

Etude différentielle multifactorielle des paramètres grapho-spatiaux de l'écriture

par Patricia FAURE

Thèse de doctorat en psychologie
sous la direction de Robert MARTIN et Michèle CARLIER
soutenue le 6 octobre 2000

Composition du jury : Michèle CARLIER, professeur à l'IUFM d'Orléans-Tours Robert MARTIN, professeur à l'université Lyon 2 Louis FRECON, professeur à l'INSA de Lyon Claude BASTIEN, professeur à l'université de Provence Francis EUSTACHE, professeur à l'université de Caen François MICHEL, Directeur de recherches honoraire au CNRS.

Table des matières

..	1
Remerciements . .	3
Epigraphe .	5
Introduction . .	7
Première partie. Cadre général .	11
1. L'écriture .	11
1.1. Histoire de l'écriture .	12
1.2. Modélisation .	15
1.3. Spécialisation hémisphérique . .	18
1.4. Apports de la neuropsychologie .	21
1.5. Ecriture et traits de personnalité . .	36
2. La gémellité .	37
2.1. Généralités concernant la gémellité .	37
2.2. Annexes embryonnaires et chorionicité .	39
2.3. Etude de la latéralité et des performances manuelles chez les jumeaux . .	46
2.4. La situation gémellaire : approche psychologique .	47
2.5. Diagnostics de zygosité et de chorionicité .	49
3. Cadre de l'étude .	53
3.1. La méthode des jumeaux .	53
3.2. Hypothèses de travail . .	56
Deuxième partie. Etude chez l'enfant . .	61
1. Méthodologie . .	62
1.1. Populations . .	62
1.2. Choix et déroulement de l'épreuve . .	63
1.3. Paramètres de l'étude . .	64
1.4. Traitement statistique .	71

2. Résultats .	72
2.1. Résultats de l'étude préliminaire . .	72
2.2. Résultats de l'étude de l'ensemble de la population . .	88
3. Interprétation des résultats de l'étude chez l'enfant et discussion . .	98
3.1. Effet du sexe et de la scolarisation . .	99
3.2. Interprétation des comparaisons des différents groupes de jumeaux . .	99
3.3. Discussion des résultats. .	101
Troisième partie. Etude chez l'adulte . .	105
1. Méthodologie . .	106
1.1. Population . .	106
1.2. Déroulement de l'épreuve . .	121
1.3. Paramètres de l'étude . .	122
1.4. Traitement statistique .	125
2. Résultats .	127
2.1. Etude des différents paramètres de l'écriture . .	127
2.2. Etude des différences intra-paires .	140
2.3. Comparaison de la latéralité et des différences de performances main dominante-main non dominante .	151
3. Interprétation et discussion des résultats .	156
3.1. Comparaison de la ressemblance intra-paire pour l'écriture, en fonction des groupes .	157
3.2. Comparaison de la ressemblance intra-paire pour les différences de performances des deux mains . .	159
3.3. Influence de divers facteurs sur l'écriture . .	159
Discussion générale et conclusion .	163
Références bibliographiques .	169
Bibliographie générale . .	179
Annexes . .	197
Annexe A. Ecritures de patients .	197
Annexe B. Questionnaire de préférence manuelle d'Annett. .	202

Annexe C. Questionnaire de M. Levy .	203
Annexe D. Questionnaire de Goldsmith .	216
Annexe E. Accord éclairé des parents pour le service d'obstétrique .	219
Annexe F. Accord éclairé des parents pour le laboratoire de génétique neurogénétique comportement . .	220
Annexe G. Questionnaire de zygosité (E. SPITZ & M. CARLIER) .	221
Annexe H. Consignes du test d'écriture pour l'enfant . .	227
Annexe I. Résultat de la main dominante .	228
Annexe J. Résultats de la main non dominante .	229
Annexe K. Corrélation intra-classes et rapports des variances intra relatives au facteur FL . .	231
Annexe L. Résultats portant sur les différences main dominante-main non dominante . .	231
Annexe M. Poids factoriels de l'ACP dans l'analyse de l'effet Chorion . .	233
Annexe N. Consentement éclairé des jumeaux pour l'étude des adultes . .	233
Annexe O. Questionnaire destiné aux germains . .	234
Annexe P. Classification des paires .	241
Annexe Q. Consignes du test d'écriture pour l'adulte . .	243
Annexe R. Liste des paramètres de l'écriture pris en compte dans l'étude chez l'adulte. .	244
Annexe S. Poids factoriels main dominante, main non dominante . .	245
Annexe T. Corrélations des paramètres entre la main dominante et la main non dominante . .	247
Annexe U. Carrés des distances de Mahalanobis aux centroïdes des groupes . .	247

A mon fils, avec mes encouragements pour l'avenir, A Alain, que je remercie de son aide et de son soutien, A mes parents et à ma famille, avec toute mon affection, A la mémoire de mes grands-parents et de “ tante Cécile ”

Remerciements

Aux membres de notre jury

Monsieur le Professeur Robert MARTIN

Nous tenons à le remercier de nous avoir fait confiance, en acceptant de co-diriger notre thèse. Nous souhaitons lui exprimer toute notre gratitude pour ses conseils et son accueil chaleureux et bienveillant, responsable d'une ambiance de travail d'une qualité particulière.

Madame le Professeur Michèle CARLIER

Nous remercions tout particulièrement le Professeur Michèle CARLIER, pour sa participation à ce travail qu'elle a accepté de co-diriger. Nous lui exprimons notre reconnaissance pour son aide précieuse, qui l'amena sur les chemins de Pleucadeuc.

Ses connaissances et sa rigueur méthodologique sont au centre de cette étude et nous la remercions de nous avoir permis de travailler avec elle, et de nous les avoir enseignées.

Monsieur le Professeur Claude BASTIEN

Nous remercions le Professeur Claude BASTIEN, qui nous fait l'honneur de participer à notre jury de thèse et a bien voulu accepter d'être rapporteur de notre travail.

Monsieur le Professeur Francis EUSTACHE

Nous exprimons toute notre gratitude et notre considération au Professeur Francis EUSTACHE qui a accepté d'être rapporteur de cette thèse, dans un délai très bref : nous lui en sommes reconnaissante.

Monsieur le Professeur Louis FRECON

Nous le remercions de nous avoir fait l'honneur d'accepter de participer à notre jury et de nous avoir fait bénéficier de ses conseils.

Nous lui sommes reconnaissante d'avoir éclairé, pour nous, l'histoire de l'écriture.

Monsieur le Docteur François MICHEL

Nous remercions le Docteur François MICHEL qui nous a accueillie dans son service de nombreuses années. Il est à l'origine de notre intérêt pour l'écriture. Ses encouragements, autant que sa grande compétence, nous furent une aide précieuse et indispensable. Nous tenons à lui témoigner notre reconnaissance et notre profond respect.

Nous exprimons toute notre reconnaissance à Elisabeth SPITZ, actuellement professeur à l'Université de Metz mais doctorante dans l'URA 1294 CNRS au moment du recueil des données chez l'enfant. Sans elle, l'étude sur la population d'enfants n'aurait pas été possible. En effet, elle a accepté d'inclure dans son plan de recherche le test d'écriture.

Nous sommes particulièrement reconnaissante au Docteur Bernard CROISILE de nous avoir permis d'étudier les aspects grapho-spatiaux de l'écriture de ses patients, atteints de la maladie d'Alzheimer. Les connaissances que nous avons acquises, à cette occasion, concourent à la production de ce travail.

Nous remercions le Docteur Corinne DROEHNLE-BREIT. Ses connaissances concernant la psychologie des jumeaux nous furent précieuses et nous la remercions de nous avoir aidée à constituer notre population d'adulte.

Nous sommes heureuse d'avoir eu le plaisir de travailler avec Nicole VINCENT, pour la mesure de l'un de nos paramètres, la dimension fractale de l'écriture ; sa disponibilité et sa gentillesse furent à l'origine d'échanges très riches entre nos disciplines encore éloignées.

Nous remercions le Docteur Christopher J. WILLIAMS de l'université d'Idaho qui nous a adressé le programme Twinan 90. Il nous a fait bénéficier de son expérience et de ses conseils dans la comparaison des jumeaux.

Nous remercions, pour sa contribution au traitement statistique des données, Catherine MARCHALAND, ingénieur de recherche dans le laboratoire Génétique Neurogénétique Comportement au moment de l'étude (UPR 9074 CNRS, alors URA 1294 CNRS).

Nous remercions également Micheline LEVY pour son aide dans l'élaboration d'un questionnaire permettant de différencier les jumeaux.

Nous remercions de leur collaboration les associations de jumeaux , et plus particulièrement Franck. et Eric. LAGELEE, présidents du Club des Jumeaux Européens, dont l'aide nous fut précieuse pour démarrer l'étude.

Nous remercions également Marie Pierre RETHY, responsable de la bibliothèque de l'Hôpital Neurologique à Bron, de l'aide qu'elle nous a apporté tout au long de ce travail et au cours de nos études précédentes

Dans l'établissement de la bibliographie, le concours d'Alain PIQUE nous fut également précieux et nous tenons à le remercier.

Epigraphe

“ Explorer l’inconscient, travailler dans le sous-sol de l’esprit avec des méthodes spécialement appropriées, telle est la tâche principale de la psychologie dans le siècle qui s’ouvre. Je ne doute pas que de belles découvertes ne l’y attendent, aussi importantes peut-être que l’ont été dans les siècles précédents, celles des sciences physiques et naturelles. ” Henri BERGSON, 1901 Conférence à l’Institut Général Psychologique, 28 Mars 1901.

Introduction

Face au problème constitué par la fugacité des paroles et la difficulté d'en conserver la trace, l'homme a inventé diverses solutions ; on peut comprendre l'écriture comme l'une des manifestations de sa créativité dans ce domaine.

Alors que le langage apparaît comme l'expression d'une propriété du cerveau, propre à l'espèce humaine, l'expression écrite apparaît plutôt comme une invention sociale dont la réalisation met en jeu de multiples fonctions et nécessite un apprentissage, effectué par référence au langage oral, et l'acquisition d'habiletés diverses.

L'étude des différences individuelles, portant sur l'écriture, nous est apparue une approche intéressante, pour saisir les liens possibles de ce comportement complexe et d'un certain nombre de facteurs.

Dans l'hypothèse, notamment, de l'intervention de facteurs génétiques, nous avons choisi d'étudier l'écriture de jumeaux.

L'étude des jumeaux, pour comprendre l'origine des différences individuelles, n'est pas récente puisqu'elle date des travaux de Galton ; mais c'est à Siemens que l'on doit la première description explicite de la méthode, comparant monozygotes et dizygotes, en 1924 ([140] cité par Spitz et Carlier [144]).

Depuis, la méthode a beaucoup évolué : elle tient compte aujourd'hui des limites afférentes à l'un de ses postulats, relatif à l'action identique de l'environnement pré et postnatal sur la différenciation intra-paire chez les jumeaux ; dans ses applications récentes, elle intègre, notamment, des variations de l'environnement prénatal, en

distinguant jumeaux monochorioniques et dichorioniques.

Dans l'étude de certaines pathologies, sous dépendance d'un gène majeur, les techniques de génétique moléculaire ont aujourd'hui remplacé la méthode des jumeaux. Elle reste indiquée, toutefois, quand la transmission des affections est plus probablement polygénique et quand le rôle de l'environnement dans la manifestation des troubles est important.

Nous avons ici choisi d'utiliser la méthode des jumeaux, mais nous n'avons pas limité notre étude au seul test de l'hypothèse de l'intervention de facteurs génétiques. En effet, nous pensions que de tels facteurs pouvaient intervenir sur certaines fonctions sollicitées dans l'élaboration de l'écriture et ne pas intervenir sur d'autres. Pour ces dernières, l'environnement intra-utérin pouvait ou non jouer un rôle, ce que nous comptons vérifier. D'autres facteurs ont également été pris en compte, certains relatifs à la situation gémellaire (souffrance néonatale, croyance des jumeaux, facteurs psychologiques) d'autres plus généraux (âge, sexe, niveau scolaire...).

Dans le travail présenté ici, nous n'avons considéré que l'aspect grapho-spatial de l'écriture, que nous avons caractérisé par un certain nombre de paramètres, objectivés, après numérisation des écritures, par un logiciel de traitement d'images.

Cependant, dans une première partie, nous présentons l'écriture dans son ensemble, de manière très générale.

Nous nous sommes attachée à son histoire, pour mieux comprendre son origine. Puis nous avons envisagé ses différents aspects, et leur perturbation, pour en comprendre les mécanismes et dégager des liens entre les paramètres que nous nous proposons d'étudier et différentes fonctions cognitives. A cet effet, nous avons intégré ici des connaissances acquises par ailleurs, lors de l'analyse des composantes graphiques et spatiales de l'écriture de patients atteints de la maladie d'Alzheimer. Cette étude, que nous avons effectuée dans le service de Neuropsychologie, dirigé par le Docteur Bernard Croisile à l'Hôpital Neurologique de Bron, nous a paru importante pour préciser les liens des paramètres que nous mesurons, avec des facteurs visuo-constructifs, attentionnels et mnésiques et, de façon plus générale, pour mieux cerner les dimensions prises en compte dans l'étude de l'écriture des jumeaux

L'étude de l'écriture étant effectuée chez des jumeaux, nous avons ensuite tenté de définir la situation gémellaire, ou plutôt de distinguer différentes situations à prendre en compte, tant sur le plan de l'anatomie et de la génétique que de la psychologique.

Après avoir présenté, de manière détaillée, nos hypothèses et la méthode dite des jumeaux, nous abordons, dans une seconde partie, la méthodologie propre à notre travail, dans le cadre d'une recherche effectuée chez l'enfant au Laboratoire Génétique Neurogénétique Comportement (GNC) de l'Université René Descartes (Paris V), alors URA CNRS 1294, devenu depuis UPR 9074 CNRS à Orléans.

Nous exposons les résultats de cette étude, réalisée en deux temps. Le second temps de l'étude porte plus spécialement sur l'effet du type de chorion sur les différents paramètres.

L'étude chez l'enfant nous ayant montré l'intérêt d'analyser des écritures plus

différenciées, nous abordons, dans une troisième partie, l'étude de l'écriture d'adultes. Cette dernière étude a été réalisée à Lyon, au Laboratoire de Neuropsychologie de l'Hôpital Neurologique et au Laboratoire d'Etude et d'Analyse de la Cognition et des Modèles (LEACM) à l'Université Lyon2.

Des études antérieures, portant sur la préférence manuelle et la latéralité, impliquées dans l'écriture, n'ont pas permis de mettre en évidence une ressemblance significative des jumeaux monozygotes, pas plus qu'une différence en fonction du type de chorion. Par ailleurs, l'acquisition de l'écriture par l'enfant fait envisager l'intervention de nombreux facteurs environnementaux. Nous ne pouvions donc pas espérer des résultats massivement en faveur de l'hypothèse concernant l'intervention d'un facteur génétique dans l'écriture, avec une ressemblance intra-paire des monozygotes plus grande que celle des dizygotes pour tous les paramètres.

Cependant, en étudiant les différents paramètres de l'écriture isolément ou selon leur regroupement à travers une analyse factorielle, nous pensions pouvoir envisager des influences diverses, notamment l'influence de facteurs génétiques, s'exerçant sur certaines fonctions de notre cerveau, en rapport avec un ou plusieurs paramètres de l'écriture. Nous espérions, en particulier, des résultats concernant le facteur de spatialité dont des études antérieures nous avaient montré l'importance dans l'écriture.

Par ailleurs, l'effet de l'environnement intra-utérin semblant s'exercer sur certaines fonctions cognitives, touchant à l'efficacité intellectuelle, dans le sens d'une ressemblance intra-paire plus grande des monozygotes ayant partagé un chorion unique, nous pensions également pouvoir retrouver cet effet, sur certains paramètres.

L'étude de l'écriture, chez l'enfant, nous a apporté de nombreuses informations, surtout concernant l'influence, à distance, de l'environnement intra-utérin. Mais c'est surtout l'étude chez l'adulte qui s'est révélée très productive et riche en enseignements concernant les effets possibles de plusieurs facteurs sur l'écriture et leur responsabilité dans les différences individuelles que l'on constate.

Première partie. Cadre général

1. L'écriture

Le média tangible de l'origine des civilisations est essentiellement l'écrit même s'il fut d'abord confondu avec l'image avant de peu à peu s'en détacher.

L'écriture telle que nous la connaissons est apparue bien tardivement dans l'histoire de l'humanité et, s'il y a un lien évident entre langage oral et langage écrit, le premier a longtemps existé sans l'autre.

On doit, en fait, au sein de l'*écriture*, distinguer le langage écrit et l'écriture. Toutefois, l'habitude veut que, souvent, le mot écriture désigne le langage écrit, alors que, pour certains spécialistes, l'écriture ne concerne que l'exécution graphique des lettres.

On ne peut, de toute manière, imaginer une définition unique de l'écriture car son étude s'envisage de façons multiples, et nous pouvons l'aborder d'un point de vue graphique, linguistique, sociologique, neuropsychologique, historique ou littéraire .

Nous retiendrons cependant, de manière très générale, l'écriture comme une activité de transcription en des signes lisibles d'unités de langage signifiantes, pouvant aussi bien procéder d'un concept de langage interne (Kaintz, 1956, rapporté par Leischner, 1969,[91], cité par Croisile, 1995, [42]).

L'écriture, en effet, est bien souvent le support de la réflexion que l'on jette sur le papier mais on lui reconnaît avant tout une fonction de conservation et de diffusion de l'information, fonction qu'elle n'est plus la seule à assurer.

S'intéresser à son apparition et à son histoire renvoie à l'origine des civilisations et fait également s'interroger sur son avenir et le nôtre.

1.1. Histoire de l'écriture

1.1.1. Naissance de l'écriture et de l'alphabet

Il est difficile de dater l'origine de l'écriture. De même, il est difficile de fixer une époque pour l'apparition du langage. Cependant, on peut distinguer deux grands modes d'expression que l'être humain semble avoir connus quasiment depuis ses origines : la gestualité et la picturalité. Le premier comporte des systèmes par définition fugaces, dont la parole fait partie ; le second, des systèmes qui peuvent perdurer.

On pense que les structures du langage se sont développées en même temps que l'homme se dressait sur ses membres inférieurs et développait une activité manuelle. On peut donc supposer que l'australanthrope ou le sinanthrope pouvaient parler mais on ignore, en fait, quand l'Homme a mis cette faculté en pratique .

Les premières traces d'une picturalité comme moyen d'expression sont constituées, pour certains, par les mains négatives de Gargas peintes sur les parois des grottes et qui datent de l'aurignacien, au début du paléolithique supérieur. Ces mains présentent des combinaisons variables de doigts " amputés ". Elles semblent montrer que dès cette période, environ quarante mille ans avant notre ère, les hommes ont souhaité transcrire graphiquement un code qui leur servait à communiquer (L.J. Calvet 1996)[27].

La subordination de l'écrit au gestuel commence peut-être là.

L'homme a certainement ressenti très tôt la nécessité de retenir le langage oral par différents moyens, notamment graphiques ; bâtons entaillés, cordelettes nouées ont également servi dans ce sens. Mais c'est à partir du moment où il devient sédentaire, s'établit le long des fleuves, pratique l'agriculture, que naît véritablement l'écriture, d'abord pour conserver un témoignage d'actes de la vie sociale (inventaires, échanges, contrats) puis pour communiquer au delà du lieu et du temps présents, enfin pour remplacer la tradition orale et conserver la mémoire sociale et pour servir la pensée et la réflexion individuelle.

Au défi constitué par la fugacité des paroles, l'homme a trouvé, en des temps et des lieux différents, des solutions différentes qui semblent bien être une manifestation de la créativité humaine.

Ainsi sont nés les différents systèmes d'écriture que l'on connaît, pictogrammes sumériens en Mésopotamie, hiéroglyphes égyptiens, idéogrammes chinois, glyphes mayas... et peut-être d'autres qui ne sont pas parvenus jusqu'à nous.

Classiquement, on considère que les pictogrammes sumériens (dont on a des traces dès le quatrième millénaire avant notre ère) constituent le plus ancien système connu,

en vertu de la loi du droit d'auteur.

devenu, avec l'usage de roseaux taillés pour imprimer des *coins* dans l'argile, le cunéiforme. Ce premier système d'écriture servit ensuite à transcrire d'autres langues que le sumérien, notamment l'akkadien puis d'autres langues sémitiques. Au début pictographique, le système évolue rapidement sur la voie du phonétisme, d'autant plus facilement que le monosyllabisme dominant dans le vocabulaire sumérien rend facile le glissement du mot au son. L'organisation particulière des langues sémitiques, dont les racines sont consonantiques, le plus souvent trilitères, favorise également l'évolution du système, d'abord vers une écriture syllabique puis, probablement, par acrophonie, vers un alphabet.

Pour certains auteurs (Calvet, 1996 [27]), les différents alphabets que nous connaissons auraient une origine unique, pictographique. On note cependant peu de ressemblance entre les deux alphabets les plus anciens dont on ait des traces, l'alphabet cunéiforme ougaritique et l'alphabet linéaire protosinaïtique, datant l'un et l'autre du milieu du second millénaire avant notre ère.

En ce qui concerne le code que nous utilisons, la filiation entre les alphabets protosinaïtique, phénicien, grec et latin est très probable et s'appuie sur des convergences de forme, de nom et de valeur des lettres.

1.1.2. Différents types d'écritures

Mais si l'alphabet apparaît aux yeux d'un occidental comme la manifestation la plus achevée de l'écriture, comme on le voit à la lecture de J.J.Rousseau, il n'en constitue en fait qu'une des formes. Les mayas n'ont jamais eu d'alphabet, n'en déplaie à Diego de Landa qui leur en avait inventé un, et en Chine, par exemple, l'idéographie n'est jamais devenue tout à fait phonétique, de même l'écriture Kanji des japonais est idéographique et l'écriture Kana syllabique .

On distingue ainsi :

1. Les écritures synthétiques où un dessin correspond à l'ensemble de l'organisation d'une phrase.
2. Les écritures analytiques où la phrase est décomposée en plusieurs symboles correspondant à la signification des mots. Les idéogrammes de l'écriture japonaise Kanji sont un exemple d'écriture analytique.
3. Les écritures phonétiques syllabiques qui font correspondre à chaque syllabe un phonogramme (c'est le cas de l'écriture Kana).
4. Les écritures phonétiques alphabétiques qui font correspondre une lettre à un son.

En ce qui nous concerne, bien qu'alphabétique, notre système d'écriture n'est pas purement phonétique : l'alphabet latin ne comportant que 23 lettres, il ne pouvait suffire, même porté à 26, pour transcrire les 36 sons du français parlé. Notre orthographe s'est ainsi constituée progressivement, tiraillée entre une tendance étymologique, faisant référence pour l'essentiel au latin, et une tendance phonologique née de l'ancien français parlé. Beaucoup de mots sont malgré tout transparents et réguliers, c'est-à-dire qu'ils établissent une correspondance parfaite phonème-graphème ; d'autres, cependant,

comportent des irrégularités ou des ambiguïtés et leur orthographe ne peut être facilement déduite de leur prononciation .

1.1.3. Etymologie

De fait, comme le montrent les différentes tentatives de typologie de l'écriture (Rousseau, Saussure, Gelb)[132, 136, 74,75] c'est une idée commune que l'écriture est liée à la langue et que sa forme idéale est l'alphabet .

Or, de la même façon que l'alphabet n'est pas la seule forme d'écriture possible, rien à l'origine, ne renvoie à la langue et à l'idée que les premiers graphismes servaient à la transcrire.

Du point de vue étymologique “ *écrire* ” vient d'une racine indo-européenne SKER, “ *gratter, inciser* ” dont la forme élargie Squeribh “ *inciser* ” a donné scribere-écrire. Le grec GRAPHO vient de la racine indo-européenne GERBH “ *égratigner* ”; d'autres langues dérivent d'une autre racine indo-européenne, WER ou LIKH, mais toujours avec l'idée d'égratigner ou de gratter .

En sémitique, on trouve deux racines KTB ou ZBR : la première, usuelle, a plutôt le sens d’*“ assembler ”* ou de *“ trace ”*, la seconde “ *tailler le rocher* ”.

Au début, il s'agissait avant tout d'une “ *écriture de choses* ” pouvant être lue dans différentes langues . L'écriture ne servait pas à transcrire des textes, de la littérature, mais des comptes (de bétail, d'impôts) pour en témoigner, ainsi que de différents actes de la vie. Ce n'est que beaucoup plus tard qu'elle a assuré les fonctions qu'on lui connaît aujourd'hui .

1.1.4. Aspect graphique

En ce qui concerne l'aspect graphique de l'écriture, c'est souvent la diversification ou l'évolution des supports et des outils qui a fait évoluer les signes de l'écriture : les cunéiformes étaient liés à l'impression de coins dans l'argile, les hiéroglyphes au papyrus et au pinceau de roseau . De même le passage du rouleau au cahier, en modifiant l'angle d'inclinaison de la plume sur le papier, a privilégié les traits pleins verticaux et horizontaux .

La forme des caractères de l'écriture actuelle dérive de l'écriture Caroline qui date du IXème siècle (mais l'écriture gothique a persisté en Allemagne jusqu'à Hitler).

L'invention de l'imprimerie (1450) a participé à l'uniformisation de la calligraphie et à la diffusion des écrits. Mais en fait, l'écriture et son corollaire, la lecture, ne se sont véritablement répandus dans la population occidentale qu'au cours des siècles derniers, notamment à partir du XIX ème siècle.

L'apparition des plumes d'acier puis celle du stylographe et, maintenant, de toutes les pointes billes, feutres, roller multiplie aujourd'hui des styles de graphisme très personnels .

Mais, si la mémoire des sociétés est aujourd'hui encore conservée grâce aux écritures des différents peuples, l'histoire nous montre que, face au problème de la

conservation des messages, il n'y a aucune solution définitive ni parfaite et on peut imaginer demain une autre solution utilisant d'autres technologies renvoyant l'écriture à un passé révolu.

1.2. Modélisation

L'étude de l'écriture d'un point de vue neurophysiologique repose, pour beaucoup, sur des travaux assez anciens, avec notamment en 1929, l'énoncé par Saudek d'une quinzaine de lois du mouvement graphique [135].

Plus récemment, on trouve les travaux de Callewaert (1962) [26], Périot et Brosseau (1957)[113], De Bosc (1971)[51] ; et plus proche de nous, ceux de François Michel à Lyon (1971, 1972, 1976) [103][104][105]. L'ensemble de ces études s'intéresse essentiellement aux corrélations positives qui existent entre la vitesse absolue et la longueur du fil graphique ou le degré de liaison de l'écriture, également au caractère de stabilité de certaines données comme le temps d'écriture d'un mot, même lors de l'écriture mentale du mot, ou la pression, en rapport avec la vitesse instantanée.

Depuis quelques années, des travaux portant sur la reconnaissance de l'écrit ont amené à une analyse plus approfondie de l'écriture. Plusieurs approches ont été proposées, comme celle de Dooijes et al. (1991) [55], Crettez et al. (1994 et 1995) [40-41]. Ce dernier accorde une place particulièrement importante dans la caractérisation de l'écriture à l'orientation et à la densité spatiale du graphisme. L'étude des paramètres de la géométrie fractale (Le Méhauté, 1990) [92] a permis une première classification des écritures (Vincent et al., 1995) [154]. Elle a permis, en outre, d'objectiver la lisibilité de l'écriture, (Mandelbrot, 1984) [99] et le "degré d'implication" du scripteur (Vincent, Faure, 1996) [155].

Les travaux conduits récemment au Laboratoire de Neuropsychologie de l'Hôpital Neurologique à Bron, avec des moyens informatiques de traitement de l'image numérisée, ont permis des études multifactorielles de l'écriture, confirmant, notamment, les relations entre la vitesse et la longueur du fil graphique, et définissant des facteurs principaux de l'organisation grapho-spatiale de l'écriture. Elles permettent de dégager des profils particuliers de scripteurs, en regard notamment d'un facteur dit " horizontal " ou d'appropriation de l'espace, qui concerne avant tout les paramètres de dimension et de disposition dans la page, et d'un facteur " vertical " ou d'implication, où interviennent la dimension fractale et la pression (Faure, 1992, 1994,[62-63] ; Faure, Michel, 1995)[65].

En ce qui concerne la compréhension des mécanismes de l'écriture, le mode d'approche le plus intéressant est dû à l'apport de la psychologie cognitive basée sur l'analogie avec des modèles de traitement de l'information de type modulaire et hiérarchique (Morton, 1980 [106] ; Ellis, 1982 [57] ; Barry et Seymour, 1988 [7] ; Shallice, 1988 [139]).

Du point de vue cognitif, le langage apparaît comme l'expression d'une propriété du cerveau propre à l'espèce humaine, tandis que l'expression écrite apparaît plutôt comme une invention sociale. L'acquisition de l'écriture, aujourd'hui, par l'enfant, correspond à des apprentissages effectués par référence au langage oral. On ne s'étonne donc pas

que les modèles d'organisation cognitive de l'écriture dérivent de ceux du langage. Il en va de même de l'organisation linguistique. Ainsi :

- Le trait graphique correspond aux mouvements élémentaires qui s'organisent pour constituer une lettre.
- Le graphème peut être composé d'une lettre ou d'un groupe de lettres pour répondre à un seul phonème¹.
- Le monème correspond au mot.
- Le syntagme, à un ensemble de monèmes constituant une phrase, donc organisés selon les lois syntaxiques.

On reconnaît à l'organisation de l'écriture, comme à celle du langage, trois articulations :

- la première au niveau morphosyntaxique, organisant les monèmes pour réaliser les syntagmes.
- la deuxième au niveau phonologique, sélection et organisation des lettres et des graphèmes.
- la troisième au niveau phonétique, de réalisation des graphèmes.

Les modèles de l'écriture s'inspirent du modèle double-voie de lecture (Morton et Patterson, 1980 [107], Coltheart et al., 1993 [36]). Ils supposent l'existence de deux systèmes fonctionnant indépendamment mais en parallèle:

- | | |
|--|----|
| une voie phonologique (conversion des phonèmes en graphèmes) | 1. |
| une voie lexicale (reconnaissance du mot dans son ensemble au niveau du lexique orthographique de sortie). Cette voie n'implique pas forcément une médiation sémantique , on parle alors de voie lexicale directe. | 2. |

Ces voies sont schématisées sur la figure 1, ci-après .

¹ Élément sonore du langage parlé, qui constitue une unité distinctive, auquel correspond le graphème sur le plan de l'écriture.
Le Français distingue 36 phonèmes.

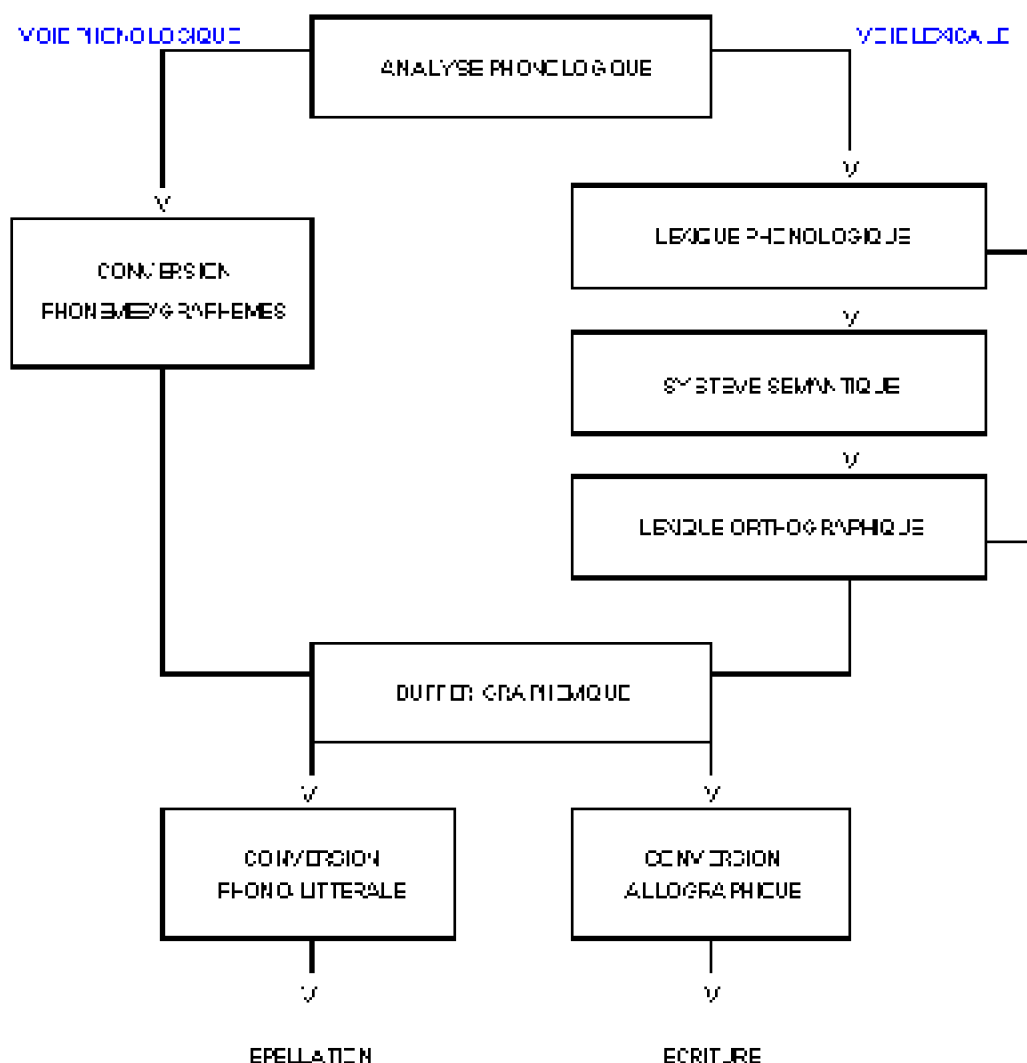


Figure 1. Modèle des processus impliqués en écriture et en épellation sous dictée

L'atteinte de la voie phonologique est à l'origine d'une **agraphie phonologique** qui respecte l'orthographe des mots familiers qu'ils soient réguliers, irréguliers ou ambigus, alors que l'écriture de non-mots est impossible ; souvent les erreurs produites ne respectent pas la prononciation du mot cible. Au contraire, une atteinte de la voie lexicale (**agraphie lexicale**) affecte l'écriture des mots irréguliers et ambigus. Les erreurs sont phonologiquement correctes et il y a souvent un effet de régularisation orthographique.

En aval de ces voies, on reconnaît, dans le cas de l'écriture manuscrite, trois systèmes sous-jacents :

1. Le buffer graphémique, sorte de mémoire de travail commune à différents mécanismes d'exécution périphérique qui maintient les représentations orthographiques abstraites. Son atteinte est à l'origine d'erreurs pour toutes les modalités d'entrée ou de sortie et pour toutes les catégories de mots, produisant des néologismes imprononçables par addition, omission ou substitution de lettres, plus

fréquemment pour les mots longs et plutôt dans la partie médiane.

Un second système, allographique, concerne le choix de l'allographe dans l'écriture manuscrite uniquement. Sa perturbation est à l'origine de troubles dans la sélection de la forme des lettres, il peut y avoir substitution de lettres de forme voisine, erreur de choix entre majuscule et minuscule. 2.

Le transfert des informations allographiques se fait vers le système des patterns moteurs graphiques qui décide de l'enchaînement des traits, leur taille, leur position, programme l'exécution neuromusculaire. Une perturbation à ce stade est à l'origine d'erreurs de formation des lettres (omissions, substitutions de traits) ; c'est le domaine des agraphies apraxiques. 3.

Dans l'hypothèse où demain d'autres technologies remplaceraient l'écriture, on peut très bien imaginer la perte des engrammes moteurs relatifs à l'écriture manuscrite au profit d'engrammes moteurs d'utilisation d'un clavier, par exemple.

1.3. Spécialisation hémisphérique

L'écriture fait intervenir la préférence manuelle et aborder le problème de la spécialisation hémisphérique.

Depuis les travaux de BROCA (1877) nous savons que chaque hémisphère cérébrale possède des compétences qui lui sont propres. On parle très souvent encore d'hémisphère dominant et d'hémisphère mineur, l'hémisphère dominant étant le gauche, l'hémisphère mineur le droit, chez les droitiers, avec une organisation en miroir chez les gauchers. On attribue à l'hémisphère gauche les fonctions du langage et à l'hémisphère droit les fonctions spatiales, l'attention, l'émotion.

En fait chaque hémisphère est spécialisé pour des fonctions différentes certes, mais aussi pour des aspects différents d'une même fonction, les différents modules qui concourent à cette fonction pouvant se situer les uns dans l'hémisphère gauche, les autres dans l'hémisphère droit. Ainsi l'hémisphère gauche a la supériorité dans la reconnaissance des stimuli auditifs et visuels linguistiques et il traite les informations de manière analytique. La stratégie du traitement est basée sur l'accès à un code linguistique abstrait. L'hémisphère droit a un rôle essentiel dans la composante affective du langage, l'intonation et l'expression émotionnelle du discours ; par ailleurs il a la supériorité dans la reconnaissance des stimuli auditifs et visuels non linguistiques et les traitements synthétiques globaux qui interviennent dans la perception des formes ou de l'espace.

Des observations des lésions unilatérales droites dans la littérature, il ressort que la dominance cérébrale pour le langage, la préférence manuelle dans l'écriture, les activités gestuelles et les fonctions spatiales peuvent être dissociées. Il n'y a pas de relation directe et nécessaire entre la préférence manuelle et la représentation hémisphérique du langage. De même il peut y avoir une dissociation inter-hémisphérique entre le centre des activités gestuelles et le centre graphémique. Le centre du langage oral étant du côté de l'un ou de l'autre.

L'ontogenèse de la spécialisation fonctionnelle hémisphérique fait intervenir les

facteurs génétiques comme en témoigne probablement les asymétries morphologiques que l'on observe très tôt dès la vingt neuvième semaine de gestation .

Cependant, certains facteurs épigénétiques peuvent agir durant la vie intra-utérine et modifier le déroulement des processus déterminant le support morphologique que l'on reconnaît à la dominance cérébrale, en particulier les facteurs hormonaux, la testostérone notamment (Geschwind 1983) [76]. Certaines données semblent impliquer une période de la vie intra-utérine, vers le sixième mois de gestation, où les neurones ayant migré établissent leurs connexions synaptiques ; c'est dans cette période que pourraient agir divers facteurs épigénétiques, chimiques, hormonaux, immunitaires, susceptibles de modifier le déroulement des processus à l'origine de la dominance hémisphérique.

Il faut souligner enfin le rôle des facteurs dynamiques, les structures anatomiques génétiquement déterminées ne pouvant acquérir leurs capacités fonctionnelles qu'après exposition à des stimuli adéquats dans des temps opportuns.

Si les asymétries morphologiques et fonctionnelles du cerveau se retrouvent chez d'autres espèces animales, y compris les oiseaux et les mammifères aquatiques comme le dauphin, la forte préférence pour la main droite chez les humains ne se manifeste pas chez les primates non humains pour lesquels la nature des tâches, leur complexité, affecte la latéralisation manuelle, la préférence n'apparaissant que dans des situations exigeant les compétences spécifiques d'un hémisphère. Ainsi chez le singe, l'hémisphère droit est spécialisé pour des activités manuelles qui nécessitent des représentations élaborées des relations spatiales. (Fagot, Vauclair 1993) [60].

Par ailleurs, chez le singe comme chez l'Homme l'hémisphère droit est spécialisé dans la perception et la production de comportements émotionnels (Bryden 1982) [23] et, dans différentes espèces, la perception des cris à valeur de communication est sous la dépendance de l'hémisphère gauche comme la perception du langage chez l'homme. La spécialisation cérébrale n'est donc pas le propre de l'Homme. Certainement, elle possède une signification adaptative et contribue à l'évolution des espèces en permettant un enrichissement du répertoire comportemental.

Il existe plusieurs hypothèses pour expliquer le déterminisme de la latéralité manuelle. Le modèle d'Annett, [3] s'appuie sur la constatation de l'absence de préférence manuelle droite chez d'autres espèces animales et notamment les primates pour lesquelles on retient en ce qui concerne la préférence gauche, mixte ou droite des proportions d'environ 25, 50 et 25 % respectivement. Pour Annett, la latéralité manuelle est un effet du hasard chez l'ensemble des mammifères mais chez l'homme le hasard est "pondéré" dit-elle par un facteur qui augmente la probabilité de latéralisation vers la droite.

Son modèle a l'intérêt de ne pas considérer droiterie et gaucherie sous forme de dichotomie mais plutôt comme une variable continue distribuée selon une courbe normale qui, chez l'homme, a la particularité d'être déplacée vers l'utilisation de la main droite, ce qu'Annett appelle "Right Shift", sous la dépendance d'un facteur génétique présent chez la majorité des individus qui induirait une tendance à la droiterie. Les sujets RS+ auraient également une dominance hémisphérique gauche pour le langage. La tendance à la droiterie serait plus ou moins forte selon l'état homozygote ou hétérozygote du porteur. Les personnes RS- auraient une absence de tendance à la latéralisation manuelle et se

distribueraient de manière aléatoire.

A la différence d'Annett, Geschwind suppose qu'il existe chez tous les humains une tendance à la prévalence de l'hémisphère gauche mais que, chez certains, diverses influences durant la vie fœtale ou la période néonatale diminuent le degré d'asymétrie et conduisent à une dominance aléatoire. Pour Geschwind la nature de la prévalence hémisphérique gauche est liée à une asymétrie fondamentale contenue dans l'œuf maternel mais sa théorie peut s'interpréter en admettant l'existence d'un facteur génétique prédisposant à l'asymétrie habituelle, présent chez la plupart des personnes mais dont l'expression pourrait être chez certains inhibée par des facteurs d'environnement, à un moment donné de la maturation du fœtus.

Le fait que le nombre d'enfants gauchers soit plus important quand les parents sont gauchers, paraît en faveur d'un facteur héréditaire, encore que le rôle des facteurs d'environnement ne puisse être éliminé. Des facteurs pathogènes semblent en cause puisqu'on constate un plus grand nombre de gauchers parmi les épileptiques et les personnes présentant un retard mental.

Nous verrons plus loin que l'étude des jumeaux, avec la constatation par la plupart des auteurs de taux de gaucherie plus importants que dans la population générale, sans différence marquée entre monozygotes et dizygotes, est en faveur de l'intervention, dans le déterminisme de la latéralité, de facteurs non génétiques, facteurs en rapport avec la situation gémellaire. Un de ces facteurs peut tenir à une éventuelle souffrance fœtale ou néonatale (Bakan, 1977) [6].

Pour Annett, chez les jumeaux l'expression du gène RS+ est gênée, comme elle semble l'être également chez les garçons. Ceci serait lié aux rythmes de la maturation cérébrale en fin de grossesse.

Toutefois, si le cerveau des garçons est moins latéralisé en ce qui concerne la manualité, différents auteurs constatent dans l'ensemble une plus grande latéralisation chez le sujet masculin, notamment pour la fonction du langage (Bryden et al., 1983 [24] ; Habib et Galaburda, 1986 [81]).

En ce qui concerne la latéralisation du langage, on peut également considérer le degré de latéralité fonctionnelle cérébrale comme une variable continue allant de la latéralisation hémisphérique exclusivement gauche à la latéralisation hémisphérique exclusivement droite en passant par l'ambilatéralité cérébrale et ceci quelle que soit la préférence manuelle.

Le point sur cet axe, propre à chaque individu, dépend vraisemblablement de l'interaction de multiples facteurs, liés au bagage génétique et à l'environnement.

Il demeure cependant que, chez la plupart des individus (99% des droitiers), les centres du langage sont plus développés à gauche.

En ce qui concerne la préférence manuelle, on admet dans la population générale contemporaine occidentale, sexes confondus, une incidence de la gaucherie qui varie de 6 à 10% selon les études, sans pour autant préjuger de la localisation droite ou gauche du langage chez les gauchers.

Outre les aspects précédemment évoqués, il faut également retenir que la préférence

en vertu de la loi du droit d'auteur.

manuelle peut avoir d'autres déterminants et il faut souligner, en premier lieu, le rôle de l'éducation et du milieu familial, comme de l'impact de la représentation collective.

1.4. Apports de la neuropsychologie

1.4.1. Localisations

Si la psychologie cognitive apporte des modèles de l'organisation et des mécanismes de l'écriture, elle s'intéresse peu à la localisation anatomique des modules constitutifs des différents modèles.

La démarche qui consiste à observer la désorganisation de l'écriture secondaire à diverses lésions ou dysfonctionnements cérébraux, permet de formuler des hypothèses quant à la localisation des différentes voies et modules des modèles cognitifs.

En ce qui concerne l'écriture, chez les droitiers elle semble impliquer particulièrement le cortex associatif polymodal pariéto-temporo-occipital gauche. Tous les auteurs s'accordent à reconnaître l'importance du lobe pariétal gauche dans l'écriture. Notamment le **lobule pariétal inférieur** (Eidelberg, Galaburda, 1984) [56] où on pense pouvoir localiser les représentations orthographiques, de même que les informations phonologiques et les programmes moteurs du geste graphique. Penniello et al., 1991 [112], ont démontré l'existence de corrélation entre agraphie lexicale et hypométabolisme du gyrus angulaire gauche, agraphie phonologique et hypométabolisme du gyrus supramarginalis gauche, chez des Alzheimer.

Le lobule pariétal inférieur gauche est connecté avec les aires temporales et occipitales dont il reçoit les informations. Il reçoit également, de son homologue droit, des informations visuo-spatiales et il projette vers les lobes frontaux. C'est ainsi que le modèle grapho-spatio-linguistique pourra être réalisé.

Au niveau des lobes frontaux, l'initiation, l'exécution et le contrôle du mouvement mettent en jeu les aires motrices supplémentaires, le cortex moteur primaire et les aires prémotrices. D'autres régions ont également un rôle à jouer : les régions préfrontales dans les aspects de motivation, le cervelet et les noyaux gris centraux dans la modulation linguistique et motrice de l'écriture.

Au total de très nombreuses structures sont sollicitées pour produire l'écriture, d'autant que celle-ci résulte soit d'une opération d'**encodage** (écriture spontanée) soit d'une opération de **transcodage** (écriture dictée ou copiée), ce qui suppose de nombreuses étapes intermédiaires, s'effectuant à partir des aires sémantiques temporales ou préfrontales, dans le cas de **l'écriture spontanée**, ou des aires sensorielles temporales ou occipitales pour **l'écriture dictée ou copiée**.

Il faut noter encore le rôle des émotions, de l'attention et de la mémoire, dans la production de l'écriture, et les travaux portant sur l'écriture de patients psychiatriques, notamment ceux de Belin et Volmat au CHU de Besançon, sont également d'un grand intérêt (Belin et al., 1978) [12]. On pourra y discerner des dysfonctionnements de ce que Serratrice appelle le "cerveau limbique comportemental" celui de l'humeur, de l'émotion,

de l'affectivité, des motivations.

1.4.2. Différents types d'agraphies

Même si les processus impliqués dans l'écriture sont très complexes et supposent de multiples interconnexions, le modèle de Strub et Geschwind, 1983, [149] en présente une simplification intéressante, en permettant un classement simple des différents types de perturbations de l'écriture que l'on rencontre.

Ce modèle décrit trois étapes dans l'écriture:

- d'abord production mentale d'un message,
- puis transformation des sons mentaux du langage intérieur en un système de symboles lettres ou graphèmes,
- enfin transformation des symboles visuo-spatiaux en programmes moteurs (engrammes) qui guideront la main, mettant en jeu les différents systèmes d'expression motrice, de programmation spatio-temporelle et de contrôle visuo-moteur, impliqués dans l'écriture.

Des altérations aux différents niveaux du modèle de Strub permettent de reconnaître les différents types d'agraphies classiquement décrits, que l'on peut regrouper en deux grandes catégories:

atteintes de la fonction linguistique: 1.

- **Agraphies aphasiques** associées à un trouble du langage fluent ou non fluent.
- **Agraphies isolées**, sans atteinte du langage oral, avec ou sans atteinte de la lecture (agraphie pure, alexie-agraphie).

atteintes de la fonction motrice: 1.

- **Agraphies apraxiques** où les lettres sont méconnaissables du fait de l'incapacité à réaliser les graphèmes par perte ou inaccessibilité des engrammes moteurs.
- **Agraphies visuo-spatiales** où les mots et les phrases sont lisibles mais où l'organisation de la page, parfois celle de la lettre, est très perturbée.

Ces agraphies sont en rapport avec une lésion du carrefour pariéto-temporo-occipital de l'hémisphère non dominant.

Les agraphies aphasiques sont de différents types:

L'agraphie aphasique associée à l'aphasie de Broca est caractérisée par une production réduite, des difficultés à former les lettres, un agrammatisme. Son étude est rendue difficile du fait de l'hémiplégie droite (on fait utiliser la main gauche ou des lettres mobiles). Les erreurs sont de différents types : paraphrasies littérales (table, tacle), dysorthographe, omission de lettres. 1.

L'agraphie associée à l'aphasie de conduction lui ressemble mais le graphisme et la syntaxe sont mieux préservés, les paraphrasies littérales particulièrement nombreuses (on parle parfois de jargonographie) avec toutefois une grande variabilité. 2.

