions économiques dû au premier choc pétrolier et du désengagement de l'État qui s'ensuit, par souci d'économie des finances publiques, la réalisation des différents équipements a été modifiée et retardée. Elle s'est finalement faite au détriment du bon écoulement des crues.

I.1.c. Une réalisation partielle au détriment de l'écrêtement des crues

A la fin des années soixante-dix, alors que les remblais empiètent déjà fortement sur les zones inondables, les restrictions budgétaires imposées par la récession économique

obligent les ingénieurs à revoir les travaux à la baisse¹. La superficie de la retenue est alors diminuée de moitié (550 ha au lieu de 1 200), et les lacs sont finalement conçus sans possibilité de vidange, contrairement au projet initial (EDF, 1983).

Dans cette deuxième version, il n'est plus question de réduire les inondations dans Lyon, mais seulement d'essayer de retrouver une capacité d'écrêtement égale à la situation avant aménagement, pour ne pas augmenter les hauteurs d'eau et aggraver les conséquences des crues en aval et en rive droite du canal de Miribel. L'étude hydraulique du nouveau projet, réalisée en 1983 par le Laboratoire National d'Hydraulique de Chatou de l'EDF, indique malheureusement que la capacité d'écrêtement sera réduite de 40 %, le temps de transit de l'onde de crue étant quant à lui ramené de 10h30 à 7 heures pour une crue de type 1957 (*ibid.*).

La révision à la baisse du projet de retenue rendait donc d'autant plus nécessaire le recalibrage du canal de Miribel envisagé dès 1973 afin d'éviter une aggravation des lignes d'eau. L'étude préalable avait à l'époque souligné que l'augmentation de la débitance du canal ne pouvait être obtenue qu'au moyen d'un élargissement du chenal, l'hypothèse d'un approfondissement par dragage ayant été écartée par crainte de déstabiliser à nouveau le fond du lit dont le profil en long semblait avoir atteint un nouvel état d'équilibre depuis 1952. Le projet nécessitait de réserver les emprises requises dans les plans d'occupation des sols des communes riveraines, en rive droite ou en rive gauche. Or, malgré l'insistance du Service Navigation qui a souligné à plusieurs reprises l'importance de ces travaux pour éviter l'aggravation des inondations, les acteurs des deux rives semblent s'être sentis peu concernés par cette menace, et ont refusé catégoriquement de renoncer aux parcelles concernées. Les communes du département de l'Ain ont repoussé l'idée d'amputer leur territoire situé en rive droite du canal, rappelant qu'elles avaient déjà cédé leurs parcelles de rive gauche pour constituer le foncier du SYMALIM, et arguant que l'écrêtement des crues était de ce fait la vocation première de la rive gauche et non de la rive droite. De son côté, le SYMALIM a tenu à préserver les aménagements déjà réalisés en rive gauche, affirmant ne pas être responsable des problèmes d'écoulement des crues².

Après plusieurs années de conflit, le tracé du projet, appelé Projet des Portes du Rhône, a finalement été modifié. Dans la version arrêtée par la CNR en 1982, l'aménagement est toujours associé à la retenue de Miribel-Jonage, mais la nécessité de compenser le remblaiement des îles, dont la réalisation a pourtant bien été entamée et dont on connaissait l'incidence sur l'aléa inondation, a disparu de l'équation. Non seulement le caractère compensatoire de l'ouvrage n'est plus mentionné, mais la fonction de stockage et d'écrêtement des crues n'est plus la vocation première de l'ouvrage, qui est désormais uniquement destiné à l'aménagement à grand gabarit de la voie navigable du Haut-Rhône et à la production hydroélectrique (CNR, 1982). Il s'agit d'augmenter la capacité hydroélectrique dans la plaine de Miribel en recalibrant les canaux de Miribel et de Jonage ainsi que le lit du Rhône dans la traversée de Lyon jusqu'au confluent de la Saône. L'équipement est constitué de deux usines hydroélectriques équipées d'écluses, construites au niveau de Thil et de Caluire-Villeurbanne ; l'usine de Cusset est quant à elle conservée. L'aménagement prend son origine en amont de Jons et emprunte d'abord le tracé du canal de Jonage sur 2,8 km ; le chenal est ensuite raccordé au canal de Miribel au droit de l'usine-écluse de Thil ; en aval de l'usine, le lit du canal de Miribel est approfondi sur l'ensemble du tracé et alimente la deuxième usine au niveau du barrage de Caluire-Villeurbanne ; puis le tracé correspond à celui du Rhône actuel dans Lyon, qui doit être lui aussi être approfondi

¹ SNRS, note de synthèse, 1985

² Archives « vivantes » du SNRS, compte rendu de la réunion du Groupe de Direction du SYMALIM en date du 20 juin 1978

au moyen de dragages. Dans la partie amont du secteur, à peu près au niveau de la brèche de Thil, un barrage de décharge situé en rive gauche du nouveau canal doit permettre de déverser le débit du Rhône en crue et de maintenir ainsi la fonction de stockage de l'île de Miribel-Jonage (*ibid.*). L'achèvement des travaux, prévu pour 1997, aurait dû permettre malgré tout d'abaisser la ligne d'eau de 50 cm pour une crue centennale (EDF, 1988). C'est d'ailleurs en anticipant cette situation à venir que l'on calibra les ouvrages de décharge de l'ouvrage couplé de l'A432 et du TGV sud-est, conçu à la même époque (*ibid.*). Il ressortait en effet de l'enquête hydraulique de ce projet que l'effet négatif du remous causé par l'infrastructure serait annihilé quelques années plus tard par l'aménagement CNR, et que cette aggravation temporaire pouvait donc être considérée comme négligeable (EDF, 1988).

I.2. Une aggravation en rive droite matérialisée dès le début des années 1980

Rapidement, l'aggravation du risque semble avoir été matérialisée par les crues de 1981, 82 et 83. Ces trois crues ne sont que quinquennales, mais les villages de Niévroz et Thil sont particulièrement touchés. Les communes se plaignent d'une aggravation des inondations et mettent en cause non pas les remblais de la rive mais l'engrèvement du canal de Miribel, qui serait selon elles à l'origine d'une diminution de la débitance du canal de Miribel. Elles demandent donc qu'il y soit remédié en procédant à des travaux de dragage (Poinsart *et al.*, 1989 ; Bravard *et al.*, 1991). Or l'engrèvement n'a jamais été démontré, et au contraire on sait maintenant que la charge sédimentaire, qu'on pensait à l'époque renouvelable, est en voie de tarissement¹ ; il est bien plus probable que l'aggravation du risque soit due aux aménagements de la rive gauche. Les études hydrauliques l'avaient d'ailleurs démontré (EDF, 1983). Pourtant, les pouvoirs publics vont accéder à la demande des communes sinistrées. En 1985, sur demande du Préfet de l'Ain², le Service Navigation autorise donc des extractions massives dans le chenal, destinées à approfondir le lit afin d'abaisser la ligne d'eau (fig. 73). Cette décision est également motivée par le souci du Préfet de l'Ain de proposer aux entreprises de dragages de nouveaux gisements à exploiter suite à l'interdiction des extractions dans le lit mineur de la Saône en 1983 (Poinsart *et al.*, 1989 ; Bravard *et al.*, 1991). Le Service Navigation nous a depuis confirmé que cette mesure avait alors été autorisée en tant que mesure compensatoire car on avait bien conscience que l'emprise des remblais réalisés dans les îles n'avait pas été compensée et avait aggravé l'aléa. Cette décision a d'ailleurs été prise malgré l'avis défavorable d'une partie des ingénieurs, inquiets pour la stabilité du profil en long du canal de Miribel.

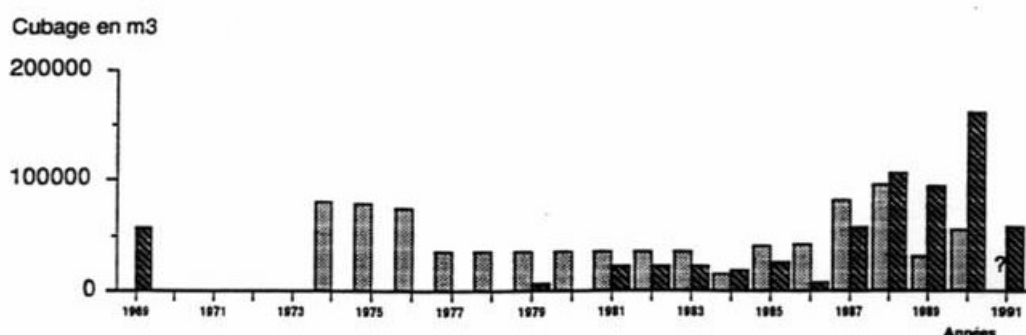


Fig. 73. Quantités de granulats extraits chaque année dans le canal de Miribel et au site de la Feyssine (Source: Bravard *et al.*, 1991).

¹ La vague sédimentaire provenant des Alpes est piégée dans les ombilics glaciaires sur le Haut-Rhône ; l'essentiel de la charge grossière provient du bassin de l'Ain et est en voie de tarissement (Poinsart *et al.*, 1989).

² Courrier du Préfet de l'Ain adressé au SNRS en date du 20 décembre 1985

Les dragages ont rapidement eu l'effet inverse de celui escompté. Ils ont concentré l'écoulement, déstabilisé les fonds et provoqué l'incision généralisée du lit du canal (Bravard *et al.*, 1991). Cette action, qui aurait dû agir comme une rétroaction négative vis-à-vis de l'augmentation du risque d'inondation, a au contraire très probablement aggravé les débordements en rive droite.

II. Impact des actions humaines sur les conditions de mise en eau

Les aménagements effectués en lit mineur et en lit majeur ont modifié l'enveloppe physique de la crue par impact direct ou indirect. Nous avançons l'hypothèse selon laquelle cette modification peut expliquer l'évolution de l'aléa constatée précédemment. La carte suivante synthétise l'évolution des conditions de mise en eau de la plaine par le cumul d'impacts anthropiques.

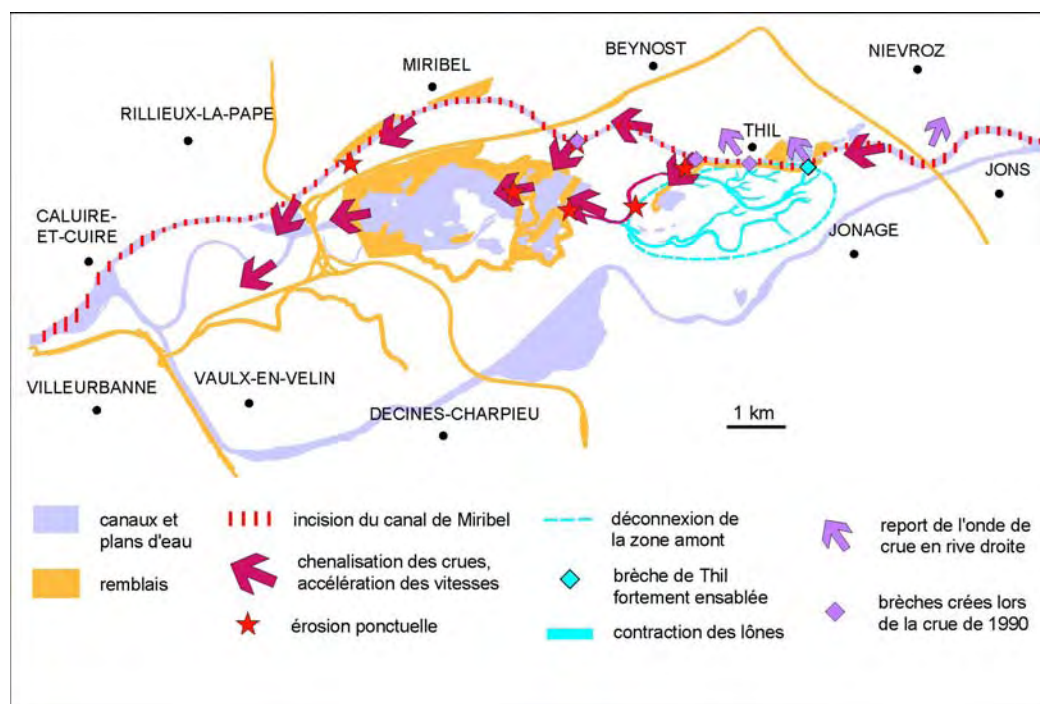


Fig. 74. Modification de l'enveloppe physique de la crue dans la plaine de Miribel-Jonage : une vulnérabilisation liée à l'urbanisation.

(sources : SEGAPAL/SYMALIM et Bakes, 1995).

II.1. L'impact des remblais

Aujourd'hui, 350 ha de plans d'eau (sur les 1 200 ha initialement prévus) ont été réalisés et il n'est pas prévu d'augmentation notable de cette superficie. Les carrières doivent cesser leur activité d'ici quelques années et être réhabilitées dans le cadre des travaux de réaménagement du parc dont l'achèvement est prévu pour 2013. Quant au projet des Portes du Rhône, s'il n'est pas officiellement abandonné, il n'est néanmoins plus d'actualité pour l'instant. Entre temps, l'ouvrage couplé de l'A432 et du TGV Sud-Est,

achevé en 1991, a été calé sur l'abaissement de la ligne d'eau qu'aurait dû permettre le projet (EDF, 1988), et les ouvrages de décharge sont aujourd'hui vraisemblablement sous-dimensionnés. Suite à la crue de février 1990, lors de la constitution des dossiers de demande de classement en catastrophe naturelle, les habitants des communes de l'Ain mirent en cause l'impact des travaux du TGV et de l'A 432, leur imputant une certaine aggravation de l'aléa. La présence de la piste du chantier, établie en rive gauche, aurait selon eux renvoyé l'intensité de l'onde de crue sur la rive droite. Cette piste, qui existe toujours, reliait les emprunts de la SNCF, situés en aval de la brèche de Thil aval, au chantier du TGV. Pendant les travaux, elle obstruait la brèche de Thil amont, dont le niveau initial avait été repéré par des buses à la demande du Service de la Navigation. En 1992, le Service de la Navigation a fait raser la piste au niveau de la brèche. Il n'empêche que lors de la crue de 1990, la brèche de Thil amont n'a pas du tout fonctionné, ce qui a pu aggraver les inondations sur Thil.

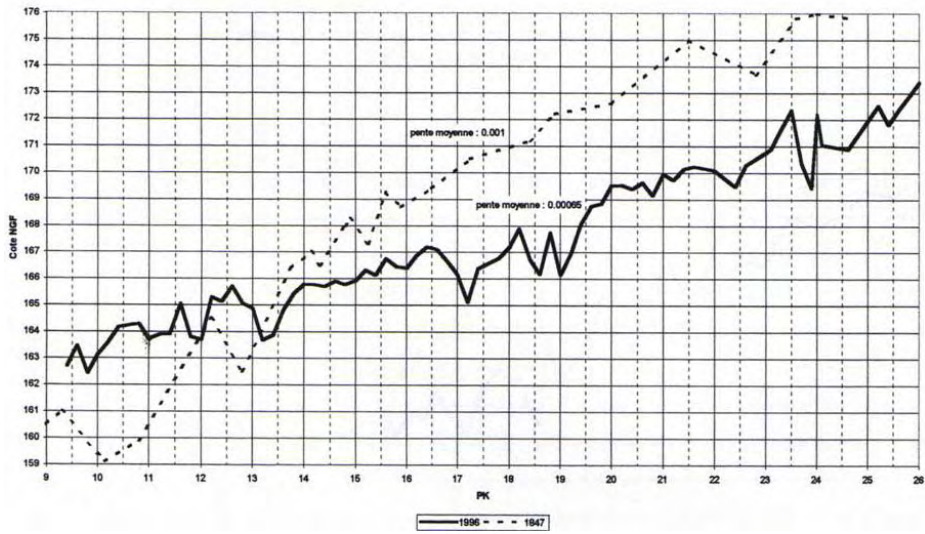
Les remblais construits à partir de 1974 pour supporter les aménagements n'ont donc pas été complètement compensés et ils empiètent sur le champ d'expansion des crues. Les emprises ainsi créées jouent un rôle dans la diminution du volume laminé dans la plaine. Par ailleurs, les remblais contribuent à la chenalisation des eaux de débordement et donc à l'augmentation des vitesses d'écoulement et de la capacité érosive des crues, ainsi qu'à l'accélération du transfert de l'onde de crue. Le remblai de l'autoroute A42 et celui situé au sud, en bordure du lac des Eaux Bleues, font obstacle aux flux provenant du canal de Miribel au nord (Bakes, 1995), tandis que l'ouvrage couplé de l'autoroute A432 et du TGV Sud-Est, qui est perpendiculaire au flot de la crue, contribue probablement à refouler les eaux sur le village de Niévroz.

II.2. Le dragage du canal de Miribel : une rétroaction négative

Les extractions pratiquées dans le canal de Miribel ont déstabilisé le profil en long (Poinsart *et al.*, 1989 ; Bravard *et al.*, 1991). Le chenal s'est incisé de plusieurs mètres depuis la fin des années soixante, par la mise en œuvre de phénomènes d'érosion progressive et régressive à partir des sites d'extraction. Cela a aggravé le phénomène de déconnexion progressive de la brèche de Thil amorcé par le basculement hydraulique lié à l'endiguement du bras de Miribel ; la brèche a de moins en moins joué son rôle pour les crues petites et moyennes et s'est peu à peu ensablée, ne fonctionnant plus que pour les crues fortes. La végétation a continué à se développer, augmentant encore la rugosité des îles, favorisant la sédimentation fine dans le Vieux Rhône et le comblement des lônes amont (Burgeap, CNR, Des Chatelliers, 1996). Le processus d'auto-exhaussement de la rive gauche déjà constaté dans les années 1960 a ainsi été amplifié, et la capacité d'écêtement de cette dernière a encore diminué.

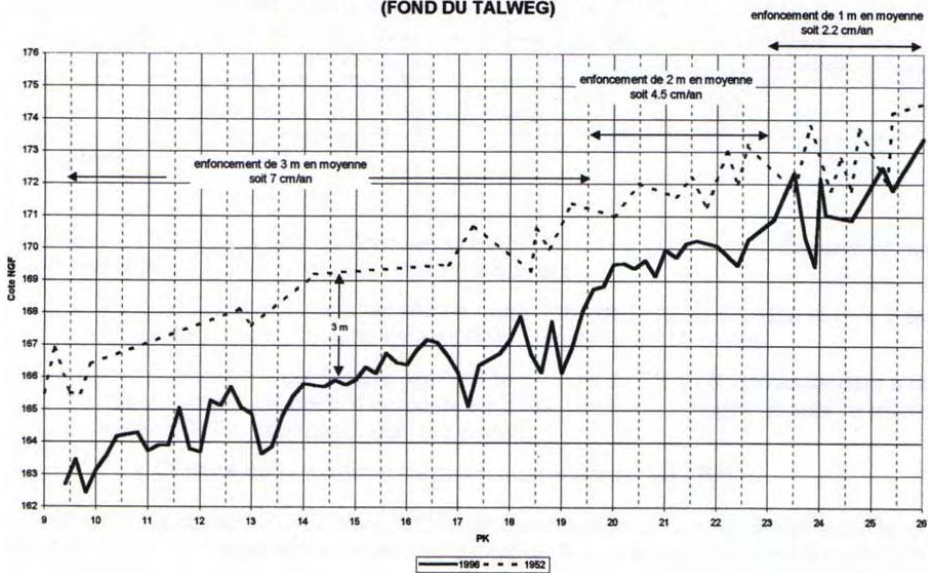
Lors de la crue de 1990, on a par ailleurs pu remarquer une migration des brèches vers l'aval (Bakes, 1995), qui contribue à la perte d'écêtement de la partie amont. Les crues sont chenalisées dans les deux tiers aval de l'île, ce qui s'accompagne d'une augmentation de la vitesse de l'écoulement et des érosions (SEGAPAL, 1995), les sédiments étant alors piégés par les lacs. Récemment, la brèche de Thil a été réouverte par les services du parc, et fonctionne à nouveau pour les crues faibles, ce qui a légèrement amélioré la situation quant au volume stocké dans la plaine, mais n'a pas amélioré la situation de Thil de façon notable (BCEOM, 2006a et b).

**PROFILS EN LONG DU CANAL DE MIRIBEL 1847-1996
(FOND DU TALWEG)**



a.

**PROFILS EN LONG DU CANAL DE MIRIBEL 1952-1996
(FOND DU TALWEG)**



b.

Fig. 75. Evolution du profil en long du canal de Miribel. a : 1847-1996 ; b : 1952-1996.

(source : Malavoi, 2001).

Cet ajustement fluvial contribue probablement au report de l'onde de crue sur les communes de Niévroz et Thil, en rive droite. La concentration des eaux dans le canal a engendré une augmentation des niveaux et l'accélération des vitesses, ce qui peut favoriser le débordement par les points bas de la rive droite, l'espacement entre les digues étant localement réduit à l'aval du PK22, au droit du village de Thil, et la rive gauche étant davantage protégée par la végétation (Bravard *et al.*, 1991).

En résumé, l'enveloppe physique de la crue et les conditions d'inondation se sont modifiées du fait des actions humaines. Les crues sont chenalisées, le volume écrêté en rive gauche a diminué et il est stocké moins longtemps. Conséquence de cela, les eaux de crue sont refoulées sur la rive droite où les inondations ont augmenté. Ces hypothèses ont pu être confirmées par la réalisation d'un modèle hydraulique historique sur l'amont de Lyon, menée en collaboration avec M. Maarouf et la Compagnie Nationale du Rhône, de mars à septembre 2003 (M. Maarouf, 2003). Afin de comprendre comment les transferts d'eau ont évolué en lien avec les aménagements de la plaine de Miribel-Jonage, nous avons reconstitué la topographie de la plaine à différentes époques, par recouplement critique de données d'archives. Ce travail géohistorique a permis à M. Maarouf de modifier les paramètres du modèle hydraulique de la CNR, initialement calé sur la situation actuelle, pour retrouver les conditions d'écoulement de 1990, -date depuis laquelle ce secteur a accueilli de nombreux aménagements et a connu de très fortes évolutions de l'hydrosystème par effet d'impact des actions humaines. Les résultats obtenus se sont avérés très concluants et sont venus confirmer la réalité d'une transformation de l'enveloppe physique de la crue dans ce secteur, entraînant la modification des écoulements à l'origine de l'évolution de l'aléa que nous avons constatée et que déplorent les communes de Niévroz et Thil.

Ainsi, si la plaine de Miribel-Jonage est officiellement dévolue à la protection de Lyon contre les crues, elle a été progressivement aménagée et connaît une perte importante de sa capacité d'écrêtement¹. Ce constat pose question quant aux conséquences sur le risque à l'aval, mais cela n'est apparemment pas perçu comme un enjeu réel par les édiles et les gestionnaires locaux (sauf par la rive droite qui est fortement touchée). Il est vrai que le chenal s'est fortement approfondi dans la traversée de la ville suite aux travaux d'endiguement et aux dragages du lit mineur. L'augmentation de débitance et de la pente du lit ainsi que la suppression d'une grande partie du remous lié aux anciens ponts augmente la pente de la ligne de crue dans la traversée de la ville et provoque une accélération des vitesses qui compense la contraction du lit majeur. Ainsi, à débit égal, les hauteurs d'eau au pont Morand se sont abaissées de 1 m environ. Néanmoins, la contraction des zones inondables et l'accélération du temps de transfert des crues pose question quant à l'aggravation du risque à l'aval de Lyon, dans le reste de la vallée du Rhône où la question des inondations est particulièrement sensible suite à la crue exceptionnelle de décembre 2003 à Beaucaire et Arles, de période de retour 200 à 300 ans à Beaucaire². A l'échelle de la plaine de Miribel-Jonage, cela pose question quant à la sécurité de l'endiguement de Vaulx-en-Velin, dont les études récentes réalisées pour le PPRI du Grand Lyon ont montré les limites.

¹ Voir les valeurs données dans la partie III chap.3II.2.e.

² CNR, *Rapport de la crue de décembre 2003*, septembre 2004

III. Vers une gestion globale ?

III.1. Une prise de conscience des interactions nature-sociétés...

Au début des années 1990, on réalise que les dysfonctionnements de l'écosystème fluvial dus à l'enfoncement du canal de Miribel menacent les enjeux de l'agglomération situés dans les îles. L'abaissement du toit de la nappe d'accompagnement pose problème pour l'alimentation des lacs et des puits de captage et le maintien du milieu humide. La diminution de la quantité et de la qualité de la ressource en eau est préjudiciable à l'alimentation en eau potable et à la pratique des loisirs aquatiques. Par ailleurs, la réduction de l'écrêtement, constatée lors de la crue de 1990, diminue la protection de Lyon face aux crues.

Les décideurs et les gestionnaires prennent alors acte des dysfonctionnements de l'hydrosystème qu'ils vont chercher à mieux comprendre et à enrayer (Bravard *et al.*, 1995, BURGEAP, 1994). Le Service Navigation interdit les extractions en lit mineur en 1991 après qu'une étude géomorphologique ait mis en évidence leur effet sur le profil en long (Poinsart *et al.*, 1989 ; Bravard *et al.*, 1991), et lance une série d'études pour stabiliser les fonds et surveiller leur évolution.

Cette prise de conscience coïncide avec la découverte de l'intérêt écologique du site, alors qu'on est passé de la tendance à l'extension du tout urbain à la volonté d'améliorer la qualité de vie des citoyens dans une optique de développement durable. L'île de Miribel-Jonage devient alors un nouvel enjeu pour le développement local et régional (Bravard *et al.*, 1995). En 1992, la charte de l'Ecologie urbaine du Grand Lyon prévoit le réaménagement d'un parc naturel à Miribel-Jonage. Parallèlement, le Schéma Directeur de l'agglomération lyonnaise classe la zone en « site naturel inaltérable », tandis que celui du Haut-Rhône en fait une « zone naturelle protégée » (Amzert et Cottet-Dumoulin, 2000).

En tant que partenaire principal de la gestion du parc, le Conseil Général du Rhône lance alors une réflexion d'ensemble pour préserver et valoriser cet espace. Une charte d'objectifs pour la mise en valeur de l'île de Miribel-Jonage est approuvée en 1993 (SYMALIM, 1993). Un Comité de pilotage regroupant les différents acteurs est chargé de mettre en œuvre un programme d'actions permettant une gestion globale. Quatre vocations principales sont dévolues au secteur : l'alimentation en eau potable, l'écrêtement des crues, les loisirs et la richesse écologique.

III.2. ...mais une gestion qui n'est encore que partiellement globale

III.2.a. Des vocations difficilement compatibles

Si la charte d'objectifs de l'île témoigne d'une volonté de concilier les différentes fonctions du site, il demeure malgré tout un problème de compatibilité des usages, repérable dans les documents successifs produits par le Comité de pilotage et le SYMALIM, principal maître d'ouvrage du plan de mise en valeur de l'île (SYMALIM, 1993, Malavoi, 2000, Burgeap, 2001 et 2002)

Bien que l'on puisse s'inquiéter des conséquences potentielles à l'aval de la perte d'écrêtement et de l'accélération des vitesses en cas d'événement extrême, l'enjeu qui prévaut aujourd'hui est de fait l'alimentation en eau potable. Cette vocation a d'ailleurs récemment été désignée comme relevant d'une « stratégie prioritaire » à laquelle les autres

fonctions doivent être subordonnées (Burgeap, 2002). Les champs captant de Crépieux-Charmy subviennent en effet aux besoins de la quasi-totalité du Grand Lyon, et le lac des Eaux Bleues constitue la réserve de secours en eau potable de Lyon en cas de pollution du Haut-Rhône (SEGAPAL, 1995). Or, la préservation de la qualité de la ressource en eau n'est pas facilement compatible avec le passage des crues dans l'île. En effet, les sédiments piégés dans les lacs détériorent la qualité des plans d'eau et les menacent d'eutrophisation (*ibid.*). L'amélioration du rôle tampon des lacs amont a été mis à l'étude pour limiter le dépôt de sédiments dans la réserve des Eaux Bleues (Burgeap, 2002). On envisage bien de restaurer le caractère inondable de l'île pour favoriser l'écrêtement et le maintien du milieu humide, mais cette mesure passe en second et se doit de ne pas accroître l'apport sédimentaire dans le Lac des Eaux Bleues. La réalisation de la seconde tranche de bassins de réalimentation de Crépieux-Charmy va même constituer une emprise supplémentaire sur le champ d'expansion des crues, emprise considérée comme négligeable compte-tenu de la prééminence de la vocation « eau potable ».

III.3.b. Le problème des échelles spatio-temporelles dans les politiques de gestion

Depuis une dizaine d'années, on enregistre les impacts des aménagements réalisés ces dernières décennies sur un milieu considéré alors comme stable. Les gestionnaires sont aujourd'hui confrontés à la complexité d'un hydrosystème fortement anthropisé et se heurtent au problème de la prise en compte des échelles de temps et d'espace.

Un des objectifs essentiels du Comité de pilotage de l'île de Miribel-Jonage est de promouvoir une mise en valeur globale et durable de l'eau. Dans cette optique, le canal de Miribel a dès le départ été intégré à la réflexion. Mais du fait de l'existence d'une coupure administrative forte entre les départements de l'Ain et du Rhône, de part et d'autre du canal, la rive droite n'a longtemps pas ou peu été prise en compte. Il y a donc inadéquation entre l'échelle de gestion et la réalité spatiale du système fluvial. Cette gestion, alors voulue « globale », reste partielle. A l'occasion du renouvellement de la concession du canal de Jonage à EDF, dans laquelle le canal de Miribel a été inclus, les collectivités de la rive droite se sont fédérées en un syndicat intercommunal pour défendre leurs intérêts. Ce syndicat est maintenant intégré au Comité de pilotage des îles, ce qui semble une évolution positive vers la prise en compte de la réalité spatiale de l'hydrosystème dans son ensemble.