Associée à l'aphasie transcorticale motrice, on a généralement une agraphie dont le caractère dominant est la réduction ; parfois le graphisme est maladroit. Des erreurs, plutôt sous la forme d'omission de lettre ou de mot, sont possibles, de même qu'un agrammatisme. 3.

L'agraphie peut se rencontrer dans le cas d'une aphasie amnésique pure, par perte de la valeur sémantique des mots ; elle est caractérisée par le manque du mot, parfois des erreurs dysorthographiques. 4.

Enfin les agraphies associées aux aphasies sensorielles ou à l'aphasie de Wernicke ne montrent en général pas de troubles du graphisme, les caractères sont bien formés. La production est abondante mais dysorthographique avec de nombreuses paraphrasies littérales ou verbales (alors formelles (lapin, sapin) ou sémantiques (table, chaise)). Quelquefois les paraphrasies sont si nombreuses, qu'on parle de jargonographie ; il arrive que le langage écrit soit totalement aboli. Les mots grammaticaux sont généralement mieux préservés que les substantifs, de même que la structure grammaticale de la phrase. 5.

1.4.3. Troubles grapho-spatiaux dans la maladie d'Alzheimer

1.4.3.1. Maladie d'Alzheimer et perturbations du langage

Généralités

La maladie d'Alzheimer affecte le sujet âgé, plus souvent la femme. On est en droit d'y penser, devant des troubles de la mémoire et du langage s'aggravant lentement, après un début insidieux au delà de 40 ans. Elle constitue le **syndrome démentiel le plus fréquent**, à l'origine de 50% des démences. Son incidence va en augmentant du fait de l'accroissement de la longévité humaine.

C'est une maladie qui touche l'ensemble des fonctions cognitives. Elle se définit comme un déficit lentement progressif et acquis des fonctions intellectuelles, avec notamment des troubles de la mémoire associés à la perturbation d'une autre sphère cognitive : langage, attention, jugement, raisonnement, et des troubles du comportement et de la personnalité.

Il s'agit d'une démence à point de départ cortical. La localisation particulière des lésions histologiques de la maladie d'Alzheimer, qui touchent les **aires associatives** de façon diffuse, explique que la maladie évolue avec une atteinte progressive de l'ensemble des fonctions cognitives.

L'affection se caractérise par une **atrophie corticale** et par des **lésions élémentaires** telles que les **plaques séniles** et les **dégénérescences neurofibrillaires**,

qui ne diffèrent de ce que l'on observe dans le vieillissement physiologique que par leur densité, plus importante, et leur répartition, plus diffuse, affectant particulièrement le **cortex temporo-pariéto-occipital** dont on a dit l'importance à gauche en regard de l'écriture. Le cortex entorhinal et l'hippocampe sont précocement affectés, ce qui peut expliquer l'atteinte précoce de la mémoire dans la maladie d'Alzheimer. L'atteinte frontale, par contre est tardive.

La première description de l'affection, que l'on doit à Aloïs Alzheimer, date de 1907. Aujourd'hui encore, le diagnostic de l'affection reste essentiellement clinique.

On peut voir, au début de la maladie, des modifications de la personnalité et un contexte dépressif avec lequel le diagnostic différentiel est parfois difficile.

A laphase d'état, les troubles mnésiques sont massifs, prédominants pour les faits récents et constituant un oubli à mesure. La désorientation temporo-spatiale est habituelle et précoce. Les troubles de l'attention et de la concentration sont constants. Les atteintes des différentes sphères cognitives apparaissent : aphasie, apraxie, agnosie.

Les troubles de la mémoire et du langage

Les troubles de la mémoire et du langage sont prépondérants dans la maladie d'Alzheimer.

L'atteinte précoce des structures nécessaires au fonctionnement mnésique explique que les troubles de la mémoire soient souvent les premiers signes de la maladie. Les perturbations de la mémoire sémantique et de la mémoire de travail sont probablement en cause dans les troubles de la communication des patients, qui affectent très précocement aussi bien le langage oral que le langage écrit.

Les troubles du langage peuvent apparaître en rapport avec des lésions touchant plus spécifiquement les aires classiques du langage dans l'hémisphère gauche, ou être envisagés comme la conséquence de lésions plus diffuses et on a pu y voir l'exagération des processus physiologiques du vieillissement. Le discours marqué par le manque du mot est fluent mais plus court moins informatif avec des problèmes de cohérence, des difficultés à maintenir l'organisation conceptuelle et pragmatique, des difficultés dans la réalisation de scripts ; viennent ensuite des troubles de la compréhension et des altérations au niveau lexico-sémantique. Les composantes syntaxiques et phonologiques du langage ne sont atteintes que très tardivement.

On note ainsi, chez les patients Alzheimer, une vulnérabilité des processus contrôlés conscients et des difficultés dans les tâches qui exigent un effort attentionnel, mais aussi une perte du savoir cristallisé et des connaissances lexico-sémantiques.

Ces aspects apparaissent clairement dans des tests qui explorent la composante narrative et descriptive du langage des patients (description d'image), très utiles à un diagnostic précoce ; ils diffèrent de ceux que l'on observe lors du vieillissement normal ou dans les aphasies dues à des lésions cérébrales focales, même s'ils se rapprochent du tableau d'aphasie de Wernicke ou d'aphasie transcorticale sensorielle.

Perturbations de l'écriture des patients

Nous avons vu que les lésions histologiques observées dans la maladie d'Alzheimer affectent particulièrement le cortex temporo-pariéto-occipital, impliqué dans l'écriture. De plus, ces lésions touchent les aires associatives du cortex de façon diffuse, ce qui explique la diversité des perturbations linguistiques, motrices et spatiales que l'on rencontre.

L'étude de l'écriture qui combine bon nombre de ces aspects est intéressante de ce fait, d'autant plus qu'elle conjugue des processus automatiques et attentionnels et que son atteinte est précoce. Elle peut même précéder celle du langage oral et être plus sévère, comme en atteste différentes études (Appel et al., 1982 [4], Faber-Langendoen et al., 1988 [59]).

Dans l'ensemble, les perturbations du langage écrit semblent être le retentissement de la sévérité globale de la démence. (Horner et al 1988, [84] Henderson et al., 1992 [82]). Cummings et al. (1985) [47], observent une corrélation significative entre l'augmentation des perturbations du langage écrit et l'aggravation de la maladie. Ces auteurs décrivent, lors de la dictée et de la narration écrite, des troubles de l'écriture voisins de ceux observés dans l'aphasie transcorticale sensorielle.

Les études de Neils et al. 1989 [108], Henderson et al. 1992 [82], Croisile et al. 1996 [43], concernent plus particulièrement **la composante narrative et descriptive à l'écrit**, et montrent, comme à l'oral, une réduction du nombre de mots produits, avec des simplifications, également des persévérations et des intrusions. L'étude de Croisile et al. (1996) [43], compare chez les mêmes patients description orale et écrite d'une image, montrant que certains aspects de la description écrite sont plus spécifiquement sensibles à la démence ; cette vulnérabilité particulière de la description écrite peut être utile, plus encore que la description orale, pour détecter des perturbations linguistiques chez des patients pour lesquels on suspecte une maladie d'Alzheimer.

Plusieurs études ont porté sur **la dysorthographe** dans l'Alzheimer, appréciée lors de la dictée de mots. L'étude de Rapcsak et al., (1989) [119], fut la première consacrée à l'analyse des troubles de l'orthographe chez l'Alzheimer selon le modèle double-voie. Ils ont montré chez les patients Alzheimer une agraphie de type lexicale affectant principalement la dictée de mots irréguliers et ambigus avec souvent des erreurs phonologiquement correctes. L'étude de l'équipe de Caen, décrite dans le travail de Platel et al., 1993 [116], évalue les patients à 9 et 12 mois d'intervalle. Elle suggère une aggravation de l'agraphie aboutissant à une dégradation massive des mécanismes de l'écriture où tous les types de mots sont altérés.

Des études portant plus spécifiquement sur **l'organisation syntaxique** (Kemper et al., 1993) [87] ont montré que si la syntaxe était simplifiée, de manière très précoce, chez les patients Alzheimer, elle demeurerait cohérente et peu désorganisée. D'autre part la simplification syntaxique semble assez bien corrélée au déclin cognitif, notamment à la diminution des capacités attentionnelles ou de mémoire de travail.

L'étude de Glosser et Kaplan, (1989), [78] confirme la préservation chez l'Alzheimer des composantes syntaxiques et phonologiques du langage, qui correspondent à des processus automatiques inconscients par rapport aux processus contrôlés plus conscients impliqués dans les aspects lexico-sémantiques. Plutôt que la perte des

capacités syntaxiques phonologiques ou orthographiques, ils envisagent les difficultés des patients comme l'impossibilité plus ou moins totale d'utiliser ces capacités lors d'un traitement lexical volontaire conscient.

On retrouve ainsi à l'écrit ce que l'on savait à l'oral avec une atteinte des processus pragmatiques lexicaux et sémantiques plus importante et précoce que celle des opérations syntaxiques et phonologiques.

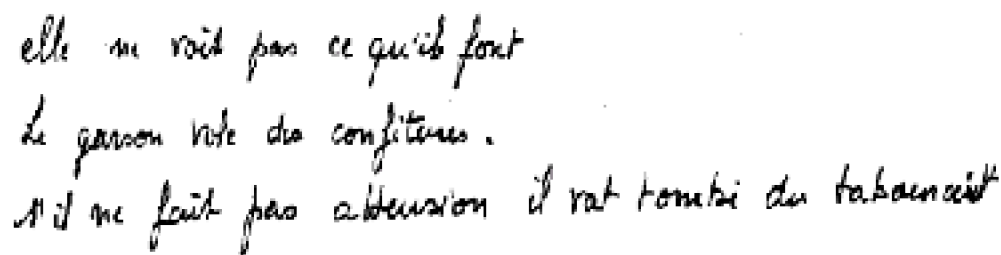
A côté des perturbations de la voie lexicale et phonologique, certains auteurs avancent dans le décours de la maladie des atteintes simultanées à d'autres niveaux de l'organisation de l'écriture, notamment une **atteinte des systèmes plus périphériques** tel que le buffer graphémique ou le système allographique. Ces systèmes de mémoire de travail sont particulièrement sensibles aux difficultés attentionnelles. Les travaux de Croisile et al vont dans le sens d'une atteinte possible du buffer graphémique du fait d'un effet de longueur lors d'erreurs phonologiquement incorrectes.

D'autre part la survenue d'erreurs plus fréquentes et plus précoces en épellation qu'en dictée suggère une atteinte dissociée du buffer graphémique, avec le postulat d'un buffer pour la dictée manuscrite et d'un autre pour l'épellation orale (Croisile et al. 1996) [44]. Croisile et al. montrent que les difficultés d'épellation sont plus particulièrement liées à la diminution des ressources attentionnelles dans la maladie d'Alzheimer et que leur mise en évidence peut servir au dépistage précoce de la maladie.

Pour Croisile et al. (1995) [42] il est possible de retenir principalement deux facteurs prédictifs de l'agraphie dans la maladie d'Alzheimer, l'atteinte spécifique du langage et les difficultés attentionnelles plus générales.

La figure 2 montre l'évolution, sur 4 ans, de l'écriture d'un patient Alzheimer.

Temps : 1

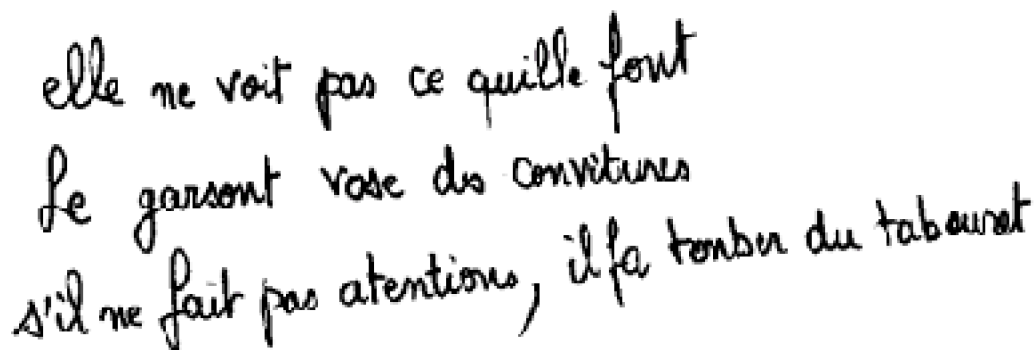


elle ne voit pas ce qu'il font
Le garçon vole des confitures.
et il ne fait pas attention il est tombé du tabouret

Figure 2. Evolution de l'écriture d'un patient Alzheimer ²

² Les écritures reproduites ici et pages 43 et 46, ont été recueillies par le Dr. B. Croisile ; elles appartiennent à des patients reçus par lui en consultation, à Hôpital Neurologique à Bron.

temps 2 (après un intervalle de 4 ans)



elle ne voit pas ce qu'elle font
Le garson rose des convitures
s'il ne fait pas attention, il se tomber du tabouret

Les troubles orthographiques lexicaux précèdent les perturbations phonologiques à un stade où le graphisme est encore peu altéré. La lisibilité est très longtemps conservée. On remarque, toutefois, l'évolution vers un graphisme un peu scolaire, rigide, qui n'est pas sans rappeler l'écriture des enfants, avec une pression très appuyée, visible déjà au temps 1.

Les travaux de Croisile et al. (1995) [42], aussi bien lors d'une étude transversale que d'une étude longitudinale, montrent un profil homogène d'aggravation de la dysorthographe avec d'abord des difficultés sémantiques dans la description écrite, précédant les troubles orthographiques et pouvant être un des premiers indices de l'altération du langage écrit. Viennent ensuite les troubles orthographiques, lexicaux puis phonologiques, avant les perturbations au niveau du graphisme et de la disposition spatiale. Croisile (1999) [46] fait remarquer une dégradation en sens inverse de l'acquisition des capacités d'écriture.

Toutes ces études mettent en évidence l'aspect multifactoriel de l'agraphie dans la maladie d'Alzheimer. Elles montrent la grande diversité des perturbations, qui peuvent quelquefois porter plus spécifiquement sur un aspect, tel que la production de fautes d'orthographe ou les perturbations grapho-spatiales (Horner et al. 1988) [84].

Certains auteurs (La Barge et al. 1992) [89] se sont plus particulièrement attachés à **l'aspect moteur périphérique des troubles de l'écriture** dans l'Alzheimer.

La Barge et al. ne retiennent aucun lien évident entre les aspects moteurs de l'agraphie dans la maladie d'Alzheimer et les troubles aphasiques des patients. Ils montrent, dans une étude transversale, que les erreurs graphiques sont plus nombreuses quand la sévérité de la démence augmente.

Dans cette étude, un score composite d'erreurs graphiques était corrélé à la sévérité de la démence et aux performances motrices mais pas aux scores de langage, ce qui rapporte bien ces aspects graphiques aux fonctions praxiques et motrices.

Ces modifications du graphisme dans l'ensemble, apparaissent tardivement (figure 3) ; elles sont fréquemment absentes des tableaux d'Alzheimer car l'atteinte des fonctions verbales est, très généralement, plus précoce et constante que celle des fonctions

visuo-constructives ou visuo-spatiales.

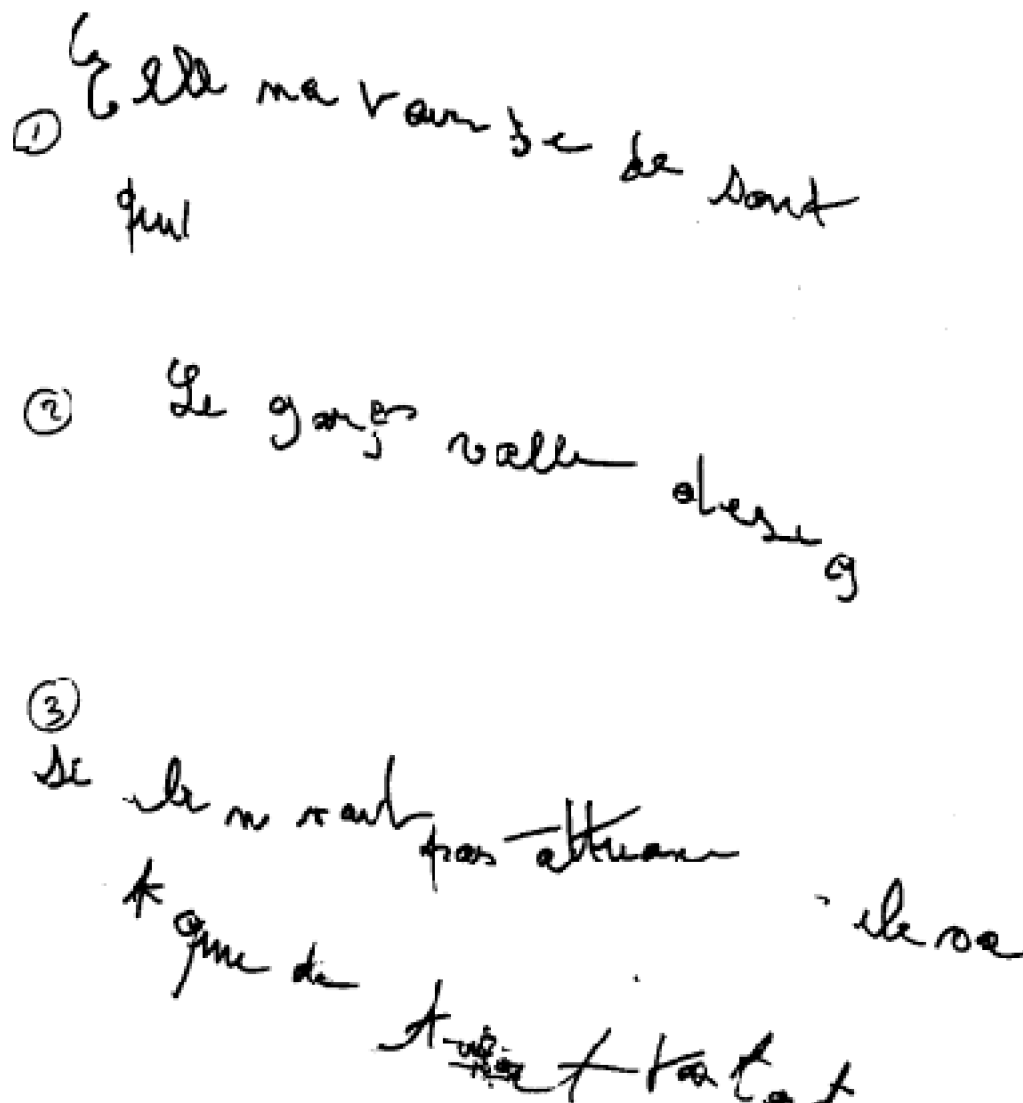


Figure 3. Ecriture d'un patient³ dont la sévérité de la démence est attestée par un score de 11 au MMS (Mini Mental State Examination).

Dans l'ensemble, les études qui se sont attachées à l'aspect graphique et spatial des perturbations, ont porté sur des "macro-altérations" qui se manifestent pour des degrés de sévérité importants de la maladie. Toutefois Croisile et al. font remarquer **des modifications du graphisme et de la calligraphie précoces**, à un stade "infra-clinique", perceptibles seulement par le patient et ses proches, bien avant qu'apparaissent des indices objectifs d'une détérioration grapho-spatiale.

A un stade plus avancé apparaissent des ratures, des erreurs de traits, des boucles inversées, des oublis ou des duplications de jambage, des éclatements de lettres, qui aboutissent à une écriture illisible dans les formes évoluées de la démence, avec une

³ Consultation du Dr. B. Croisile, service de Neuropsychologie, Hôpital Neurologique à Bron.

altération très importante des caractéristiques spatiales, maintien des lignes, disposition du texte (figure 3).

Les travaux de Croisile et al. (1995) [42], portant sur 42 patients, ont montré l'existence, dans 71 % des cas, de modification de la calligraphie, alors que seulement 29 % des patients avaient un graphisme normal.

- Chez 62 % des patients, ces modifications étaient repérables par les cliniciens:
 - - dans 36 % des cas l'altération du graphisme étaient évidente, avec des reprises et des ratures.
 - - dans 26 % des cas, la réalisation de certaines lettres étaient lente et incertaine et le graphisme modifié;
- 9 % des patients présentaient des modifications de l'écriture qui n'étaient repérables que par eux-mêmes ou leurs proches.

Par ailleurs pour 76 % des patients, l'organisation spatiale était satisfaisante. Les autres patients montraient essentiellement des difficultés dans le maintien d'une ligne et des espacements inappropriés.

En outre, l'individualisation, dans cette étude, de sous-groupes avec des difficultés orthographiques croissantes, montrait une évolution en parallèle des troubles du graphisme et des difficultés spatiales, avec au maximum la perte totale du maintien des lignes, des textes ramassés sur une partie de la feuille, ou au contraire éclatés, dispersés.

On notait que les groupes ne différaient ni par l'âge d'apparition de la maladie, ni par sa longueur d'évolution.

Dans l'étude de Lambert et al. (1994) [90], plusieurs patients Alzheimer montrent une perturbation des mécanismes d'évocation de la forme des lettres plus importante et plus précoce que la perturbation de l'exécution périphérique, ce qui semble évoquer, chez ces patients, un trouble de l'imagerie mentale des lettres.

On peut y voir une explication des modifications calligraphiques "infra-cliniques" apparaissant bien avant les difficultés d'exécution périphériques.

Lors de deux études, Croisile (1995) [42] et Serratrice (1993) [138] ont été curieux d'avoir sur ce point l'avis de graphologues avertis.

Ils leur ont confié des écritures de patients et de témoins " en aveugle".

Il est étonnant de constater qu'il leur a été facile de distinguer les écritures de patients sur des critères tels que : des lettres qui "flottent ou "s'effondrent", "une moins bonne organisation et prise de l'espace".

Si on considère l'ensemble des études, prenant en compte l'écriture des patients Alzheimer sous ses différents aspects, la plupart des auteurs s'accorde à considérer que certaines composantes du langage sont plus "vulnérables" que d'autres, en regard de la maladie d'Alzheimer, celles qui impliquent un traitement conscient et volontaire et requièrent une répartition coûteuse des ressources attentionnelles.

De la même façon, on peut penser que certains paramètres qui caractérisent l'aspect calligraphique de l'écriture dépendent plus que d'autres des ressources attentionnelles du sujet et sont plus précocement atteints, participant aux perturbations fines observées au début de la maladie.

1.4.3.2. Apports de l'étude réalisée à Bron en 1996, sur les composantes grapho-spatiales de l'écriture des Alzheimer.

L'étude que nous avons réalisée au Laboratoire de Neuropsychologie de l'Hôpital Neurologique de Bron en 96 concernait plus spécifiquement les modifications de l'aspect grapho-spatial et calligraphique de l'écriture, dans la maladie d'Alzheimer (Faure, 1996, [64] [66], Croisile et al., 1998 [45]). Elle a permis une meilleure connaissance des paramètres de l'écriture, en relation avec différentes fonctions cognitives.

Nous fondant sur les travaux de Croisile et al. (1995) [42] et sur l'observation des familles ou des patients eux mêmes ayant remarqué un changement très tôt au niveau de l'écriture, bien avant qu'apparaissent des modifications du graphisme observables "cliniquement", nous nous sommes plus particulièrement intéressée à la calligraphie des patients, aux habiletés graphiques et à l'organisation spatiale de l'écriture.

Le but de notre étude était donc de tenter d'objectiver et, si possible, de quantifier ces modifications du graphisme qui portent sur la forme, la taille, la pression, la direction, la lisibilité, la continuité, l'ordonnance dans la page.

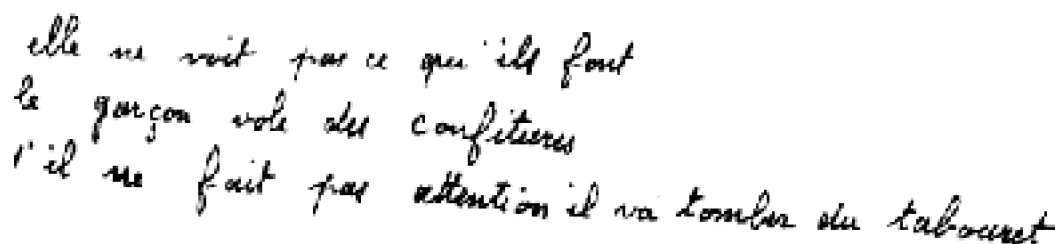


Figure 4. Ecriture d'un patient ⁴ au tout début de la maladie

Nous avons, avec des moyens informatiques et de numérisation d'images, cherché à repérer un ensemble de signes graphiques susceptibles de se retrouver plus fréquemment chez les patients Alzheimer, au début de la maladie, alors que l'écriture est peu perturbée, comme on le voit ci-dessus (figure 4) ; puis nous nous sommes efforcée d'établir quels pouvaient être les facteurs neuropsychologiques déterminants ou explicatifs de ces signes et nous avons recherché des corrélations avec les scores aux tests neuropsychologiques dont nous disposons pour ces patients, tests mesurant la sévérité de la démence, le langage, les praxies, la mémoire et l'attention.

Nous espérons pouvoir mettre en évidence certains signes ou la réunion de certains signes dans l'écriture, à des phases précoces de la maladie, ce qui constitue, en fait, l'intérêt majeur de la recherche des signes "infra cliniques" dans l'écriture.

Notre étude a porté sur un échantillon d'écritures de 58 patients répondant au

⁴ Consultation du Dr. B. Croisile, service de Neuropsychologie, Hôpital Neurologique à Bron.

diagnostic clinique de maladie d'Alzheimer probable, selon les critères du NINCDS-ADRDA ⁵ (Mac Khann et al., 1984) [100] et ceux de démence dégénérative primaire et de maladie d'Alzheimer du DSM ⁶ III-R (American Psychiatric Association, ⁷ , 1987) [1]. Tous souffraient d'un déficit cognitif s'aggravant lentement avec des troubles de la mémoire et d'une autre sphère cognitive, le langage le plus souvent.

Le scanner pouvait montrer une atrophie corticale ou une dilatation modérée des ventricules, mais jamais de lésions focales.

Les patients étaient droitiers et de langue maternelle française. Il s'agissait de patients reçus en consultation à l'Hôpital Neurologique, à Bron, par le Dr. Bernard Croisile.

L'étude comporte en outre 27 témoins appariés pour l'âge, le niveau d'éducation et le sexe, et ne présentant pas d'affection neurologique ou psychiatrique.

Nous ne disposons pas, pour un même patient, de plusieurs échantillons, à des temps différents, mais seulement d'un échantillon, à un certain moment de l'évolution du patient. Nous avons procédé à des analyses de la variance entre les groupes et à des études des corrélations entre les paramètres de l'écriture que nous mesurons et les scores des patients aux tests neuropsychologiques :

- Deux tests ont été utilisés pour évaluer la sévérité de la démence :
 - le Mini Mental State Examination (Folstein et al. ,1975) [68] qui fournit un score global dont la diminution indique une aggravation de l'atteinte cognitive.
 - le Blessed A (Blessed et al., 1968) [17] qui est un test plus comportemental.
- L'évaluation du langage repose sur :
 - un test de dénomination , version courte du Boston Naming Test.
 - un test de fluence verbale alphabétique et catégorielle.
 - la batterie d'aphasie (Faber-Langendoen et al.,1988) [59] dérivée de la Boston Diagnostic Aphasia Examination (BDAE, Goodglass et Kaplan, 1976) [80]. Elle comporte 7 sous-tests dont la description de l'image du voleur de biscuits, un test de compréhension et de dénomination, orales et écrites, deux tests de désignation.
- L'évaluation des praxies gestuelles explore les gestes symboliques, les mimes d'utilisation, les gestes exécutés sur ordre et sur imitation (24 au total).

⁵ NINCDS : National Institute of Neurological and Communicative Disorders and Stroke. ADRDA : Alzheimer's Disease and Related Disorders Association.

⁶ DSM : Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders.

⁷

- L'évaluation des praxies visuo-constructives repose sur la copie d'une figure de Signoret (Signoret et Whiteley, 1979) [141].
- L'évaluation de la mémoire comprend:
 - un empan de chiffres direct et inverse, évaluant la mémoire de travail (capacité attentionnelle), tiré de l'échelle de mémoire de Wechsler (Wechsler et Stone, 1973) [159].
 - le rappel immédiat de la figure de Signoret (mémoire non verbale).
 - le rappel immédiat de l'histoire du lion de Barbizet (Barbizet et Duizabo, 1980) [5].

La mesure des paramètres de l'écriture repose sur un test très simple, de manière à rendre possible le recueil des échantillons d'écriture très rapidement et très facilement à la consultation . Ce recueil a été effectué par le Dr. Croisile. Il comporte une dictée de phrases qui proviennent de la version française de la Boston Diagnostic Aphasia Evaluation :

- Elle ne voit pas ce qu'ils font. Le garçon vole des confitures. S'il ne fait pas attention il va tomber du tabouret.

Nous avons nous-mêmes réalisé l'analyse des paramètres graphiques et spatiaux accessibles par le traitement informatisé de l'image numérisée des échantillons d'écriture, selon la technique que nous utiliserons dans le présent travail et que nous décrirons plus loin, au chapitre méthodologie. Il s'agit de l'analyse d'une image statique.

L'étude s'appliquait également à deux paramètres issus de la géométrie fractale, en rapport avec la lisibilité en vision ordinaire ou en vision éloignée. Les mesures concernant la dimension fractale ont été effectuées dans le laboratoire de Reconnaissance des Formes et Vision de l'INSA de Lyon, avec la collaboration de Nicole Vincent.

La comparaison des Alzheimer avec les témoins montre que plusieurs paramètres différencient les Alzheimer, notamment les paramètres de pression, aussi bien la pression moyenne que la pression maximum, de même que les paramètres de pâtosité, de positionnement vertical du texte et de lisibilité, en rapport avec la dimension fractale :

- la pression est plus importante chez les Alzheimer de même que la pâtosité,
- la position du centre du texte varie davantage chez les patients alors que les témoins écrivent généralement en haut de la page,
- par ailleurs, la différence entre les valeurs de la dimension fractale correspondant à la vision ordinaire ou éloignée, dont on pense qu'elle a à voir avec la difficulté du scripteur, est significativement plus petite chez les Alzheimer. Elle est fortement corrélée à la pression, comme on avait pu également le constater dans une étude précédente chez l'enfant (Faure, 1994) [63].

Si on distingue deux groupes de patients en fonction de la sévérité de la maladie, ce que l'on peut faire du fait de l'effectif important de l'échantillon, on observe que la pression est significativement plus élevée même chez les patients les moins atteints, ceux ayant un

score au MMS supérieur à 20. Cette augmentation de la pression dès le début de la maladie peut à elle seule être responsable des modifications fines du graphisme rapportées par les patients et leurs proches.

Par ailleurs, allant de pair avec une aggravation de la maladie, on observe :

- une augmentation du nombre de levées avec une diminution du degré de liaison de l'écriture
- une plus grande inclinaison des lettres.

On observe également une augmentation de la dimension du graphisme, qui distingue les deux sous groupes de patients, sans toutefois qu'il y ait une corrélation significative de ce paramètre avec le score au MMS (on peut faire la même remarque concernant la diminution de la différence entre les deux valeurs de la dimension fractale).

Outre l'augmentation de la pression, on note donc, quand la maladie évolue, le fractionnement et l'effondrement des lettres allant de pair avec l'augmentation de la taille du graphisme et les difficultés d'organisation dans la page.

Les différentes corrélations entre ces paramètres et le score au MMS, ont permis de calculer, un coefficient de corrélation multiple, significatif et prédictif de la sévérité de la maladie avec un risque d'erreur inférieur à 1% (Faure, 1996) [64]. (tableau 1)

Tableau 1. Corrélation des paramètres avec la sévérité de la maladie (effectif de 58 patients)

PARAMETRES	Coefficients de corrélation	P
Nombre de levées	-0.35	<0.05
Direction des lettres	0.34	<0.05
CCM (Coefficient de corrélation multiple) = 0.47		<0.01

On note par ailleurs qu'un grand nombre de paramètres corrélient avec la durée d'évolution de la maladie et avec le score au Blessed A. Il s'agit d'un test plus global qui prend en compte les modifications de la personnalité et du comportement. Ce test corréle assez bien avec la durée d'évolution mais pas avec la sévérité de la maladie qui apparaissent deux choses différentes.

Les paramètres qui corrélient le mieux avec la durée ou le score au Blessed A sont:

- le nombre de levées qui augmente,
- la direction des lignes qui chutent,
- l'importance des marges qui augmente,
- celle des blancs dans le texte qui diminue.

Donc quand le temps d'évolution augmente, indépendamment de la sévérité, on constate une difficulté dans le maintien des lignes qui chutent le plus souvent, tandis que le texte occupe moins de place même si la dimension du graphisme augmente, ce qui laisse peu de place aux blancs à l'intérieur de la surface écrite.

Ces différents éléments ont également permis le calcul d'un coefficient de corrélation

multiple relatif à la durée d'évolution, égal à 0.48 et significatif avec un risque d'erreur inférieur à 1%

Ce coefficient ne fait pas intervenir toutes les corrélations relatives à la durée d'évolution (tableau 2), du fait notamment d'inter-corrélations existant entre les variables.

Tableau 2 : Corrélation des paramètres avec la durée d'évolution (N=58)

PARAMETRES	Coefficients de corrélation	p
Importance des marges	0.31	<0.05
Pourcentage de blancs	-0.35	<0.05
Direction des lignes	-0.28	<0.05
Nombre de levées	0.33	<0.05
Différence entre la lisibilité en vision ordinaire et éloignée	-0.35	<0.05

Il faut noter que les modifications qui accompagnent l'écriture des Alzheimer sont très différentes de celles liées à l'âge (Faure et Michel, 1996, [66]).

Nous avons étudié les effets de l'âge sur l'écriture des témoins (figure 5).

On constate que chez le sujet âgé :

- l'écriture a tendance à devenir de plus en plus liée avec l'âge
- la dimension du graphisme augmente mais avec une diminution des marges en parallèle
- et surtout la pression diminue très rapidement quand l'âge augmente

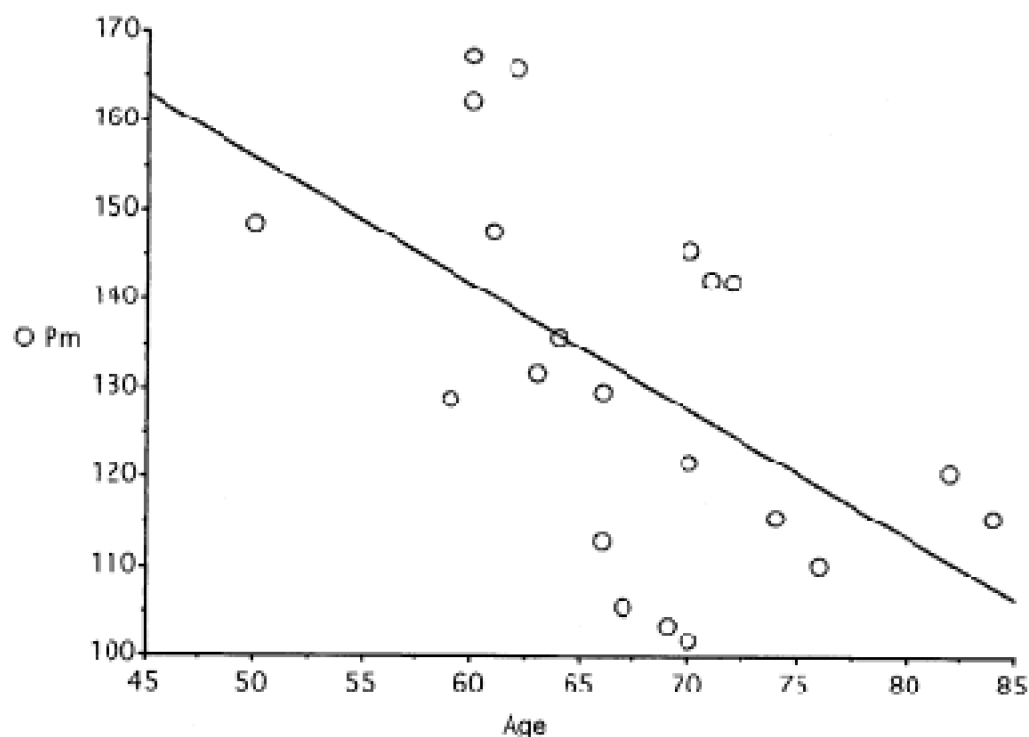


Figure 5. Corrélation de la pression avec l'âge chez les témoins

Il semble donc difficile de mettre en rapport les différentes modifications que l'on observe chez les Alzheimer avec les processus de vieillissement normaux.

Nous avons recherché quelles étaient les dimensions neuropsychologiques qui expliquaient le mieux la variance des différents paramètres.

On note surtout la participation à la pression maximum des facteurs attentionnels et mnésiques.

Par ailleurs la dimension du langage intervient peu pour expliquer la variabilité des paramètres que nous avons pris en compte.

On retient la participation des praxies visuo-constructives (évaluées sur la copie d'une figure de Signoret) aux marges et à la lisibilité, estimée à travers la dimension fractale.

De l'ensemble de l'étude on pouvait retenir :

- les différences entre les perturbations de l'écriture des Alzheimer et les perturbations dues à l'âge, différences qui distinguent à notre avis les processus du vieillissement de ceux en cause dans la maladie d'Alzheimer,
- la participation des perturbations du système de gestion des ressources attentionnelles aux modifications graphiques que l'on remarque au début de la maladie, essentiellement en rapport avec des modifications de la pression
- Par ailleurs, on n'est pas étonné de constater la participation de facteurs visuo-constructifs aux désordres apparaissant plus tardivement dans l'organisation grapho-spatiale.

Toutefois, aucune dimension explorée par les tests n'explique un très fort pourcentage de la variance des paramètres que nous avons pris en compte dans l'analyse de l'écriture (généralement, moins de 20%). Ceci laisse supposer que d'autres facteurs sont en cause. Notamment, on peut tout à fait imaginer que la dimension dépressive souvent rencontrée au début de la maladie soit à l'origine des perturbations des paramètres qui corrèlent avec la durée:

Il s'agit de :

- la direction des lignes, qui chutent
- l'augmentation des marges,
- la diminution des blancs,

éléments interprétés en terme de pessimisme, de repli sur soi, d'humeur dépressive aussi bien par les graphologues que par les équipes qui ont travaillé sur l'écriture de patients psychiatriques, notamment l'équipe du Pr Volmat à Besançon.

Il est intéressant, en tout cas, de se demander quels sont les liens entre les signes observés au début de la maladie et la dépression.

1.5. Ecriture et traits de personnalité

L'intérêt manifesté pour l'étude de l'écriture en psychiatrie n'est pas récent : en 1945, les résultats de l'étude d'Eysenk, [58], publiés par le British Journal of Psychology, montrait 68% de concordance entre les réponses des patients à un test de personnalité et les déductions d'un graphologue d'après l'écriture des patients.

Avant lui, Alfred Binet, s'assurant le concours de Crépieux Jamin et d'autres graphologues, avait conclu, à la suite d'expériences menées avec eux, à l'intérêt de la graphologie et de l'application des méthodes expérimentales à l'étude de l'écriture.

Les travaux de J. Salce (1972)[133], et d'autres ultérieurs, tendent à valider les significations psychologiques attribuées aux variables graphométriques.

Cependant de nombreuses études, visant notamment à corréler les résultats de tests graphométriques et ceux de tests projectifs manquent de crédibilité et de rigueur sur le plan méthodologique.

L'étude de P.Gilbert et Ch. Chardon [77] en est, de ce point de vue, un exemple. Son intérêt est toutefois de considérer la fréquence avec laquelle on rencontre, plutôt qu'un signe, le regroupement de plusieurs signes, associé à tel ou tel trait de personnalité.

En pathologie, un même symptôme peut se retrouver dans des affections diverses, il en va de même des signes qui apparaissent dans l'écriture et il est plus judicieux de les mettre en rapport avec un symptôme plutôt qu'avec une affection ; de même, c'est la réunion de plusieurs signes qui prend un sens. Ainsi, l'équipe du service de Neuropsychiatrie du CHRU de Besançon, dirigé par le Professeur Volmat, a mis en évidence un ensemble de signes susceptible de se retrouver en cas de tendance suicidaire ou d'agressivité, d'angoisse, de repliement, d'inhibition motrice, ou au contraire

d'impulsivité, d'excitabilité (Belin et al., 1975, 76, 78, 79). [10-11-12-13].

D'autres études portent sur les comportements phobiques et obsessionnels, les troubles des conduites alimentaires, l'anorexie (Belin, 1979, [14] Villard, 1983, [152], De Castilla et Bastin, 1988, [52],). Toutes dégagent des profils de scripteurs propres à ces diverses pathologies, décrites dans de nombreux ouvrages, notamment ceux de Faideau [61], Bastin et De Castilla, [8], qui mettent en rapport les traits de la personnalité et les caractères de l'écriture (Annexe A).

Ces auteurs abordent également les troubles de l'écriture qui accompagnent certaines affections somatiques, non seulement neurologiques mais aussi cardiaques, respiratoires (Villard 1983) [152], et dermatologiques (Pomey-Rey, De Castilla, 1980) [117].

Selon ces auteurs et d'autres également (Stein-Lewinson, 1984) [148], les altérations du trait (tremblements, épaississements, interruptions...) sont plus importantes et plus fréquentes que celles de la forme, dans les affections organiques. En revanche, les perturbations de la pression se voient aussi bien dans des affections organiques que psychiatriques.

De plus, il s'avère que les anomalies de l'écriture constituent parfois un symptôme qui permet de juger de l'évolution d'une affection, psychiatrique ou somatique (Volmat et al., 1986, 1989 [157], [158], Belin et al., 1984, [15], Cohen et al., 1993, [35]), c'est ce que nous avons vu également dans le cadre de la maladie d'Alzheimer.

De manière générale, il semble intéressant de considérer qu'en écrivant, le scripteur produit un ensemble de signaux, qui sont loin de se limiter au message transcrit dans les mots et que ces signaux, du fait de la très grande complexité de l'écriture, constituent la production d'un comportement qui reflète assez bien l'état du sujet, du point de vue neurophysiologique et psychologique, si on tient compte des conditions dans lesquelles il est produit.

2. La gémellité

Dans le cadre d'un Diplôme d'Etudes Approfondies (Faure, 1994) [63] puis du présent travail, nous nous sommes intéressée, au sein du laboratoire de Neuropsychologie à Bron et en collaboration avec le laboratoire de Génétique Neurogénétique Comportement, alors à Paris, à l'éventualité de l'intervention de facteurs génétiques et de facteurs environnementaux intra-utérins sur certains paramètres de l'écriture. Pour tester ces hypothèses, nous avons analysé l'écriture de jumeaux lors de deux études, l'une réalisée chez l'enfant l'autre chez l'adulte.

2.1. Généralités concernant la gémellité

Les grossesses gémellaires ont une fréquence d'apparition de l'ordre de 1,3 % de l'ensemble des grossesses. Leur fréquence réelle est en fait supérieure, mais un certain

nombre d'embryons ne vont pas à terme, donnant lieu ensuite à une grossesse unique, comme en attestent l'échographie. Par ailleurs, le nombre de grossesses multiples s'accroît actuellement avec l'utilisation des traitements hormonaux et des inducteurs d'ovulation, également avec les progrès de la fécondation in vitro et de la surveillance médicale de la grossesse.

Mais même si la gémellité devient un phénomène plus courant et mieux connu, elle n'en constitue pas moins une situation particulière, qui va marquer le développement et la personnalité des jumeaux.

La grossesse nécessite une surveillance accrue du fait des complications qui peuvent survenir, liées notamment au faible poids de naissance et à la prématurité. Dans l'ensemble le poids total des jumeaux est supérieur à celui d'un enfant né d'une grossesse "singulière" mais leur poids respectif est inférieur en général à celui d'un "singleton". Il existe donc fréquemment un retard de croissance intra-utérin de même que, très souvent, un élément de prématurité : la durée de la grossesse est en moyenne de 261 jours contre 280 pour une grossesse ordinaire.

Les complications peuvent aussi être le fait de problèmes liés à la vascularisation des fœtus.

Ces observations toutefois ne concernent pas tous les types de grossesses gémellaires de la même façon. Classiquement on distingue " vrais " et " faux " jumeaux ; en fait, il convient de parler de jumeaux dizygotes et monozygotes.

La figure 6 illustre ces différents types de grossesses gémellaires :

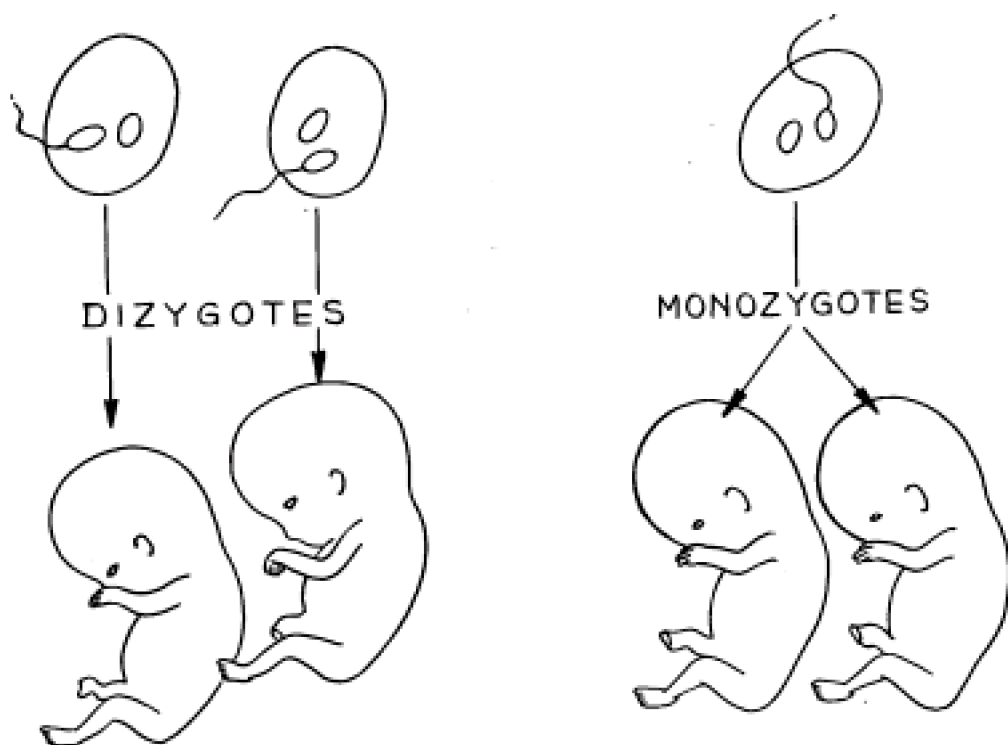


Figure 6. Les grossesses gémellaires

Les jumeaux dizygotes (DZ) résultent de la ponte de deux ovocytes au moment de l'ovulation et de leur fécondation par deux spermatozoïdes différents. Ils sont donc issus de deux œufs distincts et ne se ressemblent pas plus que des germains⁸. Ils peuvent être de même sexe ou de sexes différents. Dissemblables physiquement, ils diffèrent également par leurs caractéristiques biologiques notamment les caractères sanguins.

Ces naissances correspondent à environ 70 % des grossesses gémellaires, ce taux variant selon les études. En effet, les fréquences respectives des jumeaux DZ et MZ ne sont pas toujours faciles à déterminer. Le calcul selon l'hypothèse de Weinberg qui suppose une répartition égale des sexes parmi les DZ n'est qu'approximatif : cette méthode calcule le nombre de DZ en multipliant par deux le nombre de jumeaux discordant pour le sexe ; le nombre de MZ est obtenu par différence entre le nombre total de jumeaux et le nombre de DZ

La fréquence des dizygotes peut être influencée par les traitements hormonaux, la fécondation in vitro ou les inducteurs d'ovulation.

Elle varie en outre avec différents facteurs :

- L'âge maternel : la fréquence augmente d'abord avec l'âge de la mère puis diminue après 37 ans
- L'hérédité : les jumelles ont deux fois plus de grossesses gémellaires que les non jumelles
- L'origine ethnique : on retient une fréquence plus grande dans certaines populations noires ou d'Amérique du Sud et plus faible chez les asiatiques.

A la différence des dizygotes,⁹ **les jumeaux monozygotes (MZ)** sont issus du même ovule fécondé, ils proviennent de la division du même œuf. Ils ont donc le même patrimoine génétique et une identité morphologique et physiologique, au taux de mutations spontanées près. Ils sont forcément de même sexe et ont des caractères sanguins, entre autres, identiques.

Le taux des jumeaux monozygotes est assez stable : 3,5 à 5/1000 naissances (Philippe 1992)[114] influencé seulement par des facteurs héréditaires.

Le clivage de l'œuf peut se produire à différents stades du développement ; il survient en général avant le quatorzième jour de vie. En fonction du moment où la séparation a lieu, on distingue plusieurs situations intra-utérines qui tiennent notamment à la constitution des annexes et ont des retentissements sur la vie des fœtus.

2.2. Annexes embryonnaires et chorionicité

2.2.1. Annexes embryonnaires

⁸ On entend par germains : enfants nés du même père et de la même mère (frères et sœurs germains)

⁹

Les annexes qui entourent le fœtus d'abord, puis l'embryon, se constituent au fur et à mesure du développement intra-utérin.

Très tôt, au cours de la première semaine, apparaissent successivement :

- Le trophoblaste, par différenciation de la couche superficielle de l'œuf ; il sera ensuite à l'origine du chorion et du placenta.
- La cavité amniotique, qui se creuse au sein du bouton embryonnaire.

Chaque embryon se trouve baigné par le liquide amniotique, dans une poche limitée par l'amnios tandis qu'à la périphérie l'enveloppe ovulaire est formée par le chorion, développé à partir du trophoblaste (cytotrophoblaste) et du mésenchyme extra-embryonnaire.

Le trophoblaste prolifère en villosités visibles d'abord sur tout le pourtour de l'œuf puis regroupées à un pôle vers lequel se dirige le cordon ombilical. L'annexe la plus importante, le placenta est ainsi constituée ; elle comporte une partie fœtale et une partie d'origine maternelle provenant de la transformation de la muqueuse utérine.

Les échanges mère-enfant à travers le placenta sont très importants ; ils portent non seulement sur les constituants physiologiques, mais éventuellement sur des substances qui peuvent présenter un risque pathologique pour le fœtus (médicaments, virus...).

L'amorce de la circulation maternelle placentaire se constitue vers le quinzième jour. La circulation fœtale placentaire est établie vers le vingt et unième jour.

A terme, le placenta est un disque d'environ vingt centimètres de diamètre, trois centimètres d'épaisseur, pesant environ cinq cents grammes, soit approximativement un sixième du poids fœtal.

2.2.2. Les placentas des grossesses gémellaires

Grossesses dizygotiques

Dans le cas de jumeaux dizygotes, il y a deux œufs distincts dont l'implantation est distincte : les annexes devraient donc être séparées ; en fait, en fonction du lieu d'implantation, les placentas peuvent être confluent et les membranes partiellement confondues. L'observation du placenta montre toutefois qu'il est toujours dichorionique (DC) et diamniotique (DA), quel que soit le degré de fusion.

Grossesses monozygotiques

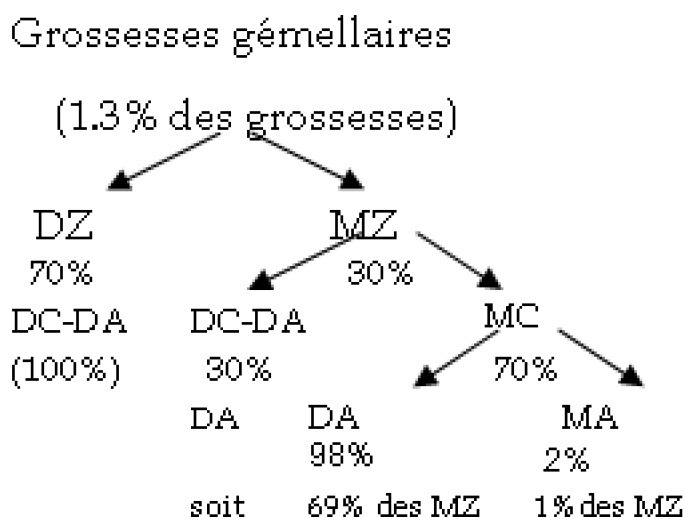
Un seul œuf est fécondé. Sa division peut avoir lieu à des stades différents :

- Si la séparation survient à un stade très précoce, avant le cinquième jour de vie intra-utérine (Dollander, 1975 [54] ; Fox, 1978 [70]) ou plus tôt, avant le troisième jour, selon certains auteurs (Nessman, 1991) [109], les embryons sont dichorioniques et diamniotiques comme des dizygotes. Cette situation se rencontre chez 29% à 30% des monozygotes. Les deux placentas sont fusionnés ou séparés en fonction de la

distance qui sépare les zones d'implantation dans l'utérus.

- Quand la séparation a lieu entre le cinquième et le huitième jour, ce qui est le cas le plus fréquent (69% des MZ), le clivage concerne alors le blastocyste au stade du bouton embryonnaire. La masse placentaire est unique et les embryons sont monochorioniques mais dans deux poches séparées correspondant aux deux amnios donc diamniotiques.
- La séparation survient rarement au delà de huit jours (1 à 2 % des cas). Elle a lieu alors au stade de disque embryonnaire et les annexes sont entièrement communes : les embryons sont dits alors monochorioniques et monoamniotiques.
- Si la séparation a lieu encore plus tard, on aura deux êtres accolés (antérieurement appelés siamois).

Nous pouvons résumer ainsi la fréquence des différentes situations :



Nous voyons que les monozygotes peuvent avoir deux types de placenta, mono ou dichorionique tandis que les dizygotes sont tous dichorioniques. De plus les monozygotes monochorioniques peuvent se trouver dans deux cavités séparées, cas le plus fréquent, ou dans la même cavité.

Ces différentes situations sont illustrées sur la figure suivante :

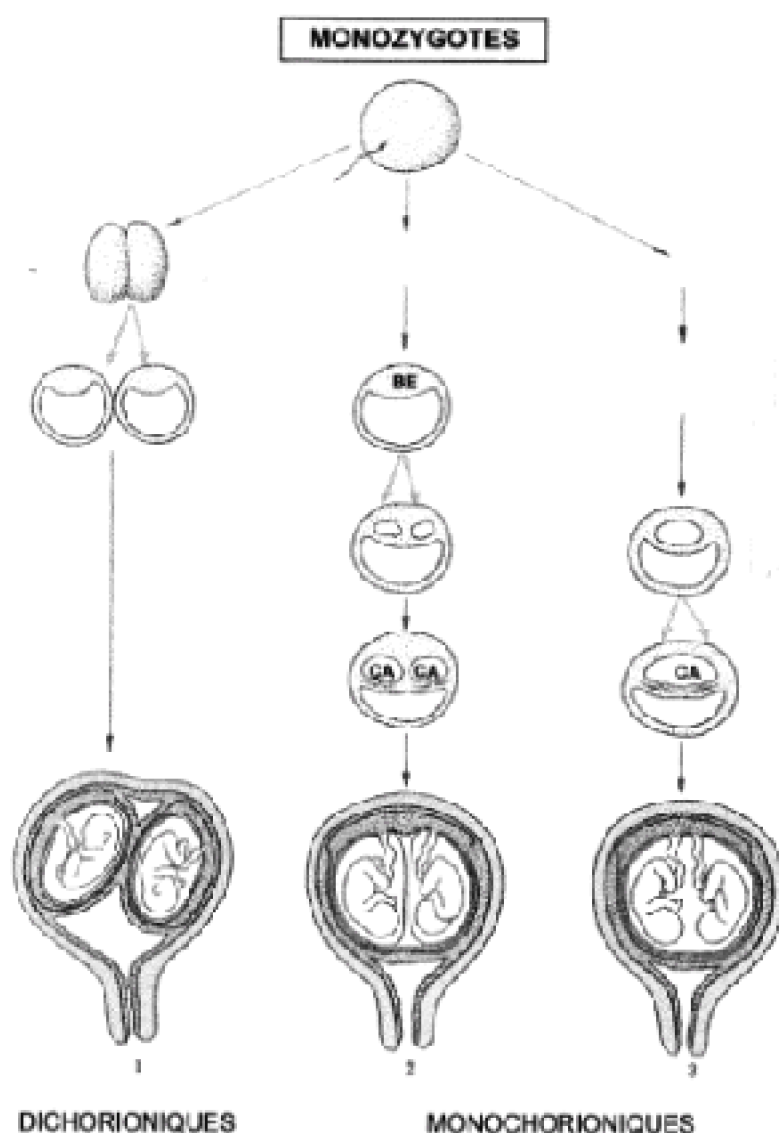


Figure 7. Annexes des grossesses monozygotiques

Le schéma de gauche (1) montre la séparation au stade de deux blastomères : annexes séparées qui peuvent être plus ou moins fusionnées (grossesse dichorionique, di-amniotique). Au centre (2) la séparation du blastocyste a lieu au stade du bouton embryonnaire (BE) : elle donne lieu à deux cavités amniotiques (CA) mais un seul placenta (grossesse monochorionique, di-amniotique = type le plus fréquent). A droite (3), séparation au stade de disque embryonnaire : annexes communes (grossesse monochorionique, mono-amniotique).

2.2.3. Influence du type de placenta sur la ressemblance intra-paire des jumeaux

2.2.3.1. Influence du placenta sur les ressemblances à la naissance

La situation intra-utérine des embryons peut être à l'origine d'un défaut d'irrigation

vasculaire de l'un d'eux. Une complication sérieuse des grossesses multiples est constituée par un shunt vasculaire d'un jumeau vers l'autre du fait d'anastomoses importantes réalisant le syndrome transfusé-transfuseur, un embryon se développant aux dépens de l'autre. Ceci se voit en présence d'un placenta monochorionique-diamniotique.

Si le défaut d'irrigation est très important, on peut voir au maximum une malformation de type acardiaque qui aboutit à la formation d'une masse amorphe dans laquelle aucune organisation générale n'est retrouvable.

Les anastomoses vasculaires sont constantes en cas de placenta monochorionique et monoamniotique mais ne comporte pas d'anastomoses profondes. Toutefois ce type de placenta accroît le risque de malformations et la mortalité périnatale.

A l'inverse, il n'y a pas, en principe, d'anastomoses vasculaires entre les deux circulations fœtales en cas de placenta dichorionique, toutefois cela n'est pas absolument certain en cas de placentas dichorioniques fusionnés.

Ces éléments peuvent expliquer que les différences intra-paires de poids de naissance soient en moyenne significativement supérieures chez les jumeaux monozygotes monochorioniques par rapport aux dichorioniques ; elles auraient également tendance à être supérieures dans le cas de placentas dichorioniques fusionnés par rapport aux placentas séparés (Björö et al., 1985 [16] ; Vlietinck, Derom et al., 1989 [156]). Cependant, le poids de naissance varie également en fonction du lieu d'implantation du cordon.

Les moyennes des différences intra-paires portant, à la naissance, sur la taille, les index pondéraux ou le périmètre crânien, ne diffèrent pas, quant à elles, entre monozygotes mono et dichorioniques (Spitz, 1994 [143] ; Spitz et al., 1996 [145]).

Corey et al., 1976 [39] ont montré un effet du placenta sur le taux de cholestérol dans le cordon ombilical avec une variance intra-paire des monozygotes dichorioniques cinq fois supérieure à celle des monochorioniques.

2.2.3.2. Mise en évidence d'un effet à long terme du type de placenta.

D'autres études ont recherché un éventuel effet à long terme de cette variable de l'environnement intra-utérin.

La première, l'étude de Melnick et al., en 1978 [101], a montré la possibilité d'un tel effet sur l'efficacité intellectuelle chez les monozygotes. Dans cette étude il apparaît, au delà de six ans, des différences intra-paires significativement plus grandes chez les dichorioniques. Ces résultats ne sont pas retrouvés chez des enfants plus jeunes (Welch, Black et Christian, 1978 [160]).

On peut penser, comme Rose, Uchida et Christian l'ont fait [129], que la différence de poids à la naissance, plus importante au sein des couples de jumeaux monochorioniques, joue un rôle important les premières années à la fois dans le développement mental et moteur et que cet effet s'estompe ensuite. Pour cette raison, ils ont comparé (Rose et al., 1981) [129] les résultats de jumeaux adultes (28 paires DZ, 32 paires MZ réparties en 17 paires MC, 15 paires DC) à deux sub-tests du WISC-R de Wechsler : le sub-test Vocabulaire et le sub-test Cubes. Les comparaisons intra-paires montrent que,

globalement, les jumeaux MZ se ressemblent plus que les DZ ; ce résultat est vrai pour le test de vocabulaire, quel que soit le type de placenta, mono ou dichorionique tandis que seuls les couples de monozygotes monochorioniques se ressemblent plus que les dizygotes pour le test des cubes. Ceci est en faveur d'un effet de l'environnement intra-utérin sur le test des cubes, indépendamment des facteurs génétiques.

Ce résultat est confirmé par les travaux de Beekmans et al., en 1993,[9] qui montrent un effet du type de chorion sur les épreuves entrant dans le QI de performance du WISC-R et pas sur les épreuves du QI verbal.

D'autres auteurs se sont intéressés à l'effet du type de placenta sur les empreintes palmaires et plantaires.

Les dermatoglyphes se constituent tandis que se forment puis régressent les coussinets digitaux, palmaires et plantaires, et que se développent les crêtes, à la jonction derme-épiderme, au cours des troisième et quatrième mois de la vie intra-utérine. Il faut noter que cette période est également une période importante pour la mise en place des éléments du système nerveux.

Le compte total des crêtes au niveau des doigts (TFRC : Total Finger Ridge Count) est considéré comme un exemple du contrôle d'un trait par plusieurs gènes ayant des effets additifs. Il n'est donc pas étonnant de constater que les jumeaux monozygotes se ressemblent plus que les dizygotes pour le TFRC. Toutefois on note que les différences touchant au nombre total de crêtes, à l'intérieur des paires monozygotes, sont variables : Bracha et al., 1992, [21] montrent que les couples de jumeaux monozygotes discordants pour la schizophrénie présentent des différences intra-paires plus grandes que les couples de jumeaux où aucun n'est atteint. Les dermatoglyphes semblent donc également influencés par des facteurs de l'environnement, ce que tend aussi à démontrer les asymétries qui existent très souvent entre les empreintes droites et gauches de tout individu (dites asymétries fluctuantes). On peut supposer que ces asymétries, de même que les différences intra-paires chez les monozygotes, sont le reflet de perturbations dues à l'environnement utérin au cours des troisième et quatrième mois de la vie fœtale.

Théoriquement les empreintes devraient être identiques à droite et à gauche : plus l'asymétrie est importante, plus on peut penser que l'action de l'environnement s'est fait sentir. Une étude portant sur les monozygotes et comparant un groupe de jumeaux pour lesquels l'asymétrie était importante, pour un au moins des co-jumeaux, avec un groupe où l'asymétrie était faible, a montré que lorsque l'asymétrie était importante les sujets présentaient également plus de différences intra-paires au MMPI (Minnesota Multiphasic Personality Inventory) (Rose et al., 1987) [130].

Il existe un effet du type de placenta sur le degré d'asymétrie fluctuante, les monozygotes monochorioniques ayant un degré d'asymétrie plus important (Bogle et al., 1994) [18].

Par ailleurs, quand on considère les monozygotes, il apparaît que, pour certains groupes de dermatoglyphes, il y a plus de différences intra-paires chez les dichorioniques alors que pour d'autres groupes, les différences sont plus grandes chez les monochorioniques (Reed, Uchida et al., 1978 [122] ; Reed, Evans et al., 1979 [123] ; Reed et Young, 1982 [124]).

S'il semble bien que la structure des dermatoglyphes soit influencée par les facteurs d'environnement, il paraît difficile de concilier l'ensemble de ces données, concernant diverses influences et leurs relations avec le type de chorion.

Reed et ses collaborateurs considèrent que la structure des dermatoglyphes peut être un élément de diagnostic rétrospectif du type de chorion chez les jumeaux monozygotes. Des résultats complémentaires, recueillis avec Spitz et Carlier, ont fait apparaître qu'un tel diagnostic n'était malheureusement pas fiable (Reed et al., 1997 [126])

Ils sont également à l'origine d'études visant à mettre en évidence un effet à long terme du type de chorion sur le taux de certaines composantes du cholestérol ainsi que sur la mesure du comportement de type A, en faveur d'une plus grande ressemblance des monochorioniques (Reed, Carmelli et Rosenman, 1991 [125]). Mais dans ces études, le type de chorion étant établi rétrospectivement avec une fonction discriminante utilisant les dermatoglyphes, il existe un risque d'erreur non négligeable.

Le laboratoire de Génétique Neurogénétique Comportement (alors URA CNRS 1294 à Paris), avec lequel nous collaborons, s'est également attaché à l'effet de cette variable de l'environnement intra-utérin auquel il a donné le nom d' " Effet Chorion ".

Les études, conduites dans ce service dès 1991 (sur 80 paires de jumeaux), ont testé l'effet chorion sur des variables anthropométriques à la naissance, comme on l'a déjà dit, mais aussi à long terme. Elles montrent, en ce qui concerne le poids, chez des enfants âgés de 10 ans en moyenne, une différence intra-paire plus importante chez les monozygotes monochorionique que chez les dichorioniques, comme à la naissance ; mais elles retrouvent également cette différence pour la taille et les index pondéraux alors qu'il n'y avait pas de différence significative à la naissance.

Ces études (Spitz, 1994, [143], Spitz et al., 1996 [145]) ont également porté sur le développement cognitif et la latéralité des jumeaux avec, en ce qui concerne le développement cognitif, des résultats assez analogues aux études antérieures, montrant pour le sub-test des cubes une ressemblance plus grande des monochorioniques, sans différence significative portant sur d'autres tests (subtest Vocabulaire du WISC-R, échelles de processus mentaux du K-ABC (Kaufman Assesment Battery for Children), tests de perception (dont rotation mentale), test d'attention de Cornblatt).

Nous notons donc, concernant les fonctions cognitives, un effet du type de chorion qui se manifeste pour certaines fonctions et s'exerce à l'opposé de ce que l'on constate concernant les variables anthropométriques.

Etudiant la latéralité, Carlier et al., (1996) [31] utilisent trois tests : l'épreuve de pointillage adapté du test de Tapley et Bryden (1985) [151], le test de frappes répétées, adaptation du tapping test (Carlier et al., 1993) [29], et enfin le test de déplacement de chevilles mis au point par Annett. **Aucun effet chorion n'a été observé sur l'ensemble de ces tests.**

Nous avons, pour notre part, contribué à l'étude de la latéralité manuelle pour l'écriture et testé l'effet du type de chorion sur les paramètres qui la caractérisent.

2.3. Etude de la latéralité et des performances manuelles chez les jumeaux

Il est habituel d'admettre dans la population générale occidentale l'existence de 6 à 10 % de gauchers. Les différences observées tiennent pour beaucoup à la diversité des méthodes utilisées pour évaluer la gaucherie. On distingue en fait deux types d'évaluation, les unes basées sur des épreuves réalisées par le sujet, les autres sur des questionnaires. Les questionnaires les plus utilisés comportent de 10 à 20 questions ; celui d'Annett, 1970, en comporte 12 (Annexe B).

L'usage d'un questionnaire est pertinent chez l'adulte, malgré le problème posé par le poids relatif des différentes questions. Par contre, chez l'enfant, il est préférable de juger les performances lors d'activité diverses et les batteries d'épreuves sont nombreuses. Le tapping, notamment, concorde assez bien avec les questionnaires pour distinguer droitiers et gauchers. (Porac et Coren, 1981) [118].

Il faut noter que la dominance oculaire et celle du membre inférieur sont à distinguer de celles de la main sans qu'il y ait forcément correspondance.

L'étude des jumeaux montre une augmentation du nombre de gauchers par rapport à la population générale. Springer et Searlman (1980) [147], faisant un récapitulatif des études antérieures, retiennent des taux de gaucherie allant de 6 à 19.3% chez les dizygotes, de 8.3 à 31% chez les monozygotes, tandis que dans les mêmes études, les taux de gaucherie chez les enfants non issus de grossesses multiples allaient de 4.3 à 9.6 %..

Si une incidence plus grande de la préférence manuelle gauche peut être retenue chez les jumeaux comme chez les sujets de sexe masculin (Coren, 1994 [38] ; Davis et Annett, 1994 [49]), il n'apparaît pas, par contre, de différence significative entre monozygotes et dizygotes dans la plupart des études.

La constatation, par la plupart des auteurs, de taux de gaucherie plus importants chez les jumeaux que dans la population générale sans différence marquée entre monozygotes et dizygotes, notamment en ce qui concerne le pourcentage de paires discordantes pour la latéralité, tend à prouver l'impact de facteurs non génétiques et peut-être liés à la gémellité dans le déterminisme de la latéralité.

Pour expliquer la fréquence des couples de jumeaux monozygotes discordants, René Zazzo avançait une division tardive du blastocyste, alors qu'un début de différenciation droite-gauche de l'embryon se serait déjà opéré (hypothèse de l'image en miroir développée en 1928 par Newman [110]) ; Cette hypothèse suppose donc plus de discordances chez les monozygotes monochorioniques, dont la division est plus tardive, que chez les dichorioniques. Or l'étude de Derom et al., notamment, (1996) [53], portant sur 375 paires de monozygotes, montre qu'il n'en est rien : la discordance intra-paire pour la manualité est la même chez les monochorioniques et chez les dichorioniques. Ceci doit conduire à l'abandon de cette hypothèse : la latéralité en miroir chez les jumeaux monozygotes ne peut être la conséquence d'une division tardive de l'embryon, comme d'autres études, portant sur un nombre moins important de jumeaux, tendent également à

le prouver (Karras-Sokol et al., 1995 [86] ; Carlier et al., 1996 [31]).

La théorie d'Annett suppose que chez les jumeaux le déplacement à droite de la distribution de la préférence manuelle serait moins important, de même que chez les garçons. Dans ses observations les moyennes établies sur les différences entre les mains des jumeaux et des singletons étaient trouvées significativement plus faibles chez les jumeaux, et également plus faibles chez les garçons (Annett, 1970) [2].

Pour Annett l'expression du gène RS+ dépendrait de facteurs liés aux rythmes de la maturation cérébrale en fin de grossesse (différents chez les filles et les garçons et chez les jumeaux dont la croissance est ralentie par rapport aux singletons).

L'étude de Carlier et al., 1996 [31], montre que les ressemblances intra-paires ne sont pas plus importantes chez les monozygotes que chez les dizygotes, aussi bien en ce qui concerne la latéralité que le niveau de performances. D'autre part, cette étude ne montre aucune différence entre monochorioniques et dichorioniques pour la direction de la latéralité (droite ou gauche), dont les auteurs vérifient ici qu'elle varie légèrement en fonction des tâches. Les moyennes des différences intra-paires concernant les performances et la latéralité ne diffèrent pas significativement entre monochorioniques et dichorioniques : comme on l'a déjà dit, aucun effet chorion n'a été observé.

La mise en évidence de ressemblances pour les tâches concernées (tapping et épreuve de pointillage) entre les germains élevés ensemble (Carlier et al., 1994 [30]), est en faveur de l'influence de l'environnement, même si ces ressemblances apparaissent moins importantes que chez les jumeaux.

L'impact de l'environnement sur la préférence et les performances manuelles fait intervenir plusieurs facteurs, parmi lesquels des facteurs relatifs à l'éducation et à la morale aussi bien qu'à l'entraînement et à la pratique. Ces facteurs, tout comme les facteurs psychologiques, sont susceptibles d'intervenir différemment dans la situation gémellaire.

En résumé de l'étude de la latéralité manuelle chez les jumeaux, on retiendra l'incidence de la préférence manuelle gauche plus grande que chez les germains, sans qu'on puisse mettre en évidence de ressemblance intrapaire plus importante chez les monozygotes, ni de différence entre monochorioniques et dichorioniques, en ce qui concerne les performances manuelles ou le degré de latéralité.

2.4. La situation gémellaire : approche psychologique

Monozygotes ou dizygotes, les jumeaux vivent une singulière proximité physique qui commence, comme on l'a vu, durant leur vie intra-utérine et se prolonge avec leur venue au monde. Cette proximité et le partage nécessaire de la mère peuvent, à eux seuls, expliquer un certain nombre de traits de caractères et de particularités de la relation gémellaire.

Un autre aspect de la situation gémellaire ne concerne lui que les monozygotes : c'est le critère de la ressemblance presque parfaite entre les deux jumeaux. Mais ce critère ne sera perçu que relativement tardivement par les enfants eux-mêmes. C'est

également souvent vrai pour l'entourage, du fait des différences de taille ou de poids à la naissance, dont on a déjà parlé, et du fait également des conditions d'accouchement qui peuvent être différentes.

2.4.1. Construction de l'identité chez les jumeaux.

Le partage de la mère, très précoce, est un facteur important de la construction de l'identité des jumeaux, monozygotes aussi bien que dizygotes, qui peut s'effectuer de plusieurs façons.

Leur lien étroit peut les amener à une identification mutuelle où chacun se conduit de manière identique, accentuant les ressemblances. Ceci peut s'expliquer par la frustration inhérente au partage trop précoce de la mère compensé par la relation gémellaire, avec alors des difficultés à résoudre la phase de séparation individualisation. Les jumeaux peuvent soit s'identifier fortement l'un à l'autre, soit développer des identités complémentaires et dépendantes l'une de l'autre.

Un fort lien libidinal est à l'origine de troubles de l'identité par manque de précision des limites de soi, pouvant s'accompagner d'expériences de dépersonnalisation lors de la séparation des jumeaux.

La construction de l'identité peut aussi se faire par rivalité et différenciation, du fait que la mère doit partager sa disponibilité entre les deux enfants (Burlingham D., 1949) [25]. La rivalité est une constante de la relation gémellaire, la présence du co-jumeau étant forcément vécue comme une gêne, responsable de frustration de façon extrêmement précoce. Le sentiment de rivalité est encore renforcé dans la résolution de l'Œdipe.

Le jumeau se trouve donc dans une situation ambivalente et l'identité peut se construire avec des sentiments oscillant entre le besoin de maintenir le lien gémellaire et celui de distanciation.

L'identification qui s'opère avec le co-jumeau est souvent à l'origine d'un retard de maturation des enfants. Ainsi, par exemple, Irène Lézine [95] et par la suite René Zazzo [167] ont pu noter qu'à l'âge de deux ans 60% des jumeaux ne parviennent pas à dire leur nom. Ces auteurs, et d'autres ensuite, ont constaté un retard considérable dans l'usage des pronoms personnels et également un degré de confusion entre les jumeaux (ils répondent l'un pour l'autre, par exemple). Tout comme l'identification avec la mère, celle avec le co-jumeau doit être dépassée pour que se constitue correctement le moi du sujet. Ce n'est qu'à ce moment là que les relations avec les objets extérieurs seront possibles. Si l'identification à l'autre jumeau est trop forte on verra un retard à la constitution du moi du sujet.

2.4.2. Relations aux autres.

Le jumeau partage ses échanges affectifs entre sa mère et son co-jumeau. L'intense communion affective avec le co-jumeau fait que, très vite, les échanges avec celui-ci deviennent le mode de communication prioritaire. Rapidement les jumeaux mettent en place un jargon qui leur est propre et un certain nombre de codes relationnels

(cryptophasie selon l'expression de Zazzo) où les silences sont aussi chargés de sens. Ce code, propre aux jumeaux, notamment aux monozygotes, est très certainement à l'origine des fréquents retards ou troubles de l'apparition du langage, que rapportent Luria [96] ou Zazzo [167].

Les jumeaux constituent une entité à l'origine d'un certain retrait vis-à-vis du monde environnant. De plus leur ressemblance, en ce qui concerne les monozygotes, est source de confusion de la part de l'entourage qui les gémellise encore davantage.

La mère également peut accentuer la ressemblance entre ses enfants pour se donner l'illusion de n'avoir qu'un seul objet auquel s'identifier pour comprendre ses besoins. Il arrive également qu'elle en accentue les différences, favorisant l'identification à chacun des parents, ce qui peut offrir une issue à l'ambivalence des sentiments des jumeaux l'un envers l'autre.

La confusion par l'entourage peut être source de rébellion envers les autres et envers la condition gémellaire. Cette situation peut renforcer le désir d'individualisation chez les jumeaux, le besoin de chacun d'être reconnu unique, surtout chez les monozygotes; mais à l'inverse, elle peut aussi favoriser une sorte de complicité chez les jumeaux qui les isole encore davantage.

Il peut donc y avoir un déficit de la sociabilité chez les jumeaux et même des pulsions agressives, envers les autres ou envers le co-jumeau. A l'encontre de celui-ci on a déjà évoqué l'ambivalence des sentiments avec un refoulement et une négation des pulsions agressives très souvent.

Il faut noter que si, à la naissance, un des jumeaux est souvent " dominant " par rapport à l'autre, soit du fait d'une différence de poids et de taille, soit du fait de difficultés néonatales, plus souvent rencontrées avec le nouveau-né arrivé en second, la dominance ensuite est plutôt alternée : elle échoit à un moment donné à l'un ou à l'autre des partenaires (Zazzo, 1986) [166].

Ces éléments éclairent un peu la personnalité des jumeaux et il apparaît que la condition monozygote ou dizygote n'est pas, à elle seule, un facteur déterminant des particularités qu'on leur reconnaît.

2.5. Diagnostics de zygosité et de chorionicité

2.5.1. Diagnostic de zygosité

Chaque jumeau a le droit de savoir quelle relation l'unit à son co-jumeau. Encore faut-il qu'il en ait le désir et souvent il cherche plutôt à conforter sa croyance personnelle, plus importante, d'un point de vue psychologique, que le diagnostic réel. Toutefois, sur le plan médical, il peut être intéressant de connaître ce diagnostic, dans le cas de maladies héréditaires par exemple ou si on envisage une greffe.

Dans le cadre de recherches s'appuyant sur la méthode des jumeaux, ce diagnostic est essentiel.

Cependant quand la croyance des sujets est différente du diagnostic que l'on est en

mesure de faire, la loi Huriet-Sérusclat, dans son application, pose un problème éthique : la restitution des informations n'est pas forcément la meilleure façon de prendre en compte le but final qui est le respect des personnes dans leur intégrité. René Zazzo [165] (Le paradoxe des jumeaux, 1984, p90-91) conseille de prendre en compte " la valeur que les enfants et les parents attachaient à l'identité ou la non-identité qu'ils proclamaient ", l'important étant de ne pas " détruire la nature intime de la fraternité, la remplacer par une autre ", portant atteinte du même coup à l'identité du sujet.

Plusieurs méthodes sont utilisées pour établir le diagnostic de zygosité :

1. Le sexe : En présence de jumeaux de sexes différents, on peut affirmer qu'ils sont dizygotes, mais à l'inverse devant des jumeaux de même sexe, on ne peut rien avancer.
2. L'examen des annexes à la naissance : un placenta monochorionique permet d'affirmer que les jumeaux sont monozygotes ; par contre l'existence de deux masses placentaires ou d'un placenta dichorionique ne permet pas un diagnostic : il peut s'agir de jumeaux dizygotes mais également de jumeaux monozygotes, si le clivage de l'œuf s'est opéré très précocement car alors chaque embryon va fabriquer ses propres membranes (chorion et amnios). La séparation ou la fusion éventuelle des placentas ne dépend que du lieu d'implantation.
3. Les marqueurs génétiques :
 - Le polymorphisme sanguin a pu être utilisé pour diagnostiquer la zygosité, faisant appel à la fois aux systèmes ABO et Rh mais également à de nombreux autres systèmes qui complexifient beaucoup la méthode : les paires discordantes pour un ou plusieurs systèmes sont dizygotes, celles concordantes, pour tous les systèmes, sont monozygotes, avec un risque d'erreur très faible (P.002)
 - La technique d'analyse de l'ADN avec la méthode développée par Jeffreys et al., (1985) [85] se révèle également une technique efficace : la probabilité d'un diagnostic erroné de monozygosité est inférieure à 1/10 000 ; par contre il existe un risque non négligeable de conclure à une différencedufaitd'une mauvaise lecture d'une bande, consécutive à un défaut d'amplification. De plus le coût de l'analyse avec cette méthode est important.
 - La technique utilisée dans le laboratoire de Génétique Neurogénétique et Comportement à Paris (URA 1294) utilise la méthode des marqueurs SSLP (Simple Sequence repeat Length Polymorphisms) ; il s'agit de détecter les polymorphismes concernant la longueur du fragment d'ADN. L'ADN est extrait des cellules épithéliales buccales ce qui nécessite simplement de demander à la personne de se rincer la bouche avec une solution sucrée. Cette méthode est donc moins lourde que la précédente qui nécessite un échantillon sanguin. Si on exclut la possibilité d'erreur dans l'analyse biologique, toutes les paires qui diffèrent par un marqueur génétique permettent un diagnostic de dizygosité mais un seul marqueur ne permet pas d'avoir une certitude suffisante pour affirmer la monozygosité (deux dizygotes peuvent avoir le même génotype pour un marqueur donné). La méthode nécessite donc plusieurs

marqueurs ; leur nombre tient compte du coût de l'analyse et de la probabilité d'erreur jugée acceptable.

Les questionnaires : il s'agit là d'une méthode beaucoup moins onéreuse et dont la mise en œuvre est également plus simple, basée sur la ressemblance physique des jumeaux monozygotes. Utilisés avant l'usage des marqueurs génétiques, les questionnaires le sont encore largement car ils permettent un diagnostic relativement fiable de la zygosité, avec un risque d'erreur souvent inférieur à 5%. (Les erreurs portent généralement sur les monozygotes). On en connaît de nombreux, appliqués aux adultes, qui ont été validés dans différentes études (Cederlöf et al., 1961 [32] ; Nichols et al., 1966 [111] ; Sarna et al., 1978 [134] ; Magnus et al., 1983 [98] ; Lykken et al., 1990 [97]). Ces questionnaires ont l'inconvénient de ne pas être en Français. En France, Micheline Lévy a élaboré un questionnaire à partir de celui de Lykken, validé sur l'analyse de l'ADN avec la technique de Fowler (Fowler et al., 1988) [69] ; ce questionnaire est présenté en annexe (Annexe C). Dans l'ensemble il apparaît qu'un très petit nombre de questions suffit à établir le diagnostic : cinq pour Lykken et deux seulement pour Sarna. Le questionnaire de Magnus comporte également cinq points forts dont la corrélation avec le diagnostic, établi à partir de marqueurs génétiques, est presque aussi élevée que celle de l'ensemble du questionnaire. La réponse à la seule question " alike as two drops of water " permet de classer correctement 93,7% des 207 paires de jumeaux que comporte l'étude ; l'ensemble du questionnaire permet un classement correct pour 98% des paires. La validité de cette méthode est également démontrée chez l'enfant dans l'étude de Bonnelykke et al., (1989) [19]. Spitz et Carlier ont, pour leur part, adapté en français le questionnaire proposé par Goldsmith en 1991, [79] (Annexe D), validé par comparaison au diagnostic établi à partir des marqueurs SSLP (Spitz, 1994 [143], Spitz et al., 1996 [146]). Une classification correcte des jumeaux est obtenue dans 97.5% des cas, à partir d'une équation de régression logistique utilisant quatre variables seulement. Elles concernent :

- la texture des cheveux, 2.
- la ressemblance : " ni plus ni moins que des frères et sœurs du même âge " ou 1.
- davantage, ii.
- l'évolution de la ressemblance, au fur et à mesure que les jumeaux grandissent, iii.
- la confusion par des amis éloignés, prenant les jumeaux l'un pour l'autre. Il s'agit iv.
- des questions 12, 18, 21e, et 24 du questionnaire de Spitz et Carlier, présenté en annexe (annexe G).

Les dermatoglyphes : Les crêtes primaires se constituent entre la dixième et la dix-septième semaine de vie intra-utérine, puis se forment les crêtes secondaires (Coren, 1987 [37] ; Davee, 1992 [48]) . Aux environs de la vingtième semaine, les dermatoglyphes sont formés de manière définitive. Pendant le temps de la migration des cellules dermales, on admet une sensibilisation aux facteurs de l'environnement. 1.

Ensuite la structure des dermatoglyphes, en dehors de tout traumatisme, est immuable. Reed (1986) [120] propose un diagnostic à partir des dermatoglyphes, fondé sur une fonction discriminante établie à partir de l'étude des différences intra-paires. Les variables prises en compte sont nombreuses ; elles concernent le pied, la paume et les doigts de la main. L'association de l'index de Reed (Index d'Indiana, 1977 [121]) et de celui de Smith et Penrose, qui date de 1955, [142] permet un diagnostic correct pour environ 82% des jumeaux, ce qui représente un risque d'erreur qui demeure considérable.

La croyance des parents et des jumeaux eux-mêmes ne suffit pas à établir le diagnostic. Toutefois, elle s'avère assez souvent exacte en ce qui concerne les dizygotes. Dans le cas de monozygotes, le diagnostic de chorion, quand il est connu, interfère avec celui de zygosité. En effet, les indications qui sont fournies aux parents à la naissance ne sont pas toujours claires. Certains termes sont ambigus ou mal compris, notamment le terme de “ poche ”, très utilisé, et qui, en principe, désigne la poche des eaux, c'est à dire l'amnios. Avec le sens de “ placenta ”, il donne une indication du type de chorion. 2.

Le terme de dichorionique lui même est souvent mal interprété, compris comme attestant d'une grossesse dizygotique et de nombreux parents de jumeaux monozygotes sont persuadés d'avoir des dizygotes (42 % dans l'étude de Spitz, 1994, [143] dont très souvent des parents de monozygotes dichorioniques).

2.5.2. Diagnostic de chorion.

L'échographie, si elle est précoce, peut montrer deux sacs embryonnaires, ce qui constitue un signe de dichorionicité, ou un seul sac contenant deux embryons, signe de monochorionicité. 1.

A la naissance, un syndrome transfusé–transfuseur est en principe un signe de monochorionicité ; mais c'est l'examen du placenta et des membranes qui seul peut fournir un degré de certitude. Il doit être minutieux : si les deux masses placentaires sont distinctes le caractère dichorionique est évident. Quand, par contre, les lieux d'implantation des deux blastocytes sont très proches, les placentas sont fusionnés et c'est alors l'examen anatomo-pathologique de la membrane ayant séparé les deux cavités amniotiques qui va permettre le diagnostic entre ce type de placenta et un placenta monochorionique : 2.

- Si la membrane inter-amniotique est fine, un chorion unique entourait les deux embryons et la membrane n'est constituée que des deux amnios accolés. Un placenta monochorionique peut également se voir avec un amnios unique, entourant les deux embryons, mais c'est beaucoup plus rare.
- Si, au contraire, la membrane est épaisse, opaque, indissociable de la plaque chorale, un chorion doublait l'amnios de chaque embryon. La membrane inter-amniotique est alors constituée des deux chorions accolés et des deux amnios. Le placenta est donc dichorionique.

Les dermatoglyphes : L'analyse des dermatoglyphes peut également aider au diagnostic de chorion. En effet, pour un certain nombre de variables (Reed et Uchida, 1978) [122], les différences intra-paires varient en fonction du type de chorion ce qui a permis d'établir également une fonction discriminante permettant de classer rétrospectivement les monozygotes en mono et dichorioniques (Davee, 1992) [48]. 1.

Malheureusement, une contrevalidation de cette fonction discriminante n'a pas confirmé les premiers résultats (Reed et al., 1997 [126])

Dans le cadre de notre étude, qui s'appuie sur la méthode des jumeaux, l'établissement du diagnostic de zygosity a retenu toute notre attention. Il nous est apparu légitime de nous fonder sur la méthode du questionnaire, qui permet un diagnostic suffisamment fiable, pour un coût très réduit, dans la mesure où nous n'avons pas pu, pour cette étude, avoir recours à l'analyse de l'ADN.

D'autre part, quand cela fut possible, c'est à dire lors d'une première étude chez l'enfant, nous avons pris en compte un diagnostic de chorion, établi grâce aux données recueillies à la naissance et à des résultats d'anatomie pathologique. L'importance d'une telle distinction est apparue au cours des études conduites en utilisant la méthode des jumeaux, comme nous allons le voir.

3. Cadre de l'étude

L'ensemble de notre travail a pour but d'étudier les paramètres grapho-spatiaux de l'écriture, en rapport avec différentes fonctions cognitives, et de rechercher les facteurs susceptibles d'influencer ces paramètres. Il concerne, en outre, l'étude de la latéralité et de la préférence manuelle.

Nous avons considéré l'influence de divers facteurs. Cependant, le but de ce travail, qui compare l'écriture de jumeaux monozygotes et dizygotes, est avant tout de tester l'hypothèse de l'intervention de facteurs génétiques, avec une plus grande ressemblance intra-paire des jumeaux monozygotes comparés aux dizygotes.

Nous souhaitons, également, pouvoir expliquer, au moins en partie, certaines des dissemblances susceptibles d'être relevées chez les monozygotes.

Enfin, du fait de la diversité des fonctions mises en jeu dans l'écriture, nous avons recherché un éventuel effet chorion pouvant s'exercer sur certains paramètres, en rapport ou non avec la latéralité.

Notre travail repose sur deux études, réalisées l'une chez l'enfant, l'autre chez l'adulte.

Il relève de la méthode des jumeaux.

3.1. La méthode des jumeaux

L'étude des jumeaux, pour comprendre l'origine des différences individuelles, n'est pas récente. Elle remonte aux travaux de Galton (1875-1876). [72][73], cités par Rende et al., 1990 [127].

Il semble intéressant, avant d'aborder l'usage qui en sera fait ici, de rappeler comment la méthode est née et comment elle a évolué.

3.1.1. Historique

Le travail de Galton visait à comprendre quels sont les facteurs qui peuvent influencer la ressemblance des jumeaux mais il n'est pas véritablement l'initiateur de la méthode car il ne propose pas de comparer monozygotes et dizygotes. Pour reprendre les termes de Rende et al. [127] dans leur analyse (1990), il faudra attendre environ cinquante ans pour que la méthode des jumeaux soit vraiment " dans l'air ". C'est Siemens, ([140], cité par Spitz et Carlier [144]) dont les travaux portent sur les maladies de la peau et les performances scolaires, qui présente la première description explicite de la méthode, en comparant un groupe de monozygotes et un groupe de dizygotes, en 1924.

Dans le même temps les travaux de Merriman [102], sous la direction de Terman, s'intéressent également aux jumeaux et à l'intelligence ; mais s'il décrit bien les deux types de jumeaux, il ne constitue pas un groupe de dizygotes. (Travaux cités par Rende et al., Spitz et Carlier)

Les premières publications qui comparent les corrélations entre co-jumeaux monozygotes à celles entre co-jumeaux dizygotes, à des tests d'intelligence, paraissent en 1928 et sont dus à Tallman [150] d'une part et à Wingfield [162] d'autre part.

Les études ensuite, portant sur les jumeaux et comparant monozygotes et dizygotes se sont multipliées et sont encore très nombreuses même si elles utilisent aujourd'hui des plans d'analyse quelquefois différents.

3.1.2. Principe

Le principe des études avec la méthode des jumeaux est de comparer les résultats de deux échantillons de jumeaux, l'un constitué de monozygotes l'autre de dizygotes. Les premiers ont le même patrimoine génétique, au taux de mutations spontanées près. Les seconds sont comme des germains tout venant ils auraient en moyenne 50% de leur patrimoine génétique en commun, si leurs parents portaient, dans tous les cas, des formes alléliques différentes au même locus. Du fait de la possibilité de formes identiques chez les parents, le pourcentage d'allèles en commun chez les germains est en réalité supérieur à 50%.

Selon le caractère étudié, on procédera soit à la comparaison du taux de concordance intra-paire (pour la préférence manuelle droite ou gauche par exemple) soit à la comparaison des variances ou des moyennes des différences intra-paires quand le caractère se définit avec une valeur numérique sur une échelle d'intervalle ou de rapport.

Si la concordance est plus grande chez les monozygotes, le résultat est en faveur de l'intervention d'un facteur génétique, de même que si la variance intra-paire, ou la moyenne des différences intra-paire, est plus petite.

Ceci suppose d'accepter les postulats de la méthode.

- On suppose la possibilité de distinguer à coup sûr monozygotes et dizygotes, ce qui ne pose plus guère de problèmes aujourd'hui avec l'accessibilité des méthodes d'analyse de l'ADN. Toutefois, ces méthodes sont coûteuses et la distinction faite à partir des questionnaires garde tout son intérêt, en limitant considérablement le nombre de cas pour lesquels une analyse biologique est nécessaire.
- On suppose, de façon plus risquée, que l'environnement pré et postnatal agit de la même façon dans la différenciation des monozygotes et des dizygotes, ce qui est très controversé aussi bien en ce qui concerne l'environnement postnatal (Hopper, 1992) [83] que l'environnement prénatal.

De nombreuses études, on l'a vu au chapitre 2, ont montré que les conditions de vie intra-utérine, relatives à la situation mono ou dichorionique des embryons, pouvaient être responsables de variations des moyennes des différences intra-paires entre monozygotes monochorioniques et monozygotes dichorioniques. Ce facteur dit " effet chorion " semble responsable, à long terme, d'une plus grande ressemblance des monozygotes monochorioniques et dans ce cas on est en droit de penser que, pour tous les traits sur lesquels il intervient, la comparaison classique des monozygotes aux dizygotes surévalue la variance génétique.

3.1.3. Utilisation actuelle de la méthode des jumeaux

Les techniques de génétique moléculaire ont remplacé bien souvent l'usage de la méthode des jumeaux pour étudier certaines pathologies sous la dépendance d'un gène à effet majeur.

En ce qui concerne les maladies mentales, par contre, leur transmission plus probablement polygénique et le rôle de l'environnement dans l'apparition de la maladie fait que l'on continue d'utiliser la méthode des jumeaux : les études les plus récentes concernent aussi bien la dépression, l'anxiété, les troubles de la lecture et du comportement chez l'enfant que la schizophrénie, la sécrétion du cortisol plasmatique, le parkinson ou l'épilepsie, sans que cette liste soit close.

Si la méthode, initialement, compare monozygotes et dizygotes, les plans d'analyse des données se sont toutefois diversifiés et il arrive plus fréquemment que l'on recherche un éventuel effet chorion en comparant ensuite les seuls monozygotes dichorioniques aux dizygotes, quand c'est pertinent, c'est à dire en présence d'une différence entre monozygotes monochorioniques et monozygotes dichorioniques.

Les études portant sur les seuls monozygotes ont également leur intérêt : certaines utilisent le co-jumeau monozygote comme contrôle ; d'autres s'intéressent aux couples de monozygotes discordants, généralement en regard d'une pathologie ; ces études recherchent alors les facteurs environnementaux, différents chez les deux co-jumeaux (souffrance néonatale ou traumatismes périnataux par exemple), qui peuvent expliquer la présence de l'affection chez l'un deux, ou bien elles recherchent la présence d'autres asymétries (au niveau des dermatoglyphes, en particulier).

Certains travaux envisagent l'étude de descendants de jumeaux monozygotes, notamment l'étude des descendants de jumelles comparés aux descendants de jumeaux ; la méthode consiste en la comparaison des différences intra-paires entre ces demi-germains, selon qu'ils sont des demi-germains maternels ou paternels. Un effet maternel correspond à une plus grande ressemblance des descendants de jumelles, (Rose et al., 1980, [128] notent un effet de ce type sur le subtest Vocabulaire du WISC mais pas sur le subtest Cubes).

On a également souhaité étudier la transmission de maladies, qu'on suppose liées à un ou plusieurs gènes, chez les descendants de jumeaux monozygotes, discordants pour le trouble que l'on considère. Si le risque d'être atteint est identique pour les descendants des jumeaux sains et pour les descendants des jumeaux atteints, ceci est en faveur d'une origine génétique du trouble.

On voit qu'il existe diverses applications et plusieurs variantes de la méthode des jumeaux qui reste donc, encore, largement utilisée, avec une diversification des plans d'analyse et des méthodes statistiques dont nous tiendrons compte ici.

En effet, dans notre travail, nous comparerons la ressemblance intra-paire des monozygotes à celle des dizygotes, en établissant les moyennes des différences intra-paires des deux classes, pour un certain nombre de paramètres qui caractérisent l'écriture. Nous aurons, au préalable, recherché l'éventualité d'une différence entre monochorioniques et dichorioniques, sur une population d'enfants pour lesquels nous disposons d'un diagnostic de chorion ; chaque fois que nous pourrions retenir une différence significative, il conviendra de comparer seulement les monozygotes dichorioniques aux dizygotes ; les données de cette première étude nous permettront de mieux interpréter et de moduler nos résultats ultérieurs, en regard de nos hypothèses.

3.2. Hypothèses de travail

Quelle que soit sa complexité, l'écriture peut être considérée du point de vue de l'activité manuelle, comme une performance plus ou moins réussie quant à sa lisibilité, son utilisation de l'espace et sa rapidité caractérisés par différents paramètres.

Elle suppose l'existence d'une main préférentielle, mais les différences de performances entre les deux mains peuvent varier et constituer un degré plus ou moins important de latéralité droite ou gauche.

Il nous a paru intéressant de vérifier si les connaissances que nous avons concernant la latéralité et les performances manuelles dans des épreuves telles que la frappe répétée, le pointillage ou le déplacement de chevilles, s'appliquaient aussi à l'écriture.

On peut résumer ainsi les données de la littérature, développées dans le chapitre précédent (Geschwind [76] ; Coren [38] ; Davis et Annett [49] ; Carlier [31]) :

- L'incidence de la **préférence manuelle** gauche est légèrement plus grande chez les jumeaux que chez les germains, mais on ne retient pas de différence significative entre monozygotes et dizygotes, pas plus d'ailleurs qu'entre monochorioniques et

en vertu de la loi du droit d'auteur.

dichorioniques ; ceci est également vrai en ce qui concerne la fréquence des paires discordantes pour la préférence manuelle.

- Il y a très peu de ressemblance intra-paire concernant le **degré de latéralité**, ceci aussi bien chez les monozygotes que chez les dizygotes . On ne note pas non plus de différence entre monochorioniques et dichorioniques.
- Enfin, concernant le **niveau de performances manuelles**, les ressemblances ne sont pas plus grandes chez les monochorioniques que chez les dichorioniques et pas plus grandes chez les monozygotes que chez les dizygotes.

De plus, on note également des ressemblances chez les germains élevés ensemble.