En rive droite du canal de Miribel, on observait ces dernières années un hiatus entre la réglementation du risque constituée par le PSS du Haut-Rhône, approuvé en 1972 et basé sur la crue de 1928, et la réalité de l'aléa qui a augmenté. L'aggravation du risque était déplorée par les communes concernées, en particulier Niévroz et Thil, au moins depuis le début des années 1980 (Combe, 2001). Pourtant confirmée par les faits, notamment par la crue décennale de février 1990 qui, on l'a vu, dépassa les limites du lit majeur historique exceptionnel, la situation préoccupante de Thil est longtemps restée non reconnue par les pouvoirs publics et la réglementation. Bien que l'aléa dans sa nouvelle configuration ait récemment été pris en compte dans les Plans Locaux d'Urbanisme, et réactualisé par l'approbation de PPR, l'aggravation des inondations en rive droite n'a pas été officiellement constatée avant une période très récente. Jusqu'au début des années 2000, seule la contraction du champ d'inondation en rive gauche avait été enregistrée et étudiée (Combe, 2001).

Les différents acteurs ont désormais tous pris acte des nouvelles zones inondables. En 2004, face aux demandes répétées des élus de l'Ain et du Syndicat de défense des communes riveraines et suite à une étude identifiant l'évolution et ses facteurs d'explication (Combe, 2001), une étude a été commandée par la DIREN Rhône-Alpes pour envisager une amélioration de la situation des communes de l'Ain, en particulier la commune de Thil.

L'objectif est de protéger les enjeux de Thil qui sont actuellement les plus vulnérables, en cherchant à limiter l'inondation des zones urbanisées pour la crue décennale. Parallèlement, plusieurs scénarii sont envisagés afin de restaurer en partie la fonction d'écrêtement de l'île de Miribel-Jonage pour les crues moyennes, en particulier en augmentant le débit transitant par les brèches (BCEOM, 2006a et b). Les résultats fournis par le modèle hydraulique de BCEOM se sont montrés décevants quant aux améliorations pouvant être apportées en rive droite ; l'impact des premiers aménagements est ancien et les formes sont désormais bien fixées. Par ailleurs, on envisage de construire une protection rapprochée des zones urbanisées au moyen d'une digue calée au-dessus du niveau de la crue décennale, voire trentennale comme l'espère la commune, s'il est démontré que cela n'entraîne pas d'aggravation du risque par ailleurs. La construction d'une digue pose une fois de plus le problème du déplacement du risque vers l'amont et vers l'aval et suscite d'ailleurs l'inquiétude de la commune de Niévroz qui demande elle aussi à être protégée¹.

Cette coupure administrative et les conflits d'intérêt qui en découlent entraînent un manque de communication entre les acteurs, qui nuit à une vision globale des phénomènes. Cela contribue à la perte de mémoire de l'histoire des actions entreprises et de leur logique, qui a son tour vient aggraver la situation. L'impact des remblais sur les inondations en rive droite n'est ainsi plus évoqué. On semble avoir oublié que l'aménagement des îles devait nécessairement être compensé pour ne pas aggraver le risque d'inondation au nord du canal, et que cette compensation était l'objet principal des projets abandonnés depuis. Lorsque les communes de l'Ain ont été plus touchées qu'auparavant par les crues de 1981, 82 et 83, la diminution de l'écrêtement dans les îles n'a pas été rappelée. Les collectivités concernées ont attribué alors à tort l'aggravation des inondations à l'engravement du canal et ont obtenu la reprise des extractions avec l'appui du préfet de l'Ain. Aujourd'hui, elles semblent ignorer que les dysfonctionnements actuels sont dus en grande partie à cette mesure, et mettent en cause sans aucun fondement un envasement du chenal qu'elles attribuent à la faiblesse du débit réservé dans le canal. Les gestionnaires, quant à eux, évoquent seulement le rôle de l'incision du canal de Miribel et de l'auto-exhaussement de partie amont de la rive gauche qui en découle. L'incidence des remblais sur les conditions de mise en eau et leur contribution à l'aggravation du risque en rive droite du canal de Miribel n'est pas pointée.

¹ Entretien avec le maire de Niévroz le 10 juillet 2006.

Conclusion

La plaine du Rhône à l'amont de Lyon se caractérise par une très forte sensibilité naturelle aux inondations, qui se comprend à la lumière des héritages géomorphologiques. On a vu qu'une partie de la plaine est redevenue inondable au cours du Petit Age Glaciaire du fait de l'expansion et de l'aggradation de la bande active ; les très basses terrasses sur lesquelles se sont à l'origine implantés les villages de Niévroz, Thil et Vaulx-en-Velin sont de ce fait redevenues inondables. Du fait de l'histoire de la dynamique fluviale, l'hydrosystème est très réactif à toute perturbation climatique ou anthropique. Cela se répercute sur la contrainte fluviale : il suffit d'une faible augmentation des hauteurs d'eau pour que le champ d'inondation s'étende de façon notable car les différences de niveaux hérités, qui jouent un rôle dans la géométrie du champ d'inondation, sont extrêmement faibles. C'est ce qui explique l'extension contemporaine du champ d'inondation en rive droite du canal de Miribel.

L'évolution dissymétrique du champ d'inondation relève d'une même logique de vulnérabilisation par les actions humaines. La gestion des inondations dans ce secteur est confrontée au problème de la prise en compte du temps et de l'espace et des interactions complexes entre l'hydrosystème et l'urbanisation. La rive droite du canal de Miribel, dans sa partie amont, souffre d'un phénomène de marge institutionnelle et subit une aggravation du risque qui n'a longtemps pas été comprise à sa juste mesure par les différents acteurs. Le développement des enjeux de ce territoire du fait de la périurbanisation laisse penser que ce secteur est en train d'être intégré dans la logique urbaine puisqu'on envisage désormais la protection du village de Thil. Mais la préséance reste cependant accordée aux intérêts du Grand Lyon, qu'il n'est pas question de compromettre. Là encore, la situation est complexifiée du fait même de l'urbanisation : la multiplication des fonctions urbaines dévolues à la plaine entraîne un problème de compatibilité des usages et de définition des priorités. A l'heure actuelle, il ne semble pas que la gestion des inondations soit l'enjeu primordial. La diminution de la capacité d'écrêtement de la plaine de Miribel-Jonage ne paraît pas inquiéter outre mesure les acteurs de la gestion. Si l'importance de restaurer le pouvoir régulateur de la plaine vis-à-vis des crues a été soulignée par l'Etude Global Rhône, elle n'est pas mentionnée par le PPRI du Grand Lyon qui vient d'être approuvé. Cette question n'aurait pas été relayée à l'échelle locale, ce qui tend à confirmer le peu d'inquiétude de Lyon vis-à-vis de ses fleuves, dont elle valorise la présence après les avoirs longtemps oublié. L'Etat et les régions ont certes remis la problématique des inondations sur le devant de la scène rhodanienne, mais Lyon semble tarder à sortir de son sommeil et à prendre au sérieux l'existence du risque. Celui-ci est difficile à appréhender du fait de l'interaction complexe des nombreux facteurs qui le déterminent, mais il n'en reste pas moins réel.

Conclusion générale

L'approche développée permet de territorialiser le risque et fait ressortir l'importance de la variabilité spatio-temporelle de l'aléa et de la vulnérabilité du fait de l'interaction complexe des dynamiques naturelle et urbaine. Appliquée à l'espace du « Y lyonnais », elle confirme la pertinence de la démarche géohistorique et systémique globale comme clé de lecture de la complexité du risque, qui enrichit l'équation classique fondée sur le binôme aléa/vulnérabilité. Les deux composantes principales du risque sont appréhendées comme des sous-systèmes en interaction ; elles évoluent, et cette évolution dépend des pas de temps et des échelles considérés. En plus de cela, la définition classique de l'aléa, basée sur l'hydrologie, est enrichie par la prise en compte de l'aléa géomorphologique. Le cas lyonnais corrobore l'hypothèse du rôle joué par l'évolution de l'enveloppe physique de la crue, selon deux échelles de temps emboîtées : sur le temps long, l'aléa évolue du fait de l'ajustement du système fluvial aux variations hydroclimatiques, et interagit avec les dynamiques de peuplement ; à un pas de temps plus court, l'aléa est modifié par effet d'impact des perturbations anthropiques.

La démonstration permet ainsi de nuancer la lecture traditionnellement admise de la construction urbaine des vieilles villes fluviales, qui auraient progressivement domestiqué leur cours d'eau. La conquête de l'espace du fleuve par la ville n'est pas linéaire mais est au contraire rythmée par des interactions entre le milieu fluvial et la société.

Le concept de crise et son alternance avec des phases d'accalmie sont ici essentiels. Dans les périodes de calme hydrologique, au cours desquelles la contrainte fluviale est moins prégnante, on observe une tendance à la conquête du corridor fluvial. Nous avons ainsi vu que le peuplement des terres basses à l'Antiquité, certes motivé par des considérations socio-économiques, a été rendu possible par l'atténuation de la contrainte d'inondation liée à la métamorphose du paysage fluvial dans une période de calme hydrologique. De la même façon, l'absence de crue forte dans la deuxième moitié du XXe siècle a très probablement favorisé le développement des enjeux urbains au sein du lit majeur. On assiste alors à une vulnérabilisation par les actions humaines, à l'échelle du risque et à l'échelle plus vaste du bassin versant, qui fragilise en sourdine le système du risque. D'une part, la vulnérabilité est potentiellement plus forte puisque les enjeux exposés sont plus nombreux ; d'autre part, l'aléa a évolué car l'urbanisation modifie et déplace le risque.

Le retour à une période de crise hydroclimatique, ou, sur un temps plus court, la survenue d'un événement de crue important après une période plus ou moins longue marquée par l'absence de crue forte, matérialise alors l'aggravation du risque à travers l'endommagement et suscite une réaction de la part de la société. Le cas du basculement hydraulique du canal de Miribel est ici exemplaire : quelques années après la mise en service de l'ouvrage, la commune de Vaulx-en-Velin enregistre une aggravation des inondations et demande à être protégée, protection que l'Etat accorde pour compenser l'impact aggravant de l'aménagement. A un pas de temps plus long et à l'échelle du bassin versant, la péjoration hydroclimatique du Petit Age Glaciaire a entraîné une métamorphose du paysage fluvial qui s'est traduite par l'expansion et l'aggradation de la bande active et le durcissement de la contrainte naturelle : une partie de la plaine est redevenue inondable et les crues ont été plus violentes et plus fréquentes. Les édiles ont cherché à protéger les enjeux situés dans le lit majeur par la mise en œuvre de réponses hydrauliques de plus en plus affirmées. La logique de l'urbanisation est entrée en conflit avec la dynamique fluviale, ce qui s'est traduit par des interactions entre ces deux systèmes. On peut distinguer deux logiques :

- La nécessité de protéger les enjeux existants qui se trouvent plus durement exposés qu'auparavant. Les réponses apportées consistent à fixer et à exhausser les berges par la construction de quais et de digues et par des remblais urbains, pour stabiliser le tracé du fleuve et limiter les débordements.

- Le besoin de conquérir de nouvelles terres pour répondre à une pression foncière de plus en plus importante. Lyon repousse le confluent et franchit le Rhône pour s'installer dans le lit majeur alors même que le fleuve est dans une phase d'expansion de la bande active. En d'autres termes, la crise foncière a coïncidé avec une crise hydrologique, d'où des interactions très fortes entre la ville et le fleuve. Le développement des moyens techniques et financiers (la possibilité de mobiliser des capitaux importants) va permettre de contraindre le fleuve, mais sans pour autant supprimer complètement le risque.

Dans ce contexte, la survenue des deux inondations catastrophiques successives de 1840 et 1856, causées par des crues qui sont les dernières manifestations paroxystiques de la crise hydroclimatique du Petit Age Glaciaire, marque une rupture dans la relation de la ville avec le fleuve. A Lyon comme dans de nombreuses vieilles villes fluviales, le milieu du XIXe siècle constitue un tournant dans la politique de gestion des inondations en précipitant (au double sens du terme comme nous l'avons déjà souligné) la volonté d'affranchir les villes de la contrainte fluviale et en suscitant un consensus entre la position de l'Etat et celle de la ville. La protection des enjeux urbains devient prioritaire aux yeux de tous, du moins aux yeux de ceux qui détiennent le pouvoir de décision. Les modalités de gestion et les aménagements alors mis en œuvre sont autant d'héritages qui vont durablement influencer le risque d'inondation au sein du « Y lyonnais ».

A l'échelle du bassin versant, les actions humaines ont un effet direct et indirect sur l'aléa en modifiant les entrées sédimentaires et les volumes ruisselés, et en agissant sur les conditions du transit des débits solides et liquides. L'enveloppe physique de la crue est modifiée par l'ajustement du système fluvial, le débit de pointe et les conditions de mise en eau sont transformées. L'impact anthropique concerne donc à la fois l'aléa hydrologique et l'aléa géomorphologique. Les actions mises en œuvre peuvent agir dans le sens d'une réduction ou d'une aggravation, et souvent ces deux aspects sont les versants d'une même réalité : une amélioration locale déplace le risque d'une rive à l'autre ou d'amont en aval (voire d'aval en amont dans le cas des remous liés aux aménagements). Par exemple, la construction de la digue en terre des Brotteaux en 1837-1839 induit une aggravation de la submersion dans le village de Vaulx-en-Velin ; de la même façon, la multiplication des remblais industriels au sud de Lyon à partir de la fin du XIXe siècle a rapidement provoqué un exhaussement des hauteurs d'eau dans les parties non remblayées de la plaine, ce qui est prouvé par la comparaison du niveau des crues de 1856 et 1957 à La Mulatière. Sur un secteur donné, les tentatives de réponse apportées par la société agissent soit en tant que rétroaction positive et atteignent l'objectif visé, à savoir réduire le risque, soit en tant que rétroaction négative lorsqu'elles ont l'effet inverse de celui escompté et entraînent une aggravation du risque. L'effet positif ou négatif dépend d'ailleurs souvent de l'importance de la crue considérée. Le sentiment de sécurité absolue apporté par les digues et l'effet aggravant en cas de surverse ou de rupture de ces dernières est un bon exemple. Si les digues conservent une revanche sur le niveau de la crue, le risque se trouve localement supprimé (du moins en ce qui concerne les débordements directs) ; en revanche, lorsque la protection se montre défaillante, comme sur la rive gauche du Rhône en 1840 ou en 1856 par exemple, l'endommagement est d'autant plus fort que les enjeux se sont multipliés en arrière des ouvrages et que la différence de niveau entre le plan d'eau et les terres jusque-là abritées entraîne la formation de courants violents et dévastateurs. Le cas des extractions massives pratiquées dans le canal de Miribel au milieu des années 1980 est lui aussi riche d'enseignements. Alors que les dragages ont été décidés afin d'abaisser la ligne d'eau et réduire les inondations en rive droite du canal de Miribel, cette mesure a au contraire accentué le phénomène de déconnexion de la rive gauche et augmenté la perte d'écrêtement de cette dernière, ce qui a accentué le report de l'onde de crue sur la rive droite. Au lieu de diminuer, l'aléa inondation s'est aggravé et le risque a augmenté.

L'étude du cas lyonnais permet de confirmer une de nos hypothèses de départ : il est possible de redéfinir le gradient ville-campagne par rapport à l'inondation par la mise en évidence d'un gradient pôle d'activité-pôle de passivité. L'urbain se caractérise par la faculté à se doter des conditions matérielles et perçues de la sécurité. La pérennité de la protection dépend de la préservation des champs d'inondation situés à l'amont, ce qui impose de maintenir l'inondabilité des espaces ruraux ; ces derniers subissent alors l'inondation pour protéger l'urbain. Alors que l'urbanisation se diffuse dans la plaine et que la distinction entre rural et urbain s'atténue, l'héritage des politiques de gestion mises en œuvre depuis le milieu du XIXe siècle reste présent et contribue à différencier les territoires.

La politique de gestion des inondations au sein du « Y lyonnais » implique ainsi trois groupes d'acteurs : ceux qui sont intéressés dans la logique urbaine de protection, qui détiennent le pouvoir économique et décisionnel ; ceux qui défendent les intérêts des territoires situés sur les marges de l'agglomération, qui subissent l'inondation et déplorent souvent d'être sacrifiés au profit de la ville ; et enfin l'Etat et ses services déconcentrés, qui arbitrent les choix des décisions à mettre en œuvre au nom de l'intérêt général. En définitive, la gestion du risque d'inondation résulte de l'interaction entre deux champs de force : les édiles urbains d'une part, marqués par une conception fermée et traditionnelle du rempart de protection, à l'image du rempart de protection contre l'ennemi, et l'Etat d'autre part, qui introduit une vision plus moderne de la gestion des inondations menée à l'échelle du bassin versant. Le troisième groupe d'acteurs reste dépendant des décisions prises par les deux premiers.

Cependant, la position de l'Etat est complexe et ambiguë. La priorité accordée à la protection des enjeux urbains s'est parfois faite au détriment de la gestion du risque à l'aval. Ainsi, lorsque le Service Navigation s'inquiète de l'impact des remblais massifs réalisés dans le couloir de la chimie, c'est uniquement la situation lyonnaise qui est considérée, et non le risque d'aggravation plus en aval dans la vallée du Rhône. En plus de cela, l'enjeu de la gestion du risque d'inondation est compromis par l'existence d'une autre logique considérée comme prioritaire : celle du développement économique et urbain. L'attitude paradoxale de l'Etat est illustrée par l'existence de conflits entre deux services aux missions parfois contradictoires : les Directions Départementales de l'Equipement (qui ont remplacé le Service Ordinaire), chargées de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme, cherchent à favoriser la croissance économique et l'urbanisation du corridor fluvial, tandis que le Service Navigation (anciennement Service Spécial du Rhône et de la Saône), en tant que gestionnaire du domaine public fluvial, a la responsabilité de préserver le bon écoulement des crues et de ne pas aggraver le risque dans le corridor fluvial. Des conflits entre les deux services se sont manifestés à plusieurs reprises en différents points du « Y lyonnais » :

- Dans le sud de l'agglomération, lors du développement de Gerland au début du XIXe siècle, puis lors du développement industriel du couloir de la chimie, au sujet de la multiplication des remblais.
- Sur le Rhône dans la traversée de Lyon, ce dans le cadre de la construction de l'axe nord-sud et de l'autoroute de sortie nord
- Sur la Saône au sujet de l'emprise de la route nationale 433 et du chemin départemental 51, et au sujet du développement des communes de Parcieux et Quincieux.
- A l'amont de Lyon lors de la construction de l'A42, où il s'agissait de garantir l'efficacité de la protection apportée par le remblai de l'ouvrage, tandis que la DDE a autorisé la création de passages inférieurs sous ce dernier. A Vaulx-en-Velin, c'est l'Etat qui a autorisé l'urbanisation massive du lit majeur alors même que

l'approbation du PSS du Haut-Rhône quelques années plus tard réaffirmait le caractère inondable de la commune.

La priorité donnée à la protection des enjeux urbains au détriment des espaces ruraux voisins suscite l'opposition des communes situées sur les marges. Ces dernières se voient refuser la protection au nom de la loi de 1858 jusqu'à ce qu'elles soient suffisamment intégrées à l'espace urbain, moment à partir duquel l'Etat consent des mesures de défense contre les inondations, moins complètes au demeurant que dans le cœur urbain, afin de ne pas déplacer le risque et de ne pas menacer l'efficacité du système de défense de la ville. On peut à ce titre distinguer différents sous-systèmes en fonction de leur proximité vis-à-vis de l'agglomération :

- Le cœur urbain, entendu ici comme la ville *intramuros*, qui bénéficie d'une protection ancienne et importante, considérablement renforcée au milieu du XIXe siècle au prix de travaux importants et coûteux.
- Les espaces situés sur les franges de la ville du XIXe siècle, qui sont progressivement intégrés dans la logique urbaine et bénéficient à ce titre d'une protection. Le rempart de protection est prolongé vers l'amont et vers l'aval, mais la revanche de l'endiguement est plus faible que dans le cœur historique. On protège d'abord les anciens faubourgs lyonnais : les marges de Vaise (le quartier de l'industrie, exclu du système de protection du plan Kleitz par crainte de l'inondation à partir de la gare d'eau) et Gerland. Puis le rempart est prolongé vers l'aval successivement à Saint-Fons et dans le couloir de la chimie, et vers l'amont à Villeurbanne et Vaulx-en-Velin.
- Les territoires situés sur les marges du « Y lyonnais », longtemps restés à dominante rurale, n'ont pas bénéficié de l'endiguement et restent inondables : le Val de Saône, la plaine de Miribel-Jonage, le Vieux-Rhône de Vernaison. Par endroits, des remblais ont permis de s'affranchir en partie de la contrainte fluviale, mais le niveau de protection atteint est sans commune mesure avec celui en vigueur dans l'agglomération. Ces secteurs constituent des champs d'expansion des crues dont la préservation est un enjeu pour la protection des intérêts urbains situés à l'aval. Mais la diffusion de l'urbanisation a entraîné le développement des constructions qui sont autant d'emprises soustraites aux volumes stockables. Au sein de ces secteurs, on envisage aujourd'hui la possibilité de mettre en place des mesures de protection localisées contre les crues moyennes au droit des villages les plus touchés, mais le choix d'établir une protection, même modeste, ne sera fait que s'il est démontré que cela n'aggraverait pas la situation à l'aval.

Le secteur de Miribel-Jonage occupe un statut particulier : tandis qu'on observe une contraction très nette des zones inondables en rive gauche du canal de Miribel, les communes de Niévroz et Thil, en rive droite, connaissent une augmentation importante du risque liée à une aggravation de l'aléa, dont les limites excèdent largement celles du lit majeur historique avant aménagement. Cette sensibilité s'explique par l'interaction des héritages géomorphologiques et des perturbations anthropiques (Bravard et Combe, 2007). Au XIXe siècle, la plaine de Miribel-Jonage était un secteur de tressage marqué par une forte expansion de la bande active et des débordements très fréquents du fait de l'aggradation du fond du lit. On a vu qu'au cours du Petit Age Glaciaire, les villages de Niévroz et Thil, qui s'étaient installés dans une période de calme hydrologique sur des terrains alors à l'abri des crues, sont devenus inondables car la bande active a mordu sur les basses terrasses holocènes. Dans ce contexte, les perturbations apportées par les actions humaines à partir du milieu du XIXe siècle ont provoqué une aggravation importante des inondations (*ibid.*). Une aggravation des hauteurs, même faible, a entraîné l'inondation d'une surface beaucoup plus étendue. Vaulx-en-Velin a été protégée par l'endiguement, des

terrains ont été remblayés en rive gauche ou en rive droite à Miribel ou Neyron par exemple, mais Thil et Niévroz, qui sont longtemps restées des communes essentiellement rurales, n'ont pas bénéficié de telles mesures de protection.

En plus de cela, ce secteur pâtit d'un phénomène de marge administrative. Le canal de Miribel constitue la limite entre le Grand Lyon et le département du Rhône en rive gauche, et le département de l'Ain en rive droite. Les communes sont ainsi exclues du territoire officiel du Grand Lyon, dont elles dépendent en réalité du fait du développement de la périurbanisation, même si elles cherchent à affirmer leur différence en revendiquant leur vocation agricole. Dans le même temps, elles restent en bordure du département de l'Ain, éloignées des intérêts de la ville-préfecture qu'est Bourg-en-Bresse. Cela n'a pas forcément signifié un désintérêt complet de la part du département de l'Ain : rappelons que c'est à la suite d'une demande préfectorale que les extractions massives ont été décidées dans le canal de Miribel au milieu des années 1980, dans l'idée d'abaisser la ligne d'eau, mais également de relocaliser les extracteurs de la Saône suite à l'interdiction ministérielle des dragages dans le lit de la rivière.

Comment expliquer la disparition de l'enjeu de la protection de Lyon du domaine de préoccupation des acteurs locaux et de l'Etat ? Quelles sont les raisons de la quiétude de la ville, qui contraste avec l'importance accordée à cette question au milieu du XIXe siècle et avec les revendications observables sur les marges ? La démonstration a permis d'identifier plusieurs facteurs d'explication de cette évolution :

Au cours du XIXe siècle, la ville a fortement investi dans la protection du cœur urbain. Suite aux inondations de 1840 et 1856, elle a consenti un effort financier considérable pour se doter des moyens de la protection, réelle et perçue. Le tandem formé du sénateur Vaïsse, maire de Lyon et bras droit de Napoléon III, et de l'ingénieur en chef de la Ville G. Bonnet, va s'employer à concevoir et mettre en œuvre un dispositif de protection complémentaire des travaux hydrauliques encadrés par l'ingénieur d'Etat Kleitz. L'urbanisation a ensuite entraîné le prolongement du rempart le long des nouveaux quartiers, en dépit des craintes du Service Spécial quant à la menace que cette réduction supplémentaire du champ d'inondation faisait peser sur l'efficacité de la protection établie suite à la loi de 1858. L'attitude des édiles urbains traduit d'ailleurs le fait que les acteurs locaux ne raisonnent pas à l'échelle du bassin versant et conçoivent le milieu naturel et la contrainte hydraulique de façon stable, sans envisager que l'aménagement du corridor fluvial puisse aggraver ou déplacer le risque. Les riverains ne semblent pas avoir conscience que la protection acquise au milieu du XIXe siècle n'est pas absolue ni définitive. Cela pose la question de la limite de la protection structurelle : cette dernière procure un sentiment de sécurité complète alors que le système de défense peut être pris en défaut par un mauvais entretien des ouvrages, par l'augmentation des hauteurs d'eau du fait de l'évolution des conditions de propagation des crues ou encore par la survenue d'un événement exceptionnel supérieur aux crues de projet. Ce sentiment de sécurité, conforté par l'absence de forte crue dans la deuxième moitié du XXe siècle, va favoriser l'oubli de la menace des crues et la perte de conscience du risque, et encourager le développement urbain au sein de la plaine.

Tout se passe comme si la ville estimait qu'elle avait assumé ses responsabilités par l'acquisition d'un dispositif de protection contre les crues, et que la question était ainsi résolue, la gestion du risque étant désormais du ressort de l'Etat.

Par la suite, les lyonnais ont progressivement oublié l'existence du système de défense et le fait qu'une partie de la ville est établie dans le lit majeur des fleuves. On a vu que la plupart des aménagements de protection s'inscrivent dans un mouvement de modernisation de la ville : modernisation de la desserte viaire que l'on place au-dessus du niveau des crues au moyen de remblais ou sur la crête même des quais et des digues, reconstruction des ponts, mise en place d'un système d'assainissement pour l'évacuation des eaux usées et pluviales en aval de la ville, approfondissement du chenal navigable. Les aménagements du dispositif de protection ont été intégrés au paysage et au fonctionnement urbain, et leur rôle de protection vis-à-vis des crues s'est trouvé effacé, masqué par les autres fonctions urbaines qu'ils remplissent et occulté par l'absence de crue forte. Cet oubli est favorisé par l'effet du barrage de Pierre-Bénite qui a créé un plan d'eau au niveau relativement stable qui ne traduit plus les variations de hauteur entre les basses eaux et les petites crues.

Dans la deuxième moitié du XXe siècle, la problématique des inondations a été occultée par la priorité donnée au développement économique, dans une période qui coïncide avec une phase de calme hydrologique, où la mémoire des crues n'est pas réactivée par les caprices du fleuve. L'aménagement du Rhône et de la Saône réalisé des années 1950 à la fin des années 1980, qui n'a pourtant pas vocation à réguler les crues, est ainsi perçu à tort comme un facteur de réduction de l'aléa. On assiste dans cette période à une évolution du mode de gestion du risque : le principe de l'endiguement du cœur urbain associé à la préservation de la capacité d'étalement des crues au sein du lit majeur situé sur les marges a été remplacé par l'édification de remblais au sein du lit majeur qui devaient être compensés par l'approfondissement de la voie d'eau. Suite à la récession économique liée aux chocs pétroliers, l'Etat s'est progressivement désengagé des projets d'aménagement du territoire en cours, par souci d'économie des finances publiques. Dès lors, peut-on avancer que plus personne ne semble s'être soucieux d'améliorer ou de garantir la protection de Lyon contre les crues jusqu'à une date récente, et certaines mesures destinées à compenser les effets de l'urbanisation n'ont pas été mises en œuvre, en particulier dans la plaine de Miribel-Jonage ?

Alors que la problématique des inondations semble avoir disparu des préoccupations des gestionnaires, des décideurs et de la population, le développement des actions humaines à l'échelle du bassin versant et sur l'espace du risque, en lit mineur et en lit majeur, a complexifié le système du risque : d'une part la courbe de la vulnérabilité potentielle augmente au sens où les enjeux se multiplient au sein de la plaine historiquement inondable et d'autre part l'aléa est modifié. La quiétude de la ville contraste avec les revendications des marges qui subissent l'inondation et connaissent même dans certains cas une aggravation des inondations. L'augmentation du risque provoque la réaction des populations concernées qui cherchent à obtenir une meilleure protection. Cela se traduit par des conflits entre les acteurs et les populations exposées qui ont le sentiment d'être sacrifiées au profit des intérêts urbains.

Le retour d'événements de crue importants en Europe et dans le bassin du Rhône (mais non à Lyon) a matérialisé l'aggravation du risque et a entraîné la réactivation de la problématique de gestion des inondations. Dans ce contexte de recrudescence des crues fortes, auquel s'ajoute l'incertitude liée au changement climatique qui fait craindre la survenue d'événements plus fréquents et plus importants, les acteurs se mobilisent pour adapter la politique de gestion à la situation actuelle.