Si l'incidence de la gaucherie a souvent été considérée en regard de la préférence manuelle pour l'écriture (Davis et Annett, 1994) [49], les études sur les performances manuelles, pour l'essentiel, portent sur trois tests : le " tapping " ou l'épreuve de frappes répétées assez analogue, l'épreuve de pointillage et celle de déplacement de chevilles. De ces trois tests un seul, le pointillage, se rapproche quelque peu de l'écriture, encore qu'il ne fasse pas intervenir les fonctions du langage. Or, pour ce test, dans l'étude de Carlier (1996) [31], on note des corrélations intra-classes particulièrement faibles chez les dizygotes, beaucoup plus importantes chez les monozygotes.

Dans ce contexte, il nous paraissait donc intéressant d'étudier l'écriture et, bien que l'ensemble des études antérieures n'aille guère dans ce sens, nous espérons que la comparaison des différences intra-paires pourrait distinguer monozygotes et dizygotes pour certains paramètres de l'écriture ou pour l'un ou l'autre des facteurs de son organisation grapho-spatiale.

Nous pensions que certains paramètres pouvaient être dépendants de facteurs influencés par la génétique tandis que d'autres ne le seraient pas, et pour ces derniers on pouvait envisager le rôle d'autres sources de variations liées à l'environnement, notamment l'environnement intra-utérin.

Par ailleurs, nous souhaitions également comparer les performances de la main préférée et celles de la main non préférée de manière à vérifier les données de la littérature concernant le degré de latéralité, en fonction des paramètres considérés.

3.2.1. Etude chez l'enfant

Cette étude a porté sur une population d'enfants de huit à douze ans, pour lesquels nous avons pu disposer d'un diagnostic de chorion. En plus des questions précédentes, nous avons donc recherché un éventuel effet chorion agissant plus probablement, comme pour le développement cognitif, dans le sens d'une plus grande ressemblance intra-paire des monochorioniques (Melnick et al., 1978, [101] ; Rose et al., 1981, [129] ; Spitz et al., 1996, [145]).

Compte tenu de certains facteurs, rythme de la maturation cérébrale en fin de grossesse, facteurs hormonaux, différents chez les filles et les garçons, et pouvant influencer la latéralité manuelle ou celle du langage (le cerveau des garçons étant moins latéralisé en ce qui concerne la manualité, mais davantage en ce qui concerne le

langage), il nous a paru intéressant, chez l'enfant, de distinguer filles et garçons, du fait aussi d'un degré de maturation et d'aptitudes supposés différents dans les deux sexes (Le Vay, 1994) [94]), avec une supériorité des filles pour les performances verbales et des garçons pour les performances non verbales et spatiales (Witelson, 1976 [163] ; Bradshaw et Nettleton, 1983 [22]).

Nous avons donc, lors d'une étude préliminaire, effectuée dans le cadre d'un Diplôme d'Etudes Approfondies de Neuropsychologie, comparé monozygotes et dizygotes en distinguant filles et garçons, sans distinguer monochorioniques et dichorioniques. Cette étude compare également les résultats de la main dominante et de la main non dominante.

Nous avons ensuite considéré les différences intra-paires pour les paramètres et les facteurs grapho-spatiaux de l'écriture, sous l'angle de la chorionité, sans distinction de sexe, en comparant les résultats des monozygotes monochorioniques à ceux des monozygotes dichorioniques puis, quand cela était nécessaire, les monozygotes dichorioniques aux dizygotes.

Il nous paraissait particulièrement intéressant de repérer les facteurs susceptibles d'intervenir sur les paramètres qui relevaient de la spatialité dans l'écriture (notamment les marges, la dimension du graphique, la vitesse) et sur ceux en rapport avec l'attention (c'est à dire, essentiellement, la lisibilité et la pression, comme le montre l'étude effectuée chez les patients Alzheimer), en raison de l'importance de ces dimensions pour expliquer la variance totale des résultats dans l'écriture d'adultes (Faure, 1992,) [62].

3.2.2. Etude chez l'adulte

L'étude chez l'adulte nous est apparue indispensable, même si elle ne nous offrait pas la possibilité d'un diagnostic de chorion. En effet, les écritures d'enfants restent très proches du modèle appris et nous pensions que cela pouvait nous gêner dans la mise en évidence de ressemblances significatives.

Outre les facteurs précédemment cités tenant à la génétique et à l'influence de l'environnement intra-utérin, nous voulions explorer également d'autres variables susceptibles d'expliquer la variance des résultats.

Pour cette raison, nous avons recueilli un certain nombre d'informations dont nous ne disposions pas chez l'enfant, portant sur la naissance puis sur l'environnement des jumeaux, élevés ensemble ou séparément, leur niveau d'études et leurs activités, également la manière dont ils vivaient la relation qui les unissait, notamment leur croyance relative à leur situation de mono ou dizygotes, dont Scarr et Carter-Saltzman (1979) [137] ont montré l'influence sur les traits cognitifs et comportementaux, avec une augmentation des différences intra-paires en cas de croyance erronée, aussi bien chez les MZ que chez les DZ.

Certaines de ces données pouvaient influencer l'écriture, agissant dans le même sens sur les co-jumeaux ou différemment, réduisant ou augmentant ainsi les différences intra-paires.

De plus, ces facteurs pouvaient intervenir différemment chez les monozygotes et

chez les dizygotes.

Par ailleurs, nous avons souhaité établir des critères de ressemblance comportementale chez les jumeaux pour les mettre en rapport avec la ressemblance physique et le diagnostic de zygosité et aussi avec la ressemblance dans l'écriture.

De façon générale, la mise en évidence de facteurs agissant différemment chez les MZ et les dizygotes, si elle s'avérait possible, devait nous amener à reconsidérer l'usage de la méthode des jumeaux elle-même, dans cette étude.

Deuxième partie. Etude chez l'enfant

Nous avons dit que notre étude concernait l'influence de différents facteurs sur l'écriture et notamment la possibilité d'une influence génétique. Pour cette raison, nous avons choisi d'étudier l'écriture de jumeaux.

Notre travail a d'abord concerné l'écriture d'enfants, testés dans le laboratoire Génétique Neurogénétique Comportement (alors URA CNRS 1294 à Paris) dans le cadre d'un vaste projet de recherche , dirigé par le Professeur Michèle Carlier. Le Docteur François Michel collaborait à ce programme.

Si l'objet de ce travail vise la neurogénétique d'un comportement, il s'inscrit toutefois dans le cadre d'une étude multifactorielle plus générale de l'écriture, menée dans le service de Neuropsychologie de l'Hôpital Neurologique à Lyon, alors dirigé par le Docteur F.Michel.

Notre travail chez l'enfant s'est déroulé en deux temps.

Lors d'une étude préliminaire, nous avons testé les ressemblances à l'intérieur de couples de monozygotes et de dizygotes, dans le but de mettre en évidence une plus grande ressemblance des monozygotes comparée à celle des dizygotes, en faveur de l'influence d'un facteur génétique.

Nous avons distingué lors de cette étude filles et garçons avec l'hypothèse que les résultats des comparaisons chez l'enfants pouvaient différer en fonction du sexe. Nous avons envisagé l'intervention de ce facteur et du niveau d'apprentissage de l'écriture sur la mesure des paramètres retenus.

Nous nous sommes intéressée aux performances de la main non dominante et aux différences de performance entre la main droite et la main gauche, pour tester l'effet d'un éventuel facteur génétique sur la latéralisation de certains paramètres de l'écriture.

Lors de l'étude finale portant sur un plus grand nombre d'enfants, nous avons pu disposer d'un diagnostic de chorion. Nous avons alors distingué monozygotes monochorioniques et monozygotes dichorioniques (sans distinction en fonction du sexe) dans le but de tester l'influence d'un facteur de l'environnement intra-utérin, pouvant être responsable d'une plus grande ressemblance ou, au contraire, d'une plus grande dissemblance des monozygotes monochorioniques.

En présence d'un effet du type de chorion pour certains paramètres, nous avons ensuite, pour ces paramètres, comparé les seuls monozygotes dichorioniques aux dizygotes.

Nous n'avons pas traité les paramètres pour l'écriture de la main non dominante dans l'étude finale, cette analyse s'étant révélée très laborieuse chez l'enfant, avec des résultats, lors de l'étude préliminaires, plutôt décevants.

1. Méthodologie

1.1. Populations

La recherche de grossesses gémellaires pour cette étude s'est faite au Laboratoire de Génétique Neurogénétique Comportement, Unité de Recherche Associée au CNRS, en collaboration avec des médecins, chefs de service de gynéco-obstétrique dans des hôpitaux parisiens, après signature d'une convention de recherche avec M. Carlier.

Tous les jumeaux dont nous avons analysé l'écriture font partie de l'échantillon d'E. Spitz, 1994 [143]

Les parents des enfants participant à l'étude ont donné leur accord éclairé, à la fois au service d'obstétrique pour autoriser la transmission des informations contenues dans les dossiers médicaux et au Laboratoire, pour permettre le recueil de données (Annexes E et F).

La population, **lors de l'étude préliminaire**, est constituée de 60 paires de jumeaux de même sexe, âgés de 8 à 12 ans, dont le niveau scolaire s'étend du cours élémentaire deuxième année à la sixième.

L'étude comporte 31 paires de jumeaux filles et 29 paires de jumeaux garçons dont le diagnostic de zygosité a été établi au laboratoire de Génétique Neurogénétique et Comportement.

Il repose sur trois techniques utilisées conjointement :

L'usage d'un questionnaire en français, adapté de celui de Goldsmith (1991) [79] 1.

(Annexe D), et validé en regard des deux autres méthodes par M. Carlier et E. Spitz (Annexe G).

L'analyse, en aveugle, des dermatoglyphes par T. Reed (Indianapolis, USA) auquel 2. les empreintes ont été envoyées. Reed a utilisé deux méthodes pour distinguer monozygotes et dizygotes :

- L'indice de Smith et Penrose (1955) [142].
- L'indice d'Indiana mis au point avec son équipe (1977) [121].

La génétique moléculaire, avec l'analyse des marqueurs SSLP, sur l'ADN extrait des 1. cellules épithéliales buccales, analyse effectuée au Laboratoire de Génétique Neurogénétique et Comportement par P. Roubertoux et al.

Quand nous avons fait l'analyse des tests recueillis au Laboratoire de Génétique Neurogénétique et Comportement, nous ignorions quels étaient les enfants monozygotes et quels étaient les dizygotes. Il s'est avéré que le nombre de monozygotes (45 paires) était très supérieur au nombre de dizygotes (15 paires), puisque, à terme, on devait pouvoir distinguer deux sous populations de monozygotes, avec des effectifs suffisants, notamment en ce qui concerne les dichorioniques.

Lors de l'étude finale, le nombre total de jumeaux était porté à 77 paires, soit 17 paires nouvelles, avec toujours une forte prédominance des monozygotes (54 paires) par rapport aux dizygotes (23 paires). Pour cette étude, nous disposions d'un diagnostic de chorion, établi par le Professeur Vacher Lavenu (Hôpital Cochin, Paris) grâce à l'analyse des informations du dossier médical, notamment les résultats de l'examen anatomo-pathologique du placenta.

L'analyse des dermatoglyphes par T. Reed avec deux index, le sien et celui de Davee (1992) [48], n'a pas donné de résultats suffisamment fiables, en regard de ceux de l'anatomie-pathologique, pour permettre de classer les paires pour lesquelles les informations du dossier étaient insuffisantes. Elles n'ont pas été retenues dans les comparaisons entre monozygotes monochorioniques et monozygotes dichorioniques qui ont porté sur 19 couples de monochorioniques et 24 couples de dichorioniques.

1.2. Choix et déroulement de l'épreuve

Le test utilisé ici est celui que nous avons élaboré dans le service de Neuropsychologie à Bron et que nous avons utilisé antérieurement, avec des adultes (Faure, 1992 [62]). Seule la passation du test change, dans son utilisation chez l'enfant.

Pour se plier à l'analyse statistique des données, l'épreuve devait être standardisée, sans être trop contraignante pour le scripteur. Nous avons choisi de faire écrire un texte assez court (26 mots), mais pertinent en regard du code alphabétique et suffisamment banal.

Le texte est le suivant :

- Je respire le doux parfum des fleurs.
- Voyez le ciel aujourd'hui : la météorologie prévoit du beau temps tout le week-end et jusqu'à jeudi

Toutes les lettres y sont représentées ; au total 109 corps de lettres qui comportent 38 hampes et jambages.

Une phrase est reprise des tests de dysgraphie de De Gobineau:

- Je respire le doux parfum des fleurs.

Le texte est suivi de la signature du scripteur.

Tous les enfants ont été testés, lors de leur venue au laboratoire Génétique Neurogénétique Comportement, par E. Spitz et une personne expérimentée

Les instructions sont d'abord lues à l'enfant (Annexe H) puis on lui montre le texte de l'épreuve dans son entier ; il doit ensuite le recopier.

On note le temps qui lui est nécessaire, puis on lui demande de signer.

L'enfant écrit le même texte deux fois :

- d'abord avec la main dominante, on entend ici la main préférée pour l'écriture.
- puis avec la main non dominante.

Chaque test est chronométré au temps de réaction de l'observateur près (soit approximativement $\square$ 500 ms.).

Le texte est écrit, avec un " bic cristal noir ", à l'intérieur d'un cadre de 17 x 12 cm, qui respecte à peu près les proportions d'une feuille normale. L'outil et le support sur lequel l'enfant écrit, sont les mêmes pour l'ensemble des tests.

Chaque co-jumeau est testé individuellement. Au cours de la journée, les enfants passent d'autres épreuves, dont des épreuves de latéralité.

1.3. Paramètres de l'étude

1.3.1. Recueil des indices graphologiques

Nous avons, nous-même, réalisé l'analyse des échantillons d'écriture. Elle repose d'abord sur la numérisation des textes, avec une résolution de 150 points par pouce. Les textes ainsi numérisés sont ensuite traités sur Macintosh avec le programme " IMAGE ".

Il s'agit donc de l'analyse d'une image statique.

Le texte est traité dans son entier, d'abord sous sa forme initiale puis il est " squelettisé ", ce qui permet de mesurer la longueur du fil graphique sans tenir compte de sa largeur ou de sa pression, relevés lors du traitement initial.

D'autres modifications du graphisme, supprimant notamment les niveaux de gris,

en vertu de la loi du droit d'auteur.

permettent de calculer, par soustraction, l'importance des blancs dans le texte.

Enfin, il est possible de faire apparaître et de mesurer la surfaces des boucles.

On peut voir ces différentes étapes sur la figure ci-après (Figure 8).

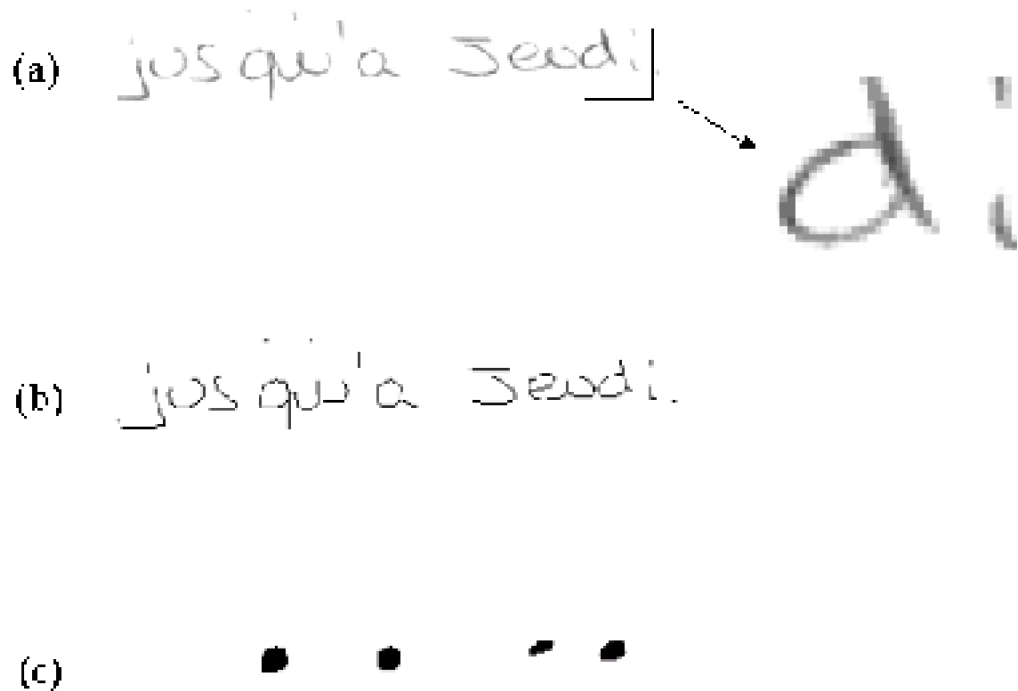


Figure 8. Traitement de l'image numérisée

En haut (a) : texte initial et niveaux de gris à fort grossissement ; Au milieu (b) : Image “ squelettisée ” ; En bas (c) : surface des boucles

Le programme permet également la mesure des angles formés par les lignes et les lettres avec l'horizontale.

Certains indices comme la distance de la signature au texte, $d(s-t)$, (figure 10) sont mesurés par l'observateur directement sur l'échantillon d'écriture.

Le temps d'écriture (T) est enregistré lors de la passation du test.

L'ensemble de ces méthodes, lors de l'étude préliminaire, a permis de retenir, à partir des indices accessibles avec “ IMAGE ”, 18 paramètres pour caractériser l'écriture selon les 7 aspects, ou genres, que l'on retient classiquement : la forme, la dimension, la direction, la vitesse, la pression, la continuité et l'ordonnance dans la page.

En finale, lors de l'étude de l'effet chorion”, certains paramètres s'étant révélés peu adaptés à l'étude de l'écriture chez l'enfant, nous n'avons retenu que 11 paramètres parmi les précédents, auxquels nous avons adjoint deux paramètres issus de la géométrie fractale et mesurés dans le laboratoire “ Reconnaissance des Formes et Vision ” de l'INSA de Lyon.

1.3.2. Choix et signification des paramètres

La figure 9, page suivante, reproduit un test d'écriture chez l'enfant ; la figure 10 montre comment on relève les indices de la disposition spatiale du texte et de la signature, sur cet exemple.

Les **indices accessibles** avec "IMAGE" sont les suivants :

- Surface du texte (ST) **SC** est la **surface du cadre proposé** ; c'est une constante (figure 10). La différence (**SC-ST**) rend compte de l'**importance des marges** (Ma).

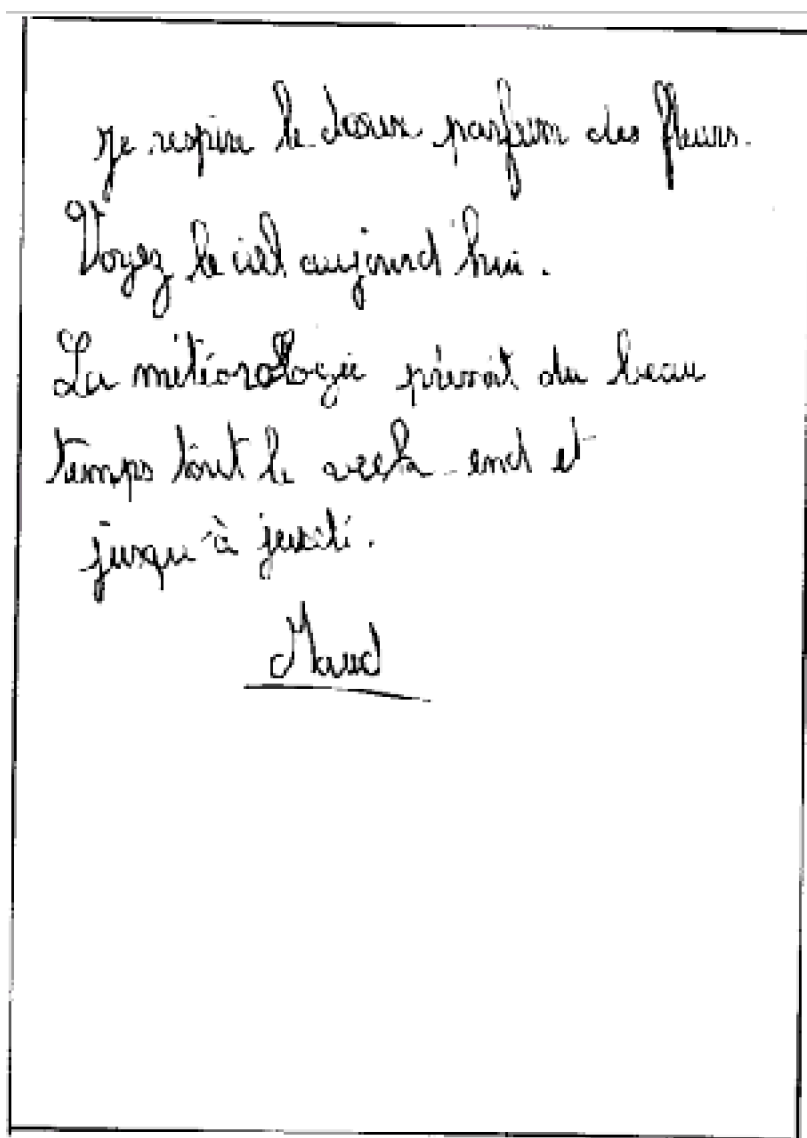


Figure 9. Test d'écriture chez l'enfant.

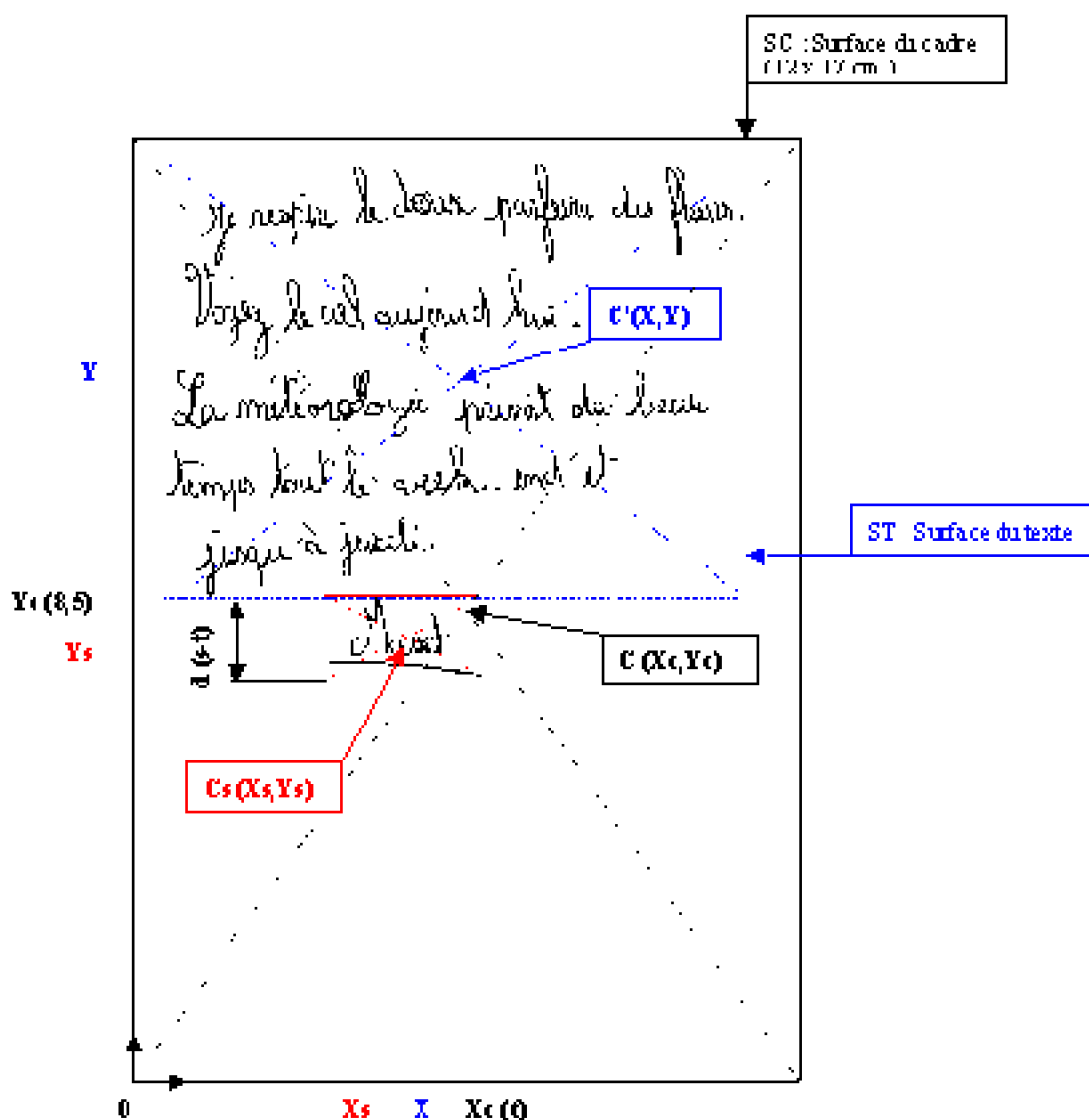


Figure 10. Indices de la disposition spatiale du texte et de la signature (Ordonnance dans la page).

- Surface du fil graphique (SFG) ($ST-SFG/ST$) traduit l'importance des blancs (BI) à l'intérieur du texte ; cet indice est donné en pourcentage.
- Coordonnées du centre de l'écriture $C'(X,Y)$. X_c et Y_c sont les coordonnées du centre C du cadre d'écriture donné au sujet. $(X-X_c)$ est donc un indicateur des marges droite et gauche (Ma D-G). $(Y-Y_c)$ un indicateur des marges supérieure et inférieure (Ma S-I). Les points C et C' sont représentés sur la figure 10.
- **Indice de la pression moyenne (PMOY) et maximum (PMAX)**, appréciées, sur l'image en niveaux de gris, par l'intensité des gris.
- **Longueur du fil graphique (LFG)** Elle est mesurée après avoir réduit, par "squelettisation", l'écriture à un fil. (figure 8b). Cette mesure, considérée ici comme un indice de la dimension du graphisme, ne tient pas compte des allongements dus

aux ratures. Elle permet le calcul d'un indice de **pâtosité (Pa) = SFG/LFG**.

- Degré de juxtaposition de l'écriture (j) j représente le nombre de levées de la pointe de l'outil détecté sur l'ensemble du texte, en dehors des levées entre les mots. C'est l'**inverse du degré de liaison**. Ce paramètre est très sensible au choix du seuil, quand il doit être obtenu de manière automatique sur une image statique.
- Direction des lignes (DLI) Elle est mesurée en degrés par rapport à l'horizontale.
- Direction des lettres (DLE) Egalement mesurée en degrés par rapport à l'horizontale.
- - Indice de linéarité surface (LS) Indice de l'importance des boucles dans l'écriture, il s'obtient en mesurant les surfaces à l'intérieur des boucles fermées (figure 8c) et distingue les écritures linéaires, " en bâtonnets", des écritures " en surfaces ".

Le recueil, lors de la passation du test, du temps d'écriture (T) permet le calcul de:

- **La vitesse moyenne (V)** c'est le rapport : LFG en cm/T en minute.
- **La rapidité (R)** définie comme le nombre de mots écrits par mn, c'est le rapport : Nombre de mots/T.

Concernant la signature les indices recueillis avec " Image " sont les suivants :

- **Direction de la signature (Ds)**, en degré par rapport à l'horizontale.
- **Coordonnées du centre de la signature Cs (Xs, Ys)** (figure 10).
- Indices de la **pression moyenne et maximum (PMOYs, PMAxS)**.
- Indice de la **place droite ou gauche de la signature**
- **(s D-G)** qui correspond à la différence **Xs-XC** (figure 10).
- Distance de la signature au centre de l'écriture d(s-c) elle correspond à la différence (Y-Ys) (figure 10).
- Distance de la signature au texte d(s-t) (figure 10).

Parmi les indices accessibles avec "IMAGE", nous avons retenu **18 indices pour caractériser l'écriture d'une personne**, repris dans les tableaux 3 à 6 au chapitre suivant:

Trois indices concernent la **pression** :

- Indice de pression moyenne dans le texte
- Indice de pression moyenne de la signature
- Indice de pâtosité du trait

Deux indices concernent la **vitesse** :

- Rapidité (mots/mn)
- Vitesse moyenne (cm/mn)

Les indices d'**ordonnance** dans la page, qui regroupe marges et espacements, sont

volontairement nombreux, sept au total :

- Importance des marges (cm²)
- Indicateur de marges droite et gauche
- Indicateur de marges supérieure et inférieure
- Indice de l'importance des blancs dans le texte en %
- Indice de la place droite ou gauche de la signature
- Distance de la signature au centre de l'écriture (cm)
- Distance de la signature au texte (cm)

Nous disposons de trois indices relatifs à la **direction** du graphisme :

- Direction des lettres (degrés)
- Direction des lignes (degrés)
- Direction de la signature (degrés)

La **dimension**, la **forme** et la **continuité** sont caractérisés chacun par un indice :

- Longueur du fil graphique (cm), pour la dimension
- Indice de linéarité-surface, pour la forme
- Juxtaposition, pour la continuité.

Ces regroupements sont effectués selon les différents aspects, ou genres, utilisés très généralement pour analyser les écritures ; nous avons exclu tous les paramètres qui faisaient intervenir une donnée subjective, tels que la régularité, le rythme. Même si ces notions sont importantes pour caractériser une écriture, elles n'entrent pas dans le cadre des dimensions prises en compte ici.

Les calculs statistiques faits sur les données lors de l'étude préliminaire, ne portent en fait que sur 16 indices. En effet nous n'avons pas retenu l'indice de marge globale puisqu'il est détaillé en marge supérieure et inférieure, et en marge droite et gauche. Nous n'avons pas non plus retenu dans cette étude la distance de la signature au texte qui avait été mesurée tardivement pour un nombre trop petit de sujets.

Ultérieurement nous avons renoncé à un certain nombre de paramètres car certains apportaient peu d'information chez l'enfant (marges droites et gauche, direction des lettres, indices relatifs à la position de la signature) ou une information qui nous paraissait redondante (notamment la pâtosité, fortement corrélée à la pression). Dans l'étude concernant " l'effet chorion ", nous n'avons conservé que 11 paramètres, parmi ceux ci-dessus, :

- Indice de pression moyenne du texte
- Indice de pression moyenne de la signature
- Rapidité

- Vitesse moyenne
- Importance des marges
- Indice de l'importance des blancs dans le texte
- Direction des lignes
- Direction de la signature
- Longueur du fil graphique
- Indice de linéarité-surface
- Juxtaposition

A ces onze paramètres s'ajoutent deux paramètres issus de l'analyse de la géométrie fractale des échantillons d'écriture, réalisée avec la collaboration de N. Vincent au laboratoire RFV de l'INSA, à Lyon.

La méthode utilisée est déduite de la définition de la dimension de Minkovski, notée **D**. Sa valeur peut être estimée en utilisant la formule qui donne la dimension fractale de l'ensemble x (Le Méhauté, 1990) [92].

$$D(X) = \lim_{\rho \rightarrow 0} \left[2 - \frac{\ln(A(X\rho))}{\ln(\rho)} \right]$$

$X\rho$ désigne le dilaté d'ordre ρ de l'ensemble x dans l'espace d'étude, ici le plan.

Le calcul de la limite est effectué à partir de l'étude du graphe de $\ln(A(X\rho))$ en fonction de $\ln(\rho)$.

Le graphe obtenu présente un aspect très proche de celui d'une droite, ce qui permet de lier la limite et la pente de la droite approximant la courbe. La valeur du coefficient de corrélation linéaire correspondant aux points calculés sur la courbe nous permet de considérer que, sur le domaine d'étude, l'écriture a bien un comportement fractal.

On note Dim que nous appelons dimension fractale, la valeur de D ainsi obtenue qui rend compte de la lisibilité de l'écriture (Vincent et al.1995) [154].

Dans le calcul de la dimension fractale, on retient deux zones :

- la première de vision ordinaire, à faible échelle, qui correspond aux fréquences spatiales élevées,
- la seconde, de vision plus éloignée, qui correspond aux fréquences spatiales basses et traduit la perception que l'on aurait de l'écriture en la regardant avec un peu de recul.

Ces deux zones nous ont permis de définir deux paramètres correspondant à deux points de vue différents :

- Dim1 est la dimension associée à la vision de près,
- Dim2, celle associée à la vision de loin.

Nous appelons Δ la différence entre Dim1 et Dim2. Si Δ est grand la précision des détails disparaît rapidement quand on s'éloigne du texte.

Nous avons choisi de retenir Dim1 et Δ comme paramètres de l'étude :

- Les valeurs élevées de Dim1 correspondent à des écritures très lisibles.
- Les valeurs faibles de Δ correspondent à des écritures lisibles sur une plage d'échelle plus grande.

1.4. Traitement statistique

Lors de l'étude préliminaire, les données ont fait l'objet d'analyses de variance, comparant les variances intra-paires des jumeaux et les variances inter-paires, pour les monozygotes et pour les dizygotes .

La comparaison a été faite pour chaque paramètre retenu.

Les mesures des paramètres, concernant un seul jumeau de chaque paire ¹⁰, ont ensuite donné lieu à une analyse factorielle permettant d'isoler les facteurs principaux de l'organisation grapho-spatiale de l'écriture chez l'enfant.

Une nouvelle étude des variances intra-paires et inter-paires pour chacun de ces facteurs a été faite chez les monozygotes et chez les dizygotes.

Les mêmes calculs ont été faits pour la main dominante et pour la main non dominante, et nous avons comparé les variances intra-paires et inter-paires concernant les différences entre les deux mains.

Cette comparaison a été faite pour les différents paramètres mais pas pour les différents facteurs.

Analyse de variance et analyse factorielle sur l'ensemble des notes centrées ont été effectuées sur IBM avec le logiciel SAS, par Catherine Marchaland alors ingénieur de recherche au Laboratoire Génétique, Neurogénétique et Comportement.

Nous avons ensuite travaillé sur ces résultats pour établir les corrélations intra-classes et les comparaisons des variances intra-paires entre dizygotes et monozygotes.

Dans l'étude de l'effet chorion, nous avons repris l'ensemble des données, plus celles concernant 17 autres paires de jumeaux, distinguant cette fois parmi les monozygotes deux groupes, l'un de monochorioniques, l'autre de dichorioniques .

Outre les calculs de variances et de corrélations intra-classes précédemment décrits, nous avons pris en compte le calcul des moyennes des différences intra-paires des différents groupes et comparé monozygotes monochorioniques et monozygotes

¹⁰ Le jumeau 1, défini par l'ordre alphabétique à l'intérieur de chaque paire.

dichorioniques puis, quand cela était judicieux, monozygotes dichorioniques et dizygotes.

Nous avons pour cette étude utilisé le programme TWINAN90 que ses auteurs ont bien voulu nous adresser (Williams et al. 1992) [161]. Ce programme est adapté à la comparaison de deux groupes de jumeaux. Il propose un test de comparaison entre les moyennes des différences intra-paires des groupes en valeurs absolues, sur lequel nous avons basé la comparaison des groupes de jumeaux considérés.

Le programme ne prévoit pas le calcul du rapport des variances intra-paires des deux groupes comparés et nous ne l'avons pas ajouté à cette étude.

La comparaison des moyennes des différences intra-paires (comme la comparaison des variances intra-paires) requièrent la normalité des distributions, l'égalité des moyennes des groupes et l'égalité des variances totales. Cependant, selon les auteurs du programme, le test est suffisamment robuste pour pouvoir être utilisé même si les deux premières conditions ne sont pas remplies, à condition que les variances totales ne diffèrent pas significativement, ce que le programme permet de vérifier.

En effet, le programme permet de tester :

- L'égalité des moyennes et des variances totales des deux groupes comparés.
- La normalité des distributions par le test de Kolmogorov Smirnov

Quand la distribution n'est pas normale, le programme propose une transformation des données brutes par la méthode de Box-Cox, 1964 [20].

Il propose, en outre, le calcul des corrélations intra-classes, moyen de description précédemment retenu mais que nous n'utiliserons pas pour comparer les groupes. Il a son intérêt quand on veut calculer l'héritabilité d'un caractère ; ce n'est pas notre propos ici.

2. Résultats

2.1. Résultats de l'étude préliminaire

Cette étude porte sur 120 sujets, pour lesquels nous ne disposons pas du diagnostic de chorion. Elle distingue filles et garçons et traite les données obtenues avec la main dominante et la main non dominante.

2.1.1. Etude des moyennes des différents paramètres de l'écriture.

Nous avons récapitulé, sur quatre tableaux, l'ensemble des données concernant les moyennes obtenues pour les différents paramètres retenus dans l'étude de l'écriture (Tableaux 3 à 6).

Ces tableaux montrent les différences qui peuvent apparaître en fonction du niveau

scolaire et également en fonction de la main utilisée et du sexe.

Les deux premiers tableaux concernent les garçons (29 paires : 16 en 6ème, 5 en CM2, 4 en CM1, 4 en CE2).

Les deux suivants concernent les filles (31 paires : 11 en 6ème, 7 en CM2, 6 en CM1, 6 en CE2).

Indicateur	Abbréviations	MAIN DOMINANTE							
		CP2		CM1		CM2		6ème	
		Moyenne	SD	Moyenne	SD	Moyenne	SD	Moyenne	SD
Indice de la stabilité du tracé graphique	Fa	5,20	0,51	5,13	0,59	5,28	0,71	4,95	0,51
Indice de pression moyenne du geste	TM007	91,40	10,31	93,10	8,44	95,44	8,35	91,30	10,68
Longueur des Ellipsoïdiques (cm)	LIG	1,8485	45,34	1,84,28	51,35	1,07,04	13,68	89,50	13,57
Correction des lettres	TL07	86,50	11,20	87,90	7,89	85,00	8,31	93,90	8,13
Correction des lignes	DL1	1,50	1,00	4,05	0,60	4,00	2,69	4,00	1,14
Indice de latéralité-uniforme	LS	0,35	0,42	0,54	0,56	0,34	0,45	0,54	0,55
Importance des images l'unité	MA	10,50	10,79	10,58	5,14	14,88	8,99	14,55	10,48
Indicateur de stratégie droite et gauche	MA100	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	4,00	0,00
Indicateur de stratégie prédominance et infériorité	MA101	4,00	1,50	4,00	2,04	5,00	0,00	5,00	0,00
Indice de l'importance des blancs dans le geste écrit	EL	92,13	1,13	91,53	3,00	90,28	2,77	91,36	2,70
Justaposition	J	5,50	4,20	4,00	1,15	12,40	9,53	15,85	15,80
Regulation (niveau ligne)	RL	9,20	0,73	11,05	1,40	15,50	3,45	15,20	3,45
Vitesse moyenne de mouvement (cm/min)	V	43,15	15,78	53,15	15,77	64,30	18,60	53,34	15,84
Indice de pression moyenne de la signature	FM005	50,90	8,59	92,10	11,52	15,16	15,61	86,50	14,76
Correction de la signature	Ts	15,00	15,18	0,50	1,91	6,28	5,73	0,50	16,06
Indice de la nature droite ou gauche de la signature	SL000	-0,56	1,21	4,05	2,42	-0,56	0,49	-1,00	2,04
Distance de la signature au centre de la feuille (cm)	d = c	4,45	2,29	5,15	1,25	4,00	2,20	0,22	1,05
Distance de la signature en ligne (cm)	d = l	1,00	1,71	0,00	0,23	1,93	2,36	1,90	1,25

SD : Écart-type (Standard Deviation)

Tableau 3. Moyennes des garçons avec la main dominante (GMD)

GARÇONS (29 pairs)		MAIN NON DOMINANTE							
Indices	Abbréviations	C12		C41		C42		GMND	
		Moyenne	SD	Moyenne	SD	Moyenne	SD	Moyenne	SD
Indices de l'apexité du trac graphique	Fa	3,97	0,57	3,57	0,48	4,04	0,55	4,15	0,49
Indices de précision moyenne du texte	FMOT	69,27	15,28	72,85	4,21	75,04	10,45	75,94	10,56
Longueur du fil graphique (mm)	LFG	287,37	41,58	265,40	93,69	247,98	38,37	172,25	13,42
Dimension des lettres	DLE	99,90	7,55	95,75	1,99	93,00	8,53	91,57	4,11
Dimension des lignes	DLI	8,20	4,08	10,12	11,30	10,50	5,07	1,57	4,48
Indices de l'écarté surface	LS	5,10	2,13	6,15	0,96	9,10	0,56	4,78	0,81
Importance des marques (mm)	Ma	46,52	11,67	34,57	23,01	33,76	28,33	76,75	35,64
Indices des marques droite et gauche	Ma D-G	0,90	0,25	0,03	0,15	0,10	0,13	0,04	0,23
Indices des marques impaires et paires	Ma P-I	1,82	1,24	0,45	0,42	1,58	1,18	0,47	1,55
Indices de l'importance des Marcs dans le E1 texte ou %		94,30	0,58	91,95	0,28	93,98	1,00	94,18	1,34
Amplitude	A	2,67	2,05	4,25	1,89	8,48	0,85	10,71	5,67
Magnitude (mm/min)	M	4,28	0,75	5,22	0,68	5,87	1,74	4,25	1,48
Vitesse moyenne du mouvement (mm/min)	V	43,23	16,08	52,07	14,58	52,72	9,80	40,68	10,76
Indices de précision moyenne de la signature	FMOTs	72,57	16,42	75,47	11,14	73,44	10,53	73,85	13,31
Dimension de la signature	Ds	14,35	13,75	11,51	5,32	46,20	8,77	13,67	20,71
Indices de la place droite ou gauche de la signature		0,20	0,33	1,73	1,68	0,63	0,56	0,12	0,26
Distance de la signature au centre de l'écriture (mm)	d s-c	7,47	1,11	6,47	1,44	7,63	0,58	6,35	1,41
Distance de la signature au texte (mm)	d s-t	3,75	4,5	1,61	0,36	2,57	2,05	1,51	0,43

Tableau 4. Moyennes des garçons avec la main non dominante (GMND)

FILLES (31 païees)		MAIN DOMINANTE							
		CM2		CM4		CM2		CEME	
Indice	Abbréviations	Moyenne	SD	Moyenne	SD	Moyenne	SD	Moyenne	SD
Indices de la vitesse de l'écriture	Pa	5,00	0,44	4,98	0,75	4,07	0,00	4,00	0,41
Indices de pression moyenne du texte	PMCV	94,05	15,08	87,48	16,80	81,48	9,00	87,06	9,09
Temps moyen du fil graphique (ms)	TFG	144,78	51,51	98,67	19,30	94,64	18,30	93,56	3,81
Distances des lettres	DLT	89,00	4,50	95,00	10,00	84,00	6,00	96,00	5,66
Distances des lignes	DL	40,62	2,69	40,07	2,56	0,00	1,41	0,00	2,11
Indices de l'alignement	La	2,00	2,00	0,88	0,56	1,00	1,00	1,00	0,00
Largeurs des marges (cm)	M	10,00	4,00	44,00	10,00	1,00	2,00	10,00	8,00
Indices de marges dans et gauche	Ma, MG	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Indice de marges supérieures et inférieures	M = S-I	5,00	1,00	5,00	1,00	5,00	1,00	5,00	0,00
Indices de l'importance des blancs dans le texte en %	Bl	90,00	1,47	91,82	1,00	93,00	1,83	92,00	1,77
Alphabetisation	A	4,67	4,00	10,00	5,00	26,00	10,00	34,00	21,00
Alphabetisation	Al	10,00	1,00	12,00	0,00	14,00	2,00	17,00	3,00
Vitesse moyenne du mouvement (cm/min)	V	60,00	39,00	75,00	10,00	34,00	11,00	60,00	7,00
Indices de pression moyenne de l'écriture	PMCV	90,00	12,00	90,00	10,00	90,00	9,00	90,00	10,00
Distances de la signature	DS	9,00	13,00	1,00	4,00	0,00	0,00	11,00	13,00
Indices de la classe sociale ou qualité de la signature	S = C-S	1,00	2,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00
Distances de la signature au centre de la ligne (cm)	ds =	5,00	1,00	4,00	1,00	4,00	1,00	4,00	1,00
Indices de la signature au bas de la page	ds = I	2,00	1,00	2,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00

Tableau 5. Moyennes des filles avec la main dominante (FMD)

FILLES (31 paires)	MATS NON DOMINANTE									
		CM2	CM4	CM5	CM6A					
	Indicateur	Abbréviations	Moyenne	SD	Moyenne	SD	Moyenne	SD	Moyenne	SD
	Indice de largeur du trait graphique	P ₁	4,03	0,39	3,87	0,47	3,64	0,51	4,13	0,52
	Indice de pression moyenne du trait	P _{MOY}	75,98	14,39	68,28	15,13	68,87	9,28	75,20	9,06
	Longueur du fil graphique (cm)	L _{FG}	196,05	21,37	204,40	45,79	172,54	60,94	144,61	37,05
	Direction des lettres	D _{L3}	95,00	1,49	94,67	3,99	95,00	1,65	95,39	4,75
	Direction des lignes	D _{L1}	-1,75	3,44	-1,77	3,04	-3,36	3,36	-1,56	7,94
	Indice de hauteur au trait	H ₁	4,77	1,14	5,77	3,70	4,37	4,10	3,74	1,43
	Exposition des majuscules (cm)	M ₁	81,50	17,00	40,70	50,97	85,30	37,30	93,61	43,87
	Indicateur de marge droite en partie	M ₁ -D ₁	0,17	0,09	0,12	0,12	-0,08	0,16	0,77	0,17
	Indicateur de marge gauche en partie	M ₁ -G ₁	1,55	0,53	0,35	1,15	1,30	1,90	3,77	0,07
	Indice de l'importance des blancs dans le texte en %		33,37	0,97	55,17	1,00	34,57	1,48	55,97	1,03
	Juxtaposition	J	4,25	2,55	4,67	3,25	15,94	7,68	21,50	15,17
	Rapidité (mots/min)	R	4,90	1,51	5,82	0,72	5,51	1,05	7,09	1,66
	Vitesse moyenne du mouvement (cm/min)	V	45,40	24,15	40,07	14,24	35,54	16,39	15,28	10,00
	Indice de pression moyenne de la signature	P _{MOY}	73,98	18,17	51,08	15,88	70,67	19,43	56,17	11,43
	Direction de la signature	D ₁	-5,17	15,76	-5,50	5,05	-5,64	5,17	5,56	6,98
	Indice de la cursive au début de la signature	C ₁	-0,97	4,81	-0,77	1,49	-0,25	1,72	-0,16	1,44
	Distance de la signature en partie de l'écriture (cm)	D ₁ -E ₁	3,85	1,47	7,72	0,72	6,86	1,53	5,56	1,36
	Distance de la signature au trait (cm)	D ₁ -L ₁	2,20	0,84	2,20	0,10	1,25	0,91	1,49	0,00

Tableau 6. Moyennes des filles avec la main non dominante (FMND)

L'établissement des moyennes a été fait sur un jumeau de chaque paire, pour éviter d'entrer dans l'analyse de valeurs non indépendantes, et sert ultérieurement au centrage des scores bruts par rapport au niveau scolaire.

Il permet de constater que toutes les variables ne sont pas affectées de la même façon par la scolarisation.

Certains paramètres varient beaucoup d'un sujet à l'autre, quel que soit le niveau scolaire : direction des lignes, direction de la signature, notamment.

D'autres, comme l'importance des blancs dans le texte, paraissent assez stables.

Les figures 11 à 13, ci-après, montrent comment évoluent la longueur du fil graphique, la rapidité et la juxtaposition en fonction du niveau scolaire.

On note que la rapidité augmente, tandis que la longueur du fil diminue, aussi bien chez les filles que chez les garçons, avec toutefois des performances un peu meilleures

pour les filles en ce qui concerne la rapidité.

On note également des modifications qui vont dans le même sens pour les performances de la main non dominante.

En ce qui concerne la juxtaposition (figure 13) on constate qu'elle est également très influencée par le niveau scolaire : chez les plus jeunes enfants l'écriture est plus liée.

De même, elle est plus liée dans l'écriture avec la main non dominante pour laquelle on constate également l'influence du niveau scolaire.

On remarque que, si le niveau scolaire influence les résultats de la main dominante, il affecte aussi ceux de la main non dominante, pourtant non concernée par l'apprentissage.

Par ailleurs, on voit ici que les résultats des garçons et des filles ne sont pas superposables : concernant la juxtaposition, les filles ont des chiffres nettement au dessus des garçons, même avec la main non dominante.

L'ensemble de ces résultats apparaissent sur les graphiques suivants.

(Les données, moyennes et écarts types, relatives aux figures 11, 12, 13, sont extraites des tableaux 3, 4, 5 et 6).

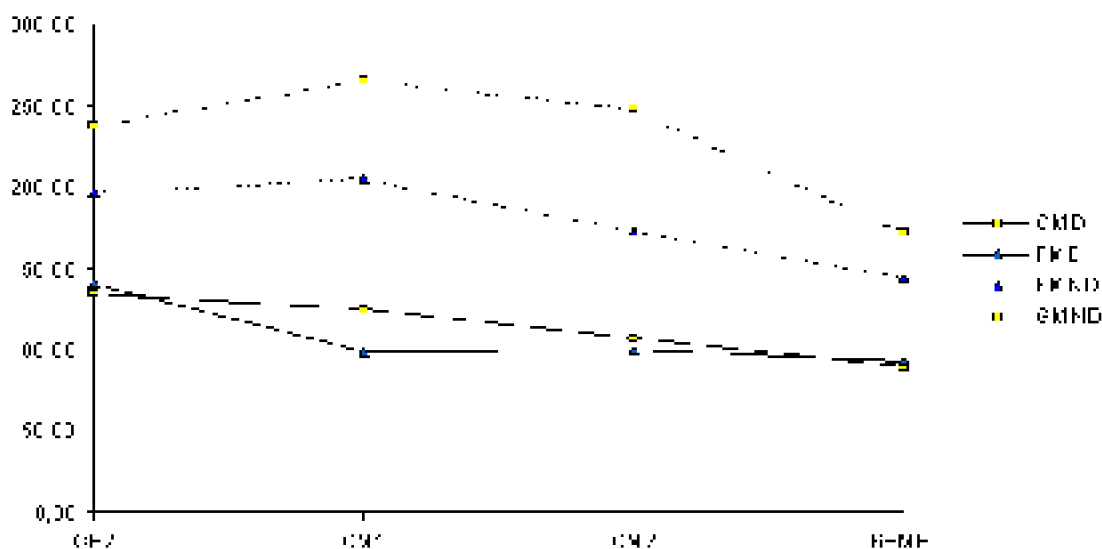


Figure 11. Longueur du fil graphique (cm)

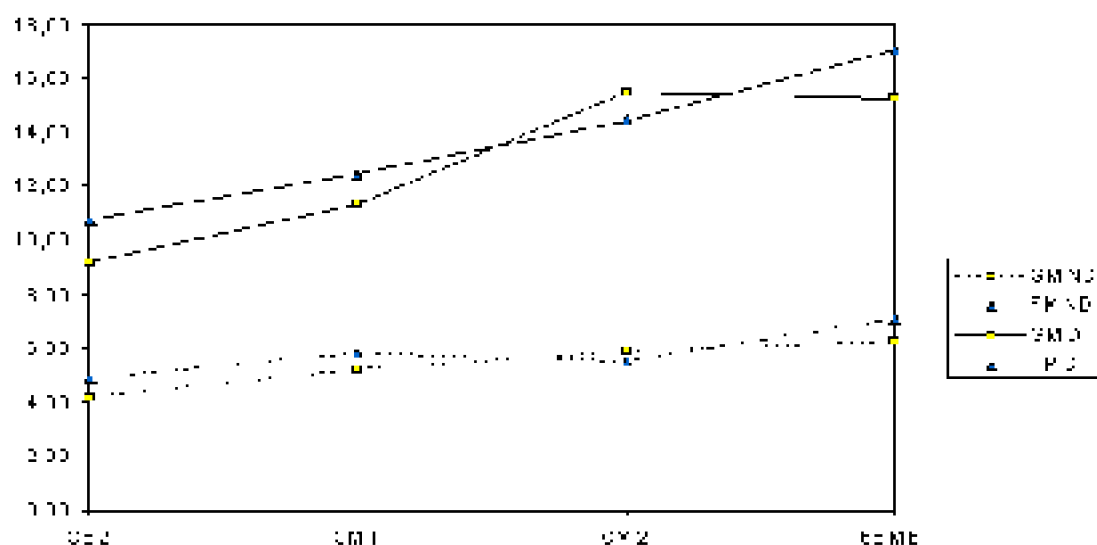


Figure 12. Rapidité (mots/mn)

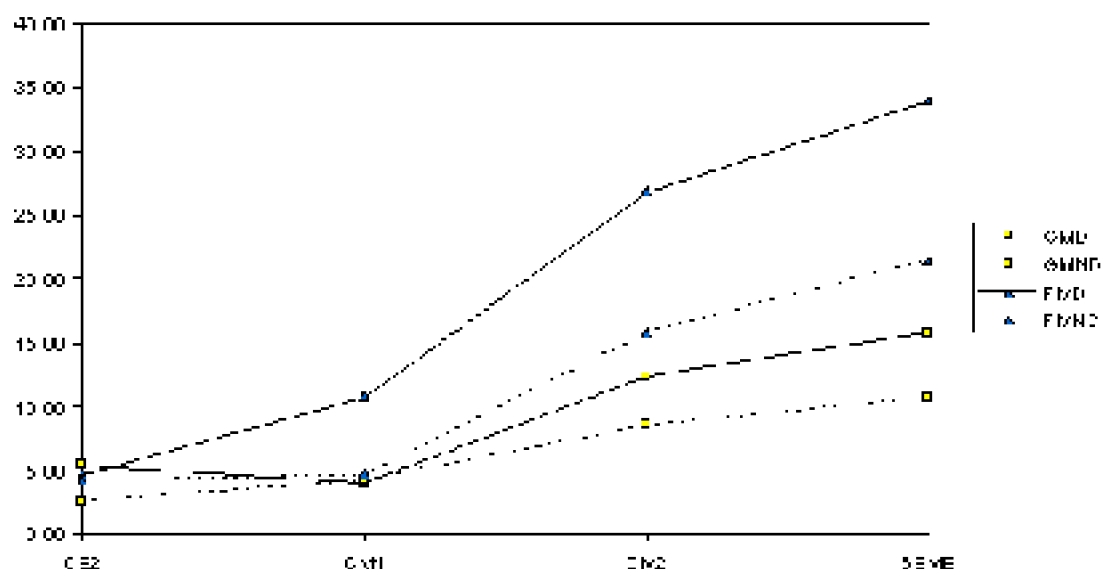


Figure 13. Juxtaposition

Ces résultats concordent avec ceux que nous avons obtenus ultérieurement, sur l'ensemble de la population, lors de l'étude de " l'effet chorion ". L'analyse de la variance des résultats montre, en particulier, un effet significatif du sexe et du niveau scolaire sur la juxtaposition, sans que nous puissions retenir d'interaction significative, avec une probabilité d'erreur inférieure ou égale à p.05 (Tableau 10).

2.1.2. Etude des comparaisons établies entre jumeaux.

Après régression des scores bruts sur le niveau scolaire, deux types de traitement statistiques ont été effectués:

- L'un concerne les paramètres de l'écriture

- L'autre les facteurs issus de l'analyse factorielle des données

Dans les deux cas, nous avons procédé au calcul de la variance intra et inter-paire pour chaque groupe de jumeaux puis à la comparaison des variances intra et au calcul des corrélations intra-classes.

Les données de ces différents traitements ont permis, chez les filles et les garçons considérés séparément:

1. la comparaison de l'écriture des jumeaux monozygotes et dizygotes en regard des paramètres (longueur du fil graphique, rapidité, etc...) ou des facteurs de l'écriture (spatialité notamment),
2. la comparaison des jumeaux monozygotes ou dizygotes relative aux différences de performance main droite-main gauche, jugées sur les différents paramètres de l'écriture.

2.1.2.1. Etude de la ressemblance intra-paire des jumeaux en regard des différents paramètres de l'écriture.

Cette ressemblance est étudiée :

- d'une part pour la main dominante,
- d'autre part pour la main non dominante.

En distinguant filles et garçons, monozygotes et dizygotes :

- Les garçons (29 paires) se répartissent en 22 paires demonozygotes et 7 paires de dizygotes
- Les filles (31 paires) se répartissent en 23 paires demonozygotes et 8 paires de dizygotes

Pour chaque paramètre on calcule la variance inter-paire et la variance intra-paire de la variable qu'il constitue.

La ressemblance intra-paire pour cette variable se traduit par une variance intra-paire plus petite que la variance inter-paire.

Quand la différence entre variance intra et inter est significative (ce qu'on juge sur la valeur du rapport des variances (F) pour le degré de liberté considéré) on peut calculer les corrélations intra-classes (r) qui existent pour les monozygotes ou les dizygotes.

$$\text{Soit } r = \frac{\text{variance inter-paire} - \text{variance intra-paire}}{\text{variance inter-paire} + \text{variance intra-paire}}$$

La corrélation est jugée significative, ou pas, par rapport au seuil obtenu, par approximation, avec la table du coefficient de corrélation pour N-2 degrés de liberté où N

est le nombre de couples de mesures pris en compte pour la variable considérée.

De façon générale, les mesures n'ayant pas toujours pu être faites pour toutes les variables chez tous les sujets, les degrés de liberté, qui prennent en compte les effectifs des groupes comparés, peuvent varier entre deux paramètres.

On calcule également le rapport des variances intra-paires des monozygotes et des dizygotes ; il nécessite, pour être pris en compte, que la somme des variances dans chaque groupe ne diffèrent pas significativement.

$$F \text{ intra} = \frac{\text{Variance intra la plus grande}}{\text{Variance intra la plus petite}}$$

Les résultats de ces calculs sont présentés en annexe (annexes I, J, K, L) et repris dans les pages suivantes.

2.1.2.1.1. En ce qui concerne la main dominante :

Chez les garçons

Chez les monozygotes, on note des variances intra-paires significativement plus petites que les variances inter-paires, avec une probabilité d'erreur inférieure ou égale à 5% (p.05), pour:

- la longueur du fil graphique. : (p.05)
- la direction des lettres : (p.05)
- la direction de la signature : (p.03) et, pour un risque allant de .05 à .10 inclus,
- l'indice de linéarité surface : (p.08)

Pour ces variables, les monozygotes se ressemblent donc plus que des individus pris au hasard.

Chez les dizygotes, on retient une ressemblance intra-paire significative à p .05 ou en dessous pour:

- la rapidité : (p.04)
- la vitesse : (p.05) et, pour un risque allant de .05 à .10 inclus, la longueur du fil graphique (p.08)
- l'indice de linéarité surface : (p.06)

Toutefois le calcul des corrélations intra-classes et la comparaison de la variance intra-paire des dizygotes avec celle des monozygotes (quand elle est possible) sont assez décevants : aucune corrélation intra-classe n'est significative au risque 5% (la corrélation pour Ds est significative chez les MZ à p.10) et, malgré un F intra significatif pour Ds chez les monozygotes, à p.05, on ne retient pas de différence significative entre les variances

intra du fait que les variances totales diffèrent significativement, (Annexe I : Résultats de la main dominante.)

Chez les filles

Les seules ressemblances intra-paires significatives s'observent chez les monozygotes, elles touchent:

- la pâtosité : (p.01)
- la pression sur la signature : (p.04) et, si on admet un risque d'erreur plus important
- l'indice de linéarité surface : (p.06)
- la direction des lignes, la vitesse : (p.11)
- la direction des lettres, la pression moyenne : (p.12)

La corrélation intra-classe concernant la pâtosité ($r = 0,45$) est significative à $p < .05$. Cependant, les variances intra-paires des monozygotes et des dizygotes ne diffèrent pas significativement pour cette variable. A l'inverse, les variances intra-paires diffèrent significativement pour l'indice de linéarité-surface sans que l'on puisse retenir le résultat, du fait de l'inégalité des variances totales (Annexe I).

2.1.2.1.2. En ce qui concerne la main non dominante

Chez les garçons.

Chez les monozygotes : on retient des variances intra-paires significativement plus petites que les variances inter pour:

- la direction des lignes : (p.02)
- la rapidité : (p.04)

Chez les dizygotes pour:

- la direction des lignes : (p.02)
- l'importance des marges sup.inf. : (p.03)
- l'importance des blancs : (p.008)
- la juxtaposition : (p.02) et, pour un risque allant de .05 à .10 inclus
- la pâtosité : (p.06)

Chez les filles

Chez les monozygotes, on retient des différences significatives entre la variance intra et la variance inter, avec une plus grande ressemblance intra-paire, pour:

- la longueur du fil : (p.02)

- l'indice de linéarité surface : (p.04)
- la rapidité : (p.005)
- la pression moyenne de la signature : (p.02) et, pour un risque allant de .05 à .10 inclus
- la pâtosité : (p.10)

Chez les dizygotes pour :

- la rapidité : (p.0007) et, pour un risque allant de .05 à .10 inclus :
 - la pression moyenne de la signature (p.07)
 - sa place droite ou gauche (p.06)

Le tableau 7, page suivante ,résume ces résultats, portant sur les ressemblances intra-paires des différents groupes, et précise le risque d'erreur.

Pour la main non dominante, le calcul des corrélations intra-classes montre qu'elles sont dans l'ensemble plus souvent significatives qu'avec la main dominante (Annexe J : Résultats de la main non dominante.)

On note toutefois moins de corrélations intra-classes significatives en regard des différents paramètres chez les monozygotes garçons que chez les monozygotes filles (et plus chez les dizygotes garçons que chez les dizygotes filles) ; nous avons repris dans le tableau 8, pour plus de lisibilité, ces résultats, qui figurent dans l'annexe J.

CHEZ LES GARÇONS		
	MONOZYGOTES	DIZYGOTES
$P < .001$ (44/10) $P < .001$	Longueur du 1 Direction des lettres Direction de la signature	Région 2 Visage
..... $.05 < P < .12$	Insertion Surface	Longueur du 1 Insertion Surface
$P < .001$ (39/10) $P < .001$	Direction des lignes Répétition	Direction des lignes Région Sup-inf Région du cou du postérieur
..... $.05 < P < .12$		Région 2 Visage
CHEZ LES FILLES		
	MONOZYGOTES	DIZYGOTES
$P < .001$ (44/10) $P < .001$	Région 2 Insertion Surface Région moyenne de la signature	
..... $.05 < P < .12$	Direction du 1 Région 2 Direction des lettres Région moyenne	
$P < .001$ (39/10) $P < .001$	Longueur du 1 Région 2 Surface Région 2 Région moyenne de la signature	Répétition
..... $.05 < P < .12$	Région 2	Région du cou du postérieur

Tableau 7. Paramètres concernés par des ressemblances intra-paires significativement plus grandes qu'inter-paires

MONOZYGOTES					
Garçons			Filles		
Paramètres	r	p	Paramètres	r	p
DLI	-.42	<.05	R	-.53	<.05
R	-.70	.10	LFG	-.49	<.05
			Ls	-.36	.10
			PMOYs	-.40	<.10
DIZYGOTES					
Garçons			Filles		
Paramètres	r	p	Paramètres	r	p
DLI	-.07	.10	R	-.91	<.05
EI	-.77	<.05			
J	-.72	.10			

Tableau 8. Corrélations intra-classes de la main non dominante, significatives avec un risque d'erreur $\leq p.10$

La comparaison des variances intra-paires des dizygotes et des monozygotes, quand elle est possible (c'est à dire quand on peut retenir l'égalité des variances totales) et significative, révèle une ressemblance plus grande des dizygotes pour la direction des lignes et l'importance des blancs chez les garçons et pour la rapidité chez les filles. (Annexe J)

Dans l'ensemble, écriture main dominante et main non dominante, les dizygotes garçons se ressemblent plus que les dizygotes filles.

Chez les monozygotes, les ressemblances affectent un nombre voisin de paramètres chez les filles et les garçons, du moins pour la main dominante.

Cependant, ces paramètres diffèrent considérablement et il nous a paru intéressant de considérer les ressemblances intra-paires des jumeaux en regard des facteurs issus de l'analyse factorielle de l'écriture.

2.1.2.2. Etude de la ressemblance intra-paire des jumeaux en regard des facteurs de l'écriture.

Nous avons procédé à une analyse en composantes principales de l'ensemble des paramètres. Elle a permis d'isoler cinq facteurs qui rendent compte en moyenne de 76% de la variance totale (selon que l'on considère les garçons ou les filles et la main dominante ou la main non dominante).

Le premier facteur à lui seul rend compte de plus d'un quart de la variance ; les corrélations de ce facteur avec les différents paramètres de l'écriture sont élevées pour la longueur du fil graphique (+0,76 en moyenne), la distance de la signature au centre du texte (+0,69), et la vitesse (+0,61) ; elles sont fortement négatives pour les marges supérieures et inférieures (-0,78).

Ces corrélations confèrent au facteur un caractère d'extension dans l'espace.

Dans une précédente étude, portant sur des adultes (Faure, 1992)[62], l'analyse

factorielle de l'écriture avait mis en évidence trois facteurs principaux qui contribuaient à expliquer les trois-quarts de la variance.

La matrice de corrélations des facteurs avec les variables faisait comme ici apparaître le facteur ayant la contribution relative la plus grande comme un facteur d'extension dans l'espace.

Si dans l'étude chez les adultes il apparaissait comme nettement plus important pour expliquer les inter-corrélations des variables, les choses sont ici plus compliquées et au delà de ce facteur il devient difficile d'interpréter les autres facteurs.

Toutefois il a paru intéressant de voir s'il y avait une ressemblance intra-paire des jumeaux pour ce facteur.

Chez les garçons

Chez les monozygotes, on note pour la main dominante une différence significative des variances inter-paires et intra-paires ($p.03$) avec une corrélation intra-classe de $0,40$ significative à $.05 < p < 0,10$, et pour la main non dominante, une différence entre les variances significatives à $p.04$ avec une corrélation intra-classe de $0,43$ significative à $p.05$. (Annexe K).

On retiendra donc que les garçons monozygotes se ressemblent significativement quant à l'extension de l'écriture dans l'espace, main dominante comme main non dominante.

(Cependant, le rapport des variances intra-paires entre dizygotes et monozygotes ne permet pas d'affirmer une plus grande ressemblance des monozygotes par rapport aux dizygotes).

Chez les filles

Chez les filles, monozygotes ou dizygotes, on ne retient pas de ressemblance significative des jumeaux pour ce facteur. Aucune corrélation intra-classe n'est significative, ni de la main dominante ni de la main non dominante (Annexe K).

2.1.2.3. Etude des différences de performances entre la main dominante et la main non dominante.

Les variables ici concernent les différences de performances entre la main dominante et la main non dominante, pour chaque paramètre retenu dans l'étude de l'écriture.

- Chez les garçons :
 - on retiendra les ressemblances intra-paire portant sur les différences de performances entre main dominante et main non dominante, concernant :
- chez les monozygotes, avec un risque d'erreur inférieur ou égal à 5%,
 - la direction des lignes
 - la direction des lettres.

et, pour un risque allant de .05 à .10 inclus :

- la vitesse.
- la pression
- l'emplacement droite-gauche de la signature

- chez les dizygotes avec un risque d'erreur inférieur ou égal à 5%,
 - la direction des lignes seulement.

et, pour un risque allant de .05 à .10 inclus :

- la vitesse.
- l'importance des marges supérieures et inférieures

- Chez les filles :
 - chez les monozygotes

Les valeurs significatives, pour un risque d'erreur inférieur ou égal à 5% concernent:

- la longueur du fil
- l'indice de linéarité surface.
- l'importance des blancs dans le texte.

et, pour un risque allant de .05 à .10 inclus :

- la direction des lignes

- chez les dizygotes
 - la pression de la signature à p.05

et, pour un risque allant de .05 à .10 inclus :

- l'importance des blancs
- les marges supérieures et inférieures

Quel que soit le groupe de jumeaux considéré, on ne retient pas de ressemblance intra-paire significativement plus grande que la ressemblance inter-paire, portant sur la différence de rapidité entre main dominante et main non dominante. Monozygotes ou dizygotes ne se ressemblent pas davantage, pour cette variable, que des individus pris au hasard, aussi bien en ce qui concerne les filles que les garçons.

L'ensemble de ces résultats, relatifs à la comparaison des différences entre les deux

mains, apparaît sur le tableau suivant (tableau 9)

CHEZ LES GARÇONS		
	MONOZYGOTES	DIZYGOTES
$P \leq .05$	- Direction des lignes - Direction des lettres	- Direction des lignes
$.05 < P \leq .10$	- Vitesse - Pres. moy de la sign. - Place D-G de la sign.	- Vitesse - Marges sup-inf.
CHEZ LES FILLES		
	MONOZYGOTES	DIZYGOTES
$P \leq .05$	- Longueur du fil - Linéarité-Surface - Blancs dans le texte	- Pres moy de la sign.
$.05 < P \leq .10$	- Direction des lignes	- Blancs dans le texte - Marges sup-inf.

Tableau 9. Paramètres concernés par des ressemblances intra-paires significativement plus grandes qu'inter-paires, portant sur les différences de performances main dominante main non dominante

Le **calcul des corrélations intra-classes** (Annexe L) montre que toutes les corrélations significatives concernent les **monozygotes**.

Deux corrélations sont significatives à $p.05$ chez les **garçons monozygotes**, elles concernent les différences portant sur :

- la direction des lignes
- la direction des lettres.

Chez les **filles monozygotes**, on retiendra une à trois corrélations, en fonction du risque d'erreur accepté ; elles concernent :

- pour un risque allant jusqu'à $p.10$,
 - la différence de longueur du fil graphique,
 - la différence d'indice de linéarité surface,
 - la différence d'importance des blancs.
- pour un risque inférieur ou égal à $p.05$:

- la différence de longueur du fil seulement.

2.1.3. En conclusion de l'étude des comparaisons établies entre les jumeaux

Il semble que l'on puisse retenir qu'il existe de nombreuses ressemblances intra-paires significatives chez les filles monozygotes, très peu chez les filles dizygotes.

La seule ressemblance intra-paire à retenir chez les filles dizygotes porte sur la rapidité, main non dominante.

Chez les garçons, la différence entre monozygotes et dizygotes n'apparaît pas aussi clairement ; on note, pour les garçons dizygotes également, de nombreuses ressemblances intra-paires significatives.

On retiendra que les dizygotes garçons présentent plus de ressemblances intra-paires significatives que les dizygotes filles, qui se ressemblent peu (tableau 7).

Dans cette étude, les différents groupes de jumeaux étaient comparés aux non-jumeaux et la comparaison dizygotes monozygotes, pour chacun des paramètres, n'a pas toujours été possible, du fait de l'inégalité des variances totales. De plus, du fait des petits effectifs, le pouvoir des tests reste faible et les chances de faire apparaître des différences sont réduites.

On note toutefois que des corrélations intra-classes significatives se rencontrent plus souvent chez les monozygotes, en ce qui concerne les filles, main dominante comme main non dominante.

Elles sont particulièrement nombreuses chez les filles monozygotes main non dominante.

Chez les monozygotes garçons, on retient surtout une corrélation intra-classe importante pour le facteur F1 (main dominante et non dominante).

Filles et garçons monozygotes se distinguent par le type de paramètres pour lesquels ils présentent une plus grande ressemblance intra-classe : les garçons monozygotes se ressemblent significativement sur des critères d'extension dans l'espace.

En ce qui concerne les ressemblances relatives aux différences de performances main dominante-main non dominante, on note que toutes les corrélations intra-classes significatives concernent les monozygotes.

Malgré l'intérêt, ici, de la distinction filles garçons, qui fournit des pistes pour l'interprétation ultérieure des résultats, nous les regrouperons ensuite, de façon à augmenter les degrés de liberté, lors de l'étude de l'effet chorion.

2.2. Résultats de l'étude de l'ensemble de la population

Lors de cette étude, dont le but essentiel était de tester l'effet chorion sur les paramètres grapho-spatiaux de l'écriture, nous avons travaillé sur la mesure des paramètres concernant l'écriture de 154 enfants, soit 77 paires, dont ceux de l'étude préliminaire.

Le diagnostic de zygosité reposait sur la technique des marqueurs SSLP (voir au chapitre Méthodologie : Population) et distinguait parmi les jumeaux :

- 54 paires de monozygotes
- 23 paires de dizygotes

Grâce aux informations du dossier médical et aux résultats de l'examen anatomo-pathologique du placenta, nous disposions d'un diagnostic de chorionicité concernant :

- 19 paires de monochorioniques
- 24 paires de dichorioniques

Pour 11 paires de monozygotes, le diagnostic était incertain et ils n'entrent pas dans les comparaisons tenant compte du type de chorion.

Nous avons, dans cette étude, retenu pour caractériser l'écriture, 13 paramètres dont deux issus de la géométrie fractale (voir au chapitre méthodologie : Choix et signification des paramètres).

L'analyse des tests d'écriture a été effectuée en aveugle, comme précédemment.

Pour chaque paramètre retenu ici et pour chaque facteur obtenu lors de l'analyse factorielle des résultats, nous avons établi des comparaisons entre les différents types de jumeaux, sans distinction de sexe :

- d'abord entre monozygotes monochorioniques et monozygotes dichorioniques puis
- si cette première comparaison est significative, entre monozygotes dichorioniques et dizygotes
- sinon, entre monozygotes tous confondus et dizygotes.

Ces comparaisons ont été effectuées avec le programme Twinan90 (voir Méthodologie : Traitement statistique). Elles reposent essentiellement sur la comparaison des moyennes des valeurs absolues des différences intra-paires, qui n'est possible que si les variances totales des groupes sont égales.

Dans un premier temps, avec le logiciel SAS, nous avons établi des statistiques descriptives, visant à conforter les résultats de l'étude précédente concernant les moyennes des différents paramètres, en fonction du sexe et du niveau scolaire.

Puis nous avons procédé à l'analyse factorielle des résultats, avec le même logiciel, et enfin à la comparaison des différents types de jumeaux.

Les traitements statistiques ont été effectués avec l'aide de C. Marchaland, en collaboration avec le laboratoire de Génétique Neurogénétique et Comportement.

2.2.1. Etude des moyennes des différents paramètres de l'écriture, en

fonction du sexe et du niveau scolaire

Dans l'étude précédente, nous avons observé des différences pour certains paramètres, en fonction du sexe et du niveau scolaire.

Pour confirmer l'influence de ces facteurs, nous avons procédé à l'analyse de la variance des différents paramètres en considérant les deux sources de variations sexe et niveau scolaire et leur éventuelle interaction.

Paramètres	CMR	d.f.	FACTEURS	CM	cd	F	p	
PRESSIION MOYENNE	133.01	146	Niveau scolaire	5.48	1	3.04	.09	NS
			Sexe	193.03	3	1.47	.23	NS
			Sexe*Niv.scol	49.20	3	3.07	.70	NS
LONGUEUR DU FIL GRAPHIQUE	761.24	146	Niveau scolaire	3206.7	1	4.21	.007	S
			Sexe	503.25	3	3.65	.43	NS
			Sexe*Niv.scol	151.89	3	3.59	.62	NS
DIRECTION DES LIGNES	3.87	146	Niveau scolaire	1.77	1	3.43	.71	NS
			Sexe	0.50	3	3.15	.70	NS
			Sexe*Niv.scol	0.97	3	3.25	.88	NS
LINEARITE SURFACE	1.59	146	Niveau scolaire	1.14	1	3.72	.54	NS
			Sexe	3.74	3	2.17	.14	NS
			Sexe*Niv.scol	1.20	3	3.81	.40	NS
IMPORTANCE DES BLANCHES	0.09	146	Niveau scolaire	4.20	1	1.03	.36	NS
			Sexe	2.02	3	1.52	.47	NS
			Sexe*Niv.scol	7.07	3	1.82	.15	NS
JUXTAPOSITION	173.63	146	Niveau scolaire	3056.1	1	17.57	.0001	S
			Sexe	900.80	3	5.24	.02	S
			Sexe*Niv.scol	431.84	3	2.49	.06	NS
IMPORTANCE DES MARGES	622.25	145	Niveau scolaire	1033.7	1	1.71	.17	NS
			Sexe	90.11	3	3.14	.70	NS
			Sexe*Niv.scol	165.79	3	3.27	.85	NS
RAPIDITE	6.17	145	Niveau scolaire	414.83	1	37.23	.0001	S
			Sexe	34.10	3	5.53	.02	S
			Sexe*Niv.scol	7.09	3	1.23	.20	NS
VITESSE	285.57	145	Niveau scolaire	3512.17	1	12.37	.0001	S
			Sexe	127.11	3	3.45	.51	NS
			Sexe*Niv.scol	351.82	3	1.23	.30	NS
PRESSIION MOY DE LA SIGNATURE	201.05	144	Niveau scolaire	35.10	1	3.17	.07	NS
			Sexe	22.50	3	3.11	.74	NS
			Sexe*Niv.scol	209.84	3	1.04	.36	NS
DIRECTION DE LA SIGNATURE	192.93	143	Niveau scolaire	66.90	1	3.35	.79	NS
			Sexe	173.33	3	3.93	.34	NS
			Sexe*Niv.scol	15.01	3	3.23	.87	NS

Tableau 10. Résultats de l'analyse de la variance pour l'ensemble des paramètres.

Nous retenons donc :

- un effet du sexe sur :
 - la juxtaposition
 - la rapidité

- un effet du niveau scolaire sur :

- la juxtaposition
- la rapidité
- la longueur du fil graphique
- la vitesse

et aucun effet significatif à p.05 de l'interaction des deux facteurs, mais un effet à p.06 pour la juxtaposition.

Tableau 11. Comparaison des moyennes pour l'effet sexe

	GARCONS (37 paires)		FILLES (40 paires)	
PARAMETRES	Moyenne	SD	Moyenne	SD
Juxtaposition	13.42	2.31	16.45	2.63
Rapidité (mots/mn)	12	0.58	13	0.51

Comme on l'avait déjà constaté, l'écriture des filles est plus juxtaposée que celle des garçons et un peu plus rapide

Tableau 12. Comparaison des moyennes pour l'effet niveau scolaire

	CE2 (24paires)		CM1 (11 paires)		CM2 (14paires)		6EME (28paires)	
PARAMETRES	Moyennes	SD	Moyenne	SD	Moyenne	SD	Moyenne	SD
Juxtaposition	6.64	1.05	8.90	2.11	16.75	3.03	23.66	3.56
Rapidité	8.93	0.44	11.13	0.71	13.85	0.75	15.47	0.46
Longueur du trait	117.49	6.11	110.70	11	105.46	5.98	98.10	4.39
Vitesse	40.82	3.59	45.77	3.47	55.9	3.90	58.82	3.46

Au fur et à mesure de l'apprentissage, on note :

- une réduction de la dimension du graphisme
- une augmentation de la vitesse, de la rapidité et de la juxtaposition

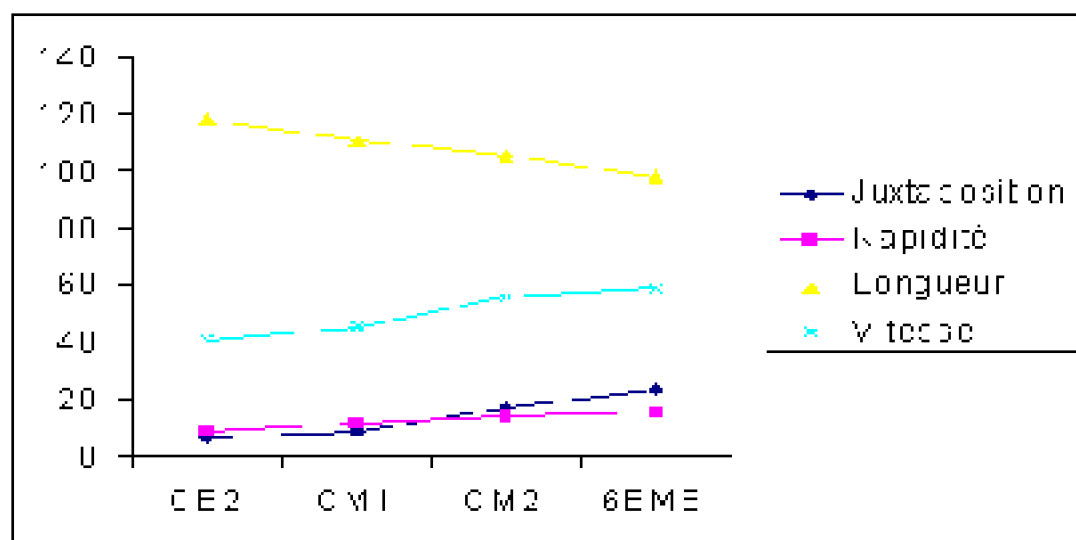


Figure 14. Effet de la scolarisation sur l'écriture

2.2.2. Comparaisons relatives aux paramètres

2.2.2.1. Comparaison des monozygotes monochorioniques et des monozygotes dichorioniques

Pour chaque paramètre, nous avons calculé la moyenne des différences intra-paires et comparé les résultats des monochorioniques et des dichorioniques.

Nous avons utilisé le programme Twinan90 et testé l'égalité des moyennes des groupes avec le test "t" de Christian et Norton (1977)¹¹ [33]. Nous avons également testé l'égalité des variances totales, condition indispensable à la comparaison des moyennes des différences intra-paires.

Le programme calcule également et compare, de manière systématique, les moyennes des groupes ; il calcule également les variances intra et inter et les coefficients de corrélation intra-classes.

Concernant le test de normalité de Kolmogorov-Smirnov, le programme précise qu'il n'est valide que pour des groupes supérieurs à 25 paires ; nos effectifs (24 paires de dichorioniques, 19 de dichorioniques) sont donc limites mais le test a tout de même été effectué de manière systématique.

Dans le tableau suivant (Tableau 13), nous ne retenons que les résultats de la comparaison des moyennes des différences intra-paires ; le coefficient de corrélation intra-classe (r) figure à titre indicatif, en rouge quand il est significatif ; Fvt teste l'égalité des variances totales.

¹¹ Dans ce calcul, la variance estimée utilisée au dénominateur ne prend en compte que la variance inter-paire de chacun des groupes de jumeaux comparés.

Paramètre	Moyenne des différences intra paires		Comparaison des moyennes des différences intra paires			Coefficient de corrélation intra classe		Comparaison des variances totales	
	MC	DC	t	J+	K	MC	DC	F et	p
Rapidité	1.88	3.23	2.84	79.7	.0008	.44	.03	1.72	.14
Marge	15.56	25.40	1.88	41.6	.0019	.23	.18	1.44	.21
Juxtaposition	23.37	7.26	-2.66	22.2	.034	.14	.25	2.62	.009
Direction lignes	1.15	2.17	1.62	41.7	.0050	.52	.02	1.13	.29
Vitesse	17.14	18.44	1.72	40.8	.0008	.26	.11	1.38	.23
Direction signature	1.28	1.02	0.54	91.6	.597	.23	.23	1.11	.29
Direction signature	7.15	11.18	1.56	76.0	.0003	.60	-.23	1.04	.30
Direction moy sup.	12.64	16.82	1.22	42.7	.0004	.28	.13	1.30	.24
Direction moy inf.	13.87	15.32	0.93	93.0	.357	.14	-.06	1.40	.24
Longueur trait	21.47	25.57	0.53	91.2	.590	.18	.21	1.00	.32
Importance plumes	2.11	1.90	-0.13	90.3	.481	.23	.03	1.33	.18
Long. trait l	1.115	0.024	-0.54	28.2	.583	.20	-.14	2.11	0.13
Long. trait r	1.115	0.014	-0.53	28.0	.592	.11	.42	1.17	.21

Tableau 13. Comparaison des monozygotes monochorioniques (MC) et dichorioniques (DC)

On note un effet du type de chorion sur la ressemblance intra-paire de 4 paramètres.

La moyenne des différences intra-paire est significativement plus faible chez les monochorioniques, par rapport aux dichorioniques, en ce qui concerne :

- La rapidité
- L'importance des marges
- La direction des lignes

On retient donc que, pour ces paramètres, la ressemblance intra-paire des monochorioniques est plus grande que celle des dichorioniques.

C'est également vrai pour la vitesse et les paramètres qui concernent la signature, si on admet un risque d'erreur de p.10.

A l'inverse la ressemblance des monochorioniques est plus faible que celle des dichorioniques pour la juxtaposition (moyenne des différences intra-paires plus grande). Toutefois, pour cette variable, on note que les variances totales des groupes diffèrent significativement.

Du fait que l'on a besoin d'affirmer que les variances sont égales, les auteurs préconisent de retenir l'égalité des variances pour des probabilités supérieures à 20% ; le programme rejette donc l'égalité des variances en ce qui concerne la rapidité. En raison de la normalité des distributions et de l'égalité des moyennes des groupes, calculées par ailleurs, il nous a paru légitime de retenir pour ce paramètre le résultat de la comparaison

des moyennes des différences intra-paires, d'autant qu'il apparaît significatif à $p.008$.

2.2.2.2. Comparaison des monozygotes dichorioniques et des dizygotes, en présence d'un effet du type de chorion

Pour chaque paramètre influencé par le type de chorion, nous avons comparé les résultats des dizygotes avec ceux des monozygotes dichorioniques seuls.

Les comparaisons portent donc sur 23 paires de dizygotes et 24 paires de monozygotes dichorioniques.

Tableau 14. Comparaison des monozygotes dichorioniques (DC) et des dizygotes (DZ)

Paramètre	Moyenne des différences intra-paires		Comparaison des moyennes des différences intra-paires			Coefficient de corrélation intra-classe		Comparaison des variances totales	
	MZ DC	DZ	t	DF	p	MZ DC	DZ	Fvt	p
Rapidité	3.23	2.75	-.74	45.9	.230	.03	.08	1.22	.506
Marge	25.40	20.53	-.87	45.3	.195	.18	.25	1.16	.626
Juxtaposition	7.96	10.22	.99	45.8	.163	.25	.29	1.34	.343
Direction lignes	2.13	2.29	.31	46.9	.380	.02	-.28	1.57	.140

Pour l'ensemble des variables pour lesquelles on notait un effet du type de chorion, on ne retient pas ici de différence significative : ces variables ne distinguent pas monozygotes dichorioniques et dizygotes.

2.2.2.3. Comparaison des monozygotes et des dizygotes, en l'absence d'un effet du type de chorion

Pour les paramètres qui n'étaient pas influencés par le type de chorion, nous avons comparé l'ensemble des monozygotes, soit 54 paires, aux dizygotes.

Tableau 15. Comparaison des monozygotes (MZ) et des dizygotes (DZ)

Paramètre	Moyenne des différences intra-paires		Comparaison des moyennes des différences intra-paires			Coefficient de corrélation intra-classe		Comparaison des variances totales	
	MZ	DZ	t	DF	p	MZ	DZ	Fvt	p
Vitesse	16.41	11.81	-1.41	43.0	.083	.14	.22	1.02	.964
Linéarité	.99	1.23	.83	31.2	.207	.20	.04	2.06	.003
Surface									
Direction signature	10.69	12.52	.61	39.8	.273	.09	-.26	1.29	.365
Pression moy. sign.	15.25	14.21	-.39	45.3	.350	.19	-.02	1.57	.099
Pression moyenne	14.45	11.37	-1.32	52.9	.096	-.04	-.35	1.97	.016
Longueur trait	23.70	22..00	-.32	41.7	.377	.188	.22	1.14	.590
Importance blancs	2.12	1.91	-.55	45.3	.292	.12	.10	1.12	.686
Dim. fract. 1	0.026	0.019	-1.69	52.9	.049	.05	.19	1.42	.208
$\Delta[\text{Dim1-Dim2}]$	0.015	0.017	.53	34.4	.299	.30	.24	1.45	.146

On retient une différence significative à p.05 qui concerne la dimension fractale, en vision à faible distance ; elle va dans le sens d'une plus grande différence intra-paire chez les monozygotes comparés aux dizygotes.

On note également une plus grande dissemblance des monozygotes pour la vitesse à p.08 et la pression moyenne à p.10 ; cependant en ce qui concerne la pression moyenne, on ne peut retenir l'égalité des variances totales.

Compte tenu des résultats de la comparaison entre monozygotes monochorioniques et dichorioniques, qui montraient une plus grande ressemblance des monochorioniques concernant la vitesse à p.09, la comparaison des monozygotes aux dizygotes, pour cette variable, prenant en compte les monochorioniques, va dans le sens d'une diminution moyenne de la différence intra-paire des monozygotes. C'est une raison supplémentaire pour retenir le résultat montrant la plus grande ressemblance des dizygotes.

En résumé, en ce qui concerne les paramètres de l'écriture, on retient un effet du type de chorion, responsable d'une plus grande ressemblance des monochorioniques pour :

- La rapidité
- L'importance des marges
- La direction des lignes
- La vitesse

Agissant à l'opposé pour :

- La juxtaposition

Avec les réserves mentionnées, concernant la validité des tests (p. 137).

La comparaison des monozygotes et des dizygotes, en tenant compte de ces résultats ne montre que très peu de différences significatives.

Concernant la vitesse et la dimension fractale, elles montrent plutôt une plus grande ressemblance des dizygotes. Cela semble également être le cas de la pression moyenne, mais nous avons vu que les variances totales différaient pour cette variable.

Concernant la juxtaposition, il apparaît plus de ressemblance au sein des monozygotes, mais la probabilité d'erreur est importante (p.16).

Pour les autres variables les résultats sont encore moins probants et il nous est apparu utile de reconsidérer les comparaisons des différents groupes de jumeaux en regard des facteurs issus de l'analyse factorielle des résultats.

2.2.3. Comparaisons relatives aux facteurs issus de l'ACP

L'analyse factorielle en composantes principales, opérée après régression des scores pour les variables comportant un effet du niveau scolaire ou du sexe, a permis de dégager 5 facteurs principaux, dont la valeur propre est supérieure à 1, pour expliquer 81% de la variance totale.

Les facteurs ont une assez bonne cohérence du point de vue de l'interprétation.

Si on considère les variables qui ont les plus fortes corrélations avec chaque facteur, on retient pour le premier facteur :

- La longueur du fil graphique (corrélation : 0.81)
- La vitesse (0.76)
- L'indice de linéarité surface (0.72)

qui tirent le facteur à droite, tandis qu'à l'opposé on trouve :

- L'importance des marges (-0.88)
- Dim1 (-0.59)

Comme dans l'étude précédente, on peut retenir pour cet axe un facteur d'extension ou de prise de possession de l'espace ; ce facteur, chez l'enfant explique 30% de la variance.

En ce qui concerne le second facteur, qui explique 19% de la variance, il est tiré d'un côté par :

- La pression moyenne (corrélation avec le facteur : 0.73)
- La pression de la signature (0.64)

et de l'autre par :

- L'importance des blancs dans le texte (-0.59)

· La différence entre Dim1 et Dim2 (-0.72)

Comme chez l'adulte, nous avons retenu pour cet axe un facteur d'implication et/ou d'application du scripteur, où la pression joue un rôle important.

Le troisième facteur est tiré à droite par la rapidité (0.64), à gauche par la pression et la juxtaposition.

Le quatrième corrèle avec la direction des lignes (0.73) et de la signature (0.48), négativement avec la rapidité (-0.43).

Le cinquième enfin avec la juxtaposition (0.57) mais aussi la rapidité (0.54), la direction de la signature (0.47) et négativement avec Dim1 (-0.37).

Ces facteurs n'offrent pas de fortes corrélations avec les autres variables ce qui gêne leur interprétation. L'ensemble des poids factoriels est donné dans l'annexe M

2.2.3.1. Comparaison des monozygotes monochorioniques et des monozygotes dichorioniques en regard des facteurs

Tableau 16. Comparaison des monozygotes monochorioniques (MC) et dichorioniques (DC) relative aux facteurs de l'écriture

Facteur	Moyenne des différences intra-paires		Comparaison des moyennes des différences intra-paires			Coefficient de corrélation intra-classe		Comparaison des variances totales	
	MC	DC	t	DF	p	MC	DC	Fvt	p
Facteur 1	.73	.88	0.70	41.0	.245	.21	.24	1.32	.404
Facteur 2	1.07	1.11	0.15	41.0	.440	.22	.22	1.41	.300
Facteur 3	1.00	.89	-0.45	33.5	.328	.32	.12	2.59	.004
Facteur 4	.68	1.11	1.87	37.8	.035	.52	-.01	1.17	.670
Facteur 5	.77	1.41	2.64	34.9	.006	.40	.00	2.03	.041

On note une plus grande ressemblance des monochorioniques pour les facteurs 4 et 5.

Cependant en ce qui concerne le facteur 5 les variances totales diffèrent significativement et on ne devrait pas retenir ce résultat, malgré la normalité des distributions et l'égalité des moyennes des groupes qui nous incite à le faire.

2.2.3.2. Comparaison des monozygotes dichorioniques et des dizygotes, relative aux facteurs de l'écriture, en présence d'un effet du type de chorion

Tableau 17. Comparaison des monozygotes dichorioniques (DC) et des dizygotes relative aux facteurs.

Facteur	Moyenne des différences intra-paires		Comparaison des moyennes des différences intra-paires			Coefficient de corrélation intra-classe		Comparaison des variances totales	
	MZ DC	DZ	t	DF	p	MZ DC	DZ	Fvt	p
Facteur 4	1.11	1.13	0.10	43.9	.462	-.01	-.23	1.10	.759
Facteur 5	1.41	1.07	-1.25	42.1	.110	.00	.1	1.39	.284

On note une plus grande dissemblance des monozygotes pour le facteur 5, avec un risque d'erreur à p.11 et aucune différence entre monozygotes dichorioniques et dizygotes pour le facteur 4.

2.2.3.3. Comparaison des monozygotes et des dizygotes, en l'absence d'un effet du type de chorion

Tableau 18. Comparaison des monozygotes (MZ) et des dizygotes (DZ) relative aux facteurs.

Facteur	Moyenne des différences intra-paires		Comparaison des moyennes des différences intra-paires			Coefficient de corrélation intra-classe		Comparaison des variances totales	
	MZ	DZ	t	DF	p	MZ	DZ	Fvt	p
Facteur 1	.81	.88	.37	38.8	.358	.17	.26	1.31	.285
Facteur 2	1.13	.96	-.89	46.7	.189	.21	-.05	1.71	.050
Facteur 3	1.03	.84	-1.10	55.5	.138	.13	.33	1.42	.218

Le tableau 18 ne fait apparaître aucune différence significative entre monozygotes et dizygotes.

En résumé, on retient un effet chorion sur deux facteurs qui à eux deux sont responsables de 18,5 % de la variance. Cet effet joue dans le sens d'une plus grande ressemblance des monochorioniques comparés aux dichorioniques.

Le facteur 5 est d'interprétation difficile ; il fait intervenir la juxtaposition, la rapidité mais aussi la direction de la signature et l'allure de l'écriture, avec la dimension fractale.

Le facteur 4 concerne la direction du graphisme ; comme le facteur 1, il fait intervenir la spatialité .

On constate que pour le facteur 1 également les monochorioniques ont tendance à se ressembler plus que les dichorioniques (moyenne des différences intra-paires plus petite).

En ce qui concerne la comparaison des monozygotes et des dizygotes, on ne retient pas de différence significative, sinon peut-être une plus grande dissemblance des monozygotes dichorioniques, par rapport aux dizygotes, pour le facteur 5.

3. Interprétation des résultats de l'étude chez l'enfant

et discussion

3.1. Effet du sexe et de la scolarisation

Tout comme l'étude préliminaire, l'étude sur l'ensemble de la population montre un effet de la scolarisation sur :

- la longueur du fil graphique
- la juxtaposition
- la rapidité et la vitesse

Entre le CE2 et la Sixième, la juxtaposition, la rapidité et la vitesse augmentent tandis que la longueur du fil diminue.

Elle montre également un effet du sexe :

L'écriture des filles est plus juxtaposée et plus rapide que celle des garçons.

En ce qui concerne la juxtaposition, la figure 13, dans l'étude préliminaire, montrait un effet différent du sexe en fonction du niveau scolaire ; l'effet du sexe ne semble apparaître qu'à partir d'un certain niveau d'apprentissage. Cependant le F de l'interaction n'est significatif qu'à p.06, ce qui ne permet pas d'affirmer ce résultat.

On peut penser que les filles se détachent plus rapidement du modèle scolaire, plus "lié", et que cela va de pair avec l'acquisition d'une certaine aisance : les écritures de la main non dominante demeurent en effet plus liées.

3.2. Interprétation des comparaisons des différents groupes de jumeaux

L'étude chez l'enfant montre très peu de différences significatives entre monozygotes et dizygotes de la main dominante, que l'on considère les variances intra-paires des deux groupes ou les moyennes des différences intra-paires.

L'étude préliminaire distinguait garçons et filles, dans les comparaisons entre monozygotes et dizygotes, et montrait que, si les filles monozygotes se ressemblaient plus que des enfants du même âge pris au hasard, ce n'était pas le cas des filles dizygotes pour lesquelles on ne retenait aucune différence intra-paire plus petite qu'inter-paire.

Cette distinction n'était pas aussi nette chez les garçons pour lesquels les dizygotes se ressemblaient également de manière significative, pour plusieurs paramètres.

Avec la main non dominante, on retrouvait des résultats assez analogues, mais des corrélations intra-classes plus souvent significatives chez les filles monozygotes.

Concernant l'étude de la latéralité et des corrélations intra-classes pour les différences de performances main dominante main non dominante, lors de l'étude

préliminaire on retenait que des ressemblances intra-paires plus grandes qu'inter-paires se retrouvaient plus fréquemment chez les monozygotes, qui seuls présentaient des corrélations intra-classes significatives, avec une plus grande ressemblance chez les filles que chez les garçons.

En regard des facteurs, on retenait la ressemblance significative des garçons monozygotes, aussi bien de la main dominante que de la main non dominante, en regard du facteur 1 d'extension dans l'espace, avec des corrélations intra-classes également significatives.

L'étude effectuée sur l'ensemble de la population, distinguant monochorioniques et dichorioniques, considérait filles et garçons ensemble. Elle montrait un effet du type de chorion allant dans le sens d'une plus grande ressemblance des monochorioniques, comparés aux dichorioniques, pour :

- la rapidité
- l'importance des marges
- la direction des lignes
- la vitesse

dans le sens d'une plus grande ressemblance des dichorioniques pour la juxtaposition.

On notait très peu de différence entre monozygotes (ou monozygotes dichorioniques) et dizygotes et plutôt dans le sens d'une plus grande ressemblance des dizygotes, notamment pour la dimension fractale à faible distance, à $p .05$, et la vitesse, à $p.08$.

Compte tenu des résultats observés, on peut penser que dans l'étude préliminaire, où les monozygotes sont mêlés, la ressemblance des monozygotes est surestimée, pour les paramètres où l'effet chorion intervient avec une plus grande ressemblance des monochorioniques que des dichorioniques.