On retrouve ici le rôle déterminant des crises dans l'évolution des politiques de gestion. La succession d'événements dommageables depuis le début des années 1990, dont le caractère catastrophique s'explique en grande partie par l'impact des actions humaines, provoque une réaction de la société. Comme au milieu du XIXe, l'évolution de la politique

de gestion est motivée par la prise de conscience de la limite de la protection structurelle. Ce qui a changé cependant, c'est que le corridor est aujourd'hui en grande partie occupé. Ceci signifie que le risque ne peut pas être supprimé, et ce pour deux raisons principales. Premièrement, il n'est pas possible de réduire suffisamment l'aléa au droit des secteurs à enjeux par un étalement ou un stockage des crues à grande échelle, car on ne dispose plus des terrains nécessaires. Il n'est plus possible, contrairement à ce qui fut instauré par la loi de 1858, d'imposer l'inondation des champs d'expansion des crues car ces derniers abritent aujourd'hui de nombreux enjeux liés à l'urbanisation. La restauration des champs d'inondation nécessite l'accord des acteurs locaux. On touche ici au deuxième changement majeur : la vulnérabilité a fortement augmenté en lien avec l'expansion de l'urbanisation. Il y a plus de territoires à enjeux forts, et ces enjeux sont plus vulnérables du fait de la multiplication des échanges et de la complexité grandissante de l'urbanisation.

L'enjeu de la politique actuelle est donc triple :

- enrayer la tendance à l'aggravation du risque en contrôlant le développement des activités humaines au sein du lit majeur pour éviter la multiplication des enjeux exposés et pour éviter d'aggraver l'aléa en préservant la capacité de stockage des champs d'inondation et en veillant à la sécurité des ouvrages de protection.
- réduire le risque, dans la mesure du possible, en adaptant les activités humaines à la contrainte fluviale, en restaurant l'inondabilité des secteurs agricoles, en développant des mesures de protection localisées (digues, recalibrage du fleuve, création de bassin de retenue). Sachant cependant que la densité de l'occupation du bassin versant du Rhône limite la possibilité de recourir à la régulation du débit par le stockage des crues ou aux mesures de protection directe contre l'aléa à une échelle importante : il faut veiller à ne pas déplacer le risque.
- Favoriser le consensus des différents acteurs autour de la question des inondations. L'heure semble être à la concertation et au risque négocié. La question est épineuse, bien que chacun semble reconnaître la nécessité de composer avec le risque. C'est là tout le problème et tout l'enjeu : quel est le niveau de risque acceptable ? Et est-ce que les différents acteurs vont consentir à assumer chacun une part de l'effort de gestion au nom de l'intérêt général ?

Au terme de notre analyse, quel bilan peut-on faire de la situation actuelle de l'agglomération lyonnaise face au risque de crue du Rhône et de la Saône ? Lyon est-elle une ville à risque ? La façon dont l'Etat et les acteurs locaux envisagent le risque est-elle complète au regard des héritages géomorphologiques et anthropiques et à la lumière des expériences pragoise et parisienne ?

Parvenir à un tel diagnostic est une tâche complexe du fait même de la variabilité spatio-temporelle des composantes du risque et de leurs interactions. L'approche géohistorique et systémique nous a permis d'apporter des éléments de réponse et de souligner les points noirs et les incertitudes à prendre en compte dans l'équation du risque. Cette dernière ne peut s'appréhender pleinement sans un raisonnement multiscalair qui permette de jouer sur les échelles de temps et d'espace afin de saisir le risque dans toute sa complexité. L'enjeu est de comprendre les tenants et les aboutissants des dynamiques actuelles, « naturelles » et sociétales, à la lumière des héritages qui jouent un rôle actif dans la configuration du risque actuel ; la démarche permet d'apporter des éléments de prospective sur la base de la connaissance des évolutions passées et en cours. Elle permet également un retour sur les effets des politiques de gestion mises en œuvre et sur le contexte d'élaboration de ces dernières. Néanmoins, nous ne prétendons pas ici à

l'exhaustivité, et le bilan présenté reste provisoire et en partie théorique : seule la survenue d'un événement extrême aura l'autorité d'un fait avéré.

A l'échelle du bassin versant, les volumes ruisselés ont dans l'ensemble augmenté du fait de l'imperméabilisation des sols et de la modification des pratiques agricoles, ce qui reste cependant difficilement quantifiable, mais tout de même avéré sur la Saône. Les barrages-réservoirs semblent avoir un effet presque nul lors des grandes crues ; l'Etude Globale Rhône a montré que les barrages de Génissiat et de Vouglans peuvent potentiellement jouer un rôle régulateur sous certaines conditions et dans une certaine mesure, mais il existe un problème de compatibilité des usages des retenues et de définition de l'ordre des priorités. La retenue de Vouglans peut-elle être considérée comme un des éléments du dispositif de protection de Lyon et de l'aval par l'écrêtement des pics de crue de l'Ain, dont on sait le rôle déterminant dans la formation des crues fortes à Lyon ? Pour l'instant, il n'y a pas de revendication de l'aval quant à une fonction d'écrêtement du barrage, et EDF affirme la priorité de la production hydroélectrique. Cela pose la question de la définition de l'ordre des priorités entre la gestion des inondations, la qualité et la quantité d'eau (eau potable et gestion de la pénurie), la production hydroélectrique, vocation première des ouvrages, et le tourisme. Les effets attendus du changement climatique vont très probablement accentuer le problème de l'incompatibilité des usages des retenues : comment concilier la gestion des fortes crues et de la pénurie ? Il est indispensable de constituer une réserve pendant la période de hautes eaux en prévision des pénuries estivales, tandis que la fonction d'écrêtement implique de maintenir une tranche utile au stockage des crues. Les deux fonctions sont conciliables pour les crues d'automne et d'hiver, mais le problème se pose au printemps : il faudrait à la fois qu'un volume important soit stocké mais qu'une partie suffisante des débits de crue soit stockable si une crue tardive survenait.

Par ailleurs, les volumes stockés dans la plaine d'inondation lors des grandes crues ont diminué du fait de l'emprise des constructions, de l'artificialisation des conditions de mise en eau par les barrages au fil de l'eau et par les aménagements formant obstacle à l'écoulement des crues dans la plaine, ainsi que par l'ajustement fluvial aux perturbations anthropiques (incision du lit mineur par tarissement du débit solide du fait des extractions de gravier, du piégeage de la charge solide dans les retenues et de la végétalisation des versants en altitude ; comblement du lit majeur par sédimentation fine). La fonction naturelle du laminage des crues a donc diminué, ce qui provoque très probablement une augmentation du débit de pointe, une accélération du transfert de l'onde de crue et une aggravation du risque de concomitance des pics de crue du Rhône et de ses affluents. L'augmentation de la débitance du chenal par approfondissement du lit et la contraction du champ d'inondation sont localement perçus comme des facteurs d'amélioration (ce qui est à nuancer si l'on considère l'impact de l'incision du canal de Miribel sur l'aléa en rive droite), mais ils contribuent à aggraver le risque à l'aval. Il faut donc jouer sur les échelles pour définir une gestion optimale, et intégrer l'évolution dynamique de l'hydrosystème. L'amélioration de la connaissance en matière de prévision et d'anticipation de l'hydrogramme de crue est un enjeu pour optimiser la gestion hydraulique des ouvrages et améliorer l'alerte. Sur la Saône, il s'agit de mieux anticiper l'onde de crue pour abaisser les barrages de navigation et réduire l'augmentation des crues juste débordantes ; sur le Rhône amont, la modification des consignes d'exploitation des barrages de la CNR permettrait d'augmenter les volumes stockés dans les Vieux-Rhône et de ralentir le transfert de l'onde de crue.

Dans l'ensemble, le transfert des masses d'eau est accéléré et les débits de pointe augmentent vers l'aval. Face à ces perturbations anthropiques, Lyon semble relativement épargnée comparée aux villes du Rhône aval qui ont payé un lourd tribut à l'urbanisation de

la plaine depuis le début des années 1990. Il semblerait que l'agglomération lyonnaise, du fait de sa position à l'amont du corridor du Rhône le plus aménagé et de l'importance du système de défense contre les crues, soit moins concernée par l'augmentation du risque que les villes du Rhône aval, qui subissent par ailleurs les effets des aménagements réalisés à Lyon. Mais aucune crue notable n'est survenue à Lyon depuis plus de cinquante ans, depuis que les enjeux se sont multipliés sur les marges ; celles-ci sont moins bien protégées et constituent les points noirs du système du risque actuel à Lyon. En plus de cela, il convient de souligner un certain nombre d'éléments qui posent question quant à la sécurité de la ville.

Sur l'espace du risque, le système de défense apporte une amélioration notable mais il comporte des lacunes et n'est pas infaillible en cas de crue exceptionnelle, supérieure au maximum historique connu.

La protection contre les débordements du Rhône est relativement efficace dans la ville *intramuros* et dans le couloir de la chimie, en particulier en rive gauche du canal de fuite de la CNR. Pour une crue millénaire, ces secteurs seraient à l'abri des débordements du Rhône grâce à l'endiguement et à l'approfondissement du lit du Rhône ; sur le Rhône aval, l'importance du volume dérivé dans le canal de fuite de Pierre-Bénite contribue à fortement réduire l'importance de l'aléa. Dans ces secteurs, le risque de rupture de digue est faible car les ouvrages sont larges et imperméabilisés, d'autre part l'importance du remblai urbain en arrière des ouvrages réduit l'écart entre la crête des ouvrages et le niveau du terrain situé en arrière. Cependant, les inondations indirectes n'ont pas été complètement supprimées ; en l'état actuel des connaissances, il n'est pas possible d'établir un diagnostic précis de l'importance de ce type de risque car il reste pour l'instant moins bien connu. On sait cependant que l'inondation par remontée de la nappe reste possible malgré l'amélioration apportée par les drains de la CNR ; les remblais ont permis de surélever les constructions mais ils ne sont pas tous insubmersibles. En plus de cela, la multiplication des aménagements en sous-sol complexifie la situation. Par ailleurs, les gestionnaires de réseaux ont été peu impliqués lors de l'élaboration du PPR, contrairement à ce qui a été fait à Paris, et la vulnérabilité liée à ces enjeux reste elle aussi mal connue. Or, comme l'a souligné M. Reghezza à propos du cas parisien (2006), ce point est essentiel à l'échelle d'une grande agglomération et devrait être un des enjeux de la gestion du risque à venir.

Par ailleurs, pour les crues caractéristiques envisagées par les gestionnaires, la protection de l'agglomération présente des lacunes à partir desquelles l'inondation reste possible. Le centre historique lyonnais reste exposé à une crue très forte de la Saône. Les extrémités du rempart édifiées au XXe siècle sont vulnérables en cas d'événement supérieur à la crue centennale ou bicentennale : Vaulx-en-Velin, les terrains de la Cité Internationale, les quartiers de Vaise et de Gerland. Les digues, les remblais et l'approfondissement du chenal par les dragages ont amélioré la situation dans la traversée de la ville mais ils ont apporté un sentiment de sécurité absolue alors qu'ils ne sont pas infaillibles. Ces zones potentiellement exposées constituent pourtant des enjeux essentiels dans la stratégie actuelle de développement de l'agglomération qui ne semble pas envisager d'amélioration de la protection à l'heure actuelle. Les quartiers historiques du Vieux Lyon et de la Presqu'île revêtent une valeur patrimoniale précieuse pour une ville classée au patrimoine mondial de l'Unesco et qui mise sur l'ouverture internationale et le tourisme. A ce titre, le pôle tertiaire prestigieux de la Cité Internationale constitue également une vitrine pour l'agglomération. Les vieux quartiers industriels de Gerland et de Vaise sont pour leur part en cours de requalification et sont destinés à accueillir le développement futur de l'agglomération alors qu'ils restent inondables en cas de crue exceptionnelle.

A Vaulx-en-Velin, la mise en œuvre du PPR a révélé une situation paradoxale : la municipalité et les habitants pensaient que les digues avaient apporté une solution définitive

à la question des inondations. Pour s'affranchir de la contrainte du fleuve, la commune avait d'ailleurs consenti un investissement financier important au milieu du XXe siècle. La sécurité de la ville aurait dû être garantie par le doublement de la ligne de protection au moyen de la ceinture autoroutière construite par l'Etat dans les années 1980. A l'époque, l'Etat s'était engagé à adapter les caractéristiques de l'ouvrage à cette exigence. Or, la réactualisation de la connaissance du risque menée ces dernières années a révélé les lacunes du dispositif, ce qui est inquiétant au vu de l'importance des enjeux situés en arrière des ouvrages. Le zonage du PPR affiche l'existence du risque sur le territoire de la commune, assorti des contraintes spécifiques liées à la proximité des digues et au risque de rupture. Face à cela, les riverains estiment que l'Etat doit respecter son engagement initial de supprimer la contrainte de l'inondation. Ils considèrent qu'il est contradictoire et doublement contraignant de devoir supporter la servitude liée au débordement direct et au risque de rupture de digue sur un même secteur. Vraisemblablement, la protection de ce secteur va être une des priorités de l'Etat dans les années à venir ; il est déjà prévu de renforcer la deuxième ligne de défense.

On a vu que la question de la vulnérabilité de la ville reste posée en cas de survenue d'une crue exceptionnelle de l'Ain, du Rhône et de la Saône, qui verrait coïncider le pic de crue du fleuve et de ses affluents. Cela pourrait donner un débit remarquable sur le Rhône aval et poser des problèmes de remous sur la Saône dans la traversée de la ville. Quelle est la probabilité, même très rare, d'un tel scénario et quelles en seraient les conséquences ? L'étude de la bibliographie prouve que ce cas de figure ne peut pas être complètement exclu, d'autant plus que le transfert de l'onde de crue du Rhône et de la Saône est très probablement accéléré pour les raisons que nous avons expliquées. Les événements survenus en Europe centrale en 2002 ont de surcroît confirmé que des crues exceptionnelles n'ayant encore jamais été observées sont possibles. En plus de cela, l'incertitude liée au changement climatique impose de considérer la question avec sérieux. Mais ce scénario n'a pas été envisagé lors de l'élaboration du PPR du Grand Lyon ; la modélisation utilisée pour déterminer l'aléa est basée sur l'alternance du pic du Rhône et de la Saône (le Rhône monte puis s'abaisse pour laisser passer le flot de la Saône, avant de remonter une fois que la pointe de la rivière s'est écoulée). Or la question a réellement son importance et mériterait d'être posée car elle intéresse Lyon-même et pose également la question de la sécurité des digues CNR à l'aval, notamment dans le couloir de la chimie qui abrite plusieurs usines classées Seveso : que se passerait-il en cas de débit supérieur à la crue de projet ?

Enfin, qu'en est-il du risque de mobilisation brutale en cas de crue forte des graviers accumulés au Grand-Camp et des conséquences du relèvement éventuel du fond du lit qui pourrait en résulter sur les niveaux du plan d'eau dans la traversée de la ville, en particulier au droit du resserrement du pont Poincaré, à proximité de l'entrée du tunnel du boulevard périphérique et des bâtiments de la Cité Internationale ?

A l'amont de Lyon, la préservation du champ d'inondation dans le Val de Saône et dans la plaine de Miribel-Jonage représente un enjeu pour la protection de Lyon et du Rhône aval. Ces secteurs connaissent une aggravation du risque et s'opposent à un gel de leur développement économique au nom des intérêts lyonnais.

La plaine de la Saône est relativement bien protégée pour une crue du type de celle de 1955 car la réglementation a permis de prendre en compte ce niveau d'aléa dans l'aménagement. Mais la situation reste préoccupante en cas de crue supérieure à ce qui a pendant longtemps été la crue de référence, mais qui reste bien en-deçà du maximum historique connu. En particulier, la zone industrielle de Neuville, qui joue un rôle dans

l'animation économique du secteur, reste inondable dès la crue forte. En plus de cela, les remblais ont empiété sur le champ d'inondation et ont très probablement accéléré le transfert de l'onde de crue, déjà accru par l'approfondissement du chenal navigable, ce qui a sans doute augmenté le risque de concomitance entre le pic de crue de la rivière et celui du Rhône. Les élus locaux et les acteurs économiques contestent la position prudente de l'Etat qui veut imposer la référence à la crue exceptionnelle de 1840. Cette mesure est perçue comme une confiscation du libre arbitre des riverains qui revendiquent le droit de choisir eux-mêmes de prendre ou non le risque de vivre en zone inondable tout en continuant leur développement économique. A l'échelle du bassin versant, et donc au-delà des enjeux locaux, la plaine de la Saône joue un rôle dans l'écrêtement des crues et de la réduction du risque à l'aval, mais les acteurs locaux accepteront-ils de subir l'inondation ou de limiter l'occupation du lit majeur pour protéger les enjeux urbains situés à Lyon et sur le Rhône aval ?

Sur le Rhône amont, la perte de la capacité d'écrêtement de l'île de Miribel-Jonage a entraîné une aggravation des inondations en rive droite du canal de Miribel et pose question quant à l'augmentation des niveaux à l'aval. Les communes de Niévroz et Thil connaissent une aggravation des inondations liée à l'impact des actions humaines à l'échelle du bassin versant et dans la plaine (ajustement de l'hydrosystème aux travaux de canalisation puis aux extractions massives pratiquées en lit mineur et emprise des remblais qui modifient les conditions d'écoulement et réduisent le volume stockable). Elles demandent à être protégées, mais la mise en œuvre de telles mesures (restauration de la capacité d'écrêtement de la rive gauche ou endiguement localisé) est conditionnée par la volonté de ne pas aggraver le risque à l'aval et la priorité implicite accordée aux enjeux établis en rive gauche, qu'il n'est pas question de compromettre. De fait, la gestion de l'inondation dans la plaine de Miribel-Jonage est gouvernée par la priorité donnée aux intérêts de l'agglomération lyonnaise situés en rive gauche du canal de Miribel et à l'aval. L'Etude Globale Rhône a souligné l'enjeu de restaurer l'inondabilité des zones inondables pour abaisser le niveau des eaux au droit des secteurs exposés, à Niévroz, Thil et Vaulx-en-Velin. Cela pourrait permettre de réduire la mise en charge hydraulique de l'endiguement de Vaulx-en-Velin et réduire le risque de rupture. Or des études ont montré la difficulté d'améliorer la capacité d'écrêtement de l'île de Miribel-Jonage dans la situation actuelle ; cent-cinquante ans après la réalisation des premiers aménagements, les formes sont relativement fixées. Aujourd'hui la réouverture des brèches est une question complexe : on s'interroge sur le gain à en attendre dans la configuration actuelle. Par ailleurs il existe un problème de compatibilité des usages de la plaine, dont la priorité hiérarchique n'est pas celle de la protection contre les crues. A l'heure actuelle, le secteur est stratégique pour l'alimentation en eau potable de l'agglomération lyonnaise, et la préservation de cette fonction essentielle induit des choix de gestion contradictoires avec la volonté de préserver, et à plus forte raison restaurer, l'étalement des crues dans l'île de Miribel-Jonage.

A l'heure où ces lignes sont écrites, Lyon ne dispose pas encore de plan de gestion de crise : qu'arriverait-il si un événement exceptionnel survenait dans la situation actuelle ? La question reste posée, malgré le gros effort d'actualisation de la connaissance du risque mené ces dernières années : une fois de plus, il importe que les acteurs locaux ne considèrent pas comme résolue la question complexe de la gestion du risque d'inondation. Il apparaît primordial de rétablir la conscience du risque car force est de constater que les acteurs locaux et la population restent peu sensibles au caractère potentiellement inondable d'une grande partie de l'agglomération. L'idée de la « culture du risque » est en vogue à l'heure actuelle, mais elle recouvre néanmoins un enjeu essentiel : se préparer à une crise grave pour éviter un scénario catastrophique, réduire la vulnérabilité des biens et des personnes et organiser la gestion de crise pour ne pas être pris au dépourvu lorsqu'une crue

exceptionnelle surviendra, ce qui est inévitable à plus ou moins long terme. L'accent est mis sur une sensibilisation de la population riveraine et des acteurs au risque actuel, sur la mémoire des crues historiques grâce aux repères de crue, mais il est aussi important de ne pas avoir une vision statique, à un instant t, de ne pas avoir une mémoire figée mais d'intégrer la notion de variabilité spatio-temporelle et l'histoire complexe des dynamiques à l'œuvre.

L'approche géohistorique et systémique permet une analyse globale des phénomènes et contribue à l'effort collectif de compréhension et de gestion du risque dans toute sa complexité, en enrichissant l'équation classique par la prise en compte des interactions entre les composantes du risque, à l'interface nature-société, et de leur évolution dans le temps et dans l'espace. Les cartes obtenues permettent de territorialiser le risque. Elles peuvent constituer un outil d'aide à la décision intéressant car elles permettent de poser les bases objectives d'un débat entre les différents acteurs du risque, pour mieux cibler les mesures à mettre en œuvre en fonction de la réalité des territoires. Ces réflexions ouvrent également sur l'aspect pédagogique du SIG, pris cette fois en tant qu'outil de sensibilisation de la population urbaine et périurbaine à l'histoire des terres du Rhône et de la Saône, qui peut ainsi contribuer à promouvoir une certaine culture du risque en milieu fluvial urbain et périurbain.

Bibliographie

AUDIN M. (1910). *Bibliographie iconographique du Lyonnais*, t. 2, 2e partie, fascicule 1, Plans et vues générales, Lyon, 1910.

AUDIN A. (1956). *Essai sur la topographie de Lugdunum*, Publication hors série de la Revue de géographie de Lyon, 174 p., figures

AUDIN A. (1958). « La date de la fondation de Lyon », *Cahiers d'histoire*, III, 1958, p. 315-325

AUDIN M. (1919). *Le confluent du Rhône et de la Saône à l'époque romaine*, Lyon.

« Evaluation environnementale des plans et programmes. Actes du colloque d'Angers, 10-11 septembre 1998 », *Aménagement et nature*, n°134, 1999, 221 p.

AGARD J., CHAMBORDEON R., ROBERT E., STAIMESSE J., TAVERNIER M. (1968). « Réservoir créé à Vouglans sur la rivière d'Ain pr Electricité de France : possibilités et conditions d'utilisation pour atténuer les grandes crues du Rhône à Lyon », *Société Hydrotechnique de France, Xèmes journées de l'hydraulique*, Paris, IV, 5, p.2-8.

AGENCE DE L'EAU ADOUR-GARONNE, GROUPE D'ETUDE INTER-AGENCES (1996). *Gestion des vallées alluviales et inondations, synthèse méthodologique*, étude N°96-31-069, 38p.

AGUHLON M. ET AL. (1998). *La ville de l'âge industriel. Le cycle haussmannien*, Points Histoire éd. du Seuil, 730 p.

ALLIGNOL F. et SAULNIER G.-M. (2001). « Elaboration d'un outil d'aide à la gestion du risque de crue en zone périurbaine », in UMR5600, Environnement, Ville, Société, *Risques et territoires*, actes provisoires du colloque international des 16-18 mai 2001, ENTPE, Vaulx-en-Velin, tome 1 pp. 199-210.

AMBERT M., COTTET-DUMOULIN L. (2000). « Du sauvage à l'inaltérable: les conditions sociales de création d'un espace naturel en milieu urbain. Le cas du parc de Miribel-Jonage », *Géocarrefour*, vol.75, n°4, pp.283-292.

AMOROS C., PETTS G. E. (1993). *Hydrosystèmes fluviaux*, Masson, coll. d'Ecologie, 300p.

AMZERT M., COTTET-DUMOULIN L. (2000). « Du « sauvage » à « l'inaltérable » : les conditions sociales de création d'un espace naturel en milieu urbain : le cas du parc de Miribel-Jonage », *Géocarrefour*, vol.75, n°4, p.283-292.

ANDREWS J. (dir.) (1993). *Inondation : Cahier de l'eau du Canada*, Ottawa (Ontario), Environnement Canada, 1993

ANTOINE J.-M., DESAILLY B. (1998). « Le risque naturel, l'élu et l'ingénieur dans les Pyrénées ariégeoises », *Revue de Géographie Alpine*, n° 2, pp.53-62.

ANTOINE J.-M. (1992). « *La catastrophe oubliée. Les avatars de l'inondation, du risque et de l'aménagement de la vallée de l'Ariège (Pyrénées françaises, fin XVIIè-XXè siècle)* », thèse de doctorat de Géographie, Université de Toulouse-Mirail, 495 p.

ANTOINE J.-M., DESAILLY B. (1999). « Nouvelles pratiques, nouveaux enjeux, nouveaux risques : l'exemple du Terrefort toulousain », in GABERT P. et VAUDOUR J., *Risques naturels*, Comité des travaux historiques et scientifiques, 157 p., pp 87-102

ARGANT J., 1991 - *Climat et environnement au Quaternaire dans le Bassin du Rhône d'après les données palynologiques*. 199 p., 29 fig., 18 tabl., 11 diag.

ARLAUD C. (dir.), LUROL J.-M., SAVAV-GUERRAZ S., VEROT-BOURRELY A. (2000). « Lyon, les dessous de la Presqu'île, Bourse-République-Célestins-Terreaux, Sites Lyon Parc-Auto », *Collection des Documents d'Archéologie en Rhône-Alpes et en Auvergne (DARA n°20 Série Lyonnaise n°8)*, Ministère de la Culture et de la Communication, Direction régionale des affaires culturelles de Rhône-Alpes, service régional de l'archéologie, 280 pages, 144 ill.

ARLAUD C., BURNOUF J., BRAVARD J.-P., LUROL J.-M., VEROT-BOURRELY A. (1994). « Lyon Saint-Jean. Les fouilles de l'îlot Tramassac. », *Collection des Documents d'Archéologie*

en Rhône-Alpes et en Auvergne (DARA n°10 Série lyonnaise n°4), Ministère de la Culture et de la Communication, Direction régionale des affaires culturelles de Rhône-Alpes, service régional de l'archéologie, pp. 117-133.

ARNAUD-FASSETTA G., PROVANSAL M. (1999). « High frequency variations of water fluxes and sediment discharge during the Little Ice Age (1586-1725 AD) in the Rhône Delta (Mediterranean France). Relationship to the catchment basin », *Hydrobiologia*, 410, pp. 241-250.

ASTÉ J.-P. (1994). « Les outils d'aide à la prévention et à la gestion du risque en milieu urbain », *Revue de Géographie Alpine*, n° 4, pp.125-129.

ASTE J.-P. (2001). « Géomatique et gestion des risques urbains: vers des progrès attendus », in BRUGNOT G. (dir.), *Gestion spatiale des risques*, Lavoisier, coll. Hermès sciences, pp. 249-284.

ASTIER J. (1994). « La crue du Mississipi de juillet 1993 », 23^{èmes} Journées de l'hydraulique, *Crués et inondations*, Congrès de la Société Hydrotechnique de France, Nîmes (14-16 septembre 1994), 2 tomes, 795 p., pp. 217-222

ASTRADE L. (1996). « La Saône en crue: dynamique d'un système anthropisé », *thèse de Doctorat de Géographie*, Univ. Paris IV-Sorbonne, 358p.

ASTRADE L. (2000). « Les crues de la Saône », in BRAVARD J.-P. et al., *Les régions françaises face aux extrêmes hydrologiques, gestion des excès et de la pénurie*, SEDES, coll. Mobilité spatiale, pp. 54-69.

ASTRADE L. (2002). « Les crues et les inondations de la Saône », in BRAVARD J.-P. et al, *La Saône, axe de civilisation*, Presses Universitaires Lyonnaises, pp. 157-171.

BAADE J. (1996). « Spatial and temporal variability of discharge and sediment yield in small loess-covered catchments », *Geomorphologie: relief, processus, environnement*, n°3 pp. 65-74.

BAILLY A. (1996). « Des sociétés qui se croyaient à l'abri », in BAILLY A. *Risques naturels, risques de sociétés*, Paris: Economica, chap.9, pp.89-92.

BAILLY A. (1996). « Environnement, risques naturels, risques de sociétés », in BAILLY A. (dir.) *Risques naturels, risques de sociétés*, Paris: Economica, chap.1, pp.1-5.

BAKES J. (1995). « Impact de la canalisation du Rhône et de l'aménagement du parc de loisirs sur le fonctionnement en crue de l'île de Miribel-Jonage », *mémoire de maîtrise de Géographie*, Université Joseph Fourier, 107 p.

BALLAND P. (1989). « La Saône : problématique des crues « juste débordantes » », *Actes de la journée d'étude du 17 mars 1989, Rivières en crise, Saône, Ain, Durance, Université Lyon III, Institut de Droit de l'Environnement*, pp. 17-27.

BALLAND P. et al. (2004), *La sécurité des digues du delta du Rhône. Politique de constructibilité derrière les digues*, MEDD, 146 p.

BALLAS J.-L., SEGURA P. (1999). « La catastrophe de Vaison-la-Romaine (22 septembre 1992) : une inondation dans un système anthropisé », in GABERT P. et VAUDOUR J., *Risques naturels*, Comité des travaux historiques et scientifiques, pp. 87-102

BARCOUDA M., GUENE C. (2003). « Déchargeurs du barrage-usine de Cusset », in *Quels modèles physiques pour le XXI^e siècle ?*, Colloque SHF Lyon, oct. 2003, pp. 86-92.

BARRE J. (1993). *La colline de la Croix-Rousse, histoire et géographie urbaines*, Institut d'Etudes rhodaniennes et Editions Lyonnaises d'Art et d'Histoire, Lyon, 469 p. + XIII pl.

BARRE J. (1998). « Des sources historiques au service des études de morphologie urbaine », *L'Information géographique*, vol. 62, n°5, pp. 195-202.

BARRE J., FEUGA (1998). *Morand et les Brotteaux*, Editions Lyonnaises d'art et d'histoire, 128 p.

BASTANY C. (2003). « La Rome antique face aux catastrophes naturelles », *Conférence du 29 janvier 2003 tenue à l'APHG, Régionale de Basse Normandie*.