Il faut cependant noter que cela ne concerne qu'un petit nombre de paramètres : rapidité, marges, direction des lignes et vitesse.

Dans l'étude sur l'ensemble de la population, sans distinction de sexe, on ne note pas de différence significative, concernant les facteurs, entre monozygotes et dizygotes, notamment pour le premier facteur, qui concerne l'appropriation de l'espace (dimension, disposition dans la page, vitesse) et le facteur 4 qui concerne la direction du graphisme. Pour ces deux facteurs, les résultats des deux groupes, sont très voisins.

Pour les autres facteurs ils montrent plutôt une plus grande ressemblance des dizygotes, notamment pour le facteur 5, à $p.11$.

La ressemblance significative des garçons monozygotes en regard du facteur 1, apparue lors de l'étude préliminaire, nous paraît intéressante à retenir, notamment du fait que le type de chorion n'influence pas significativement ce facteur.

En ce qui concerne la comparaison des monochorioniques et des dichorioniques, on retient un effet du type de chorion pour deux facteurs, les facteurs 4 et 5, s'exerçant dans le sens d'une plus grande ressemblance des monochorioniques par rapport aux dichorioniques.

On ne retient pas d'effet chorion ni de différence significative entre monozygotes et dizygotes, pour le facteur 2 que l'on a dit en rapport avec l'attention ou l'implication du scripteur.

3.3. Discussion des résultats.

Concernant l'étude de la latéralité et des différences de performances main dominante-main non dominante, les résultats de l'étude préliminaire ne vont pas véritablement dans le sens des études antérieures qui ne montraient pas de différence significative entre monozygotes et dizygotes, aussi bien sur la latéralité que le niveau de performance pour des tâches comme le tapping ou le pointillage. Toutefois, pour le test de pointillage qui se rapproche un peu de l'écriture, Carlier et al., 1996, [31] notaient des corrélations intra-classes beaucoup plus importantes chez les monozygotes, alors qu'elles étaient très faibles chez les dizygotes, ce que confirme notre étude.

Cependant nous ne nous sommes pas donné les moyens, dans l'étude finale, d'explorer cette piste ni de rechercher un éventuel effet chorion. En effet, l'analyse de l'écriture de la main non dominante s'est révélée particulièrement laborieuse chez l'enfant ; elle nécessite beaucoup de temps et ne permet pas toujours d'effectuer une mesure satisfaisante des paramètres, du fait de ratures nombreuses et de l'enchevêtrement des lettres ; nous avons dû la différer à une étude ultérieure dont elle sera l'objet.

L'étude de l'effet chorion ne porte donc que sur la comparaison des paramètres de l'écriture. Il apparaît à l'issue de cette étude que l'écriture des enfants est très semblable, ce qui rend difficile la mise en évidence de différences significatives entre les groupes ; d'autant plus que les effectifs sont réduits, notamment en ce qui concerne les dizygotes.

Les résultats de l'étude préliminaire avaient montré que c'était surtout les écritures des garçons qui présentaient beaucoup de caractères communs, quel que soit le groupe.

Les résultats obtenus, lors de l'étude préliminaire, s'ils ne montraient pas de différence significative entre monozygotes et dizygotes, étaient cependant plutôt favorables à une plus grande ressemblance des monozygotes, se manifestant chez les filles.

Ceci peut être la conséquence, comme on l'a vu, de l'influence du sexe, les écritures des filles étant plus différenciées que celles des garçons ; cependant, la ressemblance intra-paires des monozygotes peut être surestimée du fait de l'effet chorion s'exerçant sur certains paramètres.

En effet, l'étude de l'ensemble de la population, qui fait apparaître parfois une plus grande dissemblance des monozygotes, mais avec toujours aussi peu de résultats significatifs, présente surtout l'intérêt de mettre en évidence un effet significatif du type de chorion sur 5 paramètres et sur deux des facteurs de l'écriture.

Dans tous les cas, sauf un qui concerne la juxtaposition, l'effet chorion joue dans le sens d'une plus grande ressemblance des monochorioniques par rapport aux dichorioniques. Il concerne, outre la juxtaposition, l'importance des marges, la vitesse, la

rapidité, et la direction des lignes.

Il convient de rappeler, à propos de la juxtaposition, qu'on ne pouvait retenir l'égalité des variances totales pour ce paramètre, ce qui doit nous rendre très prudente en regard de ce résultat.

Au niveau des facteurs, on retiendra la ressemblance significative des monochorioniques pour les deux derniers facteurs retenus par l'analyse factorielle, avec la même réserve pour le facteur 5 que pour la juxtaposition. Ces facteurs expliquent, à eux deux, 18.5 % de la variance totale.

On constate ici un effet chorion sur l'écriture qui va dans le même sens que celui retrouvé par plusieurs études sur l'efficacité intellectuelle (Melnick et al., 1978 ; [101]), ou le développement cognitif (Spitz et al., 1996 [145] ; Beekmans et al., 1993 [9] ; Rose et al., 1981 [129]). Cependant E. Spitz ne retenait pas d'effet chorion concernant l'attention dans le test de Cornblatt et nous ne retenons pas davantage d'effet chorion pour le facteur 2 ni pour les paramètres de pression ou la différence entre Dim1 et Dim2, également en rapport avec l'attention.

L'effet de l'environnement intra-utérin, à travers le type de chorion, paraît donc jouer un rôle important sur certaines des fonctions qui interviennent dans l'élaboration de l'écriture, favorisant alors la ressemblance des monochorioniques. Cependant, il ne semble pas intervenir sur les paramètres en rapport avec l'attention.

Les différences significatives entre monochorioniques et dichorioniques n'affectent toutefois qu'un petit nombre de paramètres et pas les facteurs principaux issus de l'analyse factorielle.

Il nous apparaissait donc utile, à la suite de cette étude, d'envisager celle de l'écriture d'adultes, même si on ne pouvait espérer un diagnostic de chorion dans ce cas.

Les résultats concernant les filles pouvaient faire penser à une plus grande ressemblance des monozygotes pour certains paramètres quand on s'éloigne du modèle scolaire, ce qui devrait alors être confirmé par l'étude d'écritures d'adultes, plus différenciées.

Bien sûr, on ne peut ignorer l'existence d'un effet chorion, susceptible de majorer la ressemblance des monozygotes, pour les paramètres qu'il concerne, du fait que les monozygotes monochorioniques sont plus nombreux que les dichorioniques dans une population constituée au hasard. Nous devons en tenir compte.

Nous n'attendons pas des ressemblances chez les monozygotes pour tous les paramètres de l'écriture. En effet, l'étude de l'écriture chez l'enfant révèle des paramètres pour lesquels il semble plutôt y avoir une plus grande ressemblance des dizygotes, notamment Dim1 mais aussi la vitesse et peut-être la pression moyenne, malgré le problème de l'inégalité des variances totales. Si l'étude chez l'adulte confirmait ces résultats, il nous faudrait rechercher d'autres causes possibles à la plus grande ressemblance des dizygotes ou la plus grande dissemblance des monozygotes pour ces paramètres.

C'est davantage pour les indices de forme, linéarité-surface, et de liaison ou de juxtaposition de l'écriture, que l'observation des résultats chez l'enfant, avec une

ressemblance plutôt plus grande des monozygotes que des dizygotes pour ces paramètres, nous permet d'envisager la possibilité, chez l'adulte, de différences significatives, allant dans le sens d'une plus grande ressemblance des monozygotes.

La ressemblance des monozygotes pour le facteur de spatialité et pour la direction du graphisme, peut également faire attendre des résultats allant dans le sens d'une ressemblance significative des monozygotes pour certains paramètres en rapport avec ces facteurs.

Troisième partie. Etude chez l'adulte

L'étude chez l'adulte est apparue indispensable du fait de la très grande ressemblance des écritures d'enfants, en fait proches du modèle scolaire.

Outre la plus ou moins grande ressemblance des monozygotes par rapport aux dizygotes, liée à l'éventualité d'un facteur génétique, elle devait nous permettre de tester l'effet d'autres facteurs, pouvant intervenir sur certains aspects de l'écriture, et de mieux comprendre la variance des résultats intra-paires, aussi bien chez les monozygotes que chez les dizygotes.

L'étude chez l'adulte a posé le problème de l'élaboration d'un questionnaire, servant à la fois à établir le diagnostic de zygosité et à recueillir un certain nombre d'informations susceptibles d'expliquer les résultats et notamment les dissemblances observées chez les monozygotes. Il nous importait de vérifier l'importance de facteurs comme la souffrance fœtale ou néo-natale (Bakan, 1977) [6] aussi bien que des facteurs psychologiques tels que la manière dont les jumeaux avaient vécu la gémellité (maintien du lien ou distanciation) et leur croyance relative à leur situation, en tant que jumeaux monozygotes ou dizygotes (Scarr et Carter-Saltzman, 1979) [137].

Nous souhaitions également mettre en lien le comportement en général et l'écriture, pensant qu'il pouvait y avoir une relation entre la ressemblance comportementale et celle dans l'écriture.

Le questionnaire devait également recueillir d'autres informations, relatives à l'enfance, à la scolarité et nous le détaillerons ultérieurement.

La constitution de l'échantillon pour cette étude s'est trouvée compliquée par la difficulté à contacter des jumeaux adultes dizygotes, nettement moins bien représentés que les monozygotes dans les associations de jumeaux que nous avons contactées. Leur recherche a pris beaucoup de temps, de même que la constitution d'un échantillon de germains avec peu de différence d'âge.

En fait, notre échantillon s'est constitué d'abord autour des monozygotes.

1. Méthodologie

1.1. Population

1.1.1. Constitution de la population

Les contacts avec les jumeaux ont eu lieu par l'intermédiaire de diverses associations, notamment l'ADEPM du Rhone ¹², le Club des Jumeaux Européens ¹³ et l'ANEPNM ¹⁴ à Paris.

Nous avons rencontré les jumeaux lors de manifestations organisées par ces associations et aussi lors du rassemblement annuel de jumeaux à Pleucadeuc, en Bretagne, où Michèle Carlier nous a apporté son aide pour recueillir les données.

Nous nous sommes rendu compte que, dans ces conditions, la plupart des jumeaux rencontrés étaient des monozygotes.

Nous avons ainsi, dans un premier temps, pu réunir les tests d'écriture de 72 jumeaux, soit 36 paires, en majorité monozygotes, en première appréciation ; puis nous avons complété sur plusieurs mois le recueil des tests, jusqu'à ce que nous soyons assurée d'un nombre suffisant de dizygotes.

Après avoir établi le diagnostic de zygosité, nous avons étudié les caractéristiques de notre population : âge, sexe, niveau d'étude, pour nous assurer qu'il n'y avait pas de différence significative entre monozygotes et dizygotes pour ces variables.

Puis nous avons constitué un échantillon de germains ayant les mêmes caractéristiques démographiques. Nous avons retenu des frères ou des sœurs dont la différence d'âge, rapportée à l'âge moyen du couple, restait inférieure à 10%.

Nous avons comparé l'âge moyen des trois groupes par analyse de la variance et test H de Kruskal et Wallis (à préférer en principe du fait de l'inégalité des variances). Les

¹² ADEPM du Rhône 29 rue Jean René Lacoste, 69780 Mions

¹³ Club des Jumeaux Européens 37 rue Buffon, 75005 Paris

¹⁴ ANEPNM 104 avenue de Versailles, 75016 Paris

résultats figurent dans le tableau 19. Ils montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre les groupes.

Tableau 19. Résultats de l'analyse de la variance et du test de Kruskal et Wallis pour le facteur âge

AGE.(en années)	Monozygotes n= 52	Dizygotes n= 42	Germaines n= 40	F	p	H	p
Moyenne±éc-type (extrêmes)	32.19 ± 11.2 (18 à 59)	32.52 ± 10.52 (18 à 52)	34.37±16.26 (18 à 69)	0.37	.69	0.24	.97

Nous avons également comparé la distribution du sexe et du niveau scolaire dans les groupes.

Tableau 20. Répartition du sexe et du niveau scolaire :

Variables	Monozygotes n=52	Dizygotes n= 42	Germaines n= 40	chi ²	p
SEXE : Hommes Femmes	22 30	12 30	16 24	2.05	0.36
NIVEAU1 2 3 4 5	4 7 11 18 12	7 13 4 10 8	1 5 3 14 10	14.03	0.08

- Niveau 1 : aucun diplôme ou certificat d'études primaires
- Niveau 2 : BEPC, CAP
- Niveau 3 : BEP, BP, BEC, BEI
- Niveau 4 : baccalauréat général, technique, diplôme professionnel
- Niveau 5 : diplôme universitaire

Le résultat du test d'indépendance du χ^2 montre que la distribution de la variable sexe ne diffère pas significativement d'un groupe à l'autre. De même, on ne retient pas de différence significative concernant le niveau scolaire.

Notre échantillon est essentiellement constitué de sujets français à l'exception de six jumeaux suisses ayant également participé à l'étude, parlant et écrivant parfaitement le français.

Nous avons obtenu le consentement éclairé de chacun des sujets ayant accepté de participer à l'étude, consentement présenté dans l'annexe N.

L'étude comporte 21 gauchers : 9 monozygotes, 5 dizygotes, 6 germaines, 1 jumeau parmi les diagnostics initialement " incertains "

1.1.2. Diagnostic de zygosité

1.1.2.1. Etablissement du questionnaire

Le questionnaire que nous avons utilisé pour diagnostiquer la zygosité est très proche de celui élaboré en français par M.Lévy dans le cadre d'un travail sur les maladies rénales,

réalisé à l'Unité 155 de l'Inserm à Paris (Annexe C), et qu'elle a bien voulu nous remettre. Ce questionnaire a été validé sur une étude de l'ADN avec la technique de Fowler (Fowler et al., 1988) [69]. Lui-même s'appuie, pour l'essentiel, sur le questionnaire de Lykken (Lykken et al., 1990) [97] en langue anglaise qui comporte cinq questions, voisines de celles utilisées dans les questionnaires validés par d'autres auteurs : Cohen et al., 1975, [34] ; Sarna et al., 1978, [134] ; Cederlof et al., 1961, [32] ; Magnus et al., 1983, [98].

Ces questions concernent la couleur des yeux et des cheveux et la ressemblance dans l'enfance, avec trois questions :

- Dans l'enfance, vous ressembliez-vous comme “ deux gouttes d'eau ” (traduction pour like “ two peas ”, comme deux petits pois) ou pas plus que des frères ou des sœurs ordinaires.
- A l'âge scolaire, vous ressembliez-vous au point qu'on ait des difficultés à vous distinguer l'un de l'autre (jamais, quelquefois, même la famille).
- Avez-vous jamais dupé vos amis ou votre famille en prétendant être votre jumeau.

Dans le questionnaire que nous avons élaboré, nous avons rajouté la première et la troisième de ces questions, qui ne figuraient pas dans le questionnaire de M. Lévy. On y retrouvait, par contre, la deuxième question, sous la forme d'un tableau qui distingue les différents membres de la famille, les professeurs, les amis et les étrangers.

Le questionnaire de Sarna insiste tout particulièrement sur l'importance de la question relative à la ressemblance dans l'enfance, telle “ two peas ” ; il établit son diagnostic sur un algorithme utilisant les réponses à cette question et à une question relative à la confusion par les tiers, assez identique à celle du questionnaire de Lykken, même si elle ne distingue pas la famille dans les réponses.

La question concernant la ressemblance “ comme deux gouttes d'eau ” apparaît également comme un des points forts du questionnaire de Magnus, qui comporte 20 questions. Elle permet, à elle seule, dans l'étude de Magnus portant sur 207 paires de jumeaux, de classer correctement 93.7% des paires ¹⁵. Magnus retient au total 5 questions qui permettent de classer 97.6% des paires ; elles concernent :

- La ressemblance comme deux gouttes d'eau,
- La confusion par des étrangers,
- La ressemblance des yeux,
- La ressemblance quant à la dextérité,
- L'opinion propre des jumeaux.

Dans son étude, E. Spitz, 1994, [143] insistait sur l'importance de la ressemblance portant sur la texture des cheveux ; nous avons également inclus ce point dans notre

¹⁵ Il est intéressant de remarquer que, chez l'enfant, cette question ne permet pas une aussi bonne discrimination des jumeaux (Spitz, 1994). En effet, la question s'adressant aux parents, il n'est pas rare qu'ils n'admettent pas une ressemblance quasi parfaite entre leurs jumeaux et qu'ils aient tendance à accentuer les différences.

questionnaire.

De plus, nous avons souhaité distinguer la ressemblance actuelle et la ressemblance dans l'enfance, même si la plupart des questionnaires, pour diagnostiquer la zygosité, se réfère plutôt à cette dernière.

Notre questionnaire (reproduit page 160 et suivantes), qui s'adresse à chacun des jumeaux séparément, comporte, de ce fait, quatre parties :

- La première partie comporte des **informations générales** qui concernent l'état civil (âge, sexe, nationalité, profession, situation de famille), la préférence manuelle, les hobbies, et des informations qui ciblent d'avantage la relation avec le jumeau et avec l'entourage et la ressemblance en dehors des traits physiques (Q13 à Q21), l'enfance et la scolarité (Q22 à Q26). Il nous importait notamment de savoir si les jumeaux avaient été élevés ensemble, scolarisés ensemble, et également s'ils avaient éprouvé un besoin de distanciation (Q20 et 21) ou s'ils se considéraient comme une entité à part des autres (Q19 mais aussi 16,17,18).
- La seconde partie concerne **les antécédents**. Nous souhaitons, en particulier, repérer une éventuelle souffrance à la naissance et tout facteur événementiel, maladie, traumatisme, susceptible d'avoir modifié la ressemblance physique ou l'habileté manuelle des jumeaux. Nous avons également demandé, si, à la naissance, un diagnostic avait été porté, concernant la zygosité, et sur quoi il reposait. Nous avons vu cependant que, compte tenu de la confusion autour des notions de placenta et de poche, cette donnée, très souvent, n'aide pas au diagnostic, les grossesses dichorioniques étant souvent assimilées à des grossesses dizygotiques.
- La troisième partie concerne **la ressemblance actuelle** des jumeaux. Chaque jumeau doit d'abord se décrire (questions 43 à 49, regroupées sous l'intitulé : Traits physiques) puis préciser la ressemblance avec son jumeau : les questions 50 à 55 sont un état actuel de la ressemblance.
- La dernière partie concerne **la ressemblance dans l'enfance**, questions 56 à 62, qui reprennent les questions des auteurs cités plus haut. Il s'y ajoute une question, la question 58, concernant les marques extérieures distinctives, extraite du questionnaire de Bonnelykke pour les enfants (Bonnelykke et al., 1989) [19], et qui nous paraissait intéressante en complément des précédentes.

Les questions 50 à 62 sont regroupées sous l'intitulé : Distinction des jumeaux l'un de l'autre.

Pour ces questions, nous avons coté les réponses 0 quand elles n'apportaient pas d'information (en cas de différence légère ou de doute), -1 en cas de différence majeure ou si la réponse suppose que les jumeaux ne se ressemblent pas du tout, +1 s'il n'y a pas de différence ou que la réponse suppose chez les jumeaux une ressemblance importante.

Pour chaque questionnaire, nous obtenons une note, que nous appelons aussi coefficient, en divisant le score obtenu par le score maximal possible en fonction du nombre de réponses.

Nous avons noté séparément les réponses aux questions 50 à 55 et 56 à 62,

obtenant ainsi un coefficient pour la ressemblance actuelle et un coefficient pour la ressemblance dans l'enfance, puis nous avons établi un score et une note globale.

Nous avons également calculé la note moyenne pour chaque paire de jumeaux et chaque coefficient.

Nous avons procédé de la même façon pour la ressemblance dans les choix et les comportements, côtant -1 les dissemblances importantes, 0 les ressemblances faibles et +1 les ressemblances importantes.

Ce coefficient tient compte des réponses à la question 16, avec 6 items (goûts, activités, loisirs, choix, opinions, réactions) et aux questions 8, 12 et 22 qui nécessitent de confronter les réponses des deux jumeaux concernant leurs situations familiales, professionnelles et leurs diplômes de fin d'études.

Nous n'obtenons donc pas de coefficient individuel mais seulement un coefficient moyen pour chaque paire de jumeaux.

Nous avons ajouté trois questions, questions 27, 28, 29, relatives à la croyance personnelle des jumeaux :

- La question 27 concerne la définition des expressions " vrais " et " faux " jumeaux.

Il est ensuite demandé aux jumeaux s'ils pensent être de " vrais " ou de " faux " jumeaux, question 28, cotée -1 (faux jumeaux), 0 (je ne sais pas) ou +1 (vrais jumeaux), et sur quoi repose leur avis, question 29.

À REMPLIR À PARTIR DES RÉPONSES DONNÉES À LA QUESTIONNAIRE EN RAPPORT QUESTIONNAIRE ET COMPLÉTER LA STRUCTURE ET PRÉPARER TOUT CASQUE POSSIBLE.

CETTE PAGE EST INSÉRÉE SEPARÉ DU RESTE DU QUESTIONNAIRE QUI DEVIENT ANONYME ET EN VA LA PLUS POUR L'ÉVALUATION. TOUTES LES DONNÉES SONT TRAITÉES ANONYMEMENT.

Nous vous remercions pour l'information que vous nous fournissez. Nous vous remercions également pour l'information que vous nous fournissez.

NOM :

pour les données relatives, veuillez le nom de votre fille :

Adresse :

Adresse :

pour les données relatives :

pour les données relatives, veuillez le nom de votre fille :

QUESTIONNAIRE

Ce questionnaire est à remplir individuellement à partir de la page 2. La page 1 sera complétée par le service.

PARTIE A REMPLIR PAR LE SERVICE

1- CODE

1.1 END.

2- DIAG

3- SCORE D'ANSETT

4- DATE A LAQUELLE LE QUESTIONNAIRE A ETE REMPLI

JDNJUNIAJCNF46N6KML6X

[illegible]

15- Vous avez écrit au moins 100 lettres :

- ☐ Oui
- ☐ Non

16- Vous avez écrit au moins 100 lettres pour apprendre à écrire des lettres :

- ☐ Oui
- ☐ Non

17- Vous avez écrit dans des lettres et dans des lettres dans des lettres :

- ☐ Oui
- ☐ Non

18- Vous avez écrit :

- ☐ Pour les lettres et les lettres
- ☐ Pour les lettres et les lettres et les lettres
- ☐ Pour les lettres et les lettres et les lettres et les lettres

19- Vous avez écrit :

- ☐ Pour les lettres et les lettres
- ☐ Pour les lettres et les lettres et les lettres
- ☐ Pour les lettres et les lettres et les lettres et les lettres

20- Vous avez écrit :

- ☐ Pour les lettres et les lettres
- ☐ Pour les lettres et les lettres et les lettres

21- Vous avez écrit les lettres et les lettres :

- ☐ Oui
- ☐ Non

22- Vous avez écrit les lettres et les lettres :

- ☐ Oui
- ☐ Non

23- Vous avez écrit les lettres et les lettres :

- ☐ Oui
- ☐ Non

24- Vous avez écrit :

- ☐ Oui
- ☐ Non

25- Vous avez écrit :

- ☐ Oui
- ☐ Non

26- Vous avez écrit :

- ☐ Oui
- ☐ Non

27- Vous avez écrit :

- ☐ Oui
- ☐ Non

28- Vous avez écrit les lettres et les lettres :

- ☐ Oui
- ☐ Non

29- Vous avez écrit les lettres et les lettres :

- ☐ Oui
- ☐ Non
- ☐ Oui
- ☐ Non

30- Vous avez écrit les lettres et les lettres :

- ☐ Oui
- ☐ Non

31- Vous avez écrit :

- ☐ Oui
- ☐ Non

22. Vous avez été témoin de la scène ?

- ☐ Oui
☐ Non

23. Vous avez vu le PVTC (Véhicule à Trois roues) ?

- ☐ Oui
☐ Non

24. Vous connaissez l'adresse du particulier ?

- ☐ Oui
☐ Non, sans explication

25. Si oui, où habite-t-il ?

.....

26. Vous avez tenté pour une raison ou plusieurs :

- ☐ Oui
☐ Non, sans explication

27. Si oui, laquelle ?

.....

28. Vous avez été victime d'agression, de harcèlement, de violence, ou d'une violence sexuelle d'un quelconque type ?

- ☐ Oui
☐ Non, sans explication

29. Si oui, précisez l'agression : ?

.....

30. Avez-vous connaissance de la police ?

Oui

Non

31. Avez-vous connaissance de la police ?

☐

☐

32. Avez-vous connaissance de la police ?

☐

☐

33. Si oui, comment avez-vous vu la police ?

- ☐ Très bonne
☐ Moyenne
☐ Mauvaise

34. Si oui, comment avez-vous vu la police ?

.....

7. AUTRES PARTICULIERS

35. Quelles sont les personnes ?

.....

36. Quelles est l'adresse de la personne ?

.....

37. Quelles est la relation de ces personnes ?

.....

38. Quelles est la raison de ces personnes ?

- ☐ Pour
☐ Autre

39. Si oui, quelle ?

- ☐ Raison
☐ Autre
☐ Autre

40. Quelles est la relation de ces personnes ?

.....

41. Quelles sont les personnes ?

.....

DISTINCTION DES PRATIQUES DE L'ÉCRITURE.

As well as

30. *See* *Id.* at 103 (citing *Id.* at 103).

[illegible][illegible]

U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

- ☐ Plus vite les films en français ordinaires
☐ Comme les films en français ordinaires
☐ Pas du tout

Учредитель: **ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»**

- [illegible]

24. 14. 1974. 19. 12. 1974. 2. 12. 1974. 1. 12. 1974. 1. 12. 1974.

- ☐ 3d

2016年12月15日，上海外灘，上海外灘金融發展研究中心（上海外灘金融發展研究中心）

- 0.5

Dans l'introduction

See <http://www.elsevier.com/locate/locate/locate> for more information.

| | Correct | Correctly | Correctly |
|--------------------------------|---------|-----------|-----------|
| 1-1. For some water | | | |
| 2-2. For some place | | | |
| 3-3. For some other | | | |
| 4-4. For the more of something | | | |
| 5-5. For some other | | | |
| 6-6. For the more of something | | | |

XI - Con que finalidade pretende utilizar os dados pessoais recolhidos e para quem os vai transmitir?

| | Sim | Quase sempre | Não sei | Não |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 37-1 Liberdade para dar opinião política aos alunos | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 37-2 Seria bom ter mais liberdade de expressão | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| 37-3 Seria bom ter mais liberdade de expressão | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |

2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 2680, 2681, 2682, 2683, 26

- ☐ Yes, I am a member of the following organization:
☐ Yes, I am a member of the following organization:
☐ Yes, I am a member of the following organization:

2025-11-11 10:11:11

11

60- Vous est-il arrivé de dîner vos amis ou des personnes de votre famille en vous faisant passer l'un pour l'autre ?

- ☐ Oui
☐ Non.

61- Si, par exemple, vous regardez des photos d'enfance où vous figurez avec votre jumeau, pensez-vous que vous vous ressembliez alors ?

- ☐ Plus que des frères ou des sœurs ordinaires
☐ Comme des frères ou des sœurs ordinaires
☐ Pas du tout

62- Pensez-vous que, dans l'enfance, vous et votre jumeau(jumeau) vous vous ressembliez comme "deux gouttes d'eau" ?

- ☐ Oui
☐ Non.

+++
 ++
 +

63- Si certaines questions vous ont posé un problème, veuillez nous le signaler :

.....

64- Nous pourrions avoir besoin d'une information complémentaire. Acceptez-vous éventuellement d'être recontacté ?

- ☐ Oui
☐ Non.

Nous vous demandons de bien vouloir remplir également le questionnaire de présence mutuelle d'Adren, présenté en annexe page suivante.

NOUS VOUS REMERCIONS VIVEMENT DE VOTRE COLLABORATION

Nous avons également donné aux germains un questionnaire à remplir¹⁶, aussi proche que possible de celui des jumeaux. Il figure en annexe (Annexe O).

1.1.2.2. Analyse du questionnaire

Dans un premier temps nous avons considérées questionnaires pour lesquels le diagnostic faisait aucun doute, avec des différences marquées entre les jumeaux, portant notamment sur la couleur des yeux, des cheveux, les groupes sanguins, différences allant de pair avec la certitude des sujets eux-mêmes, basée sur leur absence de ressemblance et souvent aussi l'avis de l'entourage.

Nous n'avons retenu un diagnostic pour les monozygotes que si toutes les réponses convergeaient, avec une concordance des diagnostics établis d'après les critères de

¹⁶ Ce questionnaire est calqué sur celui des jumeaux, seuls les termes peuvent différer, *frères et sœurs* remplaçant *jumeaux*, *ainé* remplaçant *né en premier* etc.

Lykken, Magnus et Lévy, ou si le diagnostic qui avait été fait à la naissance pouvait être accepté avec certitude, sur la foi du carnet de santé.

Après le premier temps de l'analyse des questionnaires, quinze paires de jumeaux restaient à classer dans l'une des catégories monozygote ou dizygote. Pour quatre d'entre elles, les informations étaient incomplètes, au moins en ce qui concernait un des jumeaux. Pour les autres, le questionnaire avait été correctement rempli, mais il subsistait un doute, quant au diagnostic, en fonction des critères retenus.

Nous avons, ensuite, procédé à une analyse discriminante, avec le logiciel Statistica, portant sur l'ensemble des sujets pour lesquels le diagnostic était connu, soit dix neuf paires de jumeaux monozygotes et dix sept paires de dizygotes, avec un certain nombre d'observations supplémentaires correspondant aux sujets dont le diagnostic restait incertain, et que nous souhaitions discriminer, et aux germains.

Nous avons entré dans l'analyse discriminante, pour chaque paire, les coefficients moyens de ressemblance actuelle (CMD) et dans l'enfance (CMB) ainsi que le coefficient de ressemblance comportementale (CMC) et la croyance personnelle (MPERS). Les moyennes de ces différentes variables, en fonction du diagnostic, quand il est connu, sont données dans le tableau ci-dessous et illustrées par la figure 15, page suivante.

Tableau 21. Moyennes des coefficients (variables dépendantes), en fonction des groupes :

| | CMB | CMC | CMD | MPERS |
|----|--------|--------|--------|-------|
| MZ | 0.695 | 0.569 | 0.526 | 0.74 |
| DZ | -0.187 | -0.045 | -0.594 | -1.00 |

Nous avons procédé à une analyse incrémentielle ascendante.

Elle comporte quatre étapes qui incluent successivement toutes les variables, pour un F d'inclusion > 1 (avec un niveau de tolérance laissé à 0.01, valeur par défaut, qui limite la redondance des variables).

Tableau 22. Synthèse de l'analyse discriminante :

| | Lambda de Wilks | Lambda partiel | F d'exclusion |
|-------|-----------------|----------------|---------------|
| CMD | 0.101 | 0.640 | 17.37 |
| CMC | 0.072 | 0.901 | 3.41 |
| CMB | 0.074 | 0.875 | 4.45 |
| MPERS | 0.070 | 0.924 | 2.56 |

Aux lambdas partiels les plus faibles correspondent les plus forts pouvoirs discriminants : il apparaît que c'est CMD, coefficient de ressemblance dans l'enfance, qui contribue le plus à la discrimination du modèle. Vient ensuite CMB, ressemblance actuelle, puis CMC, ressemblance comportementale, enfin MPERS, croyance personnelle, qui a la contribution la plus faible. Les coefficients de ressemblance physique sont donc les variables majeures pour distinguer monozygotes et dizygotes.

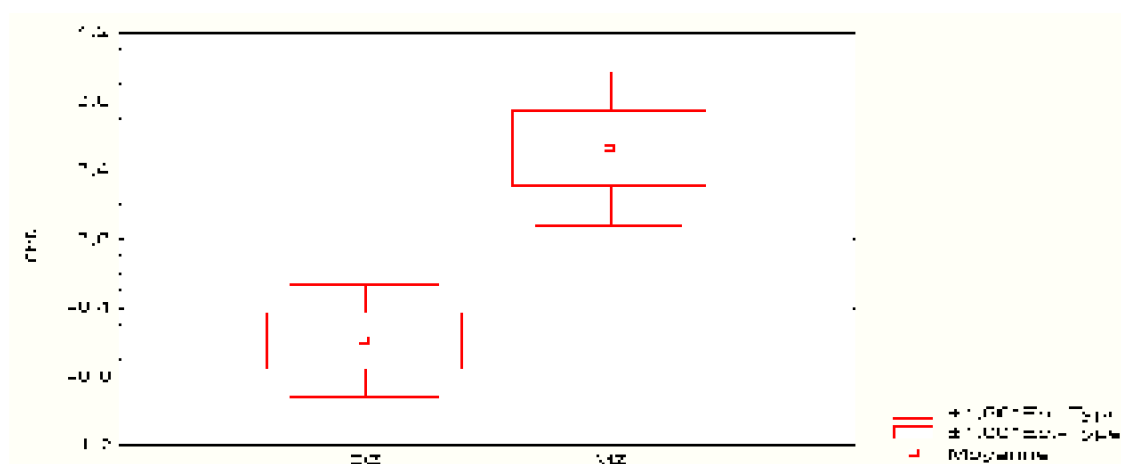
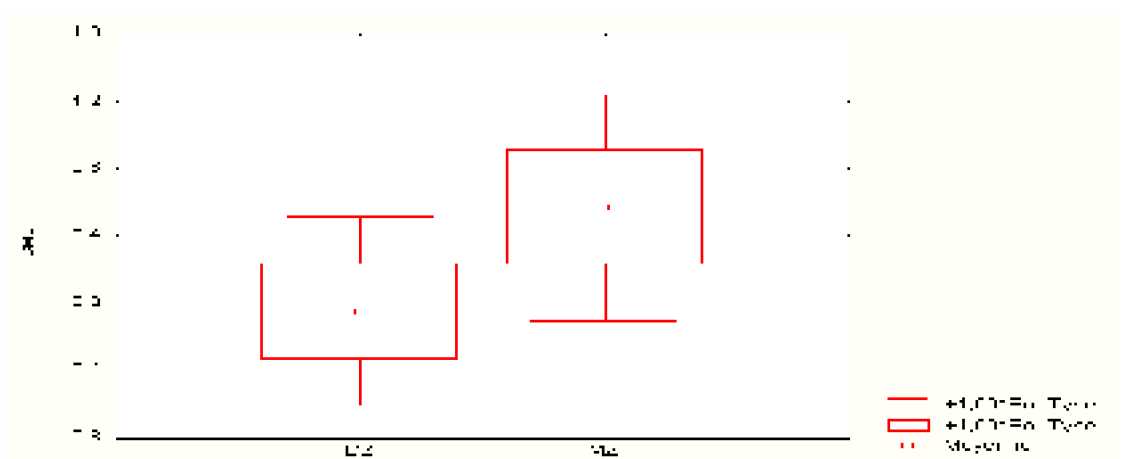
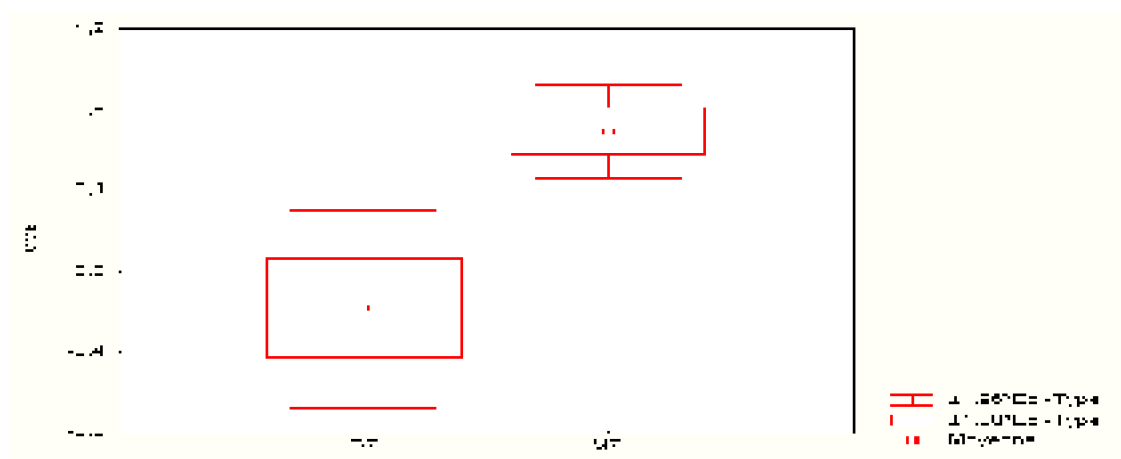


Figure 15.: Position des monozygotes et des dizygotes, en fonction des valeurs moyennes des coefficients de ressemblance.



Les coefficients de la fonction discriminante entre monozygotes et dizygotes, pour chacune des variables entrée dans l'analyse, sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau 23. Coefficients de la fonction discriminante

| | CMD | CMC | CMB | MPERS | CONSTANTE |
|---------------------------|------|------|------|-------|-----------|
| Coefficients bruts | 3.37 | 1.12 | 2.02 | 0.66 | -0.81 |
| Coefficients standardisés | 0.68 | 0.35 | 0.39 | 0.30 | |

Cette fonction rend compte de tout le pouvoir discriminant du modèle. Elle est plus lourdement pondérée par CMD et CMB, c'est à dire les coefficients de ressemblance physique.

Les coefficients des fonctions de classifications figurent dans le tableau ci-dessous :

Tableau 24. Fonctions de classification

| Variables de classement | CMD | CMC | CMB | MPERS | CSTE |
|-------------------------|--------|-------|-------|-------|--------|
| MZ | 10.72 | 7.32 | 15.53 | 0.92 | -11.28 |
| DZ | -14.22 | -0.96 | 0.59 | -3.96 | -6.92 |

Elles permettent, pour chaque observation, d'établir un score d'appartenance à chacun des groupes et de classer l'observation dans le groupe qui correspond au score le plus élevé.

L'analyse discriminante reclasse tous les monozygotes et tous les dizygotes connus dans leur catégorie respective. Le taux de classification est donc correct à 100%.

La discrimination des jumeaux, pour lesquels le diagnostic est inconnu, est possible pour vingt deux d'entre eux, qui se répartissent en quatre paires de dizygotes , et sept paires de monozygotes.

La classification obtenue, pour toutes les paires, et le carré des distances entre chaque paire et le centroïde de groupe ou centre de gravité défini par les moyennes respectives des groupes pour chaque variable (distance de Mahalanobis) sont donnés dans l'annexe P.

La figure 16 illustre ce résultat ; nous avons choisi, pour chaque paire, de représenter le carré de la distance aux centroïdes des deux groupes, monozygotes et dizygotes.

Nous voyons que, dans la plupart des cas, la distance à l'un des centres de gravité des groupes est grande, alors qu'elle est extrêmement petite en regard du centre de gravité de l'autre groupe.

C'est pour la paire 37 que les deux distances sont les plus proches, mais la distance au centroïde des monozygotes est tout de même nettement plus grande et l'analyse discriminante permet de classer la paire en tant que dizygotes avec un risque d'erreur inférieur à 1%.

Tous les germains, sauf six paires, les paires 105, 106, 116, 117, 119 et 120, pour lesquelles les données du questionnaire étaient incomplètes, ont été classés dizygotes, ce qui est attendu.

Quatre paires de jumeaux, les paires 7, 8, 9 et 32, pour lesquels des informations étaient manquantes, demeurent non classés et nous tenterons de les classer après

analyse de l'écriture.

Une analyse discriminante des sujets en fonction des coefficients individuels donne exactement les mêmes résultats de classement. Elle permet en outre pour deux des quatre paires de jumeaux non classés de classer un jumeau de la paire. Dans les deux cas, le jumeau est classé monozygote (paires 7 et 32).

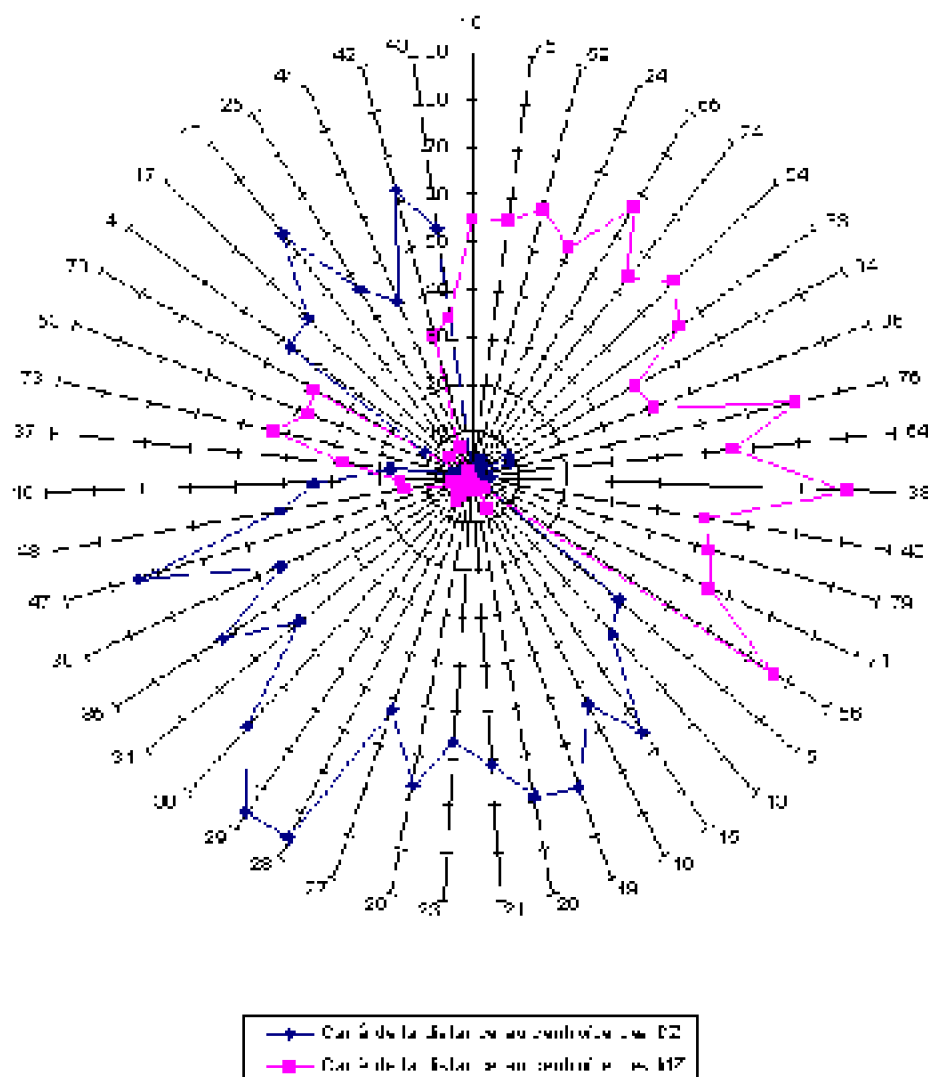


Figure 16. Classification en fonction de la distance de Mahalanobis

Une grande distance au centroïde des dizygotes et une courte distance au centroïde des monozygotes caractérisent les monozygotes

Une grande distance au centroïde des monozygotes et une courte distance au centroïde des dizygotes caractérisent les dizygotes

1.2. Déroulement de l'épreuve

Nous avons rencontré les jumeaux et avons, dans le même temps, fait passer le test d'écriture et fait remplir le questionnaire.

Ce sont les mêmes personnes, trois au total (MC, AP, nous-même), qui sont intervenues pour l'ensemble des tests, avec des consignes très précises, qui figurent en annexe (Annexe Q).

Le texte, identique à celui utilisé dans l'étude chez l'enfant, est ici dicté, après avoir été laissé à disposition un temps suffisamment long pour que le sujet ait pu se familiariser avec le sens et l'orthographe.

Le support et l'outil (bic cristal noir) restent les mêmes d'un test à l'autre.

La personne écrit sur une feuille de format A4 (21 x 29.7) cm pliée en deux, ce qui ramène les dimensions de la surface à numériser à 10.5 x 14.8 cm et permet d'éviter le cadre d'écriture, trop contraignant.

Le temps d'écriture est chronométré, comme précédemment, puis on demande au participant de signer.

Nous recueillons successivement un échantillon de la main dominante et un de la main non dominante.

Nous faisons ensuite remplir le questionnaire, en fournissant des explications, si besoin, et en évitant que les jumeaux communiquent, si nous les avons reçus en même temps.

1.3. Paramètres de l'étude

1.3.1. Paramètres grapho-spatiaux

Le traitement des échantillons d'écriture reste le même que dans les études précédentes. Parmi les paramètres qu'il permet de mesurer, nous avons retenu pour cette étude chez l'adulte :

- L'aire des marges (M) exprimée en cm²
- L'indice de position gauche ou droite du texte (X) en cm, représenté par l'abscisse du centre du texte
- L'indice de position verticale du texte (Y) en cm, représenté par l'ordonnée du centre du texte
- La longueur du fil graphique (L) en cm, mesurée comme précédemment après avoir ramené l'écriture à une succession de pixels uniques par " squelettisation "
- L'indice de linéarité et de surface (LS), exprimé en cm² et représenté par l'aire à l'intérieur des boucles fermées
- La pression moyenne du texte (PM), exprimée en niveaux de gris
- La pression maximum du texte (PMAX), également en niveaux de gris
- L'importance des blancs dans le texte (BL), surface des blancs rapportée à la surface

du texte, en pourcentage

- La pâtosité (P) en cm, largeur du trait
- L'inclinaison des lignes par rapport à l'horizontal (DLI), en degrés
- L'inclinaison des lettres par rapport à la verticale (DLE), également en degrés
- La juxtaposition (J), nombre de levées de l'outil, sans tenir compte des levées entre les mots
- La vitesse (V) en mm/s, rapport du temps d'écriture à la longueur du fil
- La rapidité (R), en nombre de mots/mn
- L'indice de position gauche ou droite de la signature (XS) en cm, représenté par l'abscisse de la signature
- La direction de la signature (DS), inclinaison en degrés par rapport à l'horizontale
- La distance de la signature au texte (D) en cm
- La pression moyenne de la signature (PMS) exprimée en niveaux de gris
- La pression maximum de la signature (PMAS) également en niveaux de gris

Nous avons réintroduit ici un certain nombre de paramètres abandonnés dans l'étude chez l'enfant, notamment des paramètres de pression et de pâtosité, dont l'étude chez l'Alzheimer nous a montré l'importance, et des paramètres portant sur la signature, plus différenciée chez l'adulte, avec au total 19 paramètres.

Nous présentons en annexe (Annexe R) un tableau récapitulatif de l'ensemble des paramètres pris en compte.

Nous avons nous-même effectué les analyses d'écriture, comme précédemment, avec le logiciel Image, sur MACINTOSH. Après numérisation des textes, ils subissent les mêmes traitements que nous avons décrits dans l'étude chez l'enfant.

1.3.2. Les autres paramètres de l'étude

Outre les coefficients de ressemblance, nous prenons en compte par ailleurs, dans l'étude chez l'adulte, un certain nombre de variables, issues du questionnaire, intervenant comme sources de variations possibles pour les paramètres de l'écriture. Il s'agit de :

- L'âge
- Le sexe
- La catégorie professionnelle

Nous avons, à partir des réponses au questionnaire, retenu 4 catégories profession-nelles :

- catégorie 1 : employés
- catégorie 2 : artisans et commerçants
- catégorie 3 : cadres moyens

- catégorie 4 : cadres supérieurs et professions libérales
- Le niveau d'études Pour faciliter le traitement en regard de cette variable, nous avons regroupé les diplômes de fin d'études en 5 niveaux :
 - Niveau 1 : aucun diplôme ou certificat d'études primaires
 - Niveau 2 : BEPC, CAP
 - Niveau 3 : BEP, BP, BEC, BEI
 - Niveau 4 : baccalauréat général, technique, diplôme professionnel
 - Niveau 5 : diplôme universitaire
- La préférence manuelle Nous utilisons ici le score d'Annett, qui permet de préciser le degré de latéralité droit ou gauche, estimé sur une échelle de 1 à 12.
- L'entraînement Il s'agit de la réponse à la question 10 ; la réponse du sujet est considérée en regard de la profession qu'il exerce et éventuellement de ses activités de loisirs.
- L'isolement, le repli Jugé sur les réponses aux questions 18, 19 et 20.

En outre, un certain nombre de facteurs, également ciblés par le questionnaire, sont susceptibles d'intervenir sur les différences intra-paires des jumeaux et sont également pris en compte :

- La séparation C'est ici la séparation dans l'enfance qui nous intéresse (Question 22 et question 23).
- Les conditions du déroulement de la scolarité (Questions 24 et 25)
- Le lien ou la distanciation

En cas de séparation actuelle des jumeaux, nous avons coté de 1 à 6 la fréquence des rencontres (Question 15).

Cette variable est considérée également en regard des réponses aux questions 17 à 23.