- BASTIDE S. (1987). PAGES J.-P., « Perception des risques et communication. Approche et premiers résultats », in FABIANI J.-L. et THEYS J., *La société vulnérable. Evaluer et maîtriser les risques*, Presses de l'Ecole Normale Supérieure, pp. 93-110.
- BATTIAU-QUENEY Y. (2002). « Géomorphologie et risques naturels », *Géomorphologie: relief, processus, environnement*, n° 1, pp. 3-4.
- BAUELLE G ET REGNAULT H. (2004). *Echelles et temporalités en géographie*, SEDES, 175 p.
- BCEOM (2006a). Gestion des crues du secteur de Miribel-Jonage. Phase 1, 57 p. + annexes.
- BCEOM (2006b). Gestion des crues du secteur de Miribel-Jonage. Phase 2, 39 p.
- BEURAIN C., LONGUEPEE J. (2006). « Dynamiques Territoriales et Proximité Environnementale : le cas du Risque d'Inondation », *Développement durable et territoire*, Dossier 7 : Proximité et environnement, mis en ligne le 10 mai 2006. URL : <http://developpementdurable.revues.org/document2612.html>.
- BECCHI I., CAPORALI E., CASTELLANI L., CASTELLI F. (1994). « Le contrôle hydrologique des crues soudaines : le cas de Florence », 23^{èmes} Journées de l'hydraulique, *Crues et inondations*, Congrès de la Société Hydrotechnique de France, Nîmes (14-16 septembre 1994), 2 tomes, 795 p., pp 696-703
- BELMONT A. (1989). « Etude historique de la dynamique fluviale du Rhône: la plaine de Miribel-Jonage à la fin du Moyen-âge », *Revue de géographie de Lyon*, vol. 64 n°4, pp.191-196.
- BENISTON M. (1997): « Variations of snow depth and duration in the Swiss Alps over the last 50 years : links to changes in large-scale forcings », *Climatic Change*, 36, p. 281-300
- BENISTON M. (2007). « Changements climatiques et leurs impacts sur l'hydrologie : le cas des Alpes », *Congrès SHF « Variations cliuatiqes et hydrologie »*, Lyon, 27-28 mars 2007, pp. 3-4.
- BENISTON M., REBETEZ M. , GIORGI F., MARINUCCI M.R. (1994). « An analysis of regional climate change in Switzerland », *Theor. and Appl. Clim.*, 49, pp. 135-159.
- BENITO G., THORNDYERAFT V.R. (2006). « Paleoflood hydrology: insight into rare event and extreme flood discharges », *La Houille Blanche* n°5/2006, pp. 91-96.
- BERDOULAY V., SOUBEYRAN O. (2002). *L'écologie urbaine et l'urbanisme. Aux fondements des enjeux actuels*, La Découverte, 268p.
- BETHEMONT J. (1972). « Le thème de l'eau dans la vallée du Rhône, essai sur la genèse d'un espace hydraulique », *thèse d'Etat de géographie*, université de Saint-Etienne, 642 p.
- BETHEMONT J. (1977). *De l'eau et des Hommes. Essai géographique sur l'utilisation des eaux continentales*, Bordas études, 279 p.
- BETHEMONT J. (1991). « Sur la nature des événements extrêmes: catastrophe et cataclysm », *Revue de Géographie de Lyon*, vol. 66, n°3-4, pp.139-142.
- BETHEMONT J. (1993). « La société au miroir du fleuve », in *Le fleuve et ses métamorphoses*, Actes du colloque international, Didier Erudition, Université Lyon 3 Jean Moulin, pp. 13-16.
- BETHEMONT J. (1999). *Les grands fleuves, entre nature et société*, Armand Colin, coll. U-Géographie, 255 p.
- BETHEMONT J. (2007). « 1856 : De la gestion d'une catastrophe au bon usage d'une crise », *La Houille Blanche* n°1/2007, pp. 22-32.
- BIENZ A., BOHNENBLUST H. (1987). « L'évaluation du risque comme outils de gestion économique », in FABIANI J.-L. et THEYS J., *La société vulnérable. Evaluer et maîtriser les risques*, Presses de l'Ecole Normale Supérieure, pp. 409-424.
- BILLET P. (2002). « L'urbanisation des espaces alluviaux à l'épreuve des débordements de la rivière », in BRAVARD J.-P. et al, *La Saône, axe de civilisation*, Presses Universitaires Lyonnaises, pp. 173-179.
- BLACHE J. (1959). « Sites urbains et rivières françaises », *Revue de Géographie Alpine*, t.34, pp.17-55.

- BLANCHER P. (1997). « Risque et densité », *Annales de la Recherche urbaine*, 67, p. 109-116.
- BOCQUET D. (2004). « Moderniser la ville éternelle. Lutttes politiques, rivalités institutionnelles et contrôle du territoire : Rome 1870-1900 », *Histoire urbaine*, n°9, avril 2004, pp 97-109
- BONNET J. (1982/3). « L'espace lyonnais: circonscription administratives, cadre d'étude et d'action », *Revue de Géographie de Lyon*, pp.189-204.
- BONNEVILLE M. (1997). *Lyon, Métropole régionale ou euro-cité ?*, Economica, Anthropos, 202 p.
- BORGE G. et M. (1978). *Lyon naguère. 1840-1938*. Album de photographies anciennes, Edition Payot, coll. « Mémoire des villes », 206 p.
- BORRAZ O., GILBERT C., JOLY P.-B. (eds) (2005). « Risques, crises et incertitudes: pour une analyse critique », *Cahiers du GIS Risques Collectifs et Situations de Crise*, n°3, publications de la MSH-Alpes, 257 p.
- BOURRELIER P.-H. ET AL. (2000). *Les catastrophes naturelles : le grand cafouillage*, Osman Eyrolles Santé et Société, 262 p.
- BRADZIL R., DOBROVOLNY P., KOTYZA O. (2004). « Floods in the Czech Republic during the past millennium », *La Houille Blanche*, n°5/2004, pp. 50-55.
- BRAVARD J.-P. (1982). « Chronique Rhône-Alpes. Le barrage de Loyettes, nature ou énergie de pointe ? », *Revue de Géographie de Lyon*, pp.285-290.
- BRAVARD J.-P. (1985). « Le Haut-Rhône français, du Léman à Lyon », *thèse d'Etat de Géographie*, Lyon 3, 2 vol., 805 p.
- BRAVARD J.-P. (1987). « *Le Rhône du Léman à Lyon* », La Manufacture, Lyon, 451 p.
- BRAVARD J.-P. (1989). « La métamorphose des rivières des Alpes françaises à la fin du Moyen Âge et à l'époque moderne ». IN F. PETIT, A. LAURANT, A. PISSARD (éds.): Rivières : formes, processus, milieu de vie. *Bulletin de la Société de Géographie de Liège*, 25, pp.145-157
- BRAVARD J.-P. (1993). « Les métamorphoses du paysage fluvial: mise en perspective géographique », in *Le fleuve et ses métamorphoses*, Actes du colloque international, Didier Erudition, Université Lyon 3 Jean Moulin, pp.524-527.
- BRAVARD J.-P. (1995). « Paléodynamique du site fluvial de Lyon depuis le Tardiglaciaire », in BRAVARD J.-P. et PRESTREAU D. (coord.) *Dynamique du paysage*. Entretiens de géoarchéologie, table ronde tenue à Lyon les 17-18 novembre 1995, Lyon, Documents d'Archéologie en Rhône-Alpes, p.177-201.
- BRAVARD J.-P. (1997). « Tectonique et dynamique fluviale du Würm à l'Holocène à la confluence Rhône-Saône (France) », *Géographie Physique et Quaternaire*, vol.51, n°3, p.315-326.
- 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, pp. 3-15.
- BRAVARD J.-P. (2000). « Les extrêmes hydrologiques : handicaps ou composantes patrimoniales à conserver ? », in BRAVARD J.-P. *Les régions françaises face aux extrêmes hydrologiques, gestion des excès et de la pénurie*, SEDES, coll. Mobilité spatiale, pp. 5-14.
- BRAVARD J.-P. (dir.) (2000). *Les régions françaises face aux extrêmes hydrologiques, gestion des excès et de la pénurie*, SEDES, coll. Mobilité spatiale, 287 p.
- BRAVARD J.-P. (2001). « A propos des inondations de l'hiver 2000-2001: responsabilités humaines ou crise d'origine naturelle? », *La Géographie*, II, n°1501, pp. 86-90.
- BRAVARD J.-P. (2002a) « Le risque d'inondation dans le bassin du Haut-Rhône: quelques concepts revisités dans une perspective géohistorique », in colloque *Les fleuves ont une histoire*, avril 2002, Aix-en-Provence, 8 p.
- BRAVARD J.-P. (2002b). « La crise environnementale, entre faits objectifs et construits sociaux », *séminaire CNRS-PEVS*, séance du 6 mars 2002, 6 p.

- BRAVARD J.-P. (2003). « Le façonnement du paysage fluvial de Lyon: choix urbanistiques et héritages de l'histoire hydro-morphologique ». *Boletín de la Asociación de Geógrafos españoles*, 37, pp. 17-32.
- BRAVARD J.-P. (2004). « Le façonnement du paysage fluvial de Lyon : choix urbanistiques et héritages de l'histoire hydro-morphologique », in : *Agua y Ciudad..Bulletin de l'association des géographes espagnols*, 356 p., pp. 17-32
- BRAVARD J.-P. (2004). « Le risque d'inondation dans le bassin du Haut Rhône : quelques concepts revisités dans une perspective géohistorique » in BURNOUF J. et LEVEEAU P., (dir.), *Fleuves et Marais, une Histoire au Croisement de la Nature et de la Culture. Sociétés préindustrielles et milieux fluviaux, lacustres et palustres : pratiques sociales et hydrosystèmes*, CTHS, Paris, pp. 391-402.
- BRAVARD J.P. (2007). « Dynamiques naturelles et adaptations sociétales : histoire et gestion « durable » du risque d'inondation dans la vallée du Rhône », *Actes des savoirs*, 8, Paris, Presses Universitaires de France, Actes de savoirs, 2/2007, p. 29-43
- BRAVARD J.-P. (2006b). « Impacts of climate change on the management of upland waters : the Rhône river case », 42 p.
- BRAVARD J.-P. et al. (1986). « Observations géomorphologiques sur le site alluvial de Vienne (Isère) et Saint-Romain-en-Gal (Rhône) à l'époque gallo-romaine », 11e Congrès national des Sociétés savantes, Poitiers, *Archéologie*, pp. 257-270.
- BRAVARD J.-P. et al. (1990). « Le site de Vienne (38), Saint-Romain (69), Sainte-Colombe (69). L'évolution de la plaine alluviale du Rhône de l'Age du Fer à la fin de l'Antiquité: proposition d'interprétation », *Archéologie et espaces*, X^{èmes} Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire, Antibes, Octobre 1989, éditions APDCA, pp.437-452.
- BRAVARD J.-P. et PRESTREAU M. (édit.). (1997). « Dynamique du paysage. Entretiens de géoarchéologie », *Documents d'Archéologie en Rhône-Alpes 15 (DARA)*, Lyon, 282 p.
- BRAVARD J.-P., BURNOUF J. et VEROT A. (1989). « Géomorphologie et archéologie: questions et réponses d'un dialogue interdisciplinaire », in *Bull. De la Société préhistorique française*, t. 10/12, pp. 429-440.
- BRAVARD J.-P., CHABBERT S., GAYDOU P., COMBE C., PROVANSAL M., DUFOUR S., RICHARD F., VALLETEAU S., ARNAUD-FASSETTA G., MELUN G., PASSY P., BERGER J.-F., BROCHIER J.-L., FRANC O., GAUTHIEZ B., BRUNETON H., VOLCOT J. (2007). « *Cartographie du paléo-environnement de la plaine alluviale du Rhône de la frontière suisse à la mer* », Rapport d'étude réalisé pour le compte de la DIREN Rhône-Alpes, Délégation de Bassin Rhône-Méditerranée, 62 p. + cartes.
- BRAVARD J.-P., COMBE C. (2007). « Les aménagements de la zone de Miribel-Jonage : le risque fluvial dans son contexte géohistorique », colloque *Risques naturels et technologiques. L'apport de la recherche aux décideurs publics*, Lyon, 10 octobre 2007, 6 p.
- BRAVARD J.-P., COMBIER J., COMMERCON N. (dir.) (2002). *La Saône, axe de civilisation*, Presses Universitaires Lyonnaises, 552 p.
- BRAVARD J.-P., PETIT F. (1997). *Les cours d'eau, dynamique du système fluvial*, Armand Colin, coll. U-Géographie, 222 p.
- BRAVARD J.-P., PIEGAY H. (2000). « L'interface nature-sociétés dans les hydrosystèmes fluviaux », *Géocarrefour*, vol.75 4/2000, pp.273-274
- BRAVARD J.-P., POINSART D., PETIT F. (1991). « Canal de Miribel (Ain, Rhône), Effet des extractions de granulats sur le profil en long », *Rapport à diffusion restreinte*, Université Lyon 3 et Université de Liège, 62 p. et annexes.
- BRAVARD J.-P., SALVADOR P.-G. (1999), « Géomorphologie et sédimentologie des plaines alluviales », in A. Ferdière ed., *La géologie, les sciences de la terre*. Paris, Errance (« Archéologiques »), pp. 57-92.
- BRAVARD J.P., VEROT-BOURRELY A., FRANC O., ARLAUD C. (1997). « Paléodynamique du site fluvial de Lyon depuis le Tardiglaciaire ». Lyon, *Documents d'Archéologie en Rhône-*

- Alpes n° 15, "Dynamique du paysage", pp.177-201.
- BRAVARD J-P. ET AL. (2000). « *Les régions françaises face aux extrêmes hydrologiques. Gestion des excès et de la pauvreté* », 287 p.
- BRAVARD J-P., AMOROS C., DAVALLON J., GIREL J., LAGIER A., LAURENT A-M., MICOUD A. (1995). « Orientations pour la mise en valeur du site de Miribel-Jonage », rapport du groupe d'experts réunis pour le Fonds Jacques Cartier à la demande du Conseil Général du Rhône, 1992, in : *Les Paysages de l'eau aux portes de la ville*, colloque de décembre 1993, Les Chemins de la recherche, pp.3-56.
- BRUGNOT G. (dir.) (2001). « *Gestion spatiale des risques* », Lavoisier, coll. Hermès sciences, 287 p.
- BRUGNOT G. et CASEYRE Y. (2001). « De la politique française de restauration des terrains en montagne à la prévention des risques naturels », in FAVIER R. (dir.) *Les pouvoirs publics face au risque naturel dans l'histoire*, publications de la MSH Alpes, pp. 260-271
- BURBY R. ET AL. (1988). « Cities under water », in *Monograph*, Institute of behavioral sciences, University of Colorado, n°47, 250 p.
- BURBY R.J., NELSON A.C., PARKER D.J., HANDMER J.W. (2002). « Urban Containment Policy and Exposure to Natural Hazard: is there a Connection? », *Journal of Environmental Planning and Management*, 44 (4), pp. 475-490.
- BURES K. (2007). « Prague mobile flood protection system-design tested by real experience », *acts of the 42nd Flood and Coastal Management Conference*, London, July 2007, paper 04a-3, 12 p.
- BURGEAP (1994). « *Etude de fonctionnement hydraulique du lac de Miribel-Jonage, de la nappe alluviale et des bras du Rhône* ».
- BURGEAP (2001). « *Conception d'un programme de gestion globale de l'eau dans l'île de Miribel-Jonage* », 25 p. et annexes.
- BURGEAP (2002). « *Programme de gestion globale de l'eau dans l'île de Miribel-Jonage* », 43 p. et annexes.
- BURGEAP, CNR, des CHATELLIERS (1996). « *Propositions pour une gestion concertée de l'eau dans l'île de Miribel-Jonage. Objectifs, faisabilité, intérêts et limites de différentes solutions* », Grand Lyon / SYMALIM.
- BURGEAP, CNR, UCBL (1995). *Plan de gestion du réseau hydraulique de l'île de Miribel-Jonage, synthèse*, SEGAPAL.
- BURGER K., SEIDEL J, GLASER R., SUDHAUS D., DOSTAL P, MAYER H. (2007). « Crues Extrêmes du 19ème siècle au sud-ouest de l'Allemagne », *La Houille Blanche n°1/2007*, pp. 67-73.
- BURNOUF J., GUILHOT J.O., MANDY M.-O., ORCEL C. (1991). « Le pont de la Guillotière. Franchir le Rhône à Lyon », *Collection des Documents d'Archéologie en Rhône-Alpes et en Auvergne (DARA n°5 Série lyonnaise n°3)*, Lyon, S.R.A. en Rhône-Alpes, 196 p., 66 ill.
- BURTON I., KATES R., WHITE G. (1978). *The environment as hazard*, New York, Oxford University Press, 240p.
- BURTON-JEANGROS C., GROSSE C., NOVEMBER V. (mars 2007). « Face au risque », *L'équinoxe*, coll. de sciences humaines, n°25, 253 p.
- CALVET M., SERRAT P. (2000). « L'urbanisation d'une plaine inondable: le risque oublié? La Salanque (Pyrénées-Orientales) face à la crue des 12 et 13 novembre 1999 », *Géocarrefour* vol.75 3/2000, pp.209-220.
- CAUDE G. (1987). « Vulnérabilité et plans d'exposition aux risques », in J.-L. Fabiani et J. Theys, *La société vulnérable. Evaluer et maîtriser les risques*, Presses de l'Ecole Normale Supérieure, pp. 361-371.

- CAZENAVE P., CHAPON J. (1994). « Avant-propos », 23^{èmes} Journées de l'hydraulique, *Crues et inondations*, Congrès de la Société Hydrotechnique de France, Nîmes (14-16 septembre 1994), 2 tomes, 795 p., pp 3-9
- CEGELEC (2001). *Etude d'automatisation de la détermination de la cote amont du barrage de Dracé*, Voies Navigables de France.
- CHALINE C., DUBOIS-MAURY J. (1994). « *La ville et ses dangers* », Masson, coll. Pratiques de la Géographie, 247p.
- CHALINE C., DUBOIS-MAURY J. (2004). « *Les risques urbains* », Armand Collin, Paris, 208 p.
- CHAMPION M. (1858-1864). « *Les inondations en France depuis le VI^{ème} siècle jusqu'à nos jours* », paris, Dunod, 6 vol. (pour les crues du Rhône, t.I, III, IV).
- CHARDON A.-C. (1994). « Etude intégrée de la vulnérabilité de la ville de Manizales (Colombie) aux risques naturels », *Revue de Géographie Alpine*, n° 4, pp.97-111.
- CHARLETY J. (1982). « Lyon et ses quais », in *Lyon au fil des fleuves*, catalogue de l'exposition de ELAC du 15 juin au 15 septembre 1982, Lyon, pp. 121-126
- CHARLETY S. (1903). *Histoire de Lyon depuis les origines jusqu'à nos jours*, Lyon, A. Rey et C^{ie}, 310 p.
- CHAUVY G. (2003). *Lyon disparu. 1880-1950*, Editions Lyonnaises d'Art et d'Histoire, 191 p.
- CHESTER, D. (1993). *Volcanoes and society*, Edward Arnold, London, 351 p.
- CHOLLEY (1925). « La Guillotière », in: KLEINCLAUSZ A. (1925), *Lyon des origines à nos jours : la formation de la cité*, Lyon, P. Masson, 1925, réimprimé chez Laffite reprints, Marseille, en 1980, pp. 333-358.
- CHOMER G. « Les inondations de Lyon : sinistres et images », *Cahiers d'Histoire*, pp.321-332
- CLEMENCON A.S., BERTIN D. (1982). « Le fleuve à l'assaut des terres : apprivoiser le fleuve ; les pionniers de la rive gauche ; l'inondation de 1856 : témoignages », in *Lyon au fil des fleuves*, catalogue de l'exposition de ELAC du 15 juin au 15 septembre 1982, Lyon, pp. 163-282
- CLERC P. (1982). « Le confluent : espoirs et réalités », in *Lyon au fil des fleuves*, catalogue de l'exposition de ELAC du 15 juin au 15 septembre 1982, Lyon, pp. 98-107.
- CNR (1963). *Aménagement de la chute de Pierre-Bénite. Affectation des terrains situés aux abords de l'aménagement*. Notice, 6 p. + plan, 6 juin 1966 (ref DE – RP/CB – 438).
- CNR (1982). *Aménagement du Haut-Rhône. Les Portes du Rhône. Mémoire descriptif*, 23 p.
- CNR (1990). COURLY, *Aménagement des berges et du lit du Rhône entre les PK 5.5 et 9.2 du Haut-Rhône. Enquête hydraulique*, notice explicative, 22 p. + plans et figures
- CNR (1990). COURLY, *Boulevard périphérique nord-Cité Internationale. Etude hydraulique*.
- CNR 1992). *Aménagements du Haut-Rhône, Les Portes du Rhône, palier de Caluire-Villeurbanne, palier de Thil. Conditions de site et impacts, rapport d'étude*, 17 p.
- CNR (1998). *Etude Hydraulique du secteur de Miribel-Jonage et Etude d'un seuil au PK 14,5*, notice, 24 p. et annexes cartographiques (sous-dossiers A et B).
- CNR (1999). 1974, *l'aménagement du tiers amont du Bas-Rhône*, 23 p.
- CNR (2002). Etude Globale Rhône, lot 2 : *Modélisation hydraulique hors delta ; Diagnostic hydraulique de la situation actuelle*.
- CNR (2003). *Amélioration de la prévention et de la protection vis-à-vis du risque inondation sur le territoire du Grand Lyon. Etude de l'aléa inondation induit par les crues du Rhône et de la Saône*, 82 p. + annexes
- CNR, BRGM, MICHELOT J.-L. (1993). « Aménagements de protection et de régulation des crues dans l'île de Miribel-Jonage. Etude hydraulique », *Rapport au SYMALIM*.
- CNR (2004). *Rapport de crue de décembre 2003. Chapitre I: Météorologie. Fortes précipitations de décembre 2003 et conséquences sur les bassins du Rhône*, 19 p.

- COEUR D. (2002). « La maîtrise des inondations dans la plaine de Grenoble (XVII^e-XIX^e siècles) », in *La Houille Blanche*, n°4-5, pp. 67-72.
- COEUR D. (2003). « *La maîtrise des inondations dans la plaine de Grenoble (XVII^e-XX^e siècle) : enjeux techniques, politiques et urbains* », thèse de doctorat, Université Pierre Mendès France, Institut d'Urbanisme de Grenoble, 345 p.
- COEUR D. (2004). « Les inondations de mai-juin 1856 en France : de l'événement hydrométéorologique au nouvel engagement de l'Etat », *La Houille Blanche* n°5-2004, pp. 71-29.
- COEUR D. (2007). « Les inondations de mai-juin 1856 en France : dommages et conséquences », *La Houille Blanche* n°2-2007, pp. 44-51
- COEUR D., LANG M. (2001). « L'information historique des inondations: l'histoire ne donne-t-elle que des leçons? », *coll. SHF*, pp.15-22.
- COHEN V. (1987). « Evaluation du risque naturel dans un contexte décisionnel », in J.-L. Fabiani et J. Theys, *La société vulnérable. Evaluer et maîtriser les risques*, Presses de l'Ecole Normale Supérieure, pp. 311-315.
- COMBE C. (2001). « *La gestion des zones inondables à l'amont de Lyon : le risque d'inondation par les crues du Rhône en rive droite du canal de Miribel* », Mémoire de maîtrise de Géographie, Université Lyon 2, 120 p. et pochette atlas.
- COMBE C. (2002). « *Le Y lyonnais : pour une approche historique et spatiale du risque en milieu fluvial urbain et périurbain* », mémoire de DEA, Université Lumière Lyon 2, 87p. + pochette atlas.
- COMBE C. (2004). « Le risque d'inondation à l'amont de Lyon: héritages et réalités contemporaines », in *Géocarrefour* vol. 79 1/2004, pp. 63-73
- COMBE C. (2006). « Le SIG narratif, outil de territorialisation du risque. Mise en perspective géohistorique du risque fluvial en milieu urbain et périurbain », *La cartographie des risques naturels, actes du colloque Géo-Risque 2006*, Université Paul Valéry Montpellier III, 7 février 2006, 12 p.
- COMBE C. (janvier 2004). « *Etude du risque de rupture de digue sur le territoire du grand Lyon. Constitution d'un SIG historique sur les digues du Grand Lyon* », Ministère de l'Equipement, Service Navigation, Notice et annexes, 150 p.
- COMBE P.-M. (1999). « Economie des inondations: vers la maîtrise négociée du risque », in *Revue d'Economie Régionale et Urbaine* n°5, pp.961-998.
- COMISSARIAT GENERAL DU PLAN, MINISTERE DE L'ECOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE, MINISTERE DE L'ECONOMIE, DES FINANCES ET DE L'INDUSTRIE (direction de la prévision) (2002). « *La décision publique face aux risques* », Rapport du séminaire « Risques » animé par MATHEU M., La documentation française, 167 p.
- COMMUNE DE NIEVROZ (1983). « *Crue des 16, 17, 18 Mai 1983* », 3 p.
- COMMUNE DE NIEVROZ (1990). « *Crue des 14, 15, 16, 17, 18 février 1990* », 3 p.
- COMMUNE DE THIL (1928 à 2001). « *Registres des délibérations du Conseil Municipal* ».
- COMMUNE DE THIL (1983). « *Rapport sur la crue du Rhône des 16 et 17 Mai 1983* », 5 p.
- COMMUNE DE THIL (1990). « *Rapport sur la crue du Rhône des 15, 16, 17 février 1990* », 5 p.
- COMPAS J.-M. et VAUCORER J. (1994). « Une longue expérience dans la maîtrise et le contrôle des submersions dans la vallée du Rhône », 23^{èmes} Journées de l'hydraulique, *Crues et inondations*, Congrès de la Société Hydrotechnique de France, Nîmes (14-16 septembre 1994), 2 tomes, 795 p., pp 493-501
- CONSEIL GENERAL DU RHONE (1996). « *Le Rhône: archives et histoire du fleuve* », communications présentées à la journée d'études organisée à la Maison du Rhône de Givors le 26 septembre 1994, Lyon: Archives Départementales, 48 p.

- CORBONNOIS J., HUMBERT J. (2000). « Ressources et gestion de l'eau dans les bassins français de la Meuse, de la Moselle et du Rhin », in BRAVARD J.-P. et al., *Les régions françaises face aux extrêmes hydrologiques, gestion des excès et de la pénurie*, SEDES, coll. Mobilité spatiale, pp. 119-149.
- CORNE R., LESTRUAUT J.-L., DUVOISIN J. (1994). « Protection de l'agglomération agenaise contre les crues de la Garonne », 23^{èmes} Journées de l'hydraulique, *Crues et inondations*, Congrès de la Société Hydrotechnique de France, Nîmes (14-16 septembre 1994), 2 tomes, 795 p., pp 399-403
- COSANDEY C. ET AL. (2003). « *Les eaux courantes. Géographie et aménagement* », Belin sup., 240 p.
- CURTET R. (1999). « L'agglomération lyonnaise en perspective : l'exemple du quartier Moncey », cahier millénaire 3 n°14, pp7-14.
- CURTET R. (1999). « La place du Pont (Gabriel Péri). Les avatars d'un projet d'urbanisme (XVIIIè-XXè) », in : *L'agglomération lyonnaise en perspective : l'exemple du quartier Moncey*, Cahier millénaire 3 n° 14, pp. 7-12.
- D.I.R.E.N. RHÔNE-ALPES, RÉGION RHÔNE-ALPES (2000). « *L'eau en Rhône-Alpes, Panorama sur l'eau et les milieux aquatiques* », 128 p.
- D'ERCOLE R. (1994). « Les vulnérabilités des sociétés et des espaces urbanisés: concepts, typologie, modes d'analyse », in *Revue de Géographie Alpine*, n° 4, pp.87-95.
- DARTAU B., VORON B., FANG ZX, ROCQUELAIN G. (1994). « Les protections contre les inondations du Vidourle », 23^{èmes} Journées de l'hydraulique, *Crues et inondations*, Congrès de la Société Hydrotechnique de France, Nîmes (14-16 septembre 1994), 2 tomes, 795 p., pp 393-398
- DAUPHINE A. (2001). « *Risques et catastrophes, Observer-Spatialiser-Comprendre- Gérer* », Armand Colin, coll U-Géographie, 288p.
- DAUPHINE A., PROVITOLLO D. (2001). « La théorie de l'auto-organisation critique des risques », in UMR5600, Environnement, Ville, Société, *Risques et territoires*, actes provisoires du colloque international des 16-18 mai 2001, ENTPE, Vaulx-en-Velin, tome 1, pp. 39-45
- DAVOLI L. ET AL. (2001). « Natural and anthropogenic factors of flood hazards in the Somma-Vesuvius area (Italy) », *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, n°3, pp. 195-208
- DAVY L. (1990). « La catastrophe de Nîmes était-elle prévisible ? », *Bulletin de la société languedocienne de géographie*, 24, pp. 133-158
- DE KONINCK R. (2006). « Le delta du Mississippi: une lutte à finir entre l'homme et la nature », *Hérodote La Découverte* n°121-2006/2, pp. 19-41.
- De SAINT-SEINE J. (1994). « La gestion du risque d'inondation : le cas du Paillon à Nice », 23^{èmes} Journées de l'hydraulique, *Crues et inondations*, Congrès de la Société Hydrotechnique de France, Nîmes (14-16 septembre 1994), 2 tomes, 795 p., pp 719-725
- DE VANSSAY B. (1987). « Systèmes d'assurance et plans d'exposition aux risques: des outils efficaces de la prévention des catastrophes naturelles? » in J.-L. Fabiani et J. Theys, *La société vulnérable. Evaluer et maîtriser les risques*, Presses de l'Ecole Normale Supérieure, pp. 539-664.
- DECROP G., CHARLIER C. (1995). « *De l'expertise scientifique au risque négocié: vers des scènes locales du risque?* », Futur Antérieur + Cemagref Grenoble.
- DECROP G., DOURLENS C., VIDAL-NACQUET P. (1997). *Les scènes locales de risque*, Grenoble: Plan Urbain.
- DECROP G., VIDAL-NAQUET P. (1998). « Les scènes locales de risques », *Actes de la dixième séance du Séminaire du Programme Risques Collectifs et Situations de Crise du CNRS organisée à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris le 19 mars 1998*, Grenoble (CNRS), juin 1998.
- DEFFONTAINES P. (1932). « *Les Hommes et leurs travaux dans les pays de la moyenne Garonne (Agenais, Bas-Quercy)* », Thèse de doctorat de la Faculté des Lettres de l'Université de Paris, 462 p.

- DEGARDIN F. (1999). « Prendre en compte les risques et valoriser les zones inondables dans l'aménagement urbain » in « La gestion des risques liés aux inondations rapides et lentes », *Colloque de la Société Hydrotechnique de France*, Paris, 29 et 30 septembre 1999, p. 223-228
- DELACROIX J-Y., PEPIN D. (1994). « Conséquences des apports solides pour la gestion de l'aménagement de la Durance en période de crue », 23^{èmes} Journées de l'hydraulique, *Crués et inondations*, Congrès de la Société Hydrotechnique de France, Nîmes (14-16 septembre 1994), 2 tomes, 795 p., pp 317-320
- DELAHAYE E. (2001). « *Dynamiques fluviales et dynamiques urbaines: les villes au risque du Rhône à l'aval de Lyon* », mémoire de DEA de géographie, Université Lumière Lyon 2, 127p.
- DELFANTE C., DALLY-MARTIN A. (1994). *Cent ans d'urbanisme à Lyon*, Lyon, Ed. LUGD, 1994.- 233 p., plans, phot., bibliogr.
- DELFANTE C. , PELLETIER J. (2006). *1350-2015, plans de Lyon, portraits d'une ville*, éditions Stéphane Bachès, 153 p.
- DESAILLY B. (1990). « *Crués et inondations en Roussillon. Le risque et l'aménagement fin du XVIIIè-milieu du XXè siècle* », thèse de Géographie, université Paris X Nanterre, 352 p.
- DESBAT A. (1982). « Lyon et ses fleuves dans l'Antiquité », in *Lyon au fil des fleuves*, catalogue de l'exposition de ELAC du 15 juin au 15 septembre 1982, Lyon, pp. 29-37
- DESBORDES M. (1994). « Principales causes d'aggravation du risque d'inondation par ruissellement pluvial en milieu urbanisé », 23^{èmes} Journées de l'hydraulique, *Crués et inondations*, Congrès de la Société Hydrotechnique de France, Nîmes (14-16 septembre 1994), 2 tomes, 795 p., pp 487-492
- DION R. (1933). *Le Val de Loire, étude de géographié régionale*, Tours, 752 p.
- DION R. (1961). « *Les levées de la Loire* », Paris, 312 p.
- DIRECTION DE L'EAU ET DE LA PREVENTION DES POLLUTIONS ET DES RISQUES, DELEGATION AUX RISQUES MINEURS (juin 1990). « *Les études préliminaires à la cartographie réglementaire des risques naturels majeurs* », La Documentation Française, 143 p.
- DIRECTION DE L'URBANISME, DU LOGEMENT ET DE L'ÉQUIPEMENT (2003). *Plan de Prévention des Risques d'Inondation du Département de Paris, Rapport de présentation*, 32 p.
- DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT DE LA GIRONDE, (2004), « PPRI Aire élargie de l'agglomération bordelaise, secteurs Bordeaux Nord et Sud », *Rapport de présentation*, 41 p.
- DIREN DE BASSIN RHONE-MEDITERRANEE (2005a). « Plan Rhône, cahier n°2 : Inondation. Concilier la prévention des inondations et les pressions du développement urbain et des activités humaines en zone inondable », version validée au comité de pilotage sur les inondations du 21 novembre 2005, in : *Projet Plan Rhône*, 1^{er} décembre 2005, 27 p.
- DIREN DE BASSIN RHONE-MEDITERRANEE (2005b). *Plan Rhône, un projet de développement durable*. Document de projet, 1^{er} dec 2005, 22 p. + 6 cahiers thématiques.
- DIREN DE BASSIN RHONE-MEDITERRANEE (2006a). *Perceptions des risques d'inondation par les riverains du Rhône. Synthèse du sondage BVA effectué de la frontière suisse à la mer*, 10 p.
- DIREN DE BASSIN RHONE-MEDITERRANEE (2006b), *Les PPRI du fleuve Rhône et de ses affluents à crue lente*, 97 p
- DIREN Rhône-Alpes, Service de prévision des crues Rhône amont Saône (2006). *Règlement de surveillance, de prévision et de transmission de l'information sur les crues*, 131 p.
- DOBROWOLSKI A. (2006). « Evènements hydrométéorologiques extrêmes en Pologne au 19^{ème} siècle », *actes du colloque d'hydrotechnique « 150^{ème} anniversaire des crues de 1856 »*, Paris, 31 mai-1^{er} juin 1856, 182^{ème} session du Comité Scientifique et Technique, publications SHF, pp. 121-124.

- DOLFUS O., D'ERCOLE R. (1996). « Les mémoires des catastrophes au service de la prévision et de la prévention des risques naturels », in Bailly A. (dir.) *Risques naturels, risques de sociétés*, Paris: Economica, chap.2, pp.7-18.
- DORIDOT M., GARRY G. (juill-août/sept-oct 1987). « Application de la télédétection à l'évaluation du risque d'inondation », Bull. Liaison Labo P. et Ch. 150/151, pp.169-184.
- DORIER-APPRILL E. (dir.) *et al.* (2006). « *Ville et Environnement* », Sedes, 511 p.
- DOUGLAS M. (1987). « Les études de perception du risque: état de l'art », in J.-L. Fabiani et J. Theys, *La société vulnérable. Evaluer et maîtriser les risques*, Presses de l'Ecole Normale Supérieure, pp. 55-60.
- DOURLENS C., VIDAL-NAQUET P. A. (4/1992). « *La ville au risque de l'eau* », L'Harmattan, coll. logiques sociales, 127 p.
- DUCHENE F., MOREL-JOURNEL C. (2000). « Riverains de cours d'eau et gestionnaires du risque, un dialogue impossible? », in *Géocarrefour* vol.75 3/2000, pp.221-226.
- DUCHENE F., MOREL-JOURNEL C. (2004). *De la culture du risque : paroles riveraines à propos de deux cours d'eau périurbains*, L'Aube/Recherche, coll. Société et territoire, 167 p.
- DUCLOS D. (1987). « Le risque: une construction sociale ? », in J.-L. Fabiani et J. Theys, *La société vulnérable. Evaluer et maîtriser les risques*, Presses de l'Ecole Normale Supérieure, pp. 90-92.
- DUCROCQ L. (2001). « *Les inondations sur la commune de Vaulx-en-Velin* », mémoire de maîtrise de géographie, Université Lumière Lyon 2, 135 p.
- DUNNE T. (1988). « Geomorphologic Contributions to Flood Control Planning », *Offprints from Flood Geomorphology*, pp.421-438.
- EDF (1968). *Etude de l'aménagement de Miribel-Jonage, rapport final*, Direction des Etudes et Recherches, 34 p.
- EDF (1969). *Etude de l'aménagement de Miribel-Jonage*, Direction des Etudes et Recherches, Service des Etudes et Recherches Nucléaires, Thermiques et Hydrauliques, Département Laboratoire National d'Hydraulique, 31 p.
- EDF (1973). *Le Rhône à l'amont de Lyon, Etude Hydraulique des projets d'aménagement de l'île de Miribel-Jonage*, Centre de recherches et d'essais de Chatou, Département Laboratoire National d'Hydraulique, 22 p.
- EDF (1983). *Aménagement de l'île de Miribel-Jonage. Calcul par modèle mathématique de l'influence des plans d'eau de 260 et 290 ha dans l'île de Miribel-Jonage*, Département Laboratoire National d'Hydraulique, 31 p. et annexes.
- EDF (1988). *Etude hydraulique de deux variantes du projet du contournement Est de Lyon par le CD 300, note technique*, Direction des Etudes et Recherches, 22 p.
- EDF (1988). « *TGV Rhône-Alpes, Autoroute A46E, Etude Hydraulique de franchissement de la zone de Miribel-Jonage* », Direction des Etudes et Recherches, Service Applications de l'Electricité et Environnement, Département Laboratoire National d'Hydraulique, 50 p. + annexes.
- EDF (1990). *Calibrage des puits de Saint-Clair*
- EDF (2001). *Demande de renouvellement Concession EDF, Chute de Cusset sur le Rhône, Enquête publique de janvier 200*, Observations et réserves suscitées par le Dossier Commune de Thil, 10 p.
- Enquête publique relative à la demande de renouvellement de la concession de force hydraulique, présentée par ELECTRICITE DE FRANCE pour la chute hydroélectrique de Cusset sur le Rhône. Enquête du 11 décembre 2000 au 19 janvier 2001, Rapport de la Commission d'Enquête*, 25 p.
- EDOUARD J.L., VIVIAN H. (1982). « La nouvelle hydrologie d'une vallée alpine : la Maurienne », *Revue de Géographie Alpine*, t. 70, 3, 22p.

- EGLI T. (2002). *Prévention du risque de dommages liés aux inondations : mesures générales et leur efficacité*, Commission Internationale pour la Protection du Rhin, 50 p.
- ESOURROU G., (1991). *Le Climat et la ville*, Paris, Nathan, 191 p.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2001). « Sustainable water use in Europe, Part 3: Extreme hydrological Events: floods and droughts », *Environmental Issue Report* No 21, EEA, Copenhagen, 43 p.
- FABIANI J.-L., THEYS J. (1987). *La société vulnérable. Evaluer et maîtriser les risques*, Presses de l'Ecole Normale Supérieure, 674 p.
- FAOU Béatrice (2005). *Les repères de crue : un outil pour entretenir la mémoire du risque*, DIREN Rhône-Alpes, 150 p. + annexes.
- FAUCHER D. (1968). *L'Homme et le Rhône*, Gallimard nrf, 402p.
- FAUGERES L. (1990-2). « Géographie physique et risques naturels », colloque « Les risques naturels » organisé par L. Faugères, in *Bull. Assoc. Géogr. Franç.*, Paris, pp.89-98
- FAUGERES L. et VILLAIN-GANDOSSI C. (éd.) (1996). « *Risque, nature et société* », actes du séminaire «Delphes I», publications de la Sorbonne, 157 p.
- FAURE-SOULET A., MANON M., LAVABRE J., GIVONE P., GILARD O. (1994). « Identification et évaluation sommaire des risques d'inondation liées au ruissellement », 23^{èmes} Journées de l'hydraulique, *Crués et inondations*, Congrès de la Société Hydrotechnique de France, Nîmes (14-16 septembre 1994), 2 tomes, 795 p., pp 755-758
- FAVIER R. (dir.) (2002). *Les pouvoirs publics face aux risques naturels dans l'histoire*, publications de la MSH-Alpes, coll. HESOP, 444 p.
- FAVIER R., GRANET-ABISSET A.-M. (2000). *Histoire et mémoire des risques naturels*, publications de la MSH-Alpes, coll. HESOP, 281 p.
- FAVIER R., GRANET-ABISSET A.-M. (2005). *Récits et représentations des catastrophes depuis l'Antiquité*, publications de la MSH-Alpes, Laboratoire de Recherche Historique Rhône-Alpes, 408 p.
- FERRAND N. (1997). « Systèmes d'information pour la Gestion de l'Environnement: apport potentiel et enjeux de nouvelles technologies », *Revue de Géographie Alpine*, n° 2, pp.63-73.
- FESTINGER L. (1957). *A theory of cognitive dissonance*, Stanford University Press.
- FISCHOFF B. (1987). « Gérer la perception du risque », in J.-L. Fabiani et J. Theys, *La société vulnérable. Evaluer et maîtriser les risques*, Presses de l'Ecole Normale Supérieure, pp. 493-510.
- FORET M. (2002). « Plan de gestion et contrat de vallée inondable de la Saône », in BRAVARD J.-P. et al, *La Saône, axe de civilisation*, Presses Universitaires Lyonnaises, pp. 235-251.
- FORTUNE M., (1988). « Usages passés et écologie de la Garonne », *thèse d'ichtyologie appliquée*, Institut National Polytechnique de Toulouse, 160 p.
- FRANC O., VEROT-BOURRELY A., BRAVARD J.-P. (2007). « Géographie et géoarchéologie du site de Lyon », in : LE MER A.-C. ET CHOMER C. *Carte archéologique de la Gaule, Lyon 69/2 , Pré-inventaire archéologique publié sous la responsabilité de P. Provost*, 881 p., pp. 95-108.
- FREYNET L. (2002). « L'inondation de Lyon et de ses faubourgs en 1840 », *mémoire de maîtrise d'histoire contemporaine* , Université LyonIII, 139 p.
- FROELICHER R. (1987). « Du vécu à l'administré : aspects sociaux des inondations dans le Ried Central de l'Ill », actes du colloque de Strasbourg, *Crués et inondations. Genèse, méthodes d'étude, impacts et prévention*. Université Louis Pasteur Strasbourg I, Centre d'Etudes et de Recherches éco. Géographique, 383 p., PP 361-363
- FUSTEC E., LEFEUVRE J.-C. et coll. (2000). « *Fonctions et valeurs des zones humides* », Dunod, Technique et ingénierie, série Environnement, 426 p.
- GABERT J. (2005). « La prévention du risque d'inondation par ruissellement pluvial en France », *La Houille Blanche*, n°1-2005, pp. 46-51.

- GABERT P. et VAUDOUR J. (1999). « *Risques naturels* », éditions du CTHS, 157 p.
- GAGES R. (1982). « Les fleuves et la ville », in *Lyon au fil des fleuves*, catalogue de l'exposition de ELAC du 15 juin au 15 septembre 1982, Lyon, pp. 106-111.
- GARRIER G. (1987). *Le Rhône et Lyon, de la Préhistoire à nos jours*, Saint-Jean-d'Angély: ed. Burdessoules, 427 p.
- GARRY G. (1993). « Le risque d'inondation en France », *thèse de géographie*, Univ. Paris I, 509 p.
- GARRY G. (1994). « Evolution et rôle de la cartographie dans la gestion des zones inondables en France », *Mappemonde*, pp.10-16.
- GARRY G. (déc. 95/mar. 96). « Cartographie et prévention des risques naturels en France », *CFC* n°146-147, pp.129-147.
- GARRY G. *et al.* (2002). « La place de l'hydrogéomorphologie dans les études d'inondation en France méditerranéenne », *Géomorphologie: relief, processus, environnement*, n° 1, pp.5-16.
- GARRY G., GRASSIN J. (1994). « La prise en compte du risque d'inondation dans l'urbanisme et le droit des sols », Actes du colloque *Crues et inondations* organisé par la Société Hydrotechnique de France du 14 au 16 sept. 1994, pp.765-770.
- GARRY G., VEYRET Y. (1996). « La prévention du risque d'inondation : l'exemple français est-il transposable aux pays en développement ? », *Cahier des Sciences Humaines*, 32 (2) 96, pp. 423-443 Paris, 19
- GAULTIER-GAILLARD S., LOUISOT J.-P. (2004). *Diagnostic des risques : identifier, analyser et cartographier les vulnérabilités*, Afnor, 200 p.
- GAUTHIEZ B. (1993). « Lyon, formation et évolution d'un espace urbain. 1. Cartographie du site. Moyen-Age », *Rapport de recherche pluriannuel 1992-1993*, Laboratoire d'analyse des formes, Ecole d'architecture de Lyon, 59 p. + cartes
- GARCIA CODRON J.C. (2004). « La ciudades españolas y el riesgo de inundación : permanencia y cambio de un problema crónico », in : *Agua y Ciudad..Bulletin de l'association des géographes espagnols*, 356 p., pp. 85-99.
- GEORGES P. (1941). « *Les pays de la Saône et du Rhône* », Paris, PUF, 210 p.
- GIANDOU A. (1999). *La Compagnie Nationale du Rhône (1933-1998) - Histoire d'un partenaire régional de l'Etat*, Presses universitaires de Grenoble, collection Histoire Industrielle, 328 p.
- GIRMA R. (non daté). « *Vivre à Thil, Histoire de Thil et des Thilois* », 193 p.
- GLASER R., BÜRGER K., SUDHAUS D., DOSTAL P., MAYER H., IMBERY F., SEIDEL J. (2006). « The historical flood events of 1824, 1845 and 1882 in Germany. Their integration in an actual flood risk management by means of the extreme flood in 1824 », *actes du colloque d'hydrotechnique « 150^{ème} anniversaire des crues de 1856 »*, Paris, 31 mai-1^{er} juin 1856, 182^{ème} session du Comité Scientifique et Technique, publications SHF, pp. 113-120.
- GODARD O., HENRY C., LAGADEC P., MICHEL-KERJAN E. (2002). *Traité des nouveaux risques*, Folio actuel, 620 p.
- GOLLEDGE R.G., STIMPSON R.J. (1997). « Perception, Attitudes, and Risk », in *Spatial Behavior, a geographic perspective*, The Guilford Press, 620p, chap.6, pp.188-123
- GOURBESVILLE P. et LABORDE J.P. (2005). « Incertitudes et interrogations dans l'évaluation de l'aléa en milieu urbain : mesures, concepts et modèles », *La Houille Blanche*, n°1-2005, pp. 60-64.
- GOURDIN P. (1999). « Saumur, face aux crues soudaines de la Loire », in REGRAIN R. et AUPHAN A., *L'Eau et la Ville*, actes du 121^{ème} congr. nat. soc. hist. scient., Nice (1996), pp107-120
- GRAND LYON PROSPECTIVE (2000). « Mémoires et identités de l'agglomération lyonnaise », *Cahiers millénaire* 3, n°20, 80 p.

- GRAND LYON PROSPECTIVE (2001). « Lyon et les fleuves, les retrouvailles », in *Cahiers Millénaire* 3, n°25, 84 p.
- GRATALOUP C. (1996). « *Lieux d'Histoire. Essai de géohistoire systématique* », Reclus, 200 p.
- GRELOT F. *et al.* (2002). « Gestion préventive des inondations: quels outils économiques pour l'aide à la décision ? », *Ingénieries*, n°29, pp.27-36.
- GRESILLON J.-M., CHARRON S. (2007). « Réponse à l'échelle française : programmes de recherche du MEDD sur la gestion des risques inondation (RIO, RDT, ERA-Net CRUE) », *La Houille Blanche* n°2/2007, pp. 64-69
- GROOSI P., MUIR-WOOD R. (dir.) (2006). *Flood Risk in New Orleans. Implications for Future Management and Insurability*, Risk Management Solutions, Inc., 31 p.
- GUARNIERI F., GARBOLINO E., LEOBET M. (préface) (2003). *Systèmes d'information et risques naturels*, Les Presses de l'Ecole des Mines de Paris, 251 p.
- GUILLERME A. (1983). *Le temps de l'eau : La cité, l'eau et les techniques*, coll. Milieux-Champ Vallon, 263 p.
- GUITON M. (1994). « Inondations, destructions et protections : ruissellement et risque majeur. Cas d'application : Nîmes et Vaison-la-Romaine », 23^{èmes} Journées de l'hydraulique, *Crues et inondations*, Congrès de la Société Hydrotechnique de France, Nîmes (14-16 septembre 1994), 2 tomes, 795 p., pp 343-353
- HENGEL H. (2004). « The flood event 2002 in the Elbe river basin ; causes of the flood, its course, statistical assessment and flood damages », *La Houille Blanche*, n°6-2004, pp. 33-36.
- HENRY J-B. (2004). « *Systèmes d'information spatiaux pour la gestion du risque d'inondation de plaine* », thèse de doctorat de Géographie, Université Louis Pasteur Strasbourg I, 192 p.+ annexes
- HEWITT K. (ed.) (1983). *Interpretations of calamity: from the viewpoint of human ecology*, London: Allen and Unwin.
- HORNER R. (1987). « Les risques d'inondation de Londres. Les raisons de la construction du barrage de la Tamise », in J.-L. Fabiani et J. Theys, *La société vulnérable. Evaluer et maîtriser les risques*, Presses de l'Ecole Normale Supérieure, pp. 317-321.
- HOUDRE F. (2001). « *Historique de l'annonce des crues* », Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, 17p. + annexes.
- HOURS H. (1982). « Fleuves et grands travaux », in *Lyon au fil des fleuves*, catalogue de l'exposition de ELAC du 15 juin au 15 septembre 1982, Lyon, pp.127-129
- HSD ERNST&YOUNG (1999). « *Etude juridique relative au canal de Miribel* », pour le compte de VNF et EDF, 45 p.
- HUBERT P. (1987). « A la recherche du risque acceptable, enjeux autour d'une relation dose-effet », in J.-L. Fabiani et J. Theys, *La société vulnérable. Evaluer et maîtriser les risques*, Presses de l'Ecole Normale Supérieure, pp. 181-194.
- HUBERT P. (1999). « Des crues et des échelles », *La Houille Blanche*, 7-8/1999, pp. 34-38.
- HUBERT P., PAGES P. (1987). « L'interaction des différentes disciplines dans l'évaluation quantitative du risque », in J.-L. Fabiani et J. Theys, *La société vulnérable. Evaluer et maîtriser les risques*, Presses de l'Ecole Normale Supérieure, pp. 271-287.
- HUBERT G., DE VANSSAY B. (2005). *Le risque d'inondation et la cartographie réglementaire. Analyse de l'efficacité, des impacts et de l'appropriation locale de la politique réglementaire*. Rapport de recherche pour le programme « *Evaluation et prise en compte des risques naturels et technologiques* » du Ministère de l'écologie et du développement durable.
- HYDRATEC pour TERRITOIRE RHONE (2003). *Etude Globale Rhône. Propositions préalables à la définition d'une stratégie globale de réduction des risques dus aux crues du Rhône*, 96 p.
- HYDRATEC, SIEE, TERRITOIRE CONSEIL (1998). *Evaluation des dommages liés aux crues en Région Ile-de-France. Rapport de synthèse*, 107 p. + annexes.

- INSTITUT RHONE-SAONE (2001). « *Etude globale pour une stratégie de réduction des risques liés aux crues du Rhône* », 4 volets, 1000 p.
- IPCC (2002). *Climate Change 2001, Synthesis Report*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK, 397 p.
- JOHNSTON R.J (1997). « W(h)ither Spatial Science and Spatial analysis », *Futures*, Vol. 29 No. 4/5, pp. 323-336.
- JOHNSTON R.J. (1998). « Fragmentation around a Defended Core: the Territoriality of Geography », *The Geographical Journal*, Vol. 164 No. 2, pp. 139-147.
- JOHNSTON R.J. (1994). « One World, Millions of Places: the End of History and the Ascendancy of Geography », *Political Geography*, vol. 13 n°2, pp. 111-121.
- JOLIVEAU T. (2000). *Proposition de S.I.G. «Y lyonnais»*, 5 p.
- JOLIVEAU T. (2004). « *Géomatique et gestion environnementale du territoire. Recherches sur un usage géographique des SIG* », Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches en Sciences Humaines, Rouen, Université de Rouen, 2004, 2 vol. 504 p. + non pag.
- JOLIVEAU T. (2004). « Production et mutualisation de données. Questions et réflexions à propos du SIG historique du Y lyonnais », *Journée thématique de la ZABR. Les données pour la gestion des milieux aquatiques sur le bassin du Rhône. Quelle mutualisation entre scientifiques et acteurs opérationnels ?*, Charbonnières (69), Zone Atelier Bassin du Rhône. 7 p.
- JOLIVEAU T., BRAVARD J.-P., DUPUIS B., REDMAN C. ET MEEGAN C. (2003). « Mapping land use change in a "river city". An opportunity for designing a comparative interdisciplinary approach and discussing a common conceptual framework » *LTER, an European-american workshop on long term socio-environmental research*, Motz (France), 1-5 juillet 2003. Communication.
- JORDAN J.-P. (2006). « La politique suisse de protection forgée par les crues historiques », *actes du colloque d'hydrotechnique « 150^{ème} anniversaire des crues de 1856* », Paris, 31 mai-1^{er} juin 1856, 182^{ème} session du Comité Scientifique et Technique, publications SHF, pp. 71-78.
- JOUSSEAUME V. (coord.) (2004). *La Loire : Société, Risques, Paysages, Environnement*, Norois, Presses universitaires de Rennes, n°192 2004/3, 150 p.
- JOUSSEAUME V., LANDREIN J., MERCIER D. (2004). « La vulnérabilité des hommes et des habitations face au risque d'inondation dans le Val nantais (1841-2003), entre législation nationale et pratiques locales », in JOUSSEAUME V., *La Loire, Société, risques, paysages, environnement*, Norois, revue géographique des Universités de l'Ouest, presses universitaires de Rennes, n°192-2004/3, pp 29-45
- KATES R. (1971). « Natural Hazard in Human Ecology Perspective: Hypotheses and Models », *Economic Geography*, Vol. 47, No. 3 (Jul., 1971), pp. 438-451
- KAUFFMANN M. (1840). *Récit de toutes les inondations de Lyon d'après des documents authentiques, accompagné d'une carte des lieux inondés en 1840 dressée par M. Dignoscio*, 2ème édition, 48 p. + une carte A3.
- KENNTMICH W. (2002). „*Die Jahrhundertflut, das offizielle ARD-Buch zur Flutkatastrophe*“, Bertelsmann, 336 p.
- KLEINCLAUSZ A. (1925), *Lyon des origines à nos jours : la formation de la cité*, Lyon, P. Masson, 1925, 429 p. Réimprimé chez Laffite reprints, à Marseille, en 1980.
- La gestion des inondations, la responsabilité des élus en question*, Colloque tenu à Compiègne les 5-6 juin 1996, dossier des interventions, 89 p.
- LABASSE J. (1989). « Réflexions d'un géographe sur le couple ville-fleuve », in : *La ville et le fleuve*, Colloques du CTHS, Ministère de l'Education Nationale, pp. 9-22L
- LABASSE J., LAFERRERE M. (1960). *La région Lyonnaise*, Presses Universitaires de France, coll. France de demain, 159 p.