- La souffrance néo-natale Il s'agit de la réponse à la question 34, mais il nous a paru intéressant de pouvoir la mettre en lien avec les questions qui concernent le poids de naissance (Q30) et la position de second (Q33) (en l'absence de césarienne (Q32) qui annule ce facteur).
- La croyance individuelle Elle repose sur la réponse à la question 28, cotée -1, 0 ou +1, mais nous avons également tenu compte dans certains traitements, de la réponse à la question 29, en distinguant sur quoi reposait l'avis des jumeaux (A : ressemblance physique, B : avis de l'entourage, C : avis médical, plusieurs choix pouvant être retenus) et quel était le degré de certitude (coté de 0 à 3)

1.4. Traitement statistique

1.4.1. Etude des paramètres

Les traitements statistiques ont d'abord porté sur les paramètres pris en compte dans l'étude de l'écriture :

- comparaison des performances main dominante, main non dominante,
- corrélations entre les résultats des deux mains et entre les paramètres, pour chaque main, de manière à identifier ceux qui vont dans le même sens et ceux qui s'opposent,
- identification des facteurs principaux de l'organisation de l'écriture, main dominante et main non dominante, grâce à une analyse factorielle des données,
- étude de l'influence de diverses sources de variations sur l'écriture.

Ces traitements ont été effectués sur PC, avec le logiciel STATISTICA, produit par STATSOFT.

Pour comparer les résultats, main dominante et main non dominante, ou ceux des enfants nés en premier ou nés en second, nous avons utilisé un test t pour échantillons appariés ou, plus rarement, quand les conditions de normalité des distributions ou d'égalité des variances n'étaient pas remplies, un test de Wilcoxon. Nous nous sommes assurée de la normalité des distributions graphiquement d'une part, mais aussi en utilisant le test de normalité de Kolmogorov-Smirnov.

Le calcul des influences de divers facteurs repose soit sur un test t pour échantillons indépendants soit sur une analyse de la variance, en fonction du nombre de modalités des facteurs, et éventuellement sur des tests non paramétriques, tels que le test de Mann et Whitney ou celui de Kruskal et Wallis.

Les calculs de corrélations reposent sur le test de Bravais Pearson ou éventuellement sur celui de Spearman, non paramétrique.

Pour isoler les facteurs principaux de l'organisation de l'écriture, nous avons choisi l'extraction de composantes principales, sans utiliser de rotation particulière des axes pour les interpréter.

1.4.2. Etude des différences intra-paires

Comme chez l'enfant, l'essentiel des comparaisons, ici entre monozygotes, dizygotes et germains, repose sur le calcul des valeurs absolues des différences intra-paires pour chaque paramètre, puis sur l'établissement des moyennes pour ces valeurs, pour chaque paramètre et pour chaque groupe.

Nous avons comparé les moyennes des groupes pris deux à deux, comme précédemment dans l'étude portant sur l'effet chorion, soit, ici, monozygotes et dizygotes d'abord puis dizygotes et germains, enfin monozygotes et germains.

Du fait des différences entre les groupes, au regard de plusieurs variables, nous avons ensuite procédé à une analyse discriminante, utilisant ces variables pour prédire l'appartenance à un groupe. Nous avons établi les fonctions de classification et calculé les distances aux centroïdes des groupes avec le logiciel STATISTICA.

Nous avons également étudié l'influence de divers facteurs sur les différences intra-paires ; quand les facteurs constituaient des variables qualitatives (croyance, déroulement de la scolarité), nous avons comparé les moyennes des groupes en fonction des modalités des facteurs (avec un test t ou un test de Mann et Whitney) ; pour certaines variables, nous disposions de scores (ressemblance dans les choix et les comportements, importance du lien entre les jumeaux), nous avons alors recherché des corrélations entre ces variables et les différences intra-paires.

1.4.3. Etude de la préférence manuelle et des différences de performances entre main droite et main gauche

1.4.3.1. Préférence manuelle

Dans cette partie, consacrée à l'étude de la latéralité, nous avons comparé la distribution des droitiers et des gauchers dans les groupes, et celle des paires discordantes, avec un test de χ^2 .

Nous avons comparé, avec un test t, les moyennes des différences intra-paires pour cette variable en fonction des groupes.

Nous avons également recherché les corrélations de cette variable avec les différences de performances entre les deux mains, pour les paramètres pris en compte dans l'étude de l'écriture.

1.4.3.2. Différences de performances portant sur l'écriture

Nous avons appliqué au traitement des différences intra-paires portant sur les différences de performance entre les deux mains, les mêmes méthodes que pour le traitement des différences intra-paires concernant les paramètres eux-mêmes ; nous avons comparé les moyennes des différences intra-paires des groupes, pour ces variables, comme précédemment.

La plupart des traitements ont été effectués au Département d'Information et d'Evaluation Médicale de l'Hôpital Saint Jean de Dieu à Lyon, sur PC, avec le logiciel STATISTICA et le programme TWINAN 90 déjà utilisé et décrit dans l'étude chez l'enfant.

Dans la présentation des résultats comparant les groupes, nous aborderons successivement l'étude des paramètres et de l'influence de divers facteurs, celle des différences intra-paires, puis celle de la préférence manuelle et des différences de performances entre main droite et main gauche.

2. Résultats

2.1. Etude des différents paramètres de l'écriture

Histogrammes et tests de normalité de Kolmogorov-Smirnov montrent que les fonctions de répartition de la plupart des variables s'éloignent peu de la distribution normale théorique, sauf pour Y, D, LS, main dominante et non dominante.

On note que, pour certains paramètres, la dispersion des résultats est plus grande de la main non dominante ; cela concerne essentiellement la dimension et la forme du graphisme (M, L, LS), également la direction des lignes (DLI). A l'inverse elle est plus petite en ce qui concerne la direction des lettres et la rapidité.

Quand on dispose des deux indices, main dominante et main non dominante, la comparaison, avec, selon les cas, un test t ou un test de Wilcoxon, pour échantillons appariés, montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux mains concernant la pression maximale du texte, sa position horizontale (droite-gauche) et la distance de la signature au texte.

Les moyennes des paramètres, pour la main dominante et la main non dominante sont données dans les tableaux ci-après.

Tableau 25. Moyennes des paramètres, main dominante

| Paramètres | N | Moyenne | Minimum | Maximum | Ec-Type |
|------------|-----|---------|---------|---------|---------|
| M | 142 | 241,50 | 184,00 | 274,30 | 20,12 |
| X | 142 | 7,58 | 6,10 | 8,60 | 0,45 |
| Y | 142 | 16,89 | 9,80 | 19,50 | 1,71 |
| PMS | 140 | 148,20 | 122,20 | 169,60 | 10,51 |
| PMAS | 140 | 203,56 | 188,00 | 219,00 | 6,70 |
| XS | 140 | 8,12 | 2,90 | 11,80 | 2,01 |
| DS | 138 | 7,51 | -10,00 | 40,00 | 9,01 |
| D | 139 | 2,13 | 0,00 | 14,50 | 1,53 |
| PM | 142 | 150,22 | 124,80 | 170,10 | 9,44 |
| PMAX | 142 | 206,30 | 192,00 | 214,00 | 4,72 |
| L | 142 | 87,75 | 45,20 | 149,90 | 20,33 |
| LS | 142 | 1,00 | 0,00 | 4,70 | 0,71 |
| BL | 142 | 0,95 | 0,88 | 0,97 | 0,01 |
| P | 142 | 0,04 | 0,03 | 0,05 | 0,00 |
| DLI | 142 | -0,06 | -5,00 | 5,00 | 2,02 |
| DLE | 142 | 3,32 | -30,00 | 34,00 | 11,11 |
| J | 142 | 26,03 | 0,00 | 65,00 | 15,52 |
| V | 142 | 14,45 | 6,61 | 25,30 | 3,64 |
| R | 142 | 26,06 | 14,31 | 50,32 | 5,22 |

Tableau 26. Moyennes des paramètres, main non dominante

| Paramètres | N | Moyenne | Minimum | Maximum | Ec-Type |
|---|-----|---------|---------|---------|---------|
| M2 | 125 | 206,06 | 74,90 | 267,20 | 38,84 |
| X2 | 125 | 7,61 | 6,60 | 9,00 | 0,44 |
| Y2 | 125 | 15,60 | 10,00 | 18,40 | 1,99 |
| PMS2 | 122 | 141,72 | 116,10 | 165,20 | 9,82 |
| PMAS2 | 122 | 201,27 | 182,00 | 255,00 | 7,67 |
| XS2 | 122 | 7,59 | 3,50 | 11,70 | 2,04 |
| DS2 | 120 | 3,03 | -20,00 | 40,00 | 8,88 |
| D2 | 122 | 2,29 | 0,50 | 9,50 | 1,05 |
| PM2 | 125 | 143,69 | 119,40 | 165,50 | 10,14 |
| PMAX2 | 125 | 205,71 | 191,00 | 215,00 | 4,71 |
| L2 | 125 | 129,90 | 64,50 | 294,80 | 42,73 |
| LS2 | 125 | 1,94 | 0,20 | 11,80 | 1,66 |
| BL2 | 125 | 0,96 | 0,92 | 0,97 | 0,01 |
| P2 | 125 | 0,04 | 0,03 | 0,05 | 0,00 |
| DLI2 | 125 | -2,46 | -15,00 | 10,00 | 4,31 |
| DLE2 | 125 | -1,68 | -30,00 | 20,00 | 5,08 |
| J2 | 125 | 21,84 | 1,00 | 69,00 | 14,25 |
| V2 | 125 | 8,89 | 3,52 | 21,68 | 3,15 |
| R2 | 125 | 11,01 | 5,93 | 27,86 | 3,14 |
| L'indice 2, ici et dans la suite, repère les paramètres mesurés pour la main non dominante | | | | | |

2.1.1. Influence de différents facteurs sur l'écriture main dominante

2.1.1.1. Le sexe

La comparaison des moyennes des différents paramètres chez les hommes et les femmes, avec un test t, montre un effet du sexe sur la longueur du fil graphique, la pâtosité et la vitesse, avec un risque d'erreur inférieur à 5%.

Pour LS, indice de linéarité surface, le résultat du test t est significatif à P.004. Cependant, du fait de l'inégalité des variances et de la distribution de la variable qui ne suit pas la loi normale, nous avons effectué un test de Mann et Whitney. Il donne un résultat analogue, significatif à p.005.

Nous ne retrouvons pas ici de différence significative portant sur la juxtaposition et la rapidité en fonction du sexe. Les différences significatives, chez l'adulte, portent davantage sur l'aspect du graphisme et aussi sur la vitesse : l'écriture féminine est plus grande, la surface des boucles est plus importante, de même que la vitesse, tandis que la pâtosité est moindre (ce dernier point se trouve également vérifié de la main non dominante).

Tableau 27. Comparaison des moyennes des paramètres en fonction du sexe

| | Moyennes | | t | ddl | p | N | | Ecart-Type | | Ratio-F
variance | p
variance |
|------|----------|--------|-------|-----|------|----|----|------------|-------|---------------------|---------------|
| | M | F | | | | M | F | M | F | | |
| M | 239,70 | 242,95 | -0,94 | 138 | 0,35 | 54 | 86 | 21,98 | 18,48 | 1,42 | 0,15 |
| X | 7,56 | 7,60 | -0,54 | 138 | 0,59 | 54 | 86 | 0,39 | 0,49 | 1,58 | 0,07 |
| Y | 17,24 | 16,66 | 1,94 | 138 | 0,06 | 54 | 86 | 1,33 | 1,90 | 2,04 | 0,01 |
| PMS | 146,76 | 149,42 | -1,47 | 136 | 0,14 | 54 | 84 | 11,02 | 9,90 | 1,24 | 0,37 |
| PMAS | 203,43 | 203,93 | -0,44 | 136 | 0,66 | 54 | 84 | 6,44 | 6,71 | 1,08 | 0,76 |
| XS | 7,95 | 8,26 | -0,88 | 136 | 0,38 | 54 | 84 | 2,03 | 2,01 | 1,02 | 0,92 |
| DS | 5,88 | 8,70 | -1,78 | 134 | 0,08 | 52 | 84 | 8,62 | 9,15 | 1,13 | 0,65 |
| D | 1,95 | 2,25 | -1,12 | 135 | 0,27 | 53 | 84 | 0,86 | 1,84 | 4,53 | 0,00 |
| PM | 150,58 | 150,23 | 0,22 | 138 | 0,83 | 54 | 86 | 9,61 | 9,12 | 1,11 | 0,66 |
| PMAX | 206,87 | 206,02 | 1,05 | 138 | 0,29 | 54 | 86 | 4,57 | 4,68 | 1,05 | 0,87 |
| L | 83,01 | 91,01 | -2,33 | 138 | 0,02 | 54 | 86 | 19,62 | 19,89 | 1,03 | 0,93 |
| LS | 0,79 | 1,14 | -2,94 | 138 | 0,00 | 54 | 86 | 0,55 | 0,77 | 1,99 | 0,01 |
| BL | 0,950 | 0,946 | 1,66 | 138 | 0,10 | 54 | 86 | 0,01 | 0,02 | 1,47 | 0,13 |
| P | 0,041 | 0,039 | 2,58 | 138 | 0,01 | 54 | 86 | 0,00 | 0,00 | 1,26 | 0,34 |
| DLI | -0,26 | 0,10 | -1,04 | 138 | 0,30 | 54 | 86 | 2,01 | 2,02 | 1,01 | 0,99 |
| DLE | 4,74 | 2,47 | 1,17 | 138 | 0,24 | 54 | 86 | 11,99 | 10,63 | 1,27 | 0,32 |
| J | 24,17 | 27,55 | -1,26 | 138 | 0,21 | 54 | 86 | 16,32 | 14,91 | 1,20 | 0,45 |
| V | 13,59 | 15,10 | -2,44 | 138 | 0,02 | 54 | 86 | 3,70 | 3,45 | 1,15 | 0,56 |
| R | 25,72 | 26,37 | -0,72 | 138 | 0,47 | 54 | 86 | 4,50 | 5,62 | 1,56 | 0,08 |

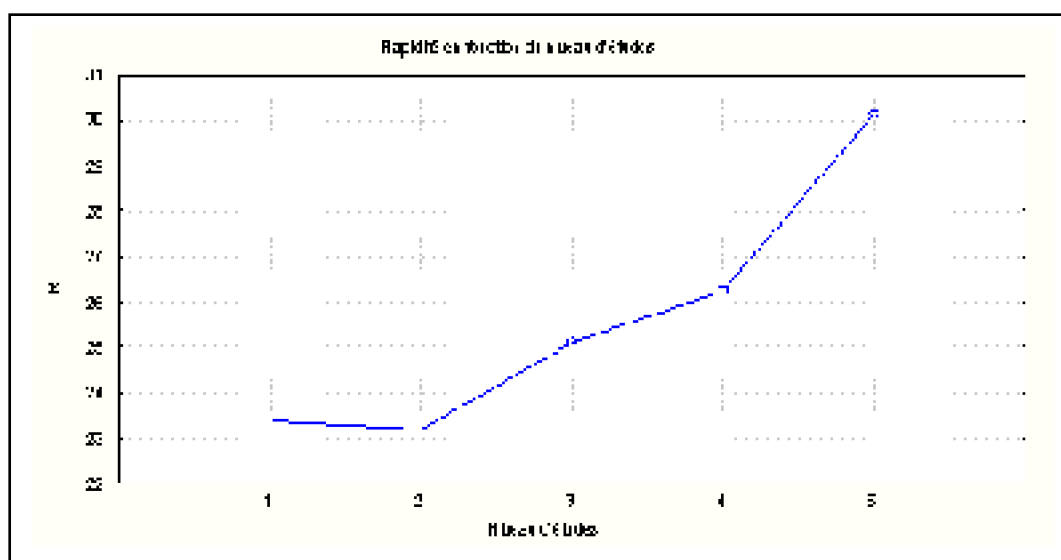
2.1.1.2. Le niveau d'études et l'entraînement

La comparaison des résultats, avec un test t, montre que l'entraînement, relatif au métier et aux activités diverses des jumeaux, est associé à une différence significative portant sur la rapidité, plus grande, avec un risque d'erreur à p.004.

Pression et pâtosité sont significativement plus faibles chez le sujet entraîné et le pourcentage de blancs est plus important, avec un risque d'erreur inférieur à 5%. (Main non dominante, on note également une pression significativement plus faible chez le sujet entraîné à écrire de son autre main !)

Une analyse de la variance des résultats selon **le niveau d'études** montre qu'il influence la rapidité (p.0000) et la longueur du fil graphique(p.0008), comme l'illustrent les figures 17 et 18.

Il apparaît également une différence significative concernant l'indice de linéarité surface, mais elle ne distingue en fait que le niveau maximal (niveau 5) dont l'indice est nettement plus petit, ce qui correspond à des écritures plutôt en " bâtonnets ".



1 représente le niveau d'études le plus bas, 5 le plus élevé, tels que définis au paragraphe 1.3.2 p.177

Figure 17 : Relation entre la rapidité et le niveau d'études, main dominante (La relation entre le niveau d'études et la rapidité est également significative de la main non dominante.)

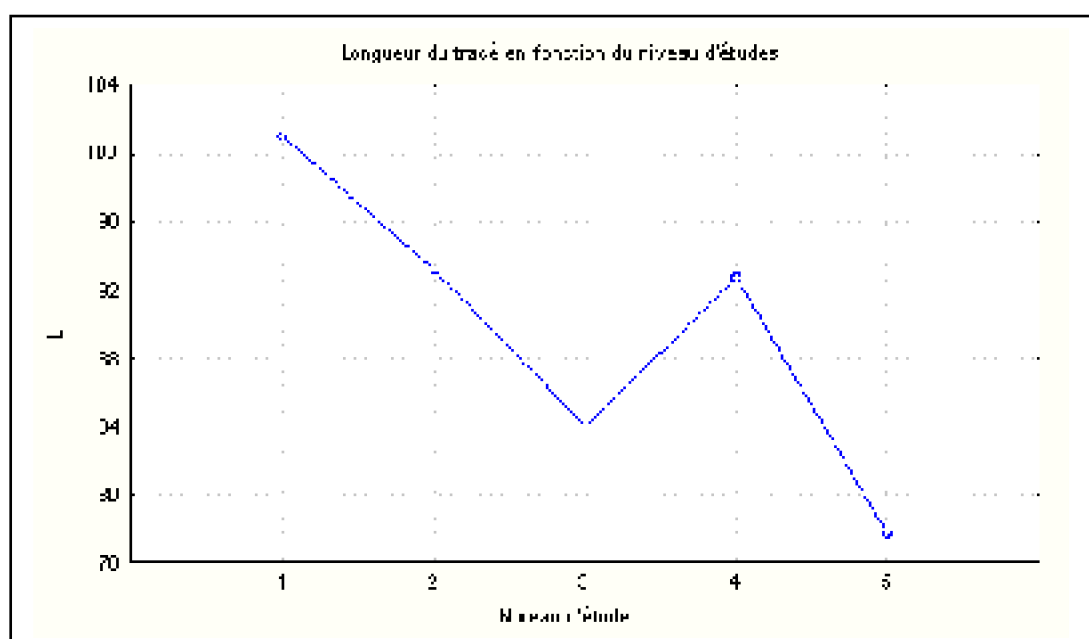


Figure 18. Relation entre la longueur du tracé et le niveau d'études

En ce qui concerne les hobbies et l'entraînement de la main dominante, en rapport avec une activité particulière, on ne remarque pas, de façon significative, dans notre population, plus ou moins de concordance en fonction des groupes. (Les jumeaux, globalement, ont plus souvent les mêmes hobbies, sans que la différence soit significative par rapport aux germains).

Par contre, il faut noter que le niveau d'études est plus souvent le même ou voisin pour les paires monozygotes (73 %) par rapport aux dizygotes (48 %), et pour les dizygotes par rapport aux germains (23 %). Les distributions (niveaux différents, niveaux voisins et même niveau d'études) ont été testées avec un χ^2 , qui montre une différence significative à $p.01$ sur l'ensemble.

2.1.1.3. La catégorie professionnelle

On note, pour les cadres supérieurs, malgré un effectif réduit ($n=6$), des pressions globalement plus élevées, notamment pour la pression moyenne de la signature, par ailleurs plus à droite ; L et surtout LS sont nettement plus petits, les blancs plus importants, l'écriture plus rapide.

Chez les cadres moyens et les cadres supérieurs, les lettres sont nettement plus inclinées à droite que chez les autres catégories professionnelles.

La direction des lignes est voisine pour les groupes aux deux extrémités de l'échelle, avec des valeurs, dans les deux cas, plus souvent négatives.

De la main non-dominante, on ne retient pas de différence significative.

Tableau 28. Analyse de la variance des différents paramètres en fonction de la catégorie professionnelle.

| | CM | CM | | |
|------|--------|--------|------|----------|
| | Effet | Erreur | F | niveau p |
| M | 253,73 | 398,79 | 0,64 | 0,59 |
| X | 0,15 | 0,21 | 0,73 | 0,54 |
| Y | 2,86 | 2,99 | 0,96 | 0,42 |
| PMS | 352,15 | 111,02 | 3,17 | 0,03 |
| PMAS | 55,66 | 46,20 | 1,20 | 0,31 |
| XS | 10,79 | 3,70 | 2,91 | 0,04 |
| DS | 121,24 | 80,74 | 1,50 | 0,22 |
| D | 1,98 | 2,58 | 0,77 | 0,52 |
| PM | 132,05 | 89,56 | 1,47 | 0,23 |
| PMAX | 19,95 | 22,78 | 0,88 | 0,46 |
| L | 930,10 | 381,11 | 2,44 | 0,07 |
| LS | 1,45 | 0,50 | 2,89 | 0,04 |
| BL | 0,00 | 0,00 | 2,53 | 0,06 |
| P | 0,00 | 0,00 | 0,81 | 0,49 |
| DLI | 11,17 | 3,72 | 3,00 | 0,03 |
| DLE | 412,27 | 129,77 | 3,18 | 0,03 |
| J | 538,72 | 236,84 | 2,27 | 0,08 |
| V | 13,05 | 12,94 | 1,01 | 0,39 |
| R | 67,74 | 25,32 | 2,68 | 0,05 |

Tableau 29. Moyennes des paramètres en fonction des différentes catégories professionnelles.

| | n | PMS | PMAS | XS | PM | PMAX | L | LS | BL | DLI | DLE | R |
|-------------------|----|--------|--------|-------|--------|--------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| G_1 ¹⁷ | 37 | 148,99 | 203,51 | 8,34 | 150,82 | 206,24 | 86,59 | 1,00 | 0,945 | -0,81 | 0,03 | 25,27 |
| G_2 | 70 | 147,96 | 203,80 | 7,83 | 150,11 | 206,36 | 89,96 | 1,09 | 0,946 | 0,33 | 3,74 | 25,97 |
| G_3 | 6 | 141,42 | 202,33 | 7,90 | 147,75 | 208,67 | 90,67 | 1,03 | 0,952 | 0,33 | 11,00 | 27,63 |
| G_4 | 6 | 159,50 | 208,83 | 10,13 | 158,00 | 208,67 | 67,97 | 0,20 | 0,962 | -0,50 | 12,17 | 31,31 |

Par ailleurs, il apparaît, dans notre étude, que la situation professionnelle est plus souvent la même ou voisine chez les monozygotes (plus de la moitié des cas) que chez les dizygotes ou les germains (environ 20 % des cas dans les deux groupes) ; la différence entre les distributions est significative à p.05.

2.1.1.4. La latéralité

La direction et la position de la signature, main dominante, sont en rapport avec la latéralité : la signature est plus à droite et plus ascendante chez les droitiers ; le pourcentage des blancs est plus important chez les droitiers tandis que la pâtosité est plus grande chez les gauchers ; la direction des lettres diffère, plus souvent “ renversée ” chez les gauchers (tableau 30).

De la main non dominante, les gauchers sont plutôt plus rapides que les droitiers et

¹⁷ G1 : employés, G2 : artisans et commerçants, G3 : cadres moyens, G4 : cadres supérieurs

les moyennes des directions des lignes et des lettres restent positives tandis qu'elles se négativent chez les droitiers (c'est exactement l'inverse main dominante où les moyennes sont positives chez les droitiers, négatives chez les gauchers).

La latéralité semble influencer également le positionnement vertical (main dominante comme main non dominante) ; le résultat du test t est confirmé par un test de Mann et Whitney, également significatif : le positionnement du centre du texte est plus haut chez les gauchers.

Nous étudierons plus loin (chapitre 2.3.), comment se distribue la préférence manuelle et la latéralité dans les groupes, en fonction du diagnostic. Nous n'avons pas retenu de différence significative entre monozygotes, dizygotes et germains.

Tableau 30. Comparaison des paramètres chez les droitiers et les gauchers, de la main dominante.

| | Moyennes | | st | ddl | p | N | | Ecart-Type | | Ratio-F | p |
|------|-----------|----------|-------|-----|------|-----|----|------------|-------|----------|----------|
| | Droitiers | Gauchers | | | | D | G | D | G | variance | variance |
| M | 240,39 | 247,09 | -1,42 | 134 | 0,16 | 115 | 21 | 19,76 | 20,53 | 1,08 | 0,76 |
| X | 7,61 | 7,45 | 1,45 | 134 | 0,15 | 115 | 21 | 0,47 | 0,35 | 1,87 | 0,11 |
| Y | 16,75 | 17,78 | -2,58 | 134 | 0,01 | 115 | 21 | 1,78 | 1,08 | 2,73 | 0,01 |
| PMS | 148,45 | 148,31 | 0,06 | 132 | 0,96 | 113 | 21 | 10,10 | 12,19 | 1,46 | 0,22 |
| PMAS | 203,42 | 205,24 | -1,17 | 132 | 0,24 | 113 | 21 | 6,67 | 5,74 | 1,35 | 0,45 |
| XS | 8,37 | 6,84 | 3,36 | 132 | 0,00 | 113 | 21 | 1,86 | 2,20 | 1,41 | 0,26 |
| DS | 8,21 | 4,05 | 1,91 | 130 | 0,05 | 112 | 20 | 8,80 | 9,80 | 1,24 | 0,48 |
| D | 2,15 | 2,02 | 0,35 | 131 | 0,73 | 112 | 21 | 1,49 | 1,92 | 1,68 | 0,09 |
| PM | 150,00 | 153,02 | -1,37 | 134 | 0,17 | 115 | 21 | 9,14 | 9,93 | 1,18 | 0,57 |
| PMAX | 206,10 | 207,81 | -1,58 | 134 | 0,12 | 115 | 21 | 4,60 | 4,32 | 1,13 | 0,78 |
| L | 88,11 | 85,17 | 0,62 | 134 | 0,54 | 115 | 21 | 19,96 | 20,05 | 1,01 | 0,92 |
| LS | 0,95 | 1,08 | -0,86 | 134 | 0,39 | 115 | 21 | 0,63 | 0,64 | 1,03 | 0,87 |
| BL | 0,95 | 0,94 | 2,15 | 134 | 0,03 | 115 | 21 | 0,01 | 0,01 | 1,03 | 0,88 |
| P | 0,040 | 0,042 | -1,77 | 134 | 0,08 | 115 | 21 | 0,00 | 0,00 | 1,09 | 0,74 |
| DLI | 0,02 | -0,38 | 0,83 | 134 | 0,41 | 115 | 21 | 2,06 | 1,83 | 1,26 | 0,56 |
| DLE | 4,19 | -0,71 | 1,84 | 134 | 0,07 | 115 | 21 | 11,92 | 6,06 | 3,87 | 0,00 |
| J | 26,30 | 27,62 | -0,35 | 134 | 0,72 | 115 | 21 | 15,02 | 19,07 | 1,61 | 0,12 |
| V | 14,59 | 13,74 | 0,98 | 134 | 0,33 | 115 | 21 | 3,57 | 3,99 | 1,25 | 0,45 |
| R | 26,23 | 25,27 | 0,77 | 134 | 0,44 | 115 | 21 | 5,22 | 5,03 | 1,08 | 0,90 |

2.1.1.5. L'isolement, le repli

Un vécu " d'entité " (Q 19 du questionnaire) est en relation avec la juxtaposition et la direction des lignes. La comparaison des résultats montre des inclinaisons plus fortement négatives et un degré de liaison plus important dans ce cas. (figures 19 et 21).

La distribution de cette variable ne distingue pas dizygotes et germains ; par contre, un vécu d'entité est beaucoup plus souvent rencontré chez les monozygotes (différence significative à p.02).

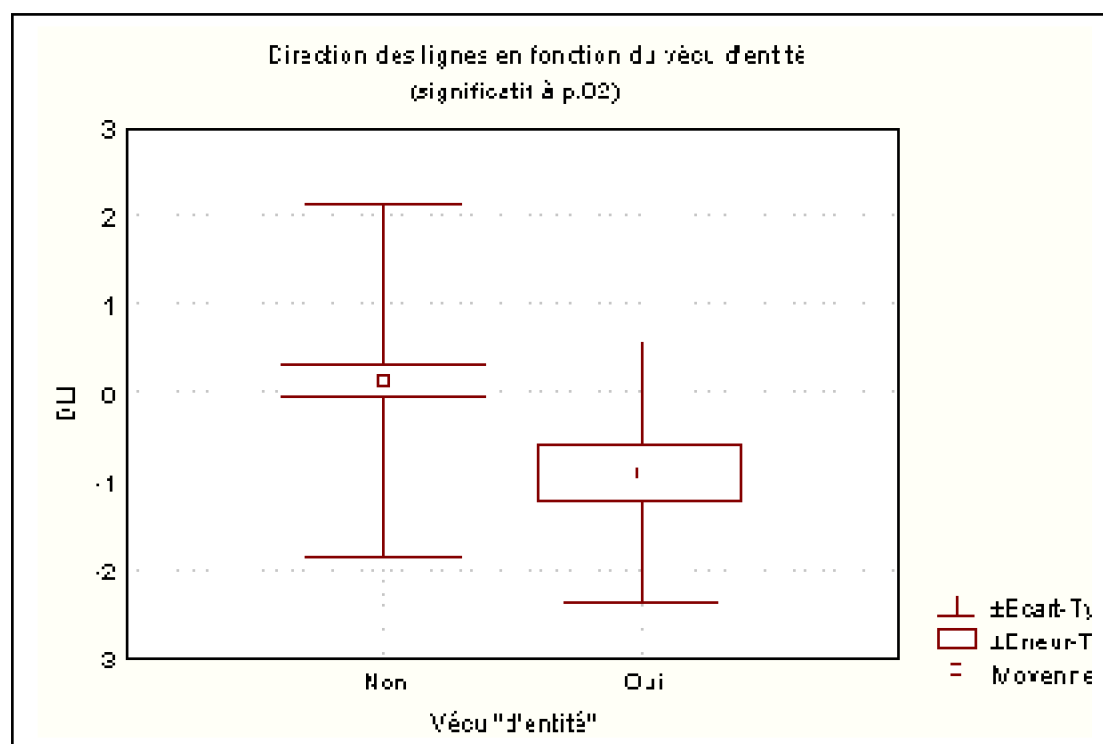


Figure 19. Relation entre le vécu " d'entité " et la direction des lignes.

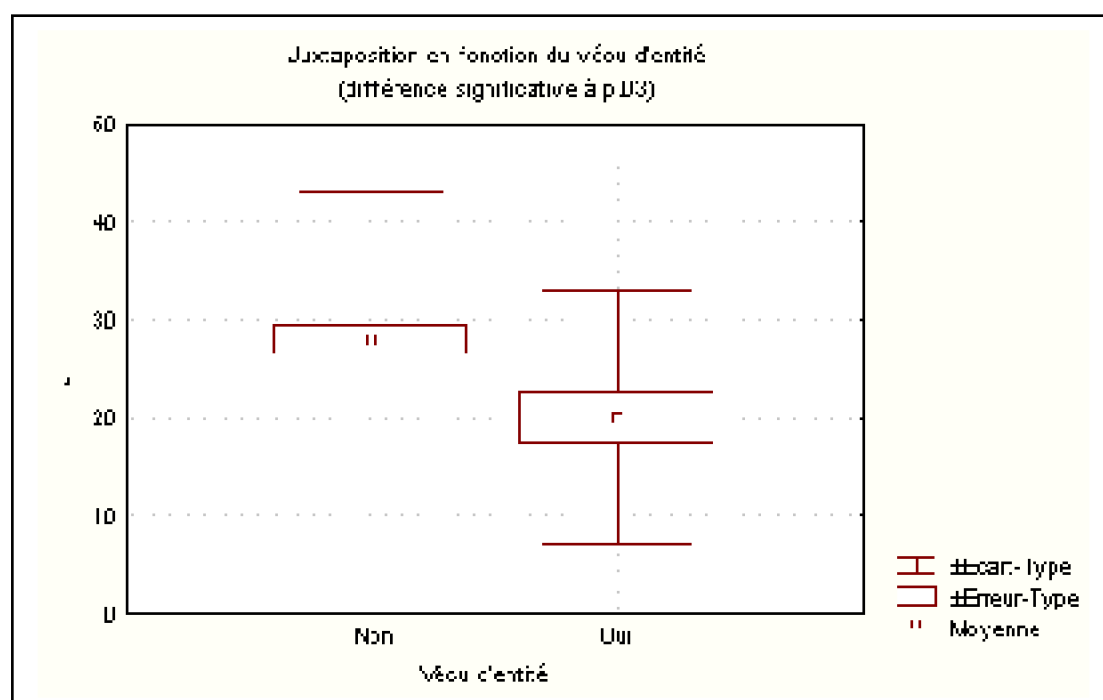


Figure 20. Relation entre le vécu " d'entité " et la juxtaposition.

La relation avec le degré de liaison, ou de juxtaposition, de l'écriture est également retrouvée main non dominante (p.001).

2.1.1.6. L'ordre de naissance

Après exclusion des naissances par césarienne, très peu fréquentes dans notre échantillon de jumeaux adultes (1 seul cas et 2 paires non renseignées), nous ne retenons pas de différence significative entre les jumeaux nés en premier et ceux nés en second, sauf pour la pression et la direction des lignes.

Tableau 31. Comparaison des résultats des jumeaux nés en premiers et en seconds

| | | Moyenne | N | Diff. | t | p |
|------|--------------------|---------|----|-------|-------|-------|
| PMS | 1 ^{er} né | 147,78 | | | | |
| | Second | 151,87 | 43 | -4,09 | -2,80 | 0,008 |
| PMAS | 1 ^{er} né | 202,61 | | | | |
| | Second | 205,09 | 43 | -2,48 | -2,30 | 0,026 |
| PM | 1 ^{er} né | 150,46 | | | | |
| | Second | 153,87 | 44 | -3,40 | -2,94 | 0,005 |
| PMAX | 1 ^{er} né | 205,17 | | | | |
| | Second | 207,60 | 44 | -2,43 | -3,60 | 0,001 |
| P | 1 ^{er} né | 0,039 | | | | |
| | Second | 0,041 | 44 | 0,002 | -2,27 | 0,028 |
| DLI | 1 ^{er} né | -0,62 | | | | |
| | Second | 0,28 | 44 | -0,89 | -2,55 | 0,014 |

Un test t, pour échantillons appariés, montre que tous les indices relatifs à la pression sont plus élevés chez le jumeau né en second, de même que la pâtosité. La direction des lignes est plus souvent négative chez celui né en premier.

Aucun de ces résultats n'est retrouvé chez les germains, pour lesquels il n'y a aucune différence significative portant sur les paramètres de l'écriture en fonction de l'ordre de naissance.

2.1.1.7. Les problèmes à la naissance

Les situations où il existe des problèmes à la naissance sont peu nombreuses dans notre population : 22 cas, dont 2 parmi les diagnostics incertains. Toutefois on note davantage de difficultés à la naissance chez les monozygotes (15 cas) que chez les dizygotes (4 cas) ou chez les germains (1 seul cas). Un χ^2 montre une différence significative à p.01 entre MZ et DZ. Chez les jumeaux ayant présenté des difficultés à la naissance, on note une différence significative portant sur le positionnement horizontal du texte (X, à p.003) et de la signature (XS, à p.02) ; pour ces deux variables, le positionnement est en moyenne plus à gauche dans le groupe qui a présenté des problèmes à la naissance. Cette différence est retrouvée, également significative, de la main non dominante. A noter, aucune différence significative portant sur la pression.

2.1.1.8. L'âge

L'âge apparaît, dans notre étude, en relation avec les paramètres de dimension (M,L) et

de positionnement du graphisme (X,Y,Xs), également avec la direction des lettres et l'importance des blancs.

On note pour ces variables des corrélations significatives avec un risque d'erreur inférieur à 5% : quand l'âge augmente, l'écriture occupe plus de place et va plus à droite ; le graphisme est plus grand (figure 21), les lettres plus penchées. Pâtosité et pressions ont tendance à diminuer (corrélations négatives) mais pas de manière significative, et les blancs augmentent.

Il faut noter que, dans l'ensemble, les sujets sont plutôt jeunes : six seulement ont plus de 60 ans, quatre plus de 65 ans et on peut penser que la diminution de la pression avec l'âge, relevée dans une précédente étude (Faure, 1996) et non retrouvée ici, s'observe seulement tardivement.

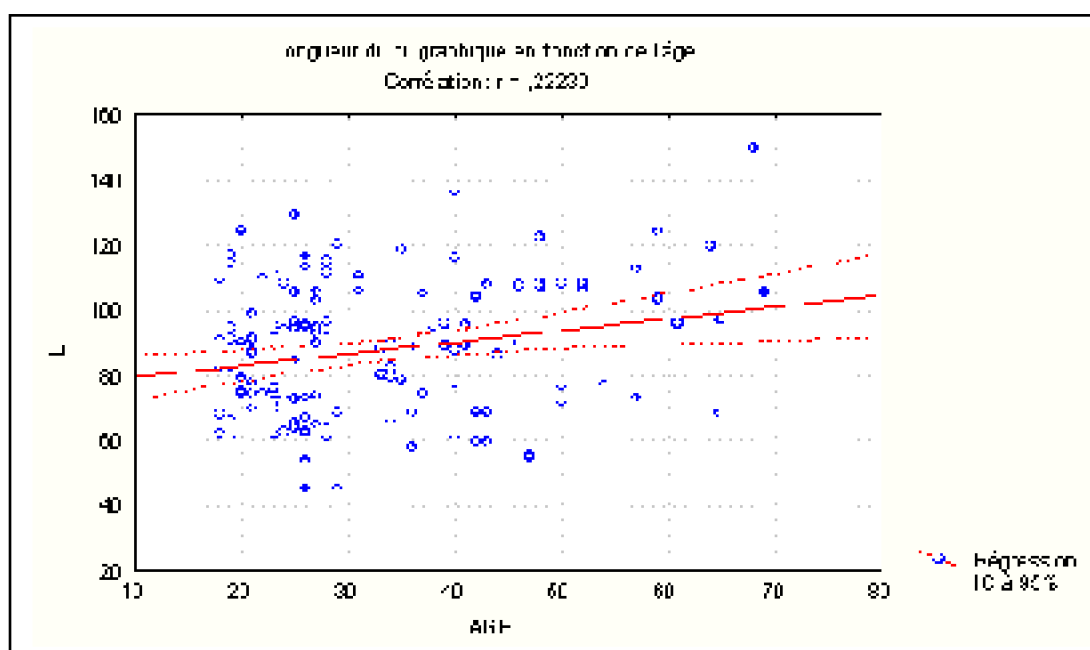


Figure 21. Corrélation de la longueur du fil graphique et de l'âge

2.1.2. Inter-corrélations des différents paramètres et analyse factorielle des données

2.1.2.1 Etude main dominante

| | M | X | Y | PMS | PMmax | XS | XS | LS | LS | PM | PMmax | L | LS | M | P | PM | PMmax | L | V | R |
|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| M | 1.00 | 0.15 | 0.22 | 0.15 | 0.18 | 0.14 | 0.04 | 0.18 | 0.11 | 0.13 | 0.22 | 0.23 | 0.27 | 0.12 | 0.11 | 0.11 | 0.22 | 0.15 | 0.18 | 0.15 |
| X | 0.15 | 1.00 | 0.47 | 0.15 | 0.14 | 0.37 | 0.13 | 0.16 | 0.06 | 0.09 | 0.18 | 0.08 | 0.02 | 0.10 | 0.07 | 0.07 | 0.25 | 0.15 | 0.16 | 0.08 |
| Y | 0.22 | 0.47 | 1.00 | 0.20 | 0.24 | 0.20 | 0.03 | 0.31 | 0.09 | 0.04 | 0.30 | 0.02 | 0.25 | 0.21 | 0.07 | 0.13 | 0.20 | 0.22 | 0.20 | 0.0 |
| PMS | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 1.00 | 0.77 | -0.01 | -0.07 | 0.15 | 0.09 | 0.81 | -0.10 | 0.11 | -0.17 | 0.50 | -0.18 | -0.17 | -0.11 | -0.19 | -0.01 | -0.01 |
| PMmax | 0.18 | 0.14 | 0.24 | 0.77 | 1.00 | 0.20 | 0.02 | 0.10 | 0.89 | 0.80 | 0.18 | 0.13 | 0.27 | 0.53 | 0.09 | 0.23 | 0.25 | 0.22 | 0.04 | 0.04 |
| XS | 0.14 | 0.37 | 0.20 | 0.01 | 0.30 | 1.00 | 0.03 | 0.16 | 0.03 | 0.08 | 0.13 | 0.03 | 0.13 | 0.10 | 0.01 | 0.22 | 0.14 | 0.34 | 0.13 | 0.13 |
| LS | 0.04 | 0.16 | 0.31 | 0.15 | 0.10 | 0.03 | 1.00 | 0.17 | 0.03 | 0.14 | 0.23 | 0.02 | 0.09 | 0.11 | 0.16 | 0.12 | 0.18 | 0.16 | 0.20 | 0.20 |
| L | 0.23 | 0.08 | 0.25 | 0.11 | 0.22 | 0.03 | 0.17 | 0.10 | 0.17 | 0.09 | 0.13 | 1.00 | 0.04 | 0.17 | 0.05 | 0.04 | 0.17 | 0.25 | 0.17 | 0.17 |
| PM | 0.11 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.25 | 0.03 | 0.03 | 0.10 | 1.00 | 0.16 | 0.23 | 0.17 | 0.23 | 0.55 | 0.15 | 0.15 | 0.25 | 0.11 | 0.02 | 0.02 |
| PMmax | 0.13 | 0.22 | 0.21 | 0.22 | 0.80 | 0.02 | 0.14 | 0.12 | 0.76 | 1.00 | 0.17 | 0.13 | 0.30 | 0.58 | 0.13 | 0.03 | 0.22 | 0.24 | 0.23 | 0.23 |
| L | 0.27 | 0.08 | 0.22 | 0.11 | 0.22 | 0.12 | 0.02 | 0.17 | 0.02 | 0.17 | 1.00 | 0.14 | 0.33 | 0.11 | 0.09 | 0.11 | 0.27 | 0.39 | 0.32 | 0.32 |
| LS | 0.10 | 0.13 | 0.17 | 0.15 | 0.10 | 0.03 | 1.00 | 0.17 | 0.03 | 0.14 | 0.23 | 0.02 | 0.09 | 0.11 | 0.16 | 0.12 | 0.18 | 0.16 | 0.20 | 0.20 |
| DL | 0.24 | 0.15 | 0.22 | 0.15 | 0.25 | 0.13 | 0.03 | 0.14 | 0.28 | 0.30 | 0.23 | 0.17 | 0.33 | 0.55 | 0.15 | 0.15 | 0.25 | 0.11 | 0.02 | 0.02 |
| P | 0.12 | 0.22 | 0.21 | 0.22 | 0.53 | 0.09 | 0.11 | 0.12 | 0.59 | 0.58 | 0.17 | 0.13 | 0.33 | 1.00 | 0.04 | 0.02 | 0.27 | 0.28 | 0.0 | 0.0 |
| DLI | 0.01 | 0.23 | 0.27 | 0.15 | 0.25 | 0.01 | 0.15 | 0.16 | 0.15 | 0.13 | 0.20 | 0.02 | 0.04 | 0.14 | 1.00 | 0.07 | 0.25 | 0.31 | 0.22 | 0.22 |
| DLI | 0.15 | 0.25 | 0.27 | 0.15 | 0.25 | 0.15 | 0.15 | 0.16 | 0.15 | 0.13 | 0.20 | 0.02 | 0.04 | 0.14 | 0.07 | 1.00 | 0.25 | 0.31 | 0.22 | 0.22 |
| J | 0.09 | 0.15 | 0.17 | 0.15 | 0.10 | 0.03 | 1.00 | 0.17 | 0.03 | 0.14 | 0.23 | 0.02 | 0.09 | 0.11 | 0.16 | 0.12 | 0.18 | 0.16 | 0.20 | 0.20 |
| V | 0.18 | 0.14 | 0.24 | 0.77 | 1.00 | 0.20 | 0.02 | 0.10 | 0.89 | 0.80 | 0.18 | 0.13 | 0.27 | 0.53 | 0.09 | 0.23 | 0.25 | 0.22 | 0.04 | 0.04 |
| R | 0.15 | 0.08 | 0.20 | 0.11 | 0.22 | 0.03 | 0.17 | 0.10 | 0.17 | 0.09 | 0.13 | 0.17 | 0.23 | 0.55 | 0.15 | 0.15 | 0.25 | 0.11 | 0.02 | 0.02 |

Tableau 32. Matrice des corrélations entre les différents paramètres de l'écriture main dominante.

On retient essentiellement :

- les corrélations positives de M et de Y (marges et hauteur du texte), négatives de M et L (longueur du fil, caractérisant la dimension du graphisme) , corrélations positives de la longueur du fil (L) avec la vitesse du graphisme (V) et l'indice de linéarité-surface (LS), lui-même corrélé à la vitesse,
- corrélations positives des paramètres de pression, entre eux (texte et signature) et avec la pâtosité ,
- corrélations positives de la vitesse du graphisme et de la rapidité.

Le tableau 32 donne l'ensemble des coefficients de corrélation pour tous les paramètres ; les corrélations significatives à p.05 sont repérées en rouge quand elles sont positives, en bleu quand elles sont négatives.

On constate qu'il y a une relation entre X et XS, et que plus l'écriture va à droite, plus elle s'étend vers le bas également (corrélation négative avec Y), et plus les lettres sont inclinées sur l'horizontale (corrélation positive avec DLE).

La direction des lignes est, elle, en rapport avec la vitesse et la rapidité : elles prennent une direction ascendante quand l'écriture est plus rapide.

L'indice de linéarité-surface, qui corrèle positivement avec la dimension et la vitesse du graphisme, est également en rapport avec la pression maximale, la pâtosité et l'importance des blancs : les écritures en " surfaces ", ou en boucles, sont plus grandes que les écritures en bâtonnets avec des pressions plus fortes, elles laissent moins de place aux blancs dans le texte et elles sont moins rapides.

La place laissée aux blancs dans le texte, en pourcentage, est plus grande quand les écritures sont étendues (corrélation négative avec les marges) mais petites, en bâtonnets, avec des pressions plus faibles.

On remarque que la juxtaposition de l'écriture ne corrèle avec aucun autre paramètre dans notre étude.

Pour mieux comprendre comment s'associent les différents paramètres, quels sont ceux qui vont dans le même sens et ceux qui s'opposent, nous avons procédé à un **analyse factorielle** des scores d'un jumeau de chaque paire, de manière à dégager les facteurs principaux selon lesquels s'organise l'écriture.

L'analyse en composante principale permet d'extraire 4 facteurs, rendant compte de 60% de la variance totale. La figure 22 montre les corrélations des paramètres avec les deux principaux facteurs. L'ensemble des corrélations, correspondant aux poids factoriels (coordonnées des paramètres dans le système d'axes constitué par les facteurs), est donné dans l'annexe S.

Le premier facteur corrèle positivement avec l'importance des blancs et négativement avec les indices de pression et de pâtosité. Il explique à lui seul 25% de la variance. Nous l'avons interprété comme un facteur d' " implication " du scripteur, en rapport avec la pression.

Le second facteur, qui explique 16% de la variance, corrèle positivement avec L, LS et V, négativement avec M et Y. Il s'agit du facteur d' " extension ", en rapport avec la dimension du graphisme et l'appropriation de l'espace.

Le troisième facteur est tiré à droite par l'importance des blancs, à gauche par Y, L et LS ; on trouve à droite également les pressions moyennes, la position droite de la signature et du texte, la juxtaposition.

Le quatrième facteur est tiré à droite par R,V, DLI, à gauche par L.

Le cinquième facteur corrèle positivement avec XS et DLE, négativement avec J, DS, DLI.

En ce qui concerne le troisième facteur, on remarque le rapprochement que l'on peut faire avec l'écriture des cadres supérieurs ce qui conduit à interpréter ce facteur en terme de " rationalité " .

Le quatrième facteur, en rapport avec la rapidité et la direction des lettres est plus lié

à l' " efficacité " du graphisme.

Pour le cinquième facteur, on est tenté d'évoquer le " conformisme " des écritures proches du modèle en ce qui concerne la liaison, la direction des lettres, la position de la signature.

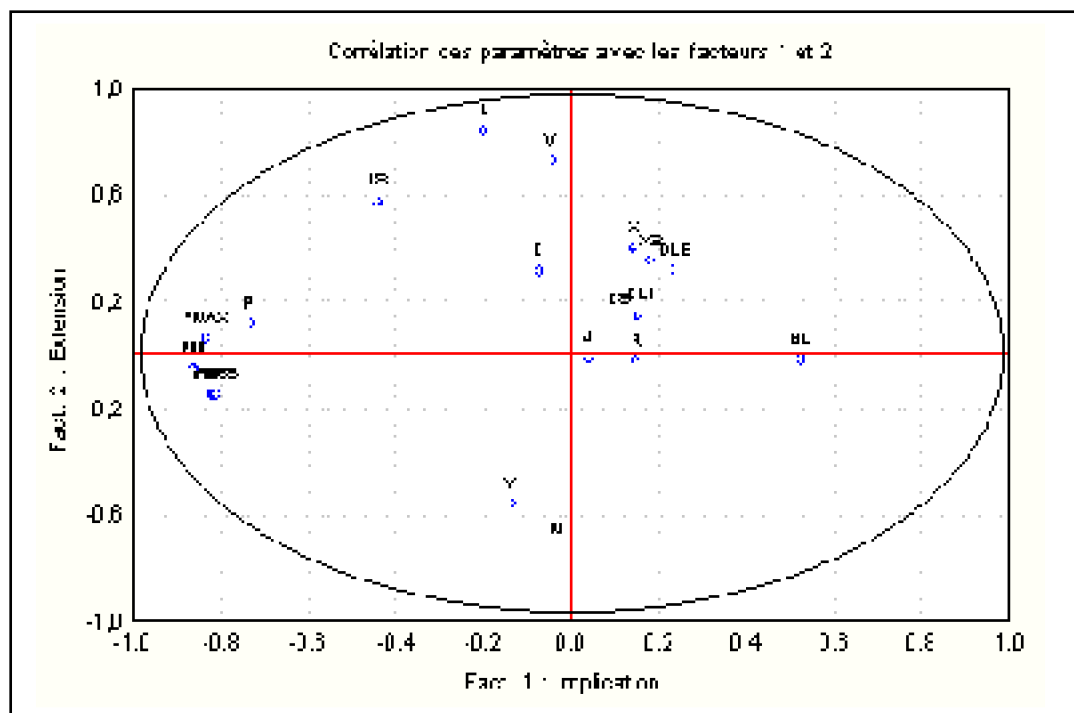


Figure 22. Corrélations des paramètres avec les 2 facteurs principaux de l'ACP

2.1.2.2. Etude main non dominante

Entre la main dominante et la main non dominante, on note des corrélations significatives pour tous les paramètres (Annexe T), sauf pour la direction des lettres (les corrélations sont également faibles pour la direction des lignes et de la signature, l'indice de pression maximale concernant la signature et l'importance des blancs) ; les corrélations des paramètres main non dominante sont assez semblables à ce que l'on observe main dominante.

Main non dominante, on retrouve les deux facteurs principaux de l'ACP (figure 25) : c'est le facteur d'extension qui explique le plus fort pourcentage de la variance (24%) ; il corrèle avec les mêmes paramètres que main dominante, plus une corrélation négative avec la direction des lignes.

Le facteur deux, qui explique 21% de la variance, corrèle avec les indices de pression et de pâtosité, également avec l'importance des blancs dans le texte ; c'est le facteur d'implication.

L'ensemble des poids factoriels, main dominante et main non dominante, est donné dans l'annexe S.

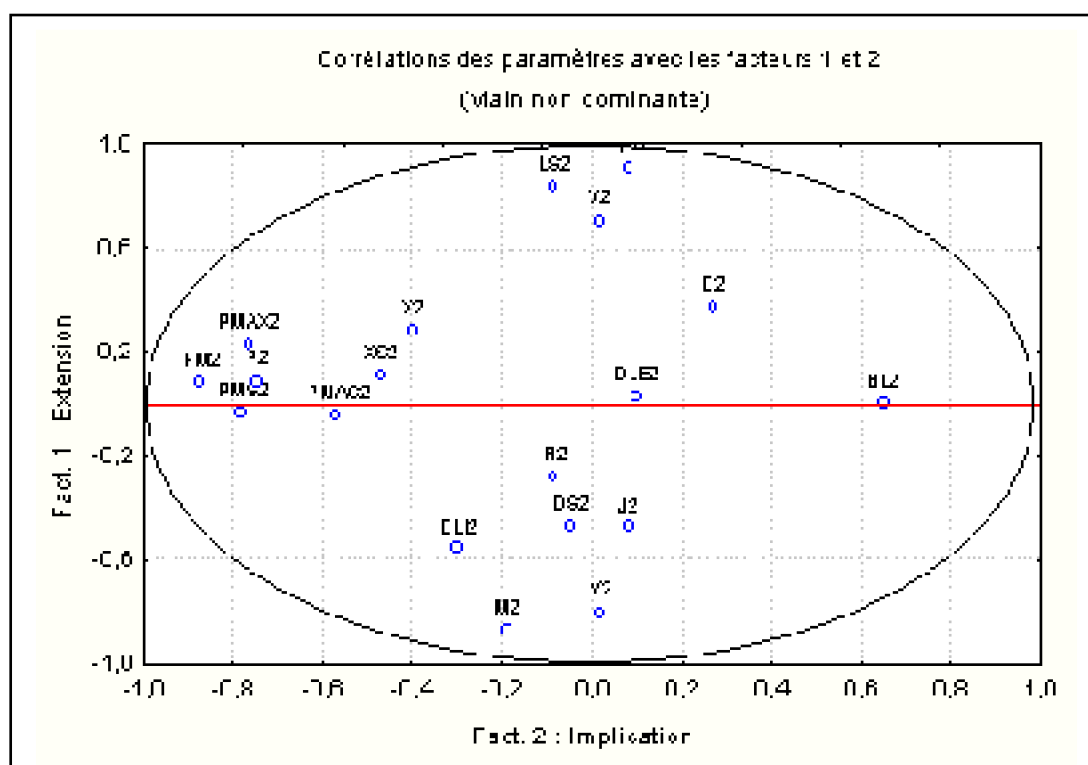


Figure 23. Corrélation des paramètres, de la main non dominante, avec les 2 facteurs principaux de l'ACP

2.2. Etude des différences intra-paires

L'essentiel de notre travail a porté, comme chez l'enfant, sur l'étude des différences de performances intra-paires, en valeurs absolues, pour l'ensemble des paramètres. Certains facteurs sont susceptibles d'influencer les paramètres eux-mêmes, comme nous l'avons vu ; en outre, d'autres facteurs peuvent influencer les différences intra-paires (différences notées, dans la suite, C suivi de l'indication du paramètre). Nous avons d'abord recherché les liens possibles entre différents facteurs, ciblés par le questionnaire, et la valeur absolue des différences intra-paires, avant d'étudier plus spécialement la comparaison des monozygotes et des dizygotes, pour tester l'hypothèse de l'intervention d'un éventuel facteur génétique.

2.2.1. Facteurs de variation des différences intra-paires, main dominante

2.2.1.1. Le déroulement de la scolarité

Nous avons souhaité repérer un éventuel effet de la scolarité, en fonction de la question 24 : " Avez-vous été scolarisés ensemble ? ".

On retient une différence significative concernant la Juxtaposition (p.01) : les différences sont plus grandes quand les enfants n'ont pas été scolarisés ensemble (figure

26), ce qui représente 21 cas. Du fait de l'inégalité des variances des groupes, nous avons procédé à un test de Mann et Whitney, qui donne ce résultat avec un risque d'erreur plus important, à p.10.

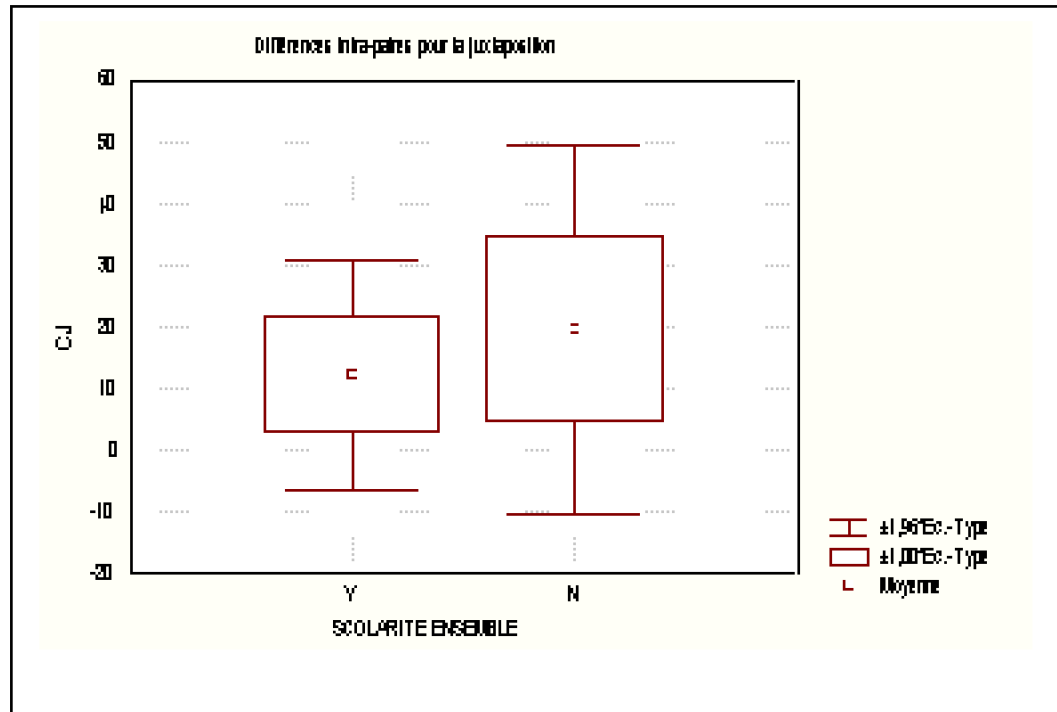


Figure 24. influence de la scolarité sur la juxtaposition

On note également une différence à p.05 pour XS, avec, une différence plus grande portant sur le positionnement droite-gauche de la signature, quand la scolarité ne s'est pas effectuée ensemble.

Toutefois, il faut noter que cette situation ne se rencontre pas avec la même fréquence chez les monozygotes, les dizygotes et les germains : les monozygotes ont tous été scolarisés ensemble, tandis que cela concerne seulement 80% des dizygotes et qu'à l'inverse, les germains pour 89% des cas n'ont pas été scolarisés ensemble. (La distribution de la variable distingue significativement les trois groupes avec un risque d'erreur inférieur à p.01).

Du fait du lien étroit de cette variable avec l'appartenance à l'un ou l'autre des groupes, il conviendrait de l'étudier à l'intérieur de chaque groupe, ce qui nécessiterait des effectifs bien supérieurs aux nôtres, du fait de la rareté des monozygotes non scolarisés ensemble ou des germains scolarisés ensemble.

2.2.1.2. La relation entre les jumeaux

Nous avons totalisé les réponses aux questions 18, 19 20 et 21 du questionnaire, relatives au vécu d'entité et aux items voisins (difficulté à nouer des amitiés, à s'engager dans d'autres activités que son jumeau) pour obtenir une seule variable caractérisant le lien entre les jumeaux (variable FU).

Cette variable corrèle avec la différence intra-paire pour LS, BI, V et Jà p.10 ; parmi ces corrélations, seule celle avec l'importance des blancs est positive, toutes les autres sont négatives ; au total, sur 19 paramètres, on note 15 corrélations négatives, un score important pour FU s'accompagne donc de valeurs plus faibles pour les différences intra-paires.

Par ailleurs FU est très influencée (P.002) par le DC (MZ,DZ ou G). Les valeurs moyennes pour les trois groupes sont les suivantes :

- 0.8 pour les germains
- 1.15 pour les DZ
- 2.74 pour les MZ

Toutefois la différence n'est pas significative entre dizygotes et germains.

Il n'existe pas de relation significative entre FU et le déroulement de la scolarité.

2.2.1.3. L'enfance

Nous n'avons pas mis en évidence de différence significative portant sur les différences intra-paires, selon que les enfants avaient été élevés ensemble ou séparément , mais dans notre étude, les jumeaux n'ont jamais été élevés séparément ; ils n'étaient pas toujours ensemble dans 5 cas seulement (2 cas de monozygotes, 3 cas de dizygotes) ; les germains ont été élevés séparément dans un seul cas et ensemble occasionnellement, dans 4 cas ; ces effectifs nous ont gênée dans l'étude de cette variable et nous n'avons pas testé son éventuelle relation avec FU.

2.2.1.4. La croyance relative à la zygosity

Quand on étudie les paramètres en fonction de la croyance personnelle d'être de " vrais " ou de " faux " jumeaux, on trouve des différences significatives portant sur les moyennes des différences intra-paires pour XS, à p .0003, D, à p.005 et DLI, à p.006. A p.10 on retiendra les différences pour R, PM, Y , M, PMS.

Toutes sont significativement plus grandes quand les jumeaux pensent être de " faux " jumeaux or il y a très peu d'écart dans notre échantillon, entre la croyance et la réalité et nous verrons qu'il existe également des différences pour ces paramètres en fonction du diagnostic. Elles sont toutefois moins nettes pour D et PMS et plus nettes pour Y et M (tableau 34).

Dans notre étude, les dizygotes se considèrent tous " faux jumeaux " tandis que 4 paires de monozygotes ne pensent pas être de vrais jumeaux. Pour ces jumeaux, dont la croyance est erronée, les moyennes des différences intra-paires sont tantôt supérieures à celles des MZ, tantôt inférieures ; Du fait du très petit effectif, nous avons du renoncer à tester les différences.

2.2.1.5. Ressemblance dans les choix et les comportements

Nous avons souhaité distinguer les réponses à la question 16 avec 6 items (goûts,

activités, loisirs, choix, opinions, réactions) donnant lieu au coefficient CMA.

Le coefficient CMC intègre, outre la question 16, les réponses aux questions 8, 12, et 22, relatives à la situation familiale, professionnelle et aux études.

Nous avons étudié les corrélations des coefficients CMA et CMC avec les différences intra-paires portant sur les paramètres. Le tableau 33 montre un ensemble de corrélations, toutes négatives, avec les différences intra-paires concernant le positionnement de la signature, les paramètres de pression, la direction des lignes et la rapidité. Quand la ressemblance intra-paire pour les choix et les comportements augmente, les différences intra-paires pour ces paramètres diminuent.

Tableau 33. Corrélations des différences intra-paires et de la ressemblance dans les choix et les comportements

| | CXS | CPM | CPMAX | CDLI | CR |
|-----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| CMA | -0,27 | -0,34 | -0,39 | -0,34 | -0,22 |
| CMC | -0,32 | -0,27 | -0,34 | -0,26 | -0,35 |

Par ailleurs, une analyse de la variance pour CMA et CMC, en fonction des groupes, montre que les ressemblances dans les choix et les comportements sont plus importantes chez les monozygotes ; les moyennes des dizygotes et des germains ne diffèrent pas et sont voisines de 0 tandis que pour les monozygotes la moyenne du coefficient CMC est 0,56 et celle de CMA, 0,64, plus proche de 1. La différence, aussi bien pour CMA que pour CMC est significative avec une probabilité d'erreur inférieure à p.0001.

Nous nous sommes limitée à l'étude des influences sur l'écriture main dominante, car nous n'avions pas d'hypothèse particulière concernant la main non-dominante et les différences nous paraissaient difficiles à interpréter ultérieurement.

2.2.2. Comparaison des groupes

Nous avons comparé les moyennes des différences intra-paires, pour l'ensemble des paramètres, en fonction de l'appartenance à l'un des trois groupes : monozygotes, dizygotes et germains. Nous avons d'abord comparés monozygotes et dizygotes, puis dizygotes et germains, enfin monozygotes et germains.

2.2.2.1. Comparaison des moyennes des différences intra-paires,

MZ versus DZ

[illegible]

Les moyennes des différences, pour 9 paramètres sur 19, sont plus élevées chez les DZ, 4 de manière significative à p.05, 6 à p.10, concernant XS, DLI, Y, M, PM, R ; (pour M, du fait de l'inégalité des variances, nous avons réalisé un test de Mann et Whitney, significatif à p.10).

Pour 8 variables, les résultats sont voisins.

2.2.2.2. Comparaison des moyennes des différences intra-paires,

en vertu de la loi du droit d'auteur.

| Diffé
reilles | Moyenne | | | | | | |
|------------------|--------------|-------|-------|--------|----|------|------|
| | Intra-paires | DZ | G | t | df | p | Fvt |
| CJ | | 12,00 | 21,65 | 3,24 | 39 | 0,00 | 4,41 |
| CDL F | | 11,95 | 6,55 | 1,06 | 39 | 0,07 | 2,01 |
| CX | | 0,55 | 0,25 | 1,42 | 39 | 0,15 | 2,75 |
| CY | | 1,73 | 1,29 | 1,32 | 39 | 0,13 | 2,96 |
| CDLI | | 2,90 | 2,30 | 1,38 | 39 | 0,23 | 2,66 |
| CDS | | 2,11 | 9,22 | -11,12 | 37 | 0,00 | 4,81 |
| CXS | | 2,31 | 1,92 | 0,34 | 38 | 0,35 | 2,19 |
| CP | | 0,03 | 0,04 | -0,84 | 39 | 0,41 | 1,06 |
| CLS | | 0,65 | 0,79 | 0,73 | 39 | 0,47 | 2,48 |
| CBL | | 0,01 | 0,01 | -0,52 | 39 | 0,52 | 4,20 |
| CPM | | 0,40 | 9,01 | -0,50 | 39 | 0,62 | 4,32 |
| CL | | 17,12 | 19,53 | -0,50 | 39 | 0,62 | 1,17 |
| CV | | 3,62 | 3,37 | 0,11 | 39 | 0,62 | 2,06 |
| CR | | 4,32 | 4,70 | -0,37 | 39 | 0,71 | 2,91 |
| CPMAX | | 4,57 | 4,90 | -0,30 | 39 | 0,73 | 1,74 |
| CPMS | | 10,12 | 10,53 | 0,21 | 38 | 0,83 | 2,26 |
| CD | | 1,45 | 1,55 | 0,13 | 38 | 0,83 | 3,91 |
| CPMAS | | 6,67 | 6,74 | -0,02 | 38 | 0,95 | 5,01 |
| CM | | 22,13 | 22,37 | -0,05 | 39 | 0,95 | 1,14 |

Tableau 35. Comparaison des différences intra-paires, entre dizygotes et germains

DZ et germains diffèrent peu, sauf pour la juxtaposition et la direction des lettres.

Pour 10 variables, les moyennes sont voisines.

Pour 5 variables, les moyennes des DZ sont supérieures à celles des germains, notamment pour la DLE à p.07.

Pour 4 variables ce sont les moyennes des germains qui sont supérieures.

On ne note de différence significative à p.05 que pour la juxtaposition, dans le sens d'une plus grande différence intra-paire des germains (figure 26) (test de Mann et Whitney significatif à p.01 pour cette variable).

2.2.2.3. Comparaison des moyennes des différences intra-paires,

MZ versus germains

Pour la plupart des paramètres, on note une différence intra-paire plus grande chez les germains. Les différences les plus importantes concernent J (figure 26), M (figure 25), XS, DLI, R, Pm, Y.

Pour 7 paramètres, les moyennes sont très voisines ($p > .50$). et pour un paramètre (DLE) la différence est plus grande chez les MZ, de manière non significative (p.17).

Les résultats entre MZ et germains sont très semblables aux résultats entre MZ et DZ

(toutefois, pour Y, DLI, XS, les différences sont moins marquées entre MZ et germaines qu'entre MZ et DZ car les moyennes des DZ sont supérieures à celles des germaines pour ces variables, de manière non significative).

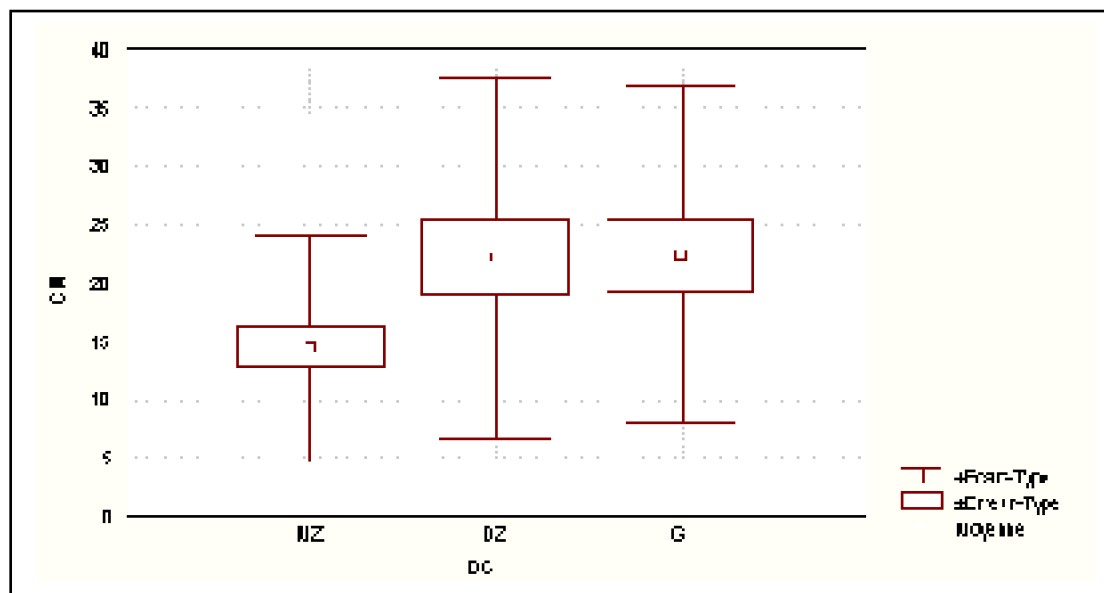


Figure 25. Différences intra-paires concernant les marges

La figure ci-dessus montre la différence relative aux marges, significative à p.03 entre MZ et germaines et à p.04 entre MZ et DZ.

En ce qui concerne la différence intra-paire portant sur la juxtaposition, il faut noter qu'elle est significativement plus grande chez les germaines aussi bien en regard des MZ(p.01) que des DZ(p.002) ; MZ et DZ ne diffèrent pas pour cette variable (figure 26).

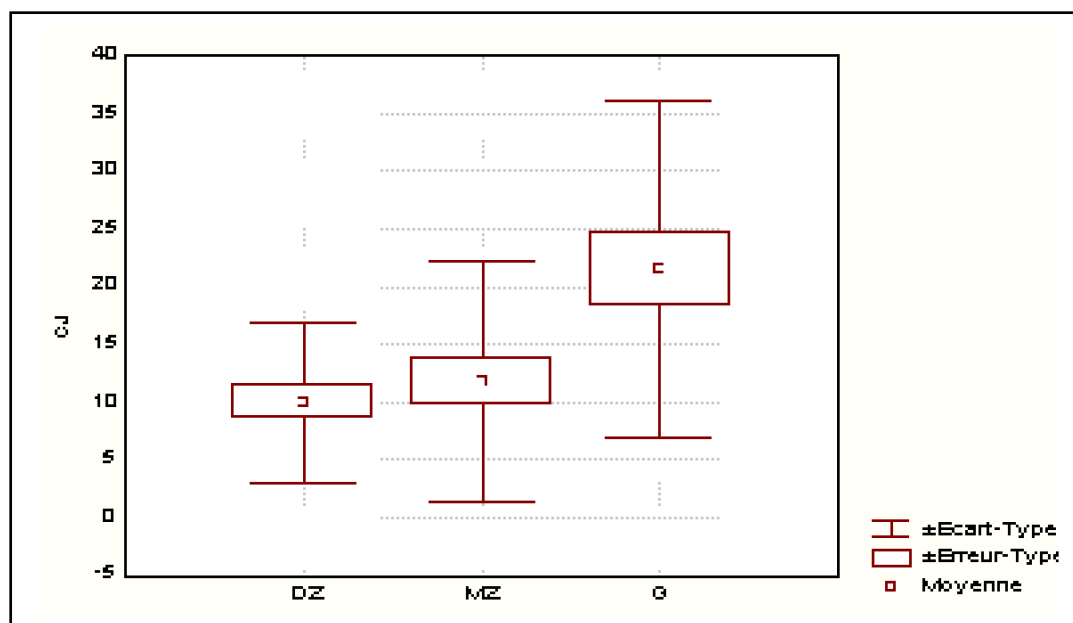


Figure 26. Différences intra-paires concernant la juxtaposition

Les résultats sont assez semblables **main non dominante**.

La comparaison des MZ et des DZ va dans le sens d'une plus grande différence des DZ pour 9 variables.

Pour 2 variables, elle va dans le sens d'une plus grande différence des MZ sans qu'elle soit significative (comparaison portant sur la juxtaposition et la rapidité).

Pour 8 variables, les résultats sont voisins.

Les seules différences significatives concernent, à p.05, la signature (XS et D) et la direction des lignes (DLI), à p.07 la pression moyenne (PM) : pour ces variables, la moyenne des différences intra-paire est plus élevée chez les DZ.

La comparaison MZ-G montre des résultats analogues :

- 10 moyennes sur 19 sont plus élevées chez les germains, en particulier celles concernant la signature (D et XS) et la pression moyenne.
- Pour une variable, concernant la rapidité, les germains se ressemblent davantage que les MZ.
- Pour 8 variables les résultats sont voisins.

Comme main dominante, DZ et germains diffèrent peu.

Pour 12 variables les résultats sont voisins. Quand ils diffèrent, c'est tantôt dans le sens d'une plus grande ressemblance des DZ, tantôt dans le sens d'une plus grande ressemblance des germains :

Pour trois variables, les moyennes des différences intra-paires sont plus élevées chez les DZ, de manière significative pour l'une d'elle, l'importance des blancs. Pour XS et DLI, cela induit une différence plus grande entre MZ et DZ qu'entre MZ et germains, comme main dominante.

Pour 4 variables c'est la différence intra-paire des germains qui est plus importante que celle des DZ, notamment pour la juxtaposition à p.01.

On remarque que, pour la main non-dominante comme pour la main dominante, la différence intra-paire portant sur la juxtaposition est plus importante chez les germains.

Dans l'ensemble les résultats concordent entre main dominante et main non dominante. Les groupes MZ, DZ, germains diffèrent au regard des moyennes de plusieurs paramètres. Toutes les différences significatives vont dans le sens d'une plus grande ressemblance des MZ. Entre MZ et DZ, les différences concernent le positionnement, les marges, la direction des lignes, et la pression moyenne. DZ et germains diffèrent peu, une différence remarquable toutefois concerne la juxtaposition.

Du fait des différences significatives entre MZ et DZ, portant sur les moyennes de plusieurs paramètres, nous avons souhaité utiliser ces variables pour prédire l'appartenance de jumeaux à l'un ou l'autre des groupes et établir un diagnostic pour les paires restant à classer.

2.2.3. Analyse discriminante

Nous avons procédé à une analyse discriminante, de type incrémentielle ascendante, portant sur l'ensemble des sujets pour lesquels le diagnostic était connu après l'analyse du questionnaire, soit 47 paires ; 4 observations supplémentaires correspondent aux paires dont le diagnostic restait incertain.

Nous avons entré dans l'analyse discriminante les paramètres de la main dominante seulement car nous n'avions pas l'écriture des deux mains pour tous les sujets ce qui nous aurait conduit à éliminer des observations.

Le but est de discriminer les paires sur l'écriture habituelle des sujets, la plus simple à obtenir.

Avec un niveau de tolérance laissé à 0.01 (valeur par défaut) et pour un F d'inclusion supérieur à 1, l'analyse inclut 11 variables.

Le tableau suivant donne la contribution des 11 variables du modèle à la discrimination d'ensemble, classées par valeurs croissantes du lambda partiel de Wilks . Les variables qui ne sont pas prises en compte ont un F d'inclusion <1.

Tableau 36. Synthèse de l'analyse discriminante

| | λ partiel | F | niveau |
|-------|-------------------|-------------|--------|
| | De Wilks | d'exclusion | p |
| CDLI | 0,56 | 27,08 | 0,00 |
| CX | 0,61 | 21,66 | 0,00 |
| CXS | 0,64 | 19,36 | 0,00 |
| CPMS | 0,70 | 14,28 | 0,00 |
| CLS | 0,71 | 13,82 | 0,00 |
| CD | 0,72 | 13,42 | 0,00 |
| CM | 0,79 | 8,87 | 0,01 |
| CV | 0,89 | 4,39 | 0,04 |
| CPMAS | 0,89 | 4,17 | 0,05 |
| CPMAX | 0,91 | 3,45 | 0,07 |
| CJ | 0,93 | 2,59 | 0,12 |

Plus le lambda partiel de Wilks est petit, plus la contribution à l'ensemble de la discrimination est grande. Les variables majeures pour distinguer les groupes concernent donc la direction des lignes , le positionnement droite-gauche. La pression maximale et la juxtaposition contribuent le moins à la discrimination entre MZ et DZ.

La fonction discriminante est statistiquement significative à p.0000 avec un lambda de Wilks = 0.21

Les coefficients de la fonction, pour chacune des variables entrées dans l'analyse, sont donnés dans le tableau 37. Nous voyons que la fonction discriminante est plus lourdement pondérée par CDLI, CX et CLS.

Tableau 37. Coefficients de la fonction discriminante

| | Coefficients | Coefficients |
|--|--------------|--------------|
|--|--------------|--------------|

| | standardisés | bruts |
|-----------|--------------|-------|
| CDLI | 1,10 | 0,86 |
| CX | 1,16 | 2,65 |
| CXS | 0,87 | 0,87 |
| CM | 0,66 | 0,05 |
| CPMS | 0,85 | 0,16 |
| CD | 0,87 | 0,82 |
| CLS | -1,14 | -2,20 |
| CV | 0,58 | 0,21 |
| CPMAX | 0,42 | 0,15 |
| CPMAS | -0,48 | -0,13 |
| CJ | -0,34 | -0,04 |
| constante | | -6,62 |

Le calcul des fonctions de classifications permet, pour chaque observation, d'établir un score d'appartenance à l'un des groupes et de classer l'observation dans le groupe qui correspond au score le plus élevé.

Tableau 38. Coefficients des variables pour les fonctions de classification

| | Variable de classement | |
|-----------|------------------------|--------|
| | DZ | MZ |
| CDLI | 7,88 | 4,60 |
| CX | 23,97 | 13,91 |
| CXS | 7,59 | 4,27 |
| CM | 0,42 | 0,22 |
| CPMS | 1,49 | 0,88 |
| CD | 6,79 | 3,68 |
| CLS | -18,68 | -10,32 |
| CV | 2,35 | 1,55 |
| CPMAX | 1,66 | 1,11 |
| CPMAS | -0,50 | 0,01 |
| CJ | -0,11 | 0,03 |
| Constante | -44,55 | -18,59 |

Les fonctions de classification permettent de reclasser correctement tous les DZ et 96.15 % des MZ : une paire est mal classée, la paire 39. Sur l'ensemble, on obtient 97.9 % de classements corrects.

Les paires 8 et 32 sont classées MZ, les paires 7 et 9 DZ, avec des probabilités d'erreur < 5% pour les paires 7, 8 et 9, à p.07 pour la paire 32.

Sur la figure suivante (figure 27), nous avons, pour chaque paire, représentée le carré de la distance aux centroïdes des deux groupes MZ et DZ(Annexe U).

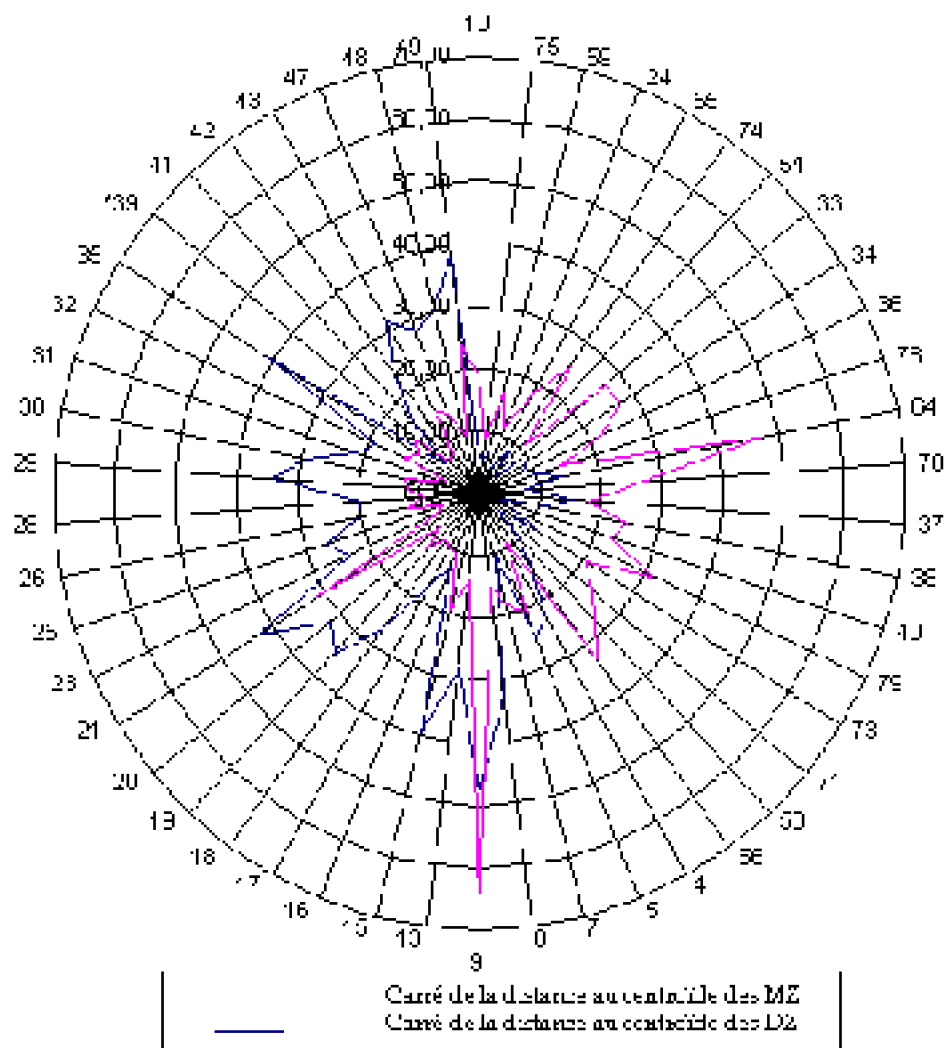


Figure 27. Classification en fonction de la distance de Mahalanobis

Quand la distance à l'un des centres de gravité des groupes est grande, elle est petite en regard du centre de gravité de l'autre groupe, celui auquel appartient, le plus probablement, l'observation.

Pour les paires 75, 76, 37, 5 et 16, on voit que la différence entre le carré des distances est moins important. Ce sont celles pour lesquelles le risque d'erreur par la classification sur l'écriture est le plus grand, supérieur à 5 %, mais elle sont correctement reclassées (leur classification à partir du questionnaire ne faisait pas de doute, la probabilité d'erreur la plus élevée concernait la paire 37 à p.01).

En ce qui concerne la paire 32, le classement à partir d'un seul questionnaire l'attribuait également aux MZ.

La paire 7 était classée MZ à partir d'un seul questionnaire, très incomplet ; elle est classée DZ sur l'écriture avec une probabilité d'erreur à p.02 et ce résultat paraît plus fiable.

Les paires 8 et 9, pour lesquelles on n'avait pas d'information, sont classées à partir de l'écriture avec un risque d'erreur très faible, à $p.0001$, la paire 8 est classée MZ, la paire 9 DZ.

En ce qui concerne la paire 39, le risque d'erreur sur l'écriture ($p.05$) est plus important que celui sur la ressemblance physique ($p.0000$). Nous retiendrons donc, pour cette paire, son appartenance au groupe des MZ.

A l'issue de cette seconde analyse, basée sur l'écriture des sujets, nous avons donc pu classer toutes les paires de manière satisfaisante.

2.3. Comparaison de la latéralité et des différences de performances main dominante-main non dominante

2.3.1. Comparaison de la préférence manuelle.

L'étude comporte 21 gauchers, définis en fonction de la préférence manuelle pour l'écriture et évalués avec le questionnaire d'Annett :

- 9 MZ sur un total de 52 (17 %)
- 5 DZ sur 42 (12 %)
- 6 germains sur 36 (17 %)
- 1 sujet parmi les diagnostics initialement " incertains "

Pour deux paires de germains, l'information concernant la préférence manuelle est manquante.

Le tableau 39 montre comment les paires se distribuent dans les groupes.

(Les sujets pour lesquels le diagnostic était initialement incertain n'ont pas été pris en compte ici (4 paires).)

Tableau 39. Répartition des paires discordantes

| | Nombre de paires concordantes | | | Nombre de paires discordantes |
|----------|-------------------------------|----------|-------|-------------------------------|
| | Droitiers | Gauchers | Total | |
| MZ | 19 | 2 | 21 | 5 |
| DZ | 16 | | 16 | 5 |
| Germains | 13 | 1 | 14 | 4 |
| Total | 48 | 3 | 51 | 14 |

Il n'apparaît aucune différence significative concernant le nombre de paires discordantes, entre MZ, DZ et germains ($\chi^2=0.15$, $p.93$).

En ce qui concerne la préférence manuelle dans diverses activités, une analyse de la variance des différences intra-paires pour le score établi à partir du questionnaire d'Annett, sans pondération relative à l'activité, montre qu'il n'y a pas de différence

en vertu de la loi du droit d'auteur.

significative entre les groupes dans notre échantillon (p.70), malgré une moyenne trouvée plus basse chez les germains.

2.3.2. Corrélation entre le questionnaire d'Annett et les différences de performances entre les deux mains.

Le questionnaire d'Annett rend compte de la préférence manuelle dans diverses activités, 12 au total (Annexe B) ; l'écriture est une de ces activités.

Dans notre notation, un score au questionnaire d'Annett positif correspond à une latéralisation droite, qui touche d'autant plus d'activités que le score est plus élevé, un score négatif à une latéralisation gauche, d'autant plus générale que le score est plus petit (plus le score est faible plus la latéralisation est gauche, sur l'ensemble des activités, plus il est fort, plus la latéralisation est droite).

Les variables prises en compte ici concernent les différences de performances entre la main droite et la main gauche, pour chaque paramètre ; pour les nommer, nous utilisons le nom du paramètre suivi de l'indication D_G.

Le tableau 40 montre que les paramètres relatifs à la vitesse, la rapidité, la pression et la dimension du graphisme sont particulièrement en lien avec la préférence manuelle, fondée sur le questionnaire d'Annett.

Tableau 40. Corrélations entre le questionnaire d'Annett et les différences de performances entre main droite et main gauche

| Paramètres
MD - MG | r | Paramètres
MD - MG | r |
|-----------------------|-------|-----------------------|-------|
| MD_G | 0,54 | XD_G | -0,13 |
| YD_G | 0,45 | XSD_G | 0,03 |
| PMSD_G | 0,44 | DSD_G | 0,09 |
| PMASD_G | 0,31 | DD_G | -0,15 |
| PMD_G | 0,51 | DLID_G | 0,10 |
| PMAXD_G | 0,23 | DLED_G | 0,04 |
| PD_G | 0,62 | JD_G | 0,13 |
| VD_G | 0,68 | | |
| RD_G | 0,83 | | |
| LD_G | -0,56 | | |
| LSD_G | -0,36 | | |
| BLD_G | -0,45 | | |

Le score d'Annett corrèle de manière significative, avec les différences portant sur :

- les indices de pression moyenne (texte et signature), la pâtosité et l'importance des blancs,
- les indices de vitesse et de rapidité,
- les indices de dimension : marges, hauteur du texte, longueur du fil, importance des

boucles.

Les corrélations les plus importantes concernent la vitesse du mouvement et la rapidité, plus la préférence manuelle droite est généralisée dans le questionnaire d'Annett, plus la rapidité de la main droite, dans l'écriture, est supérieure à celle de la main gauche, de même que sa vitesse.

De la même façon, plus la préférence droite est importante, selon le questionnaire d'Annett, plus la pression de la main droite est supérieure à celle de la main gauche. Pâtosité et blancs sont liés à l'indice de pression moyenne du texte : la pâtosité est plus grande main droite, l'importance des blancs plus petite.

Enfin on note également, quand la préférence droite est généralisée à la plupart des activités manuelles, un graphisme plus petit et plus contrôlé de la main droite que de la main gauche, tandis que les marges sont plus importantes.

2.3.3. Etude des différences intra-paires

2.3.3.1. Comparaison des moyennes des différences intra-paires,

MZ versus DZ

Nous avons calculé les moyennes des valeurs absolues des différences intra-paires, pour les différences de performance entre main droite et main gauche.

Le tableau 41 ne fait apparaître aucune différence significative, entre MZ et DZ, notamment pour les paramètres de vitesse, rapidité, pression et dimension.

Tableau 41. Comparaison des différences intra-paires des MZ et des DZ pour les différences de performances entre les deux mains

| | Moyennes | | | | | | |
|---|----------|-------|-------|----|------|-------|------|
| | MZ | DZ | t | df | p | Fvt | p |
| CDLID_G | 3,87 | 5,94 | -1,85 | 39 | 0,07 | 1,02 | 0,99 |
| CJD_G | 11,04 | 7,33 | 1,71 | 39 | 0,10 | 5,00 | 0,00 |
| CPMAXD_G | 5,96 | 4,06 | 1,29 | 39 | 0,20 | 2,64 | 0,05 |
| CDD_G | 1,06 | 0,60 | 1,02 | 35 | 0,32 | 18,48 | 0,00 |
| CXD_G | 0,45 | 0,59 | -1,02 | 39 | 0,32 | 3,28 | 0,01 |
| CVD_G | 4,44 | 5,58 | -0,99 | 39 | 0,33 | 1,83 | 0,21 |
| CXSD_G | 1,42 | 1,21 | 0,73 | 36 | 0,47 | 3,46 | 0,01 |
| CDSD_G | 11,20 | 9,44 | 0,72 | 36 | 0,48 | 2,24 | 0,10 |
| CPMASD_G | 10,80 | 12,61 | -0,62 | 36 | 0,54 | 1,90 | 0,19 |
| CPMD_G | 13,56 | 11,77 | 0,48 | 39 | 0,63 | 6,30 | 0,00 |
| CYD_G | 1,89 | 2,12 | -0,41 | 39 | 0,68 | 2,15 | 0,11 |
| CMD_G | 50,59 | 57,23 | -0,40 | 39 | 0,69 | 3,27 | 0,02 |
| CLD_G | 54,59 | 49,26 | 0,31 | 39 | 0,76 | 2,49 | 0,06 |
| CPMSD_G | 17,01 | 16,12 | 0,26 | 36 | 0,80 | 3,79 | 0,01 |
| CRD_G | 9,04 | 9,68 | -0,19 | 39 | 0,85 | 1,25 | 0,64 |
| CLSD_G | 1,84 | 1,69 | 0,19 | 39 | 0,85 | 3,04 | 0,02 |
| CDLED_G | 10,09 | 9,94 | 0,06 | 39 | 0,96 | 1,32 | 0,53 |
| CPD_G | 0,01 | 0,01 | -0,04 | 39 | 0,97 | 1,96 | 0,16 |
| CBLD_G | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 39 | 1,00 | 1,98 | 0,15 |
| <i>La lettre " c " devant la variable, indique qu'il s'agit de la différence intra-paire.</i> | | | | | | | |

Les différences entre les différences intra-paires moyennes des MZ et des DZ sont peu importantes, de plus elles sont tantôt en faveur d'une plus grande ressemblance des monozygotes, par exemple pour les différences de performance entre main droite et main gauche liées à la direction du graphisme (p.07), tantôt en faveur d'une plus grande ressemblance des dizygotes, notamment pour les différences de performance concernant la juxtaposition.

En ce qui concerne la juxtaposition, du fait de l'inégalité des variances, on a procédé à un test de Mann et Whitney. Le résultat est non significatif (p.20).

2.3.3.2. Comparaison des moyennes des différences intra-paires,

DZ versus germains

Sur l'ensemble des paramètres, nous notons plus de différences entre DZ et germains qu'entre MZ et DZ.

Tableau 42. Comparaison des différences intra-paires des DZ et des germains pour les différences de performances entre les deux mains

| | Moyennes | | | | | | |
|----------|----------|-------|-------|----|------|-------|------|
| | DZ | G | t | df | p | Fvt | p |
| CJD_G | 7,33 | 17,78 | -3,10 | 34 | 0,00 | 13,00 | 0,00 |
| CXSD_G | 1,21 | 2,27 | -2,42 | 33 | 0,02 | 9,78 | 0,00 |
| CMD_G | 57,23 | 35,12 | 2,18 | 34 | 0,04 | 1,84 | 0,22 |
| CPMASD_G | 12,61 | 8,94 | 1,67 | 33 | 0,10 | 1,86 | 0,22 |
| CDD_G | 0,60 | 1,05 | -1,38 | 33 | 0,18 | 8,78 | 0,00 |
| CYD_G | 2,12 | 1,52 | 1,36 | 34 | 0,18 | 1,23 | 0,67 |
| CLD_G | 49,26 | 34,81 | 1,26 | 34 | 0,22 | 2,37 | 0,08 |
| CDSD_G | 9,44 | 13,56 | -1,23 | 32 | 0,23 | 4,83 | 0,00 |
| CLSD_G | 1,69 | 1,20 | 1,13 | 34 | 0,27 | 4,19 | 0,01 |
| CDLID_G | 5,94 | 4,89 | 0,80 | 34 | 0,43 | 1,46 | 0,44 |
| CPD_G | 0,01 | 0,01 | 0,75 | 34 | 0,46 | 1,54 | 0,38 |
| CDLED_G | 9,94 | 8,44 | 0,54 | 34 | 0,59 | 1,31 | 0,59 |
| CXD_G | 0,59 | 0,51 | 0,49 | 34 | 0,63 | 1,97 | 0,17 |
| CPMD_G | 11,77 | 11,03 | 0,34 | 34 | 0,74 | 1,56 | 0,37 |
| CPMAXD_G | 4,06 | 3,78 | 0,25 | 34 | 0,80 | 1,03 | 0,95 |
| CRD_G | 9,68 | 10,46 | -0,22 | 34 | 0,83 | 1,34 | 0,56 |
| CPMSD_G | 16,12 | 16,28 | -0,05 | 33 | 0,96 | 2,94 | 0,03 |
| CVD_G | 5,58 | 5,52 | 0,05 | 34 | 0,96 | 2,71 | 0,05 |
| CBLD_G | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 34 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

Les différences vont dans le sens d'une plus grande ressemblance des germains en ce qui concerne les différences de performances pour les marges (p.04) et pour les autres paramètres caractérisant la dimension (hauteur du texte, longueur du fil, importance des boucles), sans que les différences soient significatives.

En ce qui concerne la juxtaposition, ce sont les germains qui diffèrent le plus, pour les différences de performances entre main droite et main gauche (différence également significative avec un test de Mann et Whitney, à p.004).

On note également une différence significative à p.02, aussi bien sur le tableau ci-dessus qu'avec un test de Mann et Whitney, quand on compare les différences portant sur XS, avec plus de dissemblance chez les germains de même que pour les autres paramètres concernant la signature (D, DS), mais de manière non significative.

2.3.3.3. Comparaison des moyennes des différences intra-paires,

MZ versus germains

Même si les résultats sont moins nets et non significatifs, on retrouve, comparés aux monozygotes, la plus grande ressemblance des germains pour les variables relatives à la dimension du graphisme (L, M, LS, Y), qui apparaissait dans la comparaison avec les dizygotes, alors qu'ils diffèrent davantage, par rapport aux jumeaux, en ce qui concerne la juxtaposition (J) et la position de la signature (Xs).

Tableau 43. Comparaison des différences intra-paires des MZ et des germains pour les différences de

en vertu de la loi du droit d'auteur.

performances entre les deux mains

| | Moyennes | | | | | | |
|----------|----------|-------|-------|----|------|-------|------|
| | MZ | G | t | df | p | Fvt | p |
| CJD_G | 11,04 | 17,78 | -1,92 | 39 | 0,06 | 2,60 | 0,04 |
| CXSD_G | 1,42 | 2,27 | -1,82 | 35 | 0,08 | 2,83 | 0,03 |
| CPMAXD_G | 5,96 | 3,78 | 1,49 | 39 | 0,15 | 2,72 | 0,04 |
| CLD_G | 54,59 | 34,81 | 1,22 | 39 | 0,23 | 5,88 | 0,00 |
| CMD_G | 50,59 | 35,12 | 0,98 | 39 | 0,33 | 6,03 | 0,00 |
| CLSD_G | 1,84 | 1,20 | 0,90 | 39 | 0,37 | 12,74 | 0,00 |
| CDLID_G | 3,87 | 4,89 | -0,83 | 39 | 0,41 | 1,44 | 0,42 |
| CVD_G | 4,44 | 5,52 | -0,76 | 39 | 0,45 | 1,48 | 0,38 |
| CDLED_G | 10,09 | 8,44 | 0,68 | 39 | 0,50 | 1,01 | 0,96 |
| CYD_G | 1,89 | 1,52 | 0,68 | 39 | 0,50 | 2,65 | 0,04 |
| CPMASD_G | 10,80 | 8,94 | 0,67 | 35 | 0,50 | 3,55 | 0,01 |
| CPMD_G | 13,56 | 11,03 | 0,66 | 39 | 0,51 | 4,04 | 0,00 |
| CDSD_G | 11,20 | 13,56 | -0,66 | 34 | 0,52 | 2,15 | 0,12 |
| CPD_G | 0,01 | 0,01 | 0,57 | 39 | 0,57 | 3,02 | 0,02 |
| CXD_G | 0,45 | 0,51 | -0,54 | 39 | 0,59 | 1,67 | 0,26 |
| CRD_G | 9,04 | 10,46 | -0,40 | 39 | 0,69 | 1,07 | 0,87 |
| CPMSD_G | 17,01 | 16,28 | 0,18 | 35 | 0,86 | 1,29 | 0,61 |
| CDD_G | 1,06 | 1,05 | 0,03 | 34 | 0,98 | 