- LABROUSSE P. (1997). « L'apport de l'enquête historique dans l'évaluation des risques morphodynamiques: l'exemple de la vallée de la Guisane (Hautes-Alpes, France) », in *Revue de Géographie Alpine*, n° 1, pp.53-60.
- LAFERRERE M. (1960). « Lyon, ville industrielle. Essai d'une géographie urbaine des techniques et des entreprises », *Thèse de Lettres*, Paris, Presses Universitaires de France, 496 p.
- LAFERRERE M., DEBIDOUR V.-H. ET M., REGENT B. (1990). *Lyon et ses environs*, Arthaud, 216 p.
- LAGADEC P. (1987). « L'action en situation de crise », in J.-L. Fabiani et J. Theys, *La société vulnérable. Evaluer et maîtriser les risques*, Presses de l'Ecole Normale Supérieure, pp. 567-583.
- LAGADEC P. (1987). « Stratégies de communication en situation de crise », in J.-L. Fabiani et J. Theys, *La société vulnérable. Evaluer et maîtriser les risques*, Presses de l'Ecole Normale Supérieure, pp. 627-659.
- LAGANIER R. (2002). « Recherche sur l'interface eau-territoire dans le Nord de la France », *mémoire d'habilitation à diriger des recherches*, Université des Sciences et Technologies de Lille, 237 p.
- LAGANIER R. (dir.) (2006). *Territoires, inondations et figures du risque. La prévention au prisme de l'évaluation*, L'Harmattan, 257 p.
- LAGANIER R. et DAVY L. (2000). « La gestion de l'espace face aux risques hydroclimatiques en région méditerranéenne », in BRAVARD J.-P. (dir.), *Les régions françaises face aux extrêmes hydrologiques, gestion des excès et de la pénurie*, SEDES, coll. Mobilité spatiale, pp. 15-38.
- LAGANIER R., DAVY L., 2000. « La gestion de l'espace face aux risques hydroclimatiques en région méditerranéenne », in : BRAVARD J.-P. (dir.), *Les régions françaises face aux extrêmes hydrologiques. Gestion des excès et de la pénurie*, SEDES, collection Mobilité spatiale, 2000, pp. 15-38.
- LAGANIER R., PICOUET P., SALVADOR P.G., SCARWELL H.J. (2000). « Inondation, territoire et aménagement : l'évolution de la prise en compte du risque inondation dans la vallée de la Canche (Pas-de-Calais, France) », *Revue de Géographie de Lyon – Géocarrefour* vol 75 n°4 p.375-382 2000
- LAGANIER R., PIQUET P., SALVADOR P.-G., SCARWELL H.-J. (2000). « Inondation, territoire et aménagement: la prise en compte du risque d'inondation dans la vallée de la Canche », in *Géocarrefour*, vol.75 4/2000, pp.375-382.
- LAMARRE C. (1993). « L'ingénieur et la rivière: une expertise de la Saône en 1779 », in *Le fleuve et ses métamorphoses*, Actes du colloque international, Didier Erudition, Université Lyon 3 Jean Moulin, pp. 163-168.
- LAMARRE D., PAGNEY P. (1999). *Climats et sociétés*, Armand Colin, coll U-Géographie, 272p.
- LAMBERT R. et PRUNET C. (2000). « L'approche géographique de l'inondation, l'exemple de la Garonne à l'aval de Toulouse », in BRAVARD J.-P., *Les régions françaises face aux extrêmes hydrologiques, gestion des excès et de la pénurie*, SEDES, coll. Mobilité spatiale, pp. 39-53.
- LANDON N. (1999). « L'évolution contemporaine du profil en long des affluents du Rhône moyen. Constat régional et analyse d'un hydrosystème complexe, la Drôme. », *Thèse de Doctorat en Géographie et Aménagement du Territoire*, Université Paris IV-Sorbonne, Paris, 545 p.
- LANDON N., PIEGAY H. (1999). « Mise en évidence de l'ajustement d'un lit fluvial à partir de documents d'archives: le cas de la haute Drôme », in *Revue de Géographie Alpine*, n° 3, pp.67-86.
- LANG M., RENARD B. (2007). « Analyse régionale sur les extrêmes hydrométriques en France : détection de changements cohérents et recherche de causalité hydrologique », *Congrès SHF « Variations climatiques et hydrologie »*, Lyon, 27-28 mars 2007, pp. 47-54.
- LAPLACE D., PHILIBERT C., COCONI J. (2005). « Prévision et gestion de crise dues aux inondations urbaines et périurbaines », *La Houille Blanche*, n°1-2005, pp. 42-45

- LARGE J-L. (1994). « Cartographie foncière des espaces riverains de deux cours d'eau de la région lyonnaise: la plaine alluviale aval du Haut-Rhône français (de la confluence de l'Ain à Lyon) et la basse vallée de l'Ain (de Neuville-sur-Ain au Rhône) ». *Mémoire de maîtrise de Géographie*, Université Lyon III, 155 p.
- LARROUY-CASTERA X., OURLIAC J.-P. (2004). *Risques et urbanisme*, éd. Le Moniteur, coll. Guides Juridiques, 235 p.
- LASCOUMES P. (dir.) et al. (1999). *Instituer l'environnement : Vingt-cinq ans d'administration de l'environnement*, l'Harmattan, coll. Logiques Pratiques, 233 p.
- LATREILLE A. (dir.) (1975). *Histoire de Lyon et du lyonnais*, Editions Privat, 508 p.
- LAVIGNE J.-C. (1988). « Au fil du risque, les villes : une approche symbolique de la gestion urbaine », *Les Annales de la Recherche Urbaine*, n°40, pp. 11-16
- LAVIGNE J.-C. et al. (1998). *Dynamique urbaine et gestion des risques : les processus en jeu dans le territoire de la COURLY*. Paris/ Plan Urbain
- LAZAR G. (1982/4). « Approche paysagère des berges du Rhône et de la Saône dans leur traversée de la COURLY », *Revue de Géographie de Lyon*, n°57, pp.365-379
- LE ROY LADURIE E. (2004). *Histoire humaine et comparée du climat ; canicules et glaciers XII^e – XVIII^e siècles*, Fayard, 740 p.
- LEBLOIS E., GRESILLON M. (2005). *Projet GICC-Rhône. Rapport final révisé*, version courte, 23 p.
- LEDOUX B. (1994). « Les études de vulnérabilité dans la cartographie réglementaire des inondations à la Réunion: approche méthodologique, études de cas et réflexion sur leur finalité », *Revue de Géographie Alpine*, n° 4, pp.167-176.
- LEDOUX B. (1995). *Les catastrophes naturelles en France*, Paris, doc. Payot, 455 p.
- LEDOUX B. (2006). *La Gestion du risque inondation*. Paris: Lavoisier, 770 p
- LEDOUX B., XOUILLOT T. (BLC) (1999). *Ouvrage de référence pour la préservation et le restauration des zones inondables. Synthèse*, Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement - Direction de l'Eau, 39 p.
- LEROY-LADURIE E. (1983). *Histoire du Climat depuis l'An Mi*, Flammarion, 2 vol., 254 et 287 p.
- LEVASSEUR L. et GENTY P. (1994). « Les grandes crues d'octobre 1993 et de janvier 1994 sur le Bas-Rhône aménagé », 23^{èmes} Journées de l'hydraulique, *Crues et inondations*, Congrès de la Société Hydrotechnique de France, Nîmes (14-16 septembre 1994), 2 tomes, 795 p., pp 503-510
- LEVEAU P., coord. (1999). *Le Rhône romain*. Paris, Gallia, n° 56, 175 p.
- LEVRAUT A.-M., ROY A. (2007). « La situation de 1856 est-elle reproductible ? Illustration pour le Rhône aval à partir de l'expérience de la crue de décembre 2003 », *La Houille Blanche* n°1/2007, pp. 52-55.
- LEVY J., LUSSAULT M. (2000). *Logiques d'espace, esprit des lieux. Géographies à Cerisy*, Belin, 352 p.
- LEVY M., LUSSAULT M. (2003). *Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*, Belin, 1033 p.
- LEVY-SCHNEIDER (1925). « Saint-Nizier et les Terreaux », in: KLEINCLAUSZ A. (1925), *Lyon des origines à nos jours : la formation de la cité*, Lyon, P. Masson, 1925, réimprimé chez Laffite reprints, Marseille, en 1980, pp. 191-220.
- LLASAT M.C. (2006). « L'aléa météorologique dans les situations d'inondations extraordinaires à échelle régionale au Sud de l'Europe : de la période 1840-1870 jusqu'à l'événement de 1999 », *actes du colloque d'hydraulique « 150^{ème} anniversaire des crues de 1856 »*, Paris, 31 mai-1^{er} juin 1856, 182^{ème} session du Comité Scientifique et Technique, publications SHF, pp. 37-44.

- LOGEZ C., PEREZ I., CHAUMEAU F. (1994). « Le risque d'inondation en ville forte de fortes pluies : le situer, le quantifier, le faire connaître », 23^{èmes} Journées de l'hydraulique, *Crues et inondations*, Congrès de la Société Hydrotechnique de France, Nîmes (14-16 septembre 1994), 2 tomes, 795 p., pp 759-770
- LONDON ASSEMBLY (2002). « Flooding in London », *London Assembly Scrutiny Report*, Greater London Authority, 72 p.
- LONDON ASSEMBLY, ENVIRONMENT COMMITTEE (2005). *London under threat? Flooding risk in the Thames Gateway*, Greater London Authority, 29 p.
- LOUP J. (1969). « La défense contre les crues », *Revue de Géographie Alpine*, pp.817-822.
- LOUP J. (1974). *Les eaux terrestres, hydrologie continentale*, Masson, initiation aux études de géographie, 171 p.
- LYON CONFLUENCE (SAEML) (2002). « De mémoire de presque-île...Perrache XVIIIe-XXe », *Document de synthèse exploitant une recherche historique réalisée par Sites et Scènes à la demandes du Grand Lyon en 1998*, 20 p.
- MAAROUF M. (2003) : « La dynamique de l'aléa inondation : approche historique et quantitative. Cas de la plaine de Miribel-Jonage ». Université Lyon 2, *mémoire de DEA Interface Nature-Société*, 52 p.
- MACGILCHRIST R. (1987). « Choix des critères de décision en situation de risque et d'incertitude: le cas du risque hydrologique », in J.-L. Fabiani et J. Theys, *La société vulnérable. Evaluer et maîtriser les risques*, Presses de l'Ecole Normale Supérieure, pp. 323-345.
- MAESANI B., NORMAND R., RAMEY B. (1994). *Alorisation urbaine des zones inondables*, Plan Urbain, Programme finalisé de recherche et d'expérimentation «L'eau dans la ville», CREAM, 101p. + fiches de cas.
- MAIRIE DE TOULOUSE (2005). « Diagnostic de développement durable », *Agenda 21*, 83 p.
- MALAVOI J.-R. (1985). « La basse vallée de l'Ain. Etude hydrologique et morphodynamique », *mémoire de maîtrise*, Université Lyon III.
- MALAVOI J.-R. (2000). *Etude Géomorphologique du canal de Miribel, rapport final*, Hydratec, 49 p.
- MALLARD J.-C. (2004). *Nivellement de la Grande Saône de 1835 à 1867. Section Chalon-sur-Saône –Tournus ; Altimétries 1836-1865-1891. Hydrodynamique et morphologie du talweg en 1836*, PUL, 184 p. + cd.
- MANCEBO F. (2006). « Les politiques d'aménagement de la Nouvelle Orléans à l'épreuve de Katrina », *Développement durable et territoire*, Varia, mis en ligne le 4 décembre 2006. URL : <http://developpementdurable.revues.org/document3273.html>.
- MANCHE Y. (1997). « Propositions pour la prise en compte de la vulnérabilité dans la cartographie des risques naturels prévisibles », *Revue de Géographie Alpine*, n° 2, pp. 75-87.
- MANDIER, Pierre (1981). « La région lyonnaise : un relief tertiaire rajeuni par les glaciers quaternaires », *Revue de Géographie de Lyon*, vol. 56 n°1, pp. 101-107.
- MANDIER, Pierre (1984). « Le relief de la moyenne vallée du Rhône au tertiaire et au quaternaire. Essai de synthèse paléogéographique », *Thèse de doctorat d'Etat*, Université Lyon 2, 3 tomes, texte 653 p., tables et figure 215p. + annexes.
- MARION G. (1981). « La Levée de la Divatte », *mémoire de maîtrise*, Université de Nantes, 168 p.
- MARNEZY A., PEIRY J.-L. (2000). « Les barrages et réservoirs hydroélectriques dans les Alpes françaises et leurs impacts sur les cours d'eau », in BRAVARD J.-P. et al., *Les régions françaises face aux extrêmes hydrologiques, gestion des excès et de la pénurie*, SEDES, coll. Mobilité spatiale, pp. 190-209.
- MARTIN P. (1998). *Ces risques que l'on dit naturels*, Edisud, 256 p.
- MARTINI F. (2007). « Le programme d'action de l'Union Européenne pour la gestion du risque d'inondation », *La Houille Blanche n°1/2007*, pp. 74-77.

- MASSON (1993). « Après Vaison-la-Romaine, pour une approche pluridisciplinaire de la prévision et de la planification », *Revue de Géomorphologie Dynamique*, t. XLII n°2, pp.73-77.
- MERIAUDEAU R. (1980). « L'écrêtement des crues sur le Rhône jurassien », in : *montagnes et montagnards*, Mélanges offerts au Prof. P. Veyret, pp.65-72.
- MESCHINET DE RICHEMOND N. (1997). « Les inondations catastrophiques sur la bordure montagnaise du Roussillon : dégâts et sinistrés. », *Thèse de doctorat*, Université Paris X.
- METZGER P. (1994). « Contribution à une problématique de l'environnement urbain », *Cahier des Sciences Humaines*, 30(4), pp.595-619.
- MICHELOT J-L. (1986). « Les espaces naturels de la vallée du Rhône. Eléments pour une politique de gestion intégrée », *Thèse de Géographie*, Université Lyon III, 525 p.
- MIGNOT E. (2005). « Etudes expérimentales et numériques de l'inondation d'une zone urbanisée : cas des écoulements dans les carrefours en croix », *thèse de doctorat de mécanique*, Ecole Centrale de Lyon
- MINISTERE DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'ENVIRONNEMENT, MINISTERE DE L'EQUIPEMENT, DES TRANSPORTS ET DU LOGEMENT (1999). *Plan de Prévention des Risques Naturels, Risques d'inondation, Guide Méthodologique*, La Documentation Française, Paris, 123 p.
- MINISTERE DE L'ECOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE (2003). *Prévention des risques naturels. L'expérience de dix collectivités locales*, Les Eco Maires, 23 p.
- MINISTERE DE L'EQUIPEMENT, DU LOGEMENT, DE L'AMENAGEMENT ET DES TRANSPORTS, MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT (1988). *Plans d'Exposition aux Risques, PER, La cartographie des Plans d'Exposition au Risque Inondation* », La Documentation Française, Paris, 115 p.
- MISSION DELEGUEE DE BASSIN RHONE-MEDITERRANEE-CORSE (1984) *Les crues du bassin de la Saône, rapport technique*, 86 p.
- MOREL-JOURNAL C. (2001). « La rivière et ses dangers: mise en perspective historique d'une forme de construction sociale des risques », in UMR5600, Environnement, Ville, Société, *Risques et territoires*, actes provisoires du colloque international des 16-18 mai 2001, ENTPE, Vaulx-en-Velin, tome 3, pp.23-34
- MORINIAUX V. (coord.) (2003). *Les Risques*, Editions du Temps, 256 p.
- MORSEL H. (1993). « La Compagnie Nationale du Rhône: une entreprise à contre courant », in *Le fleuve et ses métamorphoses*, Actes du colloque international, Didier Erudition, Université Lyon 3 Jean Moulin, pp.195-200.
- NENRY J.-B. (2004). « Systèmes d'information spatiaux pour la gestion du risque d'inondation de plaine », *thèse de doctorat de Géographie Physique*, Université Louis Pasteur Strasbourg 1, 192 p. + annexes.
- NICOLAS M. (1982). « L'architecture du Rhône et de la Saône à Lyon », in *Lyon au fil des fleuves*, catalogue de l'exposition de ELAC du 15 juin au 15 septembre 1982, Lyon, pp. 112-120
- NOVEMBER V. (1994). « Risques naturels et croissance urbaine: réflexion théorique sur la nature et le rôle du risque dans l'espace urbain », in *Revue de Géographie Alpine*, n° 4, pp.113-123.
- NOVEMBER V. (2002). « *Les territoires du risque : le risque comme objet de réflexion géographique* », Peter Lang SA, Faculté de Sciences économiques et sociales de l'université de Genève, 332 p.
- NOYELLE J. (1994). « L'évolution des stratégies de prévention contre les inondations », 23^{èmes} Journées de l'hydraulique, *Crues et inondations*, Congrès de la Société Hydrotechnique de France, Nîmes (14-16 septembre 1994), 2 tomes, 795 p., pp 783-788
- OBERLIN *et al.* (1993). « Une méthode globale pour la gestion rationnelle des zones inondables: le programme «Inondabilité» du CEMAGREF », note méthodologique in *Sécheresse*, vol. 4, pp.171-176.

- OBERLIN G. (2000). « Le contrôle des crues ». In FUSTEC E. et LEFEUVRE J.-C. (dir.) : *Fonctions et valeurs des zones humides*. Dunod, Coll. Environnement, pp. 83-105.
- OBERLIN G., LAMBERT P. (1991). « Inondabilité, occupation du sol et besoin de protection », *Courants*, n°8, pp.45-52.
- PAGNEY P. (1988). *Climats et cours d'eau de France*, Masson, coll. Géographie, 248 p.
- PALM R.I. (1990). *Natural Hazards. An Integrative Framework for Research and Planning*, The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London, 184 p.
- PARDE M. (1925). « Le régime du Rhône. Etude hydrologique », *Thèse lettres*, Grenoble, 2 vol., 887 et 490 p.
- PARDE M. (1931). « L'Ain, étude hydrologique ». *Bulletin de la Société des Naturalistes et Archéologues de l'Ain*, 45, p. 45-79
- PARDE M. (1928a). « Les crues du Rhône en décembre 1925 et février 1928 », in *Institut des Etudes Rhodaniennes*, t. IV, pp. 3-46.
- PARDE M. (1928b). « Périodicité des grandes inondations et crues exceptionnelles », in *Revue de Géographie Alpine*, t. XVI.
- PARDE M. (1942). *Quelques nouveautés sur le régime du Rhône*. Institut des Etudes Rhodaniennes, Lyon, 172 p.
- PEGUY C.-P. (2001). *Espace, temps, complexité, vers une métagéographie*, Reclus, éditions Belin, 283 p.
- PEIRY, J.-L., A. MARNEZY (2000) : « Les barrages et réservoirs hydroélectriques des Alpes Françaises et leurs impacts sur les cours d'eau ». In BRAVARD J.-P. (Ed.) *Les régions françaises face aux extrêmes hydrologiques ; gestion des excès et de la pénurie*, Editions SED, pp. 190-209
- PELLETIER A. ET ROSSIAUD J. (dir.) (1990). *Histoire de Lyon*. T.I : *Antiquité et Moyen-Âge*. Horvath éd., Roanne, 478 p.
- PELLETIER J. (1982/3). «Trois exemples d'utilisation de sites fluviaux: Edmonton, Montréal, Lyon», *Revue de Géographie de Lyon*, pp.211-238
- PELLETIER J. (2002a). « Les grandes crues de 1840 et 1856 et leurs conséquences urbaines dans l'agglomération lyonnaise », in BRAVARD J.-P. et al, *La Saône, axe de civilisation*, Presses Universitaires Lyonnaises, pp. 149-157.
- PELLETIER J. (2002b). « *Ponts et quais de Lyon* », Editions Lyonnaises d'Art et d'Histoire, 128 p.
- PELTIER A. (2005). « La gestion des risques naturels dans les montagnes d'Europe occidentale. Etude comparative du Valais (Suisse), de la Vallée d'Aoste (Italie) et des Hautes Pyrénées (France). », *Thèse de doctorat de géographie*, Université Toulouse II, 2 tomes, 741 p.
- PETIT F., POINSART D., BRAVARD J.-P. (1996): « Channel incision, gravel mining and bedload transport in, the Rhône River upstream of Lyon, France ("Canal de Miribel") ». *Catena*, 26, pp. 209-226.
- PETITET S., SCHERRER F. (non daté). « Figures et métamorphoses du fait militaire dans la ville contemporaine : l'exemple lyonnais », *article mis en ligne sur le site de l'université Lyon2*, consulté le 4 janvier 2007, URL <http://sites.univ-lyon2.fr/iul/Le%20fait%20militaire%20a%20Lyon.pdf>, 9 p.
- PETTS G. (1977). « Channel response to flow regulation : the case of the river Derwent, Derbyshire », in: GREGORY K. J. (ed.) *River Channel Changes*, Chichester, J. Wiley & Sons, pp. 145-164.
- PICOCHÉ Y. (2007). « La situation de 1856 est elle reproductible ? Le cas du grand Lyon, à la confluence du Rhône et de la Saône », *La Houille Blanche n°1/2007*, pp. 46-51.
- PICON B., ALLARD P., CLAEYS-MEKDADE C., KILLIAN S. (2006). *Gestion du risque inondation et changement social dans le delta du Rhône. Les catastrophes de 1856 et 1993-1994*, Editions QUAE, 124 p.

- PICON B., ALLARD P. (2007). « Les inondations du Rhône aval de 1856, 1993, 1994, 2003 et leurs répercussions sociétales », *La Houille Blanche* n°2/2007, pp. 52-57.
- PIDGEON N., KASPERSON R. E., SLOVIC P. (2003). "The Social Amplification of Risk", Cambridge, 448 p.
- PIGEON P. (2001). « Gestion des risques et urbanisation de la vallée de l'Arve », in UMR5600, Environnement, Ville, Société, *Risques et territoires*, actes provisoires du colloque international des 16-18 mai 2001, ENTPE, Vaulx-en-Velin, tome 1, pp. 87-98.
- PIGEON P. (1991). « La réduction par les pouvoirs publics des risques naturels liés aux glissements de terrain sur la commune de Bonneville (Haute-Savoie, France): étude géographique », *Revue de Géographie Alpine*, n° 2, pp.55-69.
- PIGEON P. (1994). *Ville et environnement*, Nathan Université, coll. Géographie d'aujourd'hui, 192p.
- PIGEON P. (1996). « La gestion des risques urbains », in BAILLY A. (dir.) *Risques naturels, risques de sociétés*, Paris: Economica, chap.5, pp.51-62.
- PIGEON P. (1998). « Représentation cartographique du risque et vulnérabilité liée à la pression foncière touristique (Taconnaz, Les Houches et Vers-le-Nant, Chamonix) », in *Revue de Géographie Alpine*, n° 2, pp. 101-117.
- PIGEON P. (2005). *Géographie critique des risques*, Economica, 217 p.
- PIGEON (2007). *L'environnement au défi de l'urbanisation*, Presses Universitaires de Rennes, coll. Espace et Territoires, 189 p.
- PIGNON D. (1987). « Les crises comme pathologies de systèmes technologiques hypercomplexes », in J.-L. Fabiani et J. Theys, *La société vulnérable. Evaluer et maîtriser les risques*, Presses de l'Ecole Normale Supérieure, pp. 613-626.
- PINATEL R. (1989). « Le Rhône aménagé : les ouvrages, leurs effets d'impact et leur valorisation », *La ville et le fleuve*, actes du colloque du CTHS, 3, Paris, pp.307-317.
- PINSON G. (2003). « Le chantier de recherche de la gouvernance urbaine et la question de la production des savoirs dans et pour l'action », Lien social et Politiques, RIAC, 50, *Société des savoirs, gouvernance et démocratie*, Automne 2003, pp. 39 -55.
- PIVOT C., RYCHEN F. (2003). *La gestion des risques à l'horizon 2020*, l'Aube/Datar, bibliothèque des territoires, 195 p.
- PLAN DES SURFACES SUBMERSIBLES DU HAUT-RHONE (1972).
- POINSART D. (1992). « Effets des aménagements fluviaux sur les débits liquides et solides. L'exemple du Rhône dans les plaines de Miribel-Jonage et de Donzère-Mondragon », *Thèse de doctorat de Géographie-Aménagement*, Université de Lyon-3, 501 p.
- POINSART D., BRAVARD J.P., CACLIN M.C. (1989). « Etude granulométrique de la charge de fond du canal de Miribel, Haut-Rhône ». *Revue de Géographie de Lyon*, 64, pp.240-251.
- POINSART D., Salvador P.-G. (1993). « L'endiguement du Rhône à l'aval de Lyon », in *Le fleuve et ses métamorphoses*, Actes du colloque international, Didier Erudition, Université Lyon 3 Jean Moulin, pp.279-313.
- POINT P., ASPE CH. (1999). « L'eau en représentations, gestion des milieux aquatiques et représentations sociales », *Gip HydrO systèmes*, CEMAGREF, 272p.
- PONCET C. (1993). « L'aménagement du Rhône: une approche concertée, négociée et régulée » in *Le fleuve et ses métamorphoses*, Actes du colloque international, Didier Erudition, Université Lyon 3 Jean Moulin, pp.369-376.
- PONTS-ET-CHAUSSEES (1857-66), « Atlas du Cours du Rhône et de la Saône », 1/10 000.
- POTTIER N. (1998). « L'utilisation des outils juridiques de prévention du risque d'inondation : évaluation des effets sur l'homme et l'occupation des sols dans les plaines alluviales (application à la Saône et à la Marne) », 466 p.

- POTTIER N. (2000). « Risques d'inondation, réglementations et territoires », *Hommes et Terres du Nord* n°2/2000, p. 93-101.
- POTTIER N. (2001). « L'utilisation des mesures non structurelles pour la gestion du risque d'inondation », *article publié sur le site h2o.net* (URL : http://www.h2o.net/magazine/dossiers/infrastructures/gestion/inondations/francais/mesures_0.htm), janvier 2001
- POTTIER N. (2002). « Gestion du risque d'inondation et maîtrise de l'urbanisation dans le Val de Saône », in BRAVARD J.-P. et al, *La Saône, axe de civilisation*, Presses Universitaires Lyonnaises, pp. 197-213.
- POTTIER N., HUBERT G. (1998). *Evaluation de l'efficacité des mesures réglementaires de prévention des risques naturels : synthèse des études de cas menées dans le Val de Saône et dans la Vallée de la Marne*, CERGRENE, Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement (DPPR).
- POTTIER N., HUBERT G., RELIANT C. (2003). « Quelle efficacité de la prévention réglementaire dans les zones inondables ? Eléments d'évaluation », *Annales des Ponts-et-Chaussées* n°105, 2003, pp.14-23.
- PREFECTURE DU RHONE, SERVICE NAVIGATION RHONE-SAONE (2006). Enquête publique préalable à la mise en place d'un Plan de Prévention des Risques Naturels pour les inondations du Rhône et de la Saône sur le territoire du Grand Lyon (secteur Saône), 3 avril-5mai 2006, rapport et conclusions de la commission d'enquête, 20 juin 2006, 71 p.
- PREFECTURE DU RHONE, SERVICE NAVIGATION RHONE-SAONE (2006). Enquête publique préalable à la mise en place d'un Plan de Prévention des Risques Naturels pour les inondations du Rhône et de la Saône sur le territoire du Grand Lyon (secteur Saône), 3 avril-5mai 2006, rapport final du service instructeur, septembre 2006, 16 p.
- PREFECTURE DU RHONE, SERVICE NAVIGATION RHONE-SAONE (2006). Enquête publique préalable à la mise en place d'un Plan de Prévention des Risques Naturels pour les inondations du Rhône et de la Saône sur le territoire du Grand Lyon (secteur Rhône-amont), 15 juillet-15 août 2006, rapport et conclusions de la commission d'enquête, 11 août 2006, 31 p.
- PREFECTURE DU RHONE, SERVICE NAVIGATION RHONE-SAONE (2006). Enquête publique préalable à la mise en place d'un Plan de Prévention des Risques Naturels pour les inondations du Rhône et de la Saône sur le territoire du Grand Lyon (secteur Rhône amont), 15 juillet-15 août 2006, rapport final du service instructeur, décembre 2006, 9 p.
- PRIEUR M. (1987). « Les plans O.R.S.E.C. », in J.-L. Fabiani et J. Theys, *La société vulnérable. Evaluer et maîtriser les risques*, Presses de l'Ecole Normale Supérieure, pp. 511-538.
- PROPECK-ZIMMERMANN E., SAINT-GERAND T. (2001). « Modélisation cartographique des RTM: de la connaissance du risque à sa gestion ou objectiver le risque pour mieux l'objectiver », in UMR5600, Environnement, Ville, Société, *Risques et territoires*, actes provisoires du colloque international des 16-18 mai 2001, ENTPE, Vaulx-en-Velin, tome 1, pp. 171-184.
- PROVANSAL M. et al. (1999). « Le régime du Rhône dans l'Antiquité et au Haut Moyen-Age », in *Le Rhône Romain. Dynamiques fluviales, dynamiques territoriales*, P. Leveau (coord.), *Gallia*, n°56, pp. 13-32.
- PROVANSAL M., BRUNETON H., VELLA C., ARNAUD-FASSETTA G., BALLAIS J.-L., LEVEAU PH. (2002). « Paléohydrologie holocène dans la basse vallée du Rhône, d'Orange à la mer ». In Bravard J.-P. et Magny M. (éd.) : *Les fleuves ont une histoire, Les paléoenvironnements fluviaux et lacustres en France depuis 15 000 ans*, Paris, Errance, pp. 251-258.
- PROVANSAL, M., BERGER, J.F., BRAVARD, J.P., SALVADOR, P.G., ARNAUD-FASSETTA, G., BRUNETON, H., VÉROT-BOURRÉLY, A. (1999). « Le régime du Rhône dans l'Antiquité et au Haut Moyen Age ». Paris, *Gallia*, 56, pp.13-32.
- PRUNET C. et VIDAL J. (2001). « Géographie appliquée à la cartographie des zones inondables. Une démarche méthodologique », in BRUGNOT G. (dir.), *Gestion spatiale des risques*, Lavoisier, coll. Hermès sciences, pp. 215-226.

- PUPIER N. (1994). « Etude des impacts de deux types d'action anthropiques sur la nappe alluviale de l'Isère en amont de Grenoble », *Revue de Géographie Alpine*, n° 2, pp.97-112.
- RAIMBAULT G. (1994). *L'eau et le sol dans la ville*, Dijon: AIDEC, 8p.
- RAVIER G.-C. (1982a). « Inondations et aménagement urbain dans l'agglomération lyonnaise », *thèse de troisième cycle de géographie*, Université Lyon 2, 137p. + cartes.
- RAVIER Guy-Charles (1982b). « Le projet de nouvelles zones submersibles de l'agglomération lyonnaises: un essai de cartographie à finalité réglementaire », *Revue de Géographie de Lyon*, 57, 3, pp. 241-266.
- RAYNER S., CANTOR R. (1987). « Quand le risque acceptable est-il socialement justifié ? », in J.-L. Fabiani et J. Theys, *La société vulnérable. « Evaluer et maîtriser les risques »*, Presses de l'Ecole Normale Supérieure, pp. 139-152.
- RECLUS E. (1905). *L'Homme et la Terre*, Paris : Librairie Universelle, 1905-1908. 6 vols. In-4°
- REGHEZZA M. (2006). « Réflexions autour de la vulnérabilité métropolitaine : la métropole parisienne face au risque de crue centennale », *thèse de doctorat de géographie*, Université Paris X Nanterre, 382 p.
- RENN O. (1995). « Risikobewertung aus Sicht der Soziologie », in: Berg M., Erdmann G., Leist A., Renn O., Schaber P., Scheringer M., Seiler H. und Wiedemann R. (Hrsg.): *Risikobewertung im Energiebereich. Polyprojekt Risiko und Sicherheit. Schrift n° 7*, Zürich: Vdf Hochschulverlag, pp. 71-134.
- REY F. *et al.* (2002). « Influence de la végétation forestière sur la formation de dépôts sédimentaires en terrain marneux », *Géomorphologie: relief, processus, environnement*, n° 1, pp.85-92.
- RIMM N. B. *ET AL.* (2000). « Integrated Approaches to Long-Terms Studies of Urban Ecological Systems », *BioScience*, Vol. 50 No. 7, pp. 575-584.
- ROBLIN L. (2003). *Cinq siècles de transports fluviaux*, Editions Ouest-France, 127 p.
- ROCHER O. (1987). « La sécurité d'une ville: Poitiers », in J.-L. Fabiani et J. Theys, *La société vulnérable. Evaluer et maîtriser les risques*, Presses de l'Ecole Normale Supérieure, pp. 425-433.
- ROGON M. (rapporteur) (2001). « Projet global en faveur du fleuve Rhône, Avis du Conseil Economique et Social Rhône-Alpes », *Rapport n°01-05*, Assemblée plénière du 24 avril 2001, 50 p.
- RONCAYOLO M. (1997). *La ville et ses territoires*, Folio coll. Essais, 285 p.
- RONCAYOLO M. (2001). *Histoire de la France urbaine. La ville aujourd'hui. Mutations urbaines, décentralisation et crise du citoyen*, Points Histoire ed. du Seuil, 898 p.
- ROQUEPLO P. (1987). « Les enjeux politiques de la gestion du risque », in J.-L. Fabiani et J. Theys, *La société vulnérable. Evaluer et maîtriser les risques*, Presses de l'Ecole Normale Supérieure, pp. 79-87.
- ROUSSEL I., LAGANIER R., DUCHESNE C. (2000). « Impacts et vulnérabilité d'un hydrosystème fortement anthropisé : l'exemple du bassin minier du Nord-Pas-de-Calais » in : BRAVARD J.-P. (dir.), *Les régions françaises face aux extrêmes hydrologiques. Gestion des excès et de la pénurie*, SEDES, collection Mobilité spatiale, 2000, pp. 165-189.
- ROUX A.L. (éd.) (1982). *Cartographie polythématique appliquée à la gestion écologique des eaux; étude d'un hydrosystème fluvial: le Haut-Rhône français*, édit. CNRS, Centre Région. Publ. Lyon, 116 p.
- RUIN I., LUTIF. (2004). « Vulnérabilité face aux crues rapides et mobilités des populations en temps de crise », *La Houille Blanche*, n°6-2004, pp. 114-119.
- SAFEGE (2000). Etude Globale Rhône, lot 1 : *Analyse hydrologique. Etape 1 : typologie des crues et analyses statistiques*.
- SAFEGE (2001). Etude Globale Rhône, lot 1 : *Analyse hydrologique. Etape 2 : amélioration des connaissances*.

- SALOMON J.-N. (2002). « L'inondation de la basse vallée de la Garonne et l'estuaire de la Gironde lors de la « tempête du siècle » (27-28 décembre 1999) », *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, n°2, pp. 127-134.
- SALVADOR P.-G. (1983a). « Les impacts de l'aménagement du Rhône à l'aval de Pierre-Bénite (km 1 à 16): l'évolution du fleuve et des paysages de la vallée (1838-1980) », *mémoire de maîtrise de géographie*, Université Jean-Moulin Lyon 3, 117 p.
- SALVADOR P.-G. (1983b). « La région de Miribel-Jonage, Aspects physiques et économiques », *Rapport de stage pour la CNR*, Université Lyon III, Géographie, 86 p.
- SALVADOR P.-G., VEROT-BOURRELY A., BRAVARD J.-P., FRANC O., MACE S. (2002). « Les crues du Rhône à l'époque gallo-romaine dans la région lyonnaise ». In BRAVARD J.-P. & MAGNY M. (éd.) : *Les paléoenvironnements fluviaux et lacustres en France depuis 15 000 ans*, Paris, Errance, p.
- SARRET-GONTARD (1992). « Le Rhône en 1856 : fonctionnement fluvial et impacts anthropiques à partir de la cartographie des Ponts-et-Chaussées », *mémoire de DEA*, Université Jean Moulin Lyon III, 56 p.
- SAUQUET E., HAOND M. (2003). « Examen de la stationnarité des écoulements du Rhône en lien avec la variabilité climatique et les actions humaines. Coll. "Barrages et développement durable en France ». Paris, *Comité Français des Grands Barrages et Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable*, p. 261-270.
- SAVEY P. (1982). « L'aménagement intégré d'un grand fleuve : le Rhône. A. Conception générale et effets sur les crues et les nappes phréatiques », *La Houille Blanche*, 1982/5-6, pp.421-425.
- SCARWELL H.-J., LAGANIER R. (2004). *Risque d'inondation et aménagement durable des territoires*, Septentrion Presses Universitaires, 240 p.
- SCEAU R. (1995). *Lyon et ses campagnes. Héritages historiques et mutations contemporaines*, Presses Universitaires Lyonnaises, 375 p.
- SCHOENEICH PH., BUSSET-HENCHOZ M.-C. (1998). « Les Ormonans et les Leysenouds face aux risques naturels, représentation des risques naturels et stratégies d'occupation du territoire dans la vallée des Ormonts (Préalpes vaudoises) », *rapport final PNR 31*, UDF, 230p.
- SCHUMM S.A. (1977). *The Fluvial System*. Chichester, J. Wiley & Sons, 338 p.
- SEGAPAL/SYMALIM (1995). *Atlas du site de Miribel-Jonage*, édition minute.
- SEGAPAL/SYMALIM (1997). *Atlas du site de Miribel-Jonage*, 54 p.
- SEGARA LAGUNES M. M. (2004). *Il Tevere e Roma. Storia di una simbiosi*, Gandemi Editore, 432 p.
- SEIDL M. (2002). « Prague sous les eaux », *article publié sur le site h2o.net (URL : http://h2o.net/magazine/urgences/catastrophes/inondations/rep_tcheque/francais/prague.htm)*, septembre 2002.
- SERVICE NAVIGATION (1985). *Note de synthèse sur l'aménagement de l'île de Miribel-Jonage*, 2 p.
- SERVICE NAVIGATION RHONE-SAONE, PREFECTURE DU RHONE (2006). Plan de Prévention des Risques Naturels pour les inondations du Rhône et de la Saône sur le territoire du Grand Lyon. *Plans ; Note de présentation*, 27 p ; *Règlement*, 22 p.
- SFEZ L. (1981). *Critique de la décision*, Presses de la Fondation Nationale des Sciences Politiques, 391 p.
- SHF (2004), « Etiages et crues extrêmes en Europe: perspectives historiques », *Colloque de la 175e session du Comité Scientifique et Technique*, Lyon ; 28-29 janvier 2004, 160 p.
- SIEE, SOCOTEC (1994). *Analyse empirique des désordres et des dommages résultant des différentes crues de la Seine et de la Marne dans l'agglomération continue d'Ile-de-France*.
- SINTON J. (1999). « Using GIS to assess change and persistence in land use: Philadelphia and Cologne », 17 p.

- SINTON J. (2001) (dir.). *Past time, past place. GIS for History*, ESRI Press, 202 p.
- SMITH D.I. (1998). *Water in Australia, Ressources and Management*, Oxford University Press, 384p.
- SMITH K. (1992). *Environmental Hazards. Assessing risk and reducing disaster*, Routledge, New York.
- SMSD (2001). *Guide pour la restauration des champs d'inondation de la Saône, guide technique*, 15 p.
- SMSD (2003a). *Contrat de Vallée Inondable de la Saône, document contractuel*, 93 p.
- SMSD (2003b). *Contrat de vallée inondable du Val de Saône, dossier définitif, parties I-II : Présentation du contexte, diagnostic et enjeux*, 35 p.
- SMSD (2003c). *Contrat de vallée inondable du Val de Saône, dossier définitif, partie III : Les objectifs et le programme cadre*, 95 p.
- SMSD (2003d). *Contrat de vallée inondable du Val de Saône. Fiches actions, Département du Rhône*, 53 p.
- SMSD (2003e). *Contrat de vallée inondable du Val de Saône. Fiches actions, Département de l'Ain*, 82 p.
- SMSD (2003f). *Gestion de l'inondabilité et protection des lieux habités du Val de Saône, 1^{er} document de propositions*, 21 p.
- SMSD (2004). *Contrat de vallée inondable du Val de Saône. Fiches actions transversales*, 37 p.
- SMSD (2005). *L'imperméabilisation du bassin de la Saône liée à l'urbanisation, fiche d'information*, 4 p.
- SNRS (1998). « Le risque inondation dans l'agglomération lyonnaise », *rapport de présentation*, 15 p. + 13 pièces annexes
- SNRS (2000). « Risque inondation sur la Communauté urbaine de Lyon, note technique de synthèse », *rapport du 5 mai 2000*, 13 p.
- SOGREAH (1970/71/72). *Etude sur la propagation des crues de la Saône entre Auxonne et Lyon sur modèle mathématique*,
- SOGREAH (1981). *Franchissement de la Saône par l'autoroute A46 au sud de Anse, étude hydraulique*
- SOGREAH (1983). *Impact du mode de gestion des endiguements de la Saône sur les crues de la Saône et du Rhône. Chapitre hydrologie*, 5 p. + figures ; *Note de première phase*, 5 p.+ 7 figures ; *Quelques éléments pour décider de la fermeture des vannes l'hiver prochain*, 5 p.+ 7 figures
- SOGREAH (1984). *Etude sur la propagation des crues de la Saône entre Auxonne et Lyon sur modèle mathématique*,
- SOGREAH (1985a). *Les endiguements de la Saône, n°36 1917 RI*
- SOGREAH (1985b). *Test sur modèle mathématique de différentes hypothèses de remblaiement pour l'implantation des zones industrielles de la Saône*.
- SOGREAH (1998). Réduction des crues justes débordantes par abaissement anticipé des biefs de Dracé et de Couzon.
- SOGREAH (2000). *Etude Globale Rhône, lot 3 : dynamique fluviale et transport solide*.
- SOGREAH, BETURE CESAME, CNR (1994). *Etude générale de l'hydrologie du bassin de la Saône et du Doubs et de la gestion actuelle des barrages*.
- SCHERRER F. (1992). « L'égout, patrimoine urbain. L'évolution dans la longue durée du réseau d'assainissement de Lyon », *Thèse de doctorat d'urbanisme*, Univ. Paris Val de Marne, 481 p.
- STANESCU V. A. (2004). « Le potentiel des grandes crues de l'Europe, leurs régionalisation et comparaison », *La Houille Blanche*, n°6-2004, pp. 21-27.

- STARKEL (1983). «The reflection of hydrologic change in the fluvial environment of the temperate zone during the last 15000 years », in : GREGORY K.J. (ED.), JOHN WILEY & SONS, CHICHESTER, *Background to paleohydrology, a perspective*, pp.213-235.
- STEINBERG J. (1995/4). « La cartographie des risques naturels en zone urbaine. Pourquoi ? Pour qui ? L'exemple de Créteil-Valentin (Val-de-Marne) », *Bulletin de l'Association des Géographes Français.*, Paris, pp. 387-395.
- SYMALIM (1993). *Charte d'objectifs de l'île de Miribel-Jonage*, 15 p.
- SYMALIM (1997). *Atlas de l'île de Miribel-Jonage*.
- SYNDICAT MIXTE D'ETUDE ET PROGRAMMATION POUR L'AMENAGEMENT DE LA GARONNE (1989), *Schéma de protection des eaux de la Garonne. Tome 1 : Monographie des crues de la Garonne (du Pont du Roy au Bec d'Ambis)*, 168 p.+annexes
- TAMRU B. (2001). « Emergence de la notion de risque d'inondation à Addis-Abeba (Ethiopie) : perceptions et territoires », *Colloque Hydrosystèmes, Paysages, Territoires*, Lille, 6-8 septembre 2001.
- TAMRU B. (2002). « L'émergence du risque d'inondation à Addis-Abeba: pertinence d'une étude des dynamiques urbaines comme révélatrice d'un processus de vulnérabilisation », *Annales de Géographie*, n°627-628, Armand Colin, pp. 614-636.
- TERRITOIRE RHONE (2001). *Le fonctionnement du Rhône en crue. Etude Globale pour une stratégie de réduction des risques dus aux crues du Rhône*, 12 p.
- THEYS J. (1987). « La société vulnérable », in FABIANI J.-L., THEYS J. (1987), *La société vulnérable. Evaluer et maîtriser les risques*, Presses de l'Ecole Normale Supérieure, pp. 3-36.
- THOURET J.-C. (1994). « Les phénomènes naturels créateurs de dommages (=menaces): diagnostic, inventaire et typologie », *Revue de Géographie Alpine*, n° 4, pp.17-25.
- THOURET J.-C. (1996). « Les phénomènes naturels dommageables: approche globale, bilan et méthodes de prévention », in BAILLY A. (dir.) *Risques naturels, risques de sociétés*, Paris: Economica, chap.3, pp. 19-33.
- THOURET J.-C., D'ERCOLE R. (1996). « Vulnérabilité aux risques naturels en milieu urbain: effets, facteurs et réponses sociales », *Cahier des Sciences Humaines*, 32(2)96, pp.407-422.
- TOUCHARTE L. (2003). *Hydrologie, Mers, fleuves et lacs*, Armand Colin, 190p.
- TOUSSAINT-SOULARD C. (2002). « L'utilisation agricole de l'espace inondable par la Saône en mâconnais : permanences et changements », in BRAVARD J.-P. et al, *La Saône, axe de civilisation*, Presses Universitaires Lyonnaises, pp. 215-234.
- TRICART J. (1974). « Phénomènes démesurés et régime permanent dans les bassins montagnards (Queyras, Ubaye, Alpes Françaises) », *Revue de Géomorphologie Dynamique* 3, pp.99-114.
- TRÖGER K. (2007). *Enquête de perception du risque inondation par les riverains, les institutions et les entreprises dans le Bassin du Rhône réalisée pour le compte de la DIREN de Bassin Rhône-Méditerranée*. Maison du fleuve Rhône.
- TUNSTALL S. (2004). « La gestion des inondations en Angleterre et au Pays de Galles », in VEYRET Y., GARRY G., MESCHINET de RICHMOND N., *Risques naturels et aménagement en Europe*, Armand Colin, 254 p., pp 88-107
- TURITTO O. (2004). « Crue extrême du Pô et inondation du territoire du Poestine (Italie du Nord) », *La Houille Blanche*, n°5-2004, pp. 64-70.
- UNTERMAIER J. (1982). « La prise en compte de l'environnement dans les procédures de création d'une centrale nucléaire, dans les centrales nucléaires et l'environnement », *Colloque de Nanterre de la Société française pour le droit de l'environnement* (1982), Collection Droit et économie de l'environnement, 1983.
- UNTERMAIER J. (2002). « La Saône et le droit. Eléments de réflexion sur la protection de l'éco-espace souconnien », in BRAVARD J.-P. et al, *La Saône, axe de civilisation*, Presses Universitaires Lyonnaises, pp. 181-196.

- VALETTE P. (2002). « Les paysages de la Garonne : métamorphose d'un fleuve (entre Toulouse et Castets-en-Dorthe », *thèse de doctorat de géographie*, Université de Toulouse II, 486 p. + annexes
- VARASCHIN D. (1998). « Légendes d'un siècle : cent ans de politique hydroélectrique française », *Annales des Mines*, août 1998, pp. 27-33.
- VASSALO N. (2006). « La mobilisation des gouvernements italiens en matière de prévention des inondations après les grandes crues du milieu du XIXe siècle », *actes du colloque d'hydrotechnique « 150^{ème} anniversaire des crues de 1856 »*, Paris, 31 mai-1^{er} juin 1856, 182^{ème} session du Comité Scientifique et Technique, publications SHF, p. 69.
- VEROT A. *et al.* (1989). « Le site gallo-romain de la place Bellecour (Lyon 2e); reconstitution interdisciplinaire du paléoenvironnement », in *La ville et le Fleuve. Colloques du C.T.H.S.*;3, pp. 147-155.
- VEYRET Y. (2004). « *Géographie des risques naturels en France. De l'aléa à la gestion* », Hatier, 251 p.
- VEYRET Y. (dir.), BOST F., CAMBREZY L., DONZE J., GLEMAREC Y., HEUDE J., JANIN P., MESCHINET de RICHEMOND N., PELLETIER P., THOURET J.-C., VIEILLARD-BARON H. (2003). *Les risques*, Sedes, 255 p.
- VEYRET Y. (dir.), GARRY G., MESCHINET de RICHEMOND N. (2004). *Risques naturels et aménagement en Europe*, reprise des communications présentées lors du Colloque à la Grande Arche de la Défense 22-24 oct. 2002, Armand Colin, 254 p.
- VEYRET Y., CHOCAT B. (2005). « Les mégapoles face aux risques et aux catastrophes naturelles », article paru en septembre 2005 en ligne sur *La Jaune et la Rouge X-Environnement* (http://www.x-environnement.org/Jaune_Rouge/JR05/index.html).
- VILLIEN H. (1937). « L'endiguement du Rhône et de la Saône; les quais de Lyon et leur efficacité contre les crues », in *Etudes Rhodaniennes*, p 5-22.
- VINET F. (2003). *Crues et inondations dans la France méditerranéenne. Les crues torrentielles des 12 et 13 novembre 1999 (Aude, Tarn, Pyrénées Orientales et Hérault, Editions du Temps, Nantes, 224 p.*
- VINET F. (2004). « Diagnostic et enjeux de la gestion du risque inondation en France Méditerranéenne », *La Houille Blanche*, n°6-2004, pp. 76-82.
- VIOLLET P.-L. (1973). « *Etude hydraulique du lac de Miribel-Jonage. Ecrêtement des crues* », Service Navigation, 35 p. et annexes.
- VIVIAN H. (1994). « L'hydrologie artificialisée de l'Isère en amont de Grenoble. Essai de quantification des impacts des aménagements », *Revue de Géographie Alpine*, n° 2, pp.113-126.
- VIVIAN H. (1977). *Averses extensives et crues concomitantes dans l'arc Alpin. Etude hydrométéorologique*, Editions Honoré Champion et Reproduction des thèses de l'Université de Lille III, thèse 1976 Grenoble I, 3 volumes, 1390 p., 4 planches+atlas.
- VIVIAN H. (1986). « Un exemple de régime influencé : hydrologie et hydroélectricité dans les cours d'eau des Alpes du Nord », *revue de l'ORSTOM*, vol. 1 n°1, pp. 63-78
- VIVIAN Huguette, EDOUARD Jean-Louis (1984). « Une hydrologie naturelle dans les Alpes du Nord ? Les nouveaux paramètres de l'hydrologie alpine : les aménagements hydroélectriques », *Revue de Géographie Alpine*, LXXII, N°2-3-4, pp. 165-188.
- VIVIAN H., PUIPIER N. (1996) : « Crues et aménagements hydroélectriques. L'exemple des crues de l'Isère et du Drac à Grenoble ». *Hommes et Terres du Nord*, n°1996-2.
- WACKERMANN G., *et al.* (2005). *La géographie des risques dans le monde*, Carrefours : les dossiers, Ellipses, 501 p.
- WECKEL M. (1966) « L'aménagement de Pierre-Bénite. », *Revue de la navigation intérieure et rhénane* n°10, pp. 327-337.
- WHITE G. F. (1945). « Human Adjustment to Floods », *Department of Geography Research Paper*, n°29, University of Chicago, 225 p.

WHITE G. F. (ed.) (1974). *Natural Hazards: Local, National, Global*, New York: Oxford University Press

WINGHART J., AGARD. J. (1966a). « La navigation Rhône-Saône et les ports lyonnais après l'aménagement de Pierre-Bénite », *Revue de la navigation intérieure et rhénane* n°10, pp. 338-348

WINGHART J., AGARD. J. (1966b). *Aménagement de l'île de Miribel-Jonage en zone régionale de loisirs*, 20 p.

WINGHART J. (1968). « Agglomération lyonnaise : utilisation des retenues de la zone de loisirs de l'île de Miribel-Jonage », *SHF, Xèmes journées de l'Hydraulique*, Paris, 16 p.

WINGHART J., CHABERT J. (1965). « Haut-Rhône à l'amont de Lyon: étude hydraulique de Miribel-Jonage », *La Houille Blanche*, N° 7, 18 p.

ZIMMERLY L. (1998). « *Mémoire communiqué à M. le Président du Groupe de Travail et aux Membres de la Commission POS de Thil* », 10 p.

ZONE DE DEFENSE DE PARIS, SERVICE INTERDEPARTEMENTAL DE LA PROTECTION CIVILE, CELLULE RISQUES NATURELS (2003). *Plan de Secours Spécialisé Inondations Zonal, Zone de défense de Paris* (2006), tome 1. 5 chapitres.

Liste des tableaux

<i>Tab. 1. Répartition par type d'enjeu des dommages estimés à l'échelle de la vallée pour trois niveaux de crue du Rhône, en milliards d'euros</i>	34
<i>Tab. 2. Part absolue et relative des enjeux situés dans la plaine alluviale : a - population et entreprises, b – agriculture en part absolue, c – agriculture en part relative</i>	35
<i>Tab. 3. Cotes maxima de la crue de l'Ile-Barbe à Lyon enregistrées par les Ponts-et-Chaussées</i>	128
<i>Tab. 4. Hauteur de la crue sur les quais de la Saône en 1840 (en m)</i>	130
<i>Tab. 5. Hauteurs et durée de submersion dans Lyon et ses faubourgs lors de la crue de la Saône de novembre 1840</i>	130
<i>Tab. 6. Pertes financières dues à l'endommagement direct causé par la crue de 1840</i>	136
<i>Tab. 7. Pertes financières enregistrées suite à l'inondation de 1856 dans le département du Rhône</i>	157
<i>Tab. 8. Nature et montant total de l'ensemble des travaux de protection réalisés pour la défense de la ville après la crue de 1856</i>	175
<i>Tab. 9. Superficie du bassin du Rhône et contribution des affluents</i>	218
<i>Tab. 10. Fréquence saisonnière des crues maxima annuelles aux stations de Couzon, Perrache et Ternay : a. (1840-1919), b. (1920-2005), c. (1840-2005)</i>	226
<i>Tab. 11. Fréquence saisonnière des 30 crues les plus fortes à Couzon, Perrache et Ternay (1840-2005)</i>	226
<i>Tab. 12. Evolution de la fréquence saisonnière des crues les plus fortes ces 25 dernières années par rapport aux périodes 1840-1920 et 1920-1979 : a. Perrache, b. Couzon, c. Ternay</i>	227
<i>Tab. 13. Caractéristiques hydrologiques des deux plus fortes crues connues à chaque station</i> . 228	
<i>Tab. 14. Dénombrement des 30 crues historiques les plus fortes à Couzon, Perrache et Ternay en fonction de leur période de retour</i>	228
<i>Tab. 15. Augmentation des hauteurs d'eau à La Mulatière</i>	334
<i>Tab. 16. Comparaison du débit maximum instantané (Q_{xi}) à la station de Couzon et des hauteurs maxima des crues de 1840 (réelle et rectifiée) et 1955 aux échelles de Trévoux, Couzon et La Feuillée</i>	357
<i>Tab. 17. Augmentation des hauteurs d'eau dans la plaine de Miribel-Jonage dans le deuxième tiers du XXe s.</i>	380

Liste des photos

<i>Photo 1. Repères de crue sur un immeuble du quartier de Mala Strana à Prague.....</i>	<i>42</i>
<i>Photo 2. Dégâts dans le quartier pragois de Karlín</i>	<i>42</i>
<i>Photo 3. Le pont de pierre dit pont du Change (XIe s.) à l'étiage vers 1840.....</i>	<i>128</i>
<i>Photo 4. Le quai Saint-Antoine vers 1850.....</i>	<i>129</i>
<i>Photo 5. Le quai Saint Antoine sous les eaux en 1840.....</i>	<i>129</i>
<i>Photo 6. La place Confort (actuelle place des Jacobins) et l'ancienne Préfecture du Rhône au milieu du XIXe siècle.....</i>	<i>132</i>
<i>Photo 7. La place Confort inondée en 1840.....</i>	<i>132</i>
<i>Photo 8. L'avenue de Saxe sous les eaux en 1856</i>	<i>152</i>
<i>Photo 9. L'inondation persistante des points bas circonscrits par les chemins après le passage de la crue de 1856 (rive gauche du Rhône)</i>	<i>154</i>
<i>Photo 10. La rive gauche du Rhône après le passage de la crue.....</i>	<i>158</i>
<i>Photo 11. Détail de l'endommagement au bâti.....</i>	<i>158</i>
<i>Photo. 12. La partie amont de la rive gauche avant la construction du quai de la Tête d'Or et de la digue des Brotteaux.....</i>	<i>166</i>
<i>Photo 13. Les quais de Vaise au droit du pont Mouton</i>	<i>167</i>
<i>Photo 14. Panorama des quais du Rhône.</i>	<i>170</i>
<i>Photo 15. Le dérochement au droit du pont de Nemours au milieu du XIXe s.....</i>	<i>171</i>
<i>Photo 16. Emmarchement au niveau du quai Tilsitt avant la reconstruction des quais</i>	<i>173</i>
<i>Photo 17. Les nouveaux quais de la Saône après la réalisation du Plan Kleitz.....</i>	<i>173</i>
<i>Photo. 18. Les abattoirs de La Mouche en 1914.....</i>	<i>312</i>
<i>Photo 19. Le quartier de la gare d'eau de Perrache et Gerland vers 1880.....</i>	<i>315</i>
<i>Photo 20. Le confluent au début du XXe siècle.....</i>	<i>315</i>
<i>Photo 21. La protection de Gerland vers le milieu du XXe siècle.....</i>	<i>316</i>
<i>Photo 22. Les travaux de l'axe Nord-Sud en rive droite du Rhône en 1960</i>	<i>318</i>
<i>Photo 23. L'Hôtel-Dieu et le quai de l'Hôpital après la réalisation du plan Kleitz.</i>	<i>319</i>
<i>Photo 24. L'Hôtel-Dieu et l'axe Nord-Sud.....</i>	<i>319</i>
<i>Photo 25. Le vieux pont de la Guillotière (XIe s.) et ses piles imposantes.....</i>	<i>322</i>
<i>Photo 26. Le nouveau pont de la Guillotière et l'axe nord-sud</i>	<i>322</i>
<i>Photo 27. Le remblai du périphérique nord en rive droite du Rhône.</i>	<i>324</i>
<i>Photo 28. La Cité Internationale.....</i>	<i>324</i>
<i>Photo 29. L'obstacle du pont Poincaré et l'obstruction progressive des arches de décharge....</i>	<i>326</i>
<i>Photo 30. Le chantier de reconstruction du barrage de Couzon en 1965.....</i>	<i>355</i>
<i>Photo 31. Le barrage de Couzon couché en temps de crue.....</i>	<i>355</i>
<i>Photo 32. La digue de halage en rive droite du canal de Jonage</i>	<i>374</i>
<i>Photo 33. Le tronçon exhaussé de la digue de halage</i>	<i>374</i>
<i>Photo. 34. Le tronçon reculé vers le nord de la digue de Vaulx-en-Velin.....</i>	<i>376</i>
<i>Photo 35. La digue de Vaulx-en-Velin lors de la crue de février 1957.</i>	<i>377</i>
<i>Photo 36. Le passage inférieur n°5 sous le remblai de la Rocade-Est et la contre-digue construite en avant de la digue</i>	<i>384</i>
<i>Photo 37. La plaine de Miribel-Jonage inondée lors de la crue de 1957</i>	<i>388</i>
<i>Photo 38. Le seuil fixe situé à l'exutoire du lac principal de Miribel-Jonage.</i>	<i>391</i>

Table des figures

Fig. 1. Ajustement des lits fluviaux aux flux liquides et sédimentaires	59
Fig. 2. Le corridor fluvial du « Y lyonnais ».....	62
Fig. 3. Variabilité spatio-temporelle du risque en milieu fluvial	64
Fig. 4. Les deux échelles spatiales du SIGéohistorique « Y lyonnais ».....	67
Fig. 5. Processus géomorphologiques affectant l'enveloppe fluviale dans une période de crise hydroclimatique.....	78
Fig. 6. Carte des formations quaternaires de la région lyonnaise.....	80
Fig. 7. Datation absolue des unités spatiales de la plaine du Rhône en amont de Lyon.....	82
Fig. 8. Coupe est-ouest dans le remplissage sédimentaire de la plaine du Rhône à Lyon au niveau de la presqu'île	83
Fig. 9. La métamorphose du site alluvial de Lyon. De haut en bas : à la fin du Ier Age du Fer, autour de notre ère et à la fin du 1 ^{er} siècle après J.-C.	85
Fig. 10. Le déplacement du point de franchissement du Rhône du XIe s. au début du XIIIe s.	88
Fig. 11. Secteurs gagnés sur les rives du Rhône et de la Saône par lotissement à la fin du XIIe et au début du XIIIe s.	89
Fig. 12. Tracés successifs du Rhône entre le XIIIe et le XVIIIe siècles dans la plaine de Miribel-Jonage	91
Fig. 13. Le terrain de Bellecour avant d'être aménagé en place au milieu du XVIe s.	94
Fig. 14. Les remparts d'Ainay en 1659	94
Fig. 15. Plan Scénographique de Lyon d'après la réduction de G. Braun.	95
Fig. 16. Le quai d'Alincourt à l'entrée du défilé de Pierre-Scize au milieu du XVIIIe s.	96
Fig. 17. Le quartier de Bourgneuf en rive droite de la Saône après la destruction des maisons et avant la construction du quai.	97
Fig. 18. L'endigement de la Saône jusqu'en 1840.	99
Fig. 19. L'endigement continu de la rive droite du Rhône et les nouveaux quartiers gagnés sur le Rhône au XVIIIe siècle.	101
Fig. 20. Plan de la ville de Lyon et de ses environs par Deville (1746).....	102
Fig. 21. Le quartier Saint-Clair. A gauche, le cours d'Herbouville, à droite le quai Saint-Clair.	103
Fig. 22. Le plan Perrache	105
Fig. 23. Carte des prémices de l'endigement de la rive gauche du Rhône : les premières digues basses.	107
Fig. 24. Le plan Morand (1764).....	109
Fig. 25. Plan Morand (1780).	109
Fig. 26. Les étapes de l'endigement de la rive gauche du Rhône avant 1840.....	114
Fig. 27. L'inondation du Rhône en 1840.....	121
Fig. 28. L'inondation de la Saône en 1840. a : carte générale, b : la Presqu'île inondée les 3 et 4 novembre, c : la Presqu'île traversée par de violents courants après la baisse du Rhône.	125
Fig. 29. Hauteurs d'eau enregistrées à Vaise et en Presqu'île en novembre 1840.	131
Fig. 30. Travaux réalisés suite à l'inondation de 1840 et état de l'endigement en 1856.	139
Fig. 31. L'inondation de la Saône et du Rhône en 1856.	145
Fig. 32. L'endigement « insubmersible » du Rhône et de la Saône dans Lyon (1856-1870)	164
Fig. 33. Carte des enjeux situés en lit majeur dans le « cœur urbain » vers 1860.....	188
Fig. 34. Carte des enjeux situés en lit majeur dans le « cœur urbain » vers 1950.....	190
Fig. 35. Carte des enjeux situés en lit majeur dans le « cœur urbain » au début du XXIe siècle.	192
Fig. 36. Carte des enjeux situés en lit majeur dans le Val de Saône lyonnais vers 1860.	195
Fig. 37. Carte des enjeux situés en lit majeur dans le Val de Saône lyonnais vers 1950.	197
Fig. 38. Carte des enjeux situés en lit majeur dans le Val de Saône lyonnais au début du XXIe siècle.	199
Fig. 39. Carte des enjeux situés en lit majeur à l'amont de Lyon vers 1860.....	201
Fig. 40. Carte des enjeux situés en lit majeur à l'amont de Lyon vers 1950.....	203

Fig. 41. Carte des enjeux situés en lit majeur à l'amont de Lyon au début du XXIe siècle.	205
Fig. 42. Carte des enjeux situés en lit majeur à l'aval de Lyon vers 1860.....	208
Fig. 43. Carte des enjeux situés en lit majeur à l'aval de Lyon au milieu du XXe siècle.....	209
Fig. 44. Carte des enjeux situés en lit majeur à l'aval de Lyon au début du XXIe siècle.....	210
Fig. 45. Synthèse de l'évolution des enjeux de l'inondation dans le « Y lyonnais » depuis 150 ans.	213
Fig. 46. Localisation des stations limnimétriques du « Y lyonnais »	216
Fig. 47. Part contributive de l'Ain dans la formation des 14 plus fortes crues du Rhône depuis 1850.....	221
Fig. 48. Crues maxima annuelles (1840-2005) et crues caractéristiques au pont Morand.	223
Fig. 49. Crues maxima annuelles (1840-2005) et crues caractéristiques à Trévoux et Couzon.	231
Fig. 50. Crues maxima annuelles (1840-2005) et crues caractéristiques à Ternay.....	237
Fig. 51. Evolution générale des zones inondables dans le « Y lyonnais » depuis 150 ans.....	240
Fig. 52. Evolution des superficies inondables dans le cœur urbain depuis 150 ans.	243
Fig. 53. Zones théoriquement inondables par débordement direct au sein du cœur urbain dans la situation actuelle.	247
Fig. 54. Zones potentiellement soumises aux crues de la nappe dans le cœur urbain.	251
Fig. 55. Evolution des superficies inondables dans le Val de Saône lyonnais depuis 150 ans. ...	254
Fig. 56. Zones du Val de Saône lyonnais théoriquement inondables par débordement direct dans la situation actuelle.	257
Fig. 57. Zones potentiellement soumises aux crues de la nappe dans le Val de Saône lyonnais.	259
Fig. 58. Evolution des superficies inondables à l'amont immédiat de Lyon depuis 150 ans.	262
Fig. 59. Fonctionnement hydraulique de la plaine à l'amont de Lyon.	264
Fig. 60. Zones théoriquement inondables par débordement direct à l'amont de Lyon dans la situation actuelle.	267
Fig. 61. Zones potentiellement soumises aux crues de la nappe dans la plaine de Vaulx-en-Velin.	269
Fig. 62. Evolution des superficies inondables au sud de Lyon depuis 150 ans.....	274
Fig. 63. Zones théoriquement inondables par débordement direct à l'aval de Lyon dans la situation actuelle.	277
Fig. 64. Zones potentiellement soumises aux crues de la nappe dans le corridor aval.	279
Fig. 65. Le champ d'inondation du Rhône de Genève à Lyon en 1856.....	284
Fig. 66. La protection progressive de Gerland contre les crues.	307
Fig. 67. Emprises sur le champ d'inondation à l'aval de Lyon	333
Fig. 68. Plan d'ensemble des ouvrages entre le P.K. 1,5 et le P.K.6 du Rhône.....	339
Fig. 69. Plan schématique de la zone industrielle bordant le canal de fuite.....	339
Fig. 70. Les barrages de navigation sur la Saône.....	353
Fig. 71. Le basculement hydraulique du canal de Miribel.....	368
Fig. 72. Nouvelles fonctions et aménagement du secteur de Miribel-Jonage à partir de la fin des années 1950.....	389
Fig. 73. Quantités de granulats extraits chaque année dans le canal de Miribel et au site de la Feysine (Source: Bravard et al.,1991).....	393
Fig. 74. Modification de l'enveloppe physique de la crue dans la plaine de Miribel-Jonage : une vulnérabilisation liée à l'urbanisation.	394
Fig. 75. Evolution du profil en long du canal de Miribel. a : 1847-1996 ; b : 1952-1996.	396

Table des matières

Préambule.....	5
PARTIE 1. Le réveil d'une ville endormie : introduction à une étude du risque fluvial en milieu urbain.....	9
1. La ville, le risque et la crue	13
I. Le couple risque-urbanisation	13
I.1. Le constat d'une coévolution entre risque et urbanisation.....	13
I.2. Le risque urbain : spécificité urbaine ou simplement risque dans la ville ?.....	13
I.3. L'urbanisation favoriserait les risques en modifiant à la fois l'aléa et la vulnérabilité	14
I.4. L'urbanisation favorise la reconnaissance du risque et sa gestion, et cette volonté de gestion modifie le risque, le déplace, le diffuse	14
II. La gestion de la contrainte fluviale en milieu urbain : un risque territorialisé	15
II.1. Les principes de la gestion du risque d'inondation	15
II.2. Particularités des villes situées dans les petits bassins versants	16
II.2.a. L'enjeu de la prévision des crues torrentielles.....	16
II.2.b. Les inondations par ruissellement urbain : un risque endogène	17
II.3. La contrainte fluviale dans les villes riveraines de grands organismes fluviaux	18
II.3.a. Inondation par débordement des crues de plaine	18
II.3.b. Inondations par remontée de nappe et reflux dans les réseaux	18
II.3.c. Villes d'estuaire : une gestion du risque de crue complexifiée par le risque d'inondation marine	18
III. Spécificité du risque de crue fluviale en milieu urbain et périurbain : le rôle des héritages géomorphologiques et politiques.....	19
III.1. Variation de la contrainte fluviale et interaction avec le processus de construction urbaine	20
III.2. Un changement du rapport des villes avec l'inondation précipité par les événements extrêmes du milieu du XIXe siècle	20
III.3. Une protection inscrite entre deux champs de force	22
III.4. Expansion de l'urbanisation et aggravation du risque.....	25
Conclusion.....	27
2. La relance conjoncturelle de la problématique des inondations	29
I. Réactivation de la problématique du risque d'inondation	29
I.1. Relance de la question à l'échelon européen et national	29
I.2. Le contexte rhodanien : le rôle déclencheur des crues de 1993 et 1994 et les apports de l'Etude Globale Rhône	31
I.2.a. Lancement de l'Etude Globale Rhône : pour une approche intégrée du risque à l'échelle de la vallée.....	31
I.2.b. Un constat clair : le risque s'est aggravé, notamment en milieu urbain.....	32
I.2.c. Des pistes de réflexion pour une stratégie de gestion globale.....	34
I.3. Réactivation conjoncturelle des crues de 2002 et 2003 ; lancement du Plan Rhône	36
I.3.a. Les mesures prises à l'échelle nationale.....	36
I.3.b. Le plan Rhône : pour une stratégie de gestion à l'échelle du bassin, globale et territorialisée	36
II. Le coup de semonce de 2002 : l'enjeu patrimonial, support d'une réflexion sur la réalité du risque	40
II.1. L'expérience de la catastrophe à Prague : les crues de 1997 et 2002 et leurs conséquences	41
II.1.a. Un endommagement important.....	41
II.1.b. La réaction de l'Etat et des élus locaux suite à la crise de 2002	43
II.2. Un événement qui réactive l'inquiétude parisienne.....	43

III. Le cas lyonnais : la relance tardive d'une question qu'on croyait résolue	46
III.1. Un sentiment de sécurité qui pose question	46
III.2. Problématiques du risque aux marges de la ville	48
III.2.a. Une aggravation de l'aléa inondation en rive droite du canal de Miribel ?	48
III.2.b. Le constat de la perte d'écrêtement de l'île de Miribel-Jonage	48
III.2.c. Le paradoxe vaudais	48
III.2.d. Quelle crue de référence pour gérer le risque sur la Saône ?	49
III.2.e. Des remblais massifs dans le couloir de la chimie	49
III.3. Relance de la question du risque d'inondation fluviale par les services de l'Etat.	50
Conclusion	51
3. Inscription méthodologique, problématique et méthode de travail	53
I. Pour une approche de la complexité du risque	53
I.1. Le risque comme phénomène physique et social : vers une approche unitaire du risque.....	53
I.1.a. Les approches comportementaliste et radicale	53
I.1.b. L'approche globale et l'étude qualitative de la vulnérabilité	54
I.1.c. Risque, urbanisation et territoire	55
I.2. La prise en compte du temps et de l'espace : la notion de variabilité spatio- temporelle	56
I.2.a. L'approche géohistorique du risque fluvial et le rôle des héritages des politiques de gestion.....	56
I.2.b. De l'équilibre dynamique à la métamorphose fluviale: l'enrichissement du concept d'aléa par la notion d'instabilité	57
I.2.c. Théorie de l'auto-organisation critique appliquée au risque	60
II. Problématique du risque d'inondation dans le corridor du « Y lyonnais » : pour une approche géohistorique et systémique du risque en milieu fluvial urbain et périurbain	61
II.1. Problématique du risque fluvial dans le Y lyonnais	61
II.2. Originalité de la démarche	62
II.3. Cadre de travail et application de la recherche	65
III. Méthode d'investigation et outils d'analyse	65
III.1. Les différentes échelles temporelles de l'analyse diachronique.....	65
III.2. La territorialisation du risque et de ses évolutions: les arguments du Système d'Information Géohistorique	66
III.3. Les sources employées et leur traitement.....	67
Conclusion	71
PARTIE 2. La ville au péril des fleuves de l'Antiquité au désastre de 1856.	
L'endiguement du cœur urbain	73
1. Mise en perspective sur la longue durée : du Tardiglaciaire à l'époque moderne	77
I. Avant les Romains : du Tardiglaciaire à l'Holocène.....	79
I.1. Le site de Lyon	79
I.2. La formation de plusieurs niveaux de terrasse au sein du corridor fluvial	81
II. Un paysage fluvial en pleine mutation devenu favorable à l'installation humaine à l'arrivée de la colonie romaine	84
II.1. Variabilité spatio-temporelle de la contrainte fluviale	84
II.2. La métamorphose des fleuves dégage de très basses terrasses.....	85
II.3. Conquête des basses terres et adaptation de l'urbanisation aux variations de l'aléa	86
III. Une tendance à l'incision dans une période favorable à la conquête des basses terres, prolongée jusqu'au Moyen-Age.	87
III.1. Repli urbain de la fin de l'Antiquité au milieu du Moyen-Age	87
III.2. Reconquête des basses terres lyonnaises et installation des villages de Vaulx-en- Velin, Niévroz et Thil	87
III.3. Une croissance urbaine qui répond à la mobilité du paysage fluvial	88

L'évolution est relativement rapide puisque le pont du Rhône doit être reconstruit et déplacé à plusieurs reprises pour s'adapter au changement de tracé (Burnouf *et al.*, 1991). A la suite des travaux de Burnouf *et al.* (1991), B. Gauthiez (1993) a démontré que le point de passage du Rhône a progressivement été déplacé vers le sud (fig. 10), vraisemblablement en lien avec la fluctuation du lit du Rhône, qui avait tendance à migrer vers l'est, nécessitant pour la société de s'adapter à la mobilité du paysage fluvial.....88

IV. Péjoration hydroclimatique du Petit Age Glaciaire : Lyon redevient un site exposé90

IV.1. Une contrainte fluviale plus forte, des enjeux plus nombreux90

IV.2. Des réactions différentes entre ville et campagne.....90

IV.2.a. Abandon de site en amont de Lyon90

IV.2.b. Les tentatives de réponses apportées par la ville.....91

Conclusion92

2. Essor industriel et amorce de la conquête du lit majeur 93

I. Remblaiement et lotissement des Terreaux et de Bellecour (1550-1610)93

II. L'endiguement de la Saône.....95

II.1. Embryons de quais sur la Saône (1605-1649).....95

II.1.a. Situation au milieu du XVIe siècle95

II.1.b. L'aménagement de la rive gauche et les premiers quais de la Saône (1605-1649)96

II.2. Réaménagement des berges de la Saône dans la première moitié du XIXe siècle ..96

II.2.a. La nécessité de créer un passage carrossable en rive droite : édification d'une ligne de quais96

II.2.b. Amélioration des quais de la rive gauche97

III. Nouveaux quartiers et construction d'un endiguement continu en rive droite du Rhône100

III.1. Edification d'une ligne de quai le long du cœur urbain (1737-1781)102

III.2. Suppression du rentrant du Rhône et création du quartier Saint Clair (1749-1763)103

III.3. Extension de la Presqu'île vers le sud : Perrache et le confluent (1735-1830)104

IV. Lyon franchit le Rhône ; premiers essais de stabilisation du lit.....106

IV.1. La crainte d'une défluviation du Rhône vers l'est au milieu du XVIIIe siècle106

IV.2. La digue de la Tête d'Or (1756-1769)106

IV. 3. Lyon franchit le Rhône108

IV.3.a. Première valorisation des terrains des Hospices : un nouvel espace de promenade.....108

IV.3.b. Le plan Morand : pont sur le Rhône, digue des Brotteaux et création d'un nouveau quartier.....108

IV.4. Persistance du problème des atterrissements du Rhône. Une politique d'attente jusqu'en 1825.....110

Conclusion112

3. La défense de Lyon contre les inondations..... 113

I. Les premières réalisations en rive gauche (1825-40)113

I.1. L'amorce d'une réflexion sur les moyens de défendre la rive gauche : le concours de l'Académie de Lyon de 1825113

I.2. L'édification du premier quai de la rive gauche : le quai d'Albret le long du quartier des Brotteaux 1825-35115

I.3. La digue de ceinture des Brotteaux (1836-39).....115

I.4. A l'aval du pont de la Guillotière, une série d'ouvrages non jointifs près de la Vitriolerie.....117

II. La catastrophe de 1840 et ses conséquences ; priorité à l'urbanisme118

II.1. Des conditions météorologiques exceptionnelles et une crue extraordinaire120

II.1.a. Première phase de l'inondation : la crue générale du Rhône120

II.1.b. Deuxième phase : l'inondation monstrueuse de la Saône.....124

I.2. Une gestion de crise improvisée133

I.3. Des pertes considérables qui matérialisent la vulnérabilisation induite par l'urbanisation134

II.4. Une protection de demi-mesure : priorité donnée à l'urbanisme.....	136
II.4.a. L'interdiction des constructions en pisé ne sera pas partout respectée	137
II.4.b. Augmentation du débouché de la Saône et prolongement de l'endiguement de la rivière	138
II.4.c. L'amorce d'un endiguement complet de la rive gauche	140
III. Le désastre de 1856	142
III.1. Des facteurs météorologiques et hydrologiques exceptionnels.....	142
III.1.a. Une première crue du Rhône et de la Saône du 15 au 24 mai qui inonde la Presqu'île	143
III.1.b. Le deuxième pic ravageur des fleuves.....	147
III.1.c. Les facteurs aggravant de l'inondation.....	148
III.2. Secteurs inondés, hauteurs d'eau, secteurs épargnés et différence avec 1840	149
III.2.a. L'inondation de la Saône	149
III.2.b. L'inondation exceptionnelle du Rhône	150
III.3. Mesures prises par l'administration pendant la durée de l'inondation.....	153
III.4. La matérialisation d'un risque accru par l'urbanisation.....	155
Conclusion.....	159
4. Volonté d'une protection complète et définitive du cœur urbain.....	161
I. Mesures complémentaires de l'endiguement des fleuves.....	162
I.1. Les remblais.....	162
I.2. La construction d'égouts longitudinaux	162
II. L'endiguement « insubmersible » des deux fleuves	163
II.1. La disqualification de la digue en terre des Brotteaux. Edification d'une digue et d'un quai maçonnés : la digue « insubmersible » des Brotteaux et le quai de la Tête d'Or	165
II.2. Construction de nouveaux quais pour combler les lacunes de l'endiguement.	167
II.3. Rectification et exhaussement du rempart de protection	167
III. Le plan Kleitz	169
III.1. Travaux de défense du Rhône	169
III.2. Travaux de défense de la Saône.....	170
IV. Une protection coûteuse à laquelle tous les acteurs consentent. Une fois pour toutes ?	174
IV.1. Montant total des travaux de protection effectués suite à la crue	174
IV.2. L'enquête publique préalable au projet.....	174
Conclusion.....	177
PARTIE 3. La configuration du risque au sein du « Y lyonnais » : permanences et évolutions.....	179
1. Une tendance à la multiplication des enjeux urbains dans le lit majeur	183
I. La méthode.....	183
I.1. Sources documentaires employées	183
I.2. Délimitation du lit majeur exceptionnel	184
I.3. Typologie des enjeux de l'inondation.....	184
I.4. Approche territoriale des enjeux de l'inondation (1860-2000).....	186
II. Le Cœur urbain	189
II.1. La ville <i>intramuros</i> et sa banlieue rurale au lendemain des travaux de protection	189
II.2. Extension et densification de l'habitat, développement des banlieues industrielles	191
II.3. Mutation de l'espace urbain et requalification des vieux quartiers industriels.....	193
III. Le Val de Saône lyonnais	194
III.1. Une économie rurale traditionnelle en prise avec le fleuve et relativement adaptée à la contrainte fluviale.....	194
III.2. Les prémices timides de l'influence urbaine.....	196
III.3. Diffusion de la périurbanisation.....	198
IV. Le Rhône amont	200
IV.1. Une plaine de tressage marquée par une occupation extensive	200

IV.2. Simplification du paysage fluvial et apparition de quartiers ouvriers à proximité de Lyon.....	202
IV.3. L'influence marquée de l'urbanisation	204
IV.3.a. Développement de l'habitat et des industries	204
IV.3.b. De nouvelles fonctions dévolues à la plaine	204
IV.3.c. Transformations agricoles	206
IV.3.d. Des extractions massives qui ont contribué à transformer le paysage alluvial	207
V. Le Rhône aval	207
V.1. Un paysage dominé par la présence du fleuve et l'activité agricole.....	207
V.2. Le corridor fluvial en cours de transformation	211
V.3. Le couloir de la chimie	211
Conclusion	212
2. De l'aléa hydrologique au sein du « Y lyonnais »	215
I. Les crues du Y lyonnais : un régime complexe	218
II. Le Rhône amont	219
II.1. La prédominance des crues de plaine de saison froide.....	219
II.2. Des crues d'allure torrentielle fortement influencées par l'Ain	220
II.3. Un fleuve impétueux sur l'ensemble de la période, mais une absence de crue forte depuis 1957	221
III. La Saône de Trévoux au confluent	229
III.1. Des crues d'hiver très marquées, mais qui tendent à devenir plus tardives	229
III.2. Lenteur des crues océaniques et rôle des affluents torrentiels de la rive droite	230
III.3. Un affluent généralement tranquille qui peut néanmoins devenir « terrifiant »	230
III.3.a. Importance du volume écoulé.....	230
III.3.b. Un régime irrégulier marqué par l'amplitude des extrêmes	233
IV. Le Rhône en aval du confluent de la Saône.....	234
IV.1. Triomphe de l'influence pluviale.....	234
IV.2. Un risque de concomitance des pics de crue du Rhône et de la Saône relativement faible, mais qui reste possible	235
IV.3. Puissance des crues, débits caractéristiques et fréquence annuelle.....	236
3. Un corridor au risque de l'aléa.....	239
I. L'invulnérabilité relative du cœur urbain	242
I.1. Une contraction très nette des zones inondables, en particulier en rive gauche du Rhône.....	242
I.2. Une protection qui reste imparfaite sur la Saône	245
I.3. Un lit majeur presque entièrement soustrait aux débordements du Rhône pour la crue exceptionnelle théorique mais inégalement exposé aux inondations indirectes.....	246
II. Vulnérabilités réelles et représentées des marges inondables	253
II.1. Les inondations du Val de Saône	253
II.1.a. Géométrie du lit majeur historique et situation actuelle	253
II.1.b. Fonctionnement hydraulique du secteur et logique de la mise en eau	255
II.2. Dysfonctionnements de l'hydrosystème à l'amont de Lyon	261
II.2.a. Une évolution dissymétrique du champ d'inondation	261
II.2.b. Fonctionnement hydraulique du secteur	263
II.2.c. L'invulnérabilité relative de Vaulx-en-Velin et Saint-Jean	265
II.2.d. Aggravation de l'aléa et des enjeux exposés en rive droite du canal de Miribel, dans la moitié amont du secteur	271
II.2.e. Diminution de la capacité d'écrêtement de la plaine	272
II.3. Une contraction importante des zones inondables dans le couloir de la chimie.....	273
II.3.a. Une réduction de 58 % des zones inondables pour la crue de référence.....	273
II.3.b. Fonctionnement hydraulique du secteur et conditions de mise en eau de la plaine.....	275
4. Facteurs d'évolution de l'hydrologie des crues lyonnaises	283
I. Quel pouvoir d'écrêtement des barrages ?	285

I.1. Le contrôle des eaux du lac Léman	285
I.2. L'absence d'impact direct des barrages et réservoirs alpestres sur les grandes crues	286
I.3. Le pouvoir écrêteur du barrage de Vouglans	287
II. Effets indirects des actions humaines sur les volumes ruisselés, stockés et écoulés.....	288
II.1. Effet des mutations de l'occupation des sols sur les volumes ruisselés	288
II.2. L'incision des lits fluviaux et la chenalisation des crues.....	288
II.3. Le rôle des aménagements CNR du Haut-Rhône dans la diminution de la capacité d'écrêtement.....	289
II.4. Impact nuancé des aménagements liés à l'amélioration de la voie navigable de la Saône.....	291
II.5. Les conséquences du remblaiement du Val de Saône sur le temps de transfert et les niveaux à Lyon.....	292
II.6. Influence de la gestion des endiguements agricoles de la Saône sur les crues faibles et moyennes	293
III. Les effets des variations climatiques sur la fréquence et l'intensité des crues.....	294
III.1. Changements climatiques et hydrologiques observés depuis la fin du XIXe siècle	295
III.2. Les effets attendus du changement climatique global dans le bassin du Rhône ..	295
Conclusion.....	297
PARTIE 4. La protection d'un territoire en développement. Evolution du statut des marges et vulnérabilisation	299
1. Extension du cœur urbain et prolongement du rempart de protection	303
I. Un système progressivement renforcé qui donne à la ville un sentiment de sécurité.....	303
I.1. Le comblement des points bas des quais de la rive droite du Rhône (1929)	303
I.2. Une protection jugée suffisante par la ville de Lyon	304
II. L'extension du cœur urbain vers le sud. Développement du quartier de Gerland et risque de vulnérabilisation du rempart	306
II.1. L'endiguement submersible pour les besoins de la navigation (1855-61)	306
II.2. Un développement industriel et urbain rapide qui entraîne une demande de protection	308
II.2.a. La sensibilisation des acteurs à la vulnérabilité de Gerland : le rôle des inondations de 1896	308
II.2.b. Un projet d'endiguement insubmersible entre la Vitriolerie et Saint-Fons remplacé par une protection contre les crues moyennes (1898).....	309
II.3. Une réglementation qui ne suffit pas à limiter l'extension urbaine dans le corridor fluvial	311
II.3.a. Protection détournée du quartier de La Mouche au moyen d'exhaussements de chemins	311
II.3.b. L'impuissance du Service Spécial face à la conquête urbaine du corridor	312
II.3.c. Protection du quartier des Brotteaux Rouges.....	313
II.3.d. Remblaiement progressif du secteur Félizat-Archevêque, en avant du quai Fillon	316
III. Modification de la géométrie du lit mineur par les aménagements routiers	317
III.1. L'Axe Nord-Sud et les autoroutes de sortie nord et sud	318
III.1.a. Caractéristiques des aménagements	318
III.1.b. Impact sur les crues et mesures compensatoires	320
III.2. Aménagement des berges et du lit du Rhône dans le cadre de la réalisation du Boulevard périphérique nord et de la Cité Internationale (1993).....	323
III.2.a. Un empiètement important sur le lit du fleuve	323
III.2.b. Pérennité des mesures compensatoires mises en œuvre ?	324
Conclusion.....	327
2. L'impératif industriel et le remblaiement massif du couloir de la chimie.....	329
I. Etat de la protection au sud de Lyon au milieu du XIXe siècle.....	329
II. Le projet d'aménagement de la retenue de Pierre-Bénite	331

III. Le risque aggravé par les remblais industriels	332
III.1. Une tendance révélée par l'aggravation du niveau des crues	332
III.2. La protection de Saint-Fons : l'exhaussement du quai Saint-Gobain	335
III.3. Demande de protection de la commune d'Oullins (1957-1958)	335
III.4. Protection des quartiers bas de Grigny.....	336
IV. L'aménagement de vastes plateformes industrielles « insubmersibles » en lit majeur	337
IV.1. Le souci de favoriser et préserver les intérêts industriels	337
IV.2. L'aménagement de Pierre-Bénite : des contraintes techniques liées à l'exigence d'éviter l'inondation des constructions existantes	338
IV.3. Plus de 10 millions de m ³ de déblais utilisés pour remblayer la plaine	339
V. Le développement incontrôlé des remblais et la crainte d'une nouvelle aggravation de l'aléa	341
V.1. Concilier la priorité au développement industriel et le bon écoulement des crues	341
V.2. Un remblaiement incontrôlé qui inquiète l'Etat	341
Conclusion	342
3. L'aménagement du Val de Saône : enjeux du choix de la crue de référence	343
I. Une occupation traditionnelle adaptée à la contrainte fluviale.....	343
I.1. L'aménagement de la voie d'eau	343
I.2. Comblement progressif des délaissés de la Saône	344
II. Le développement des enjeux urbains et l'augmentation corrélée de la vulnérabilité dans la deuxième moitié du XXe siècle	345
II.1. Développement des plateformes industrielles et portuaires : édification de remblais qui doivent être compensés par le recalibrage de la voie d'eau	345
II.2. Le Plan des Surfaces Submersibles de la Saône et ses effets sur le développement des constructions.....	347
II.3. Développement et exhaussement des infrastructures de transport	349
II.3.a. Demande de protection du quartier de l'Industrie (St Rambert) et exhaussement du quai J. Jaurès (1932-1938)	349
II.3.b. Les travaux liés à la route nationale n°6 ; élargissement des quais Arloing, Chauveau et Pierre- Scize	350
II.3.c. Déviation de la route nationale 433 (rive gauche) et Chemin départemental n°51 (rive droite).....	350
III. Une vulnérabilisation matérialisée par la trilogie des crues de 1981, 1982 et 1983 et mal acceptée par la population	352
III.1. Mise en cause des barrages	353
III.2. L'échec relatif de la cartographie réglementaire	356
III.3. L'inquiétude grandissante de la population vis-à-vis de l'impact cumulé des remblais sur les lignes d'eau	358
IV. Vers une meilleure prise en compte des composantes du risque	360
IV.1. Création du Syndicat Mixte Saône-Doubs et mise en œuvre du Plan de Gestion du Val de Saône : une volonté de gestion globale et intégrée de l'inondabilité.....	360
IV.2. Les PPRI de la Saône : un durcissement des contraintes réglementaires imposé par l'Etat qui suscite l'opposition des élus.....	361
Conclusion.....	363
4. L'originalité du secteur de Vaulx-en-Velin et du nord-est villeurbannais	365
I. Ajustement fluvial à l'endiguement du bras de Miribel et dérogation à la loi de 1858 ..	365
I.1. L'exclusion de Vaulx-en-Velin du périmètre défendu par la digue insubmersible des Brotteaux (1856).....	365
I.2. Un projet de défense au-dessus des moyens financiers de la commune	366
I.3. Aggravation de l'aléa suite au basculement du canal de Miribel ; la digue insubmersible de Vaulx-en-Velin et la protection des rives contre les corrosions du fleuve (1881).....	367
I.4. Tentatives communales de protection des terres agricoles contre les débordements du fleuve	369
II. La protection partielle d'un territoire qui s'urbanise.....	371

II.1. Protection du quartier villeurbannais de Saint-Jean et de Vaulx-en-Velin.....	371
II.1.a. Des tentatives de réfection de la digue en terre des Brotteaux avortées à plusieurs reprises.....	371
II.1.b. Restauration de l'ancienne digue en terre des Brotteaux et de la section aval de la digue de Vaulx-en-Velin	372
II.1.c. exhaussement du chemin de halage en rive droite du canal de Jonage	373
II.2. Défense des quartiers de La Feyssine et du Bois-Perret.....	377
III. Renversement de la politique de l'Etat et doublement de la protection.....	379
III.1. Un aléa qui a continué à augmenter et menace la stabilité des digues	379
III.2. Le doublement de la digue en terre par les remblais autoroutiers : une protection lacunaire.....	382
Conclusion.....	385
5. Miribel-Jonage : vulnérabilisation d'une plaine dévolue à la protection de Lyon	387
I. Périurbanisation et aménagement : une vulnérabilisation par les actions humaines	388
I.1. Développement périurbain et mesures compensatoires : une perte de mémoire ?..	388
I.1.a. Evolution du principe de gestion des inondations.....	389
I.1.b. Un projet d'ensemble devant permettre de réduire le risque d'inondation	391
I.1.c. Une réalisation partielle au détriment de l'écêtement des crues	391
I.2. Une aggravation en rive droite matérialisée dès le début des années 1980	393
II. Impact des actions humaines sur les conditions de mise en eau	394
II.1. L'impact des remblais	394
II.2. Le dragage du canal de Miribel : une rétroaction négative.....	395
III. Vers une gestion globale ?	398
III.1. Une prise de conscience des interactions nature-sociétés... ..	398
III.2. ...mais une gestion qui n'est encore que partiellement globale.....	398
III.2.a. Des vocations difficilement compatibles.....	398
III.3.b. Le problème des échelles spatio-temporelles dans les politiques de gestion	399
Conclusion.....	401
Conclusion générale.....	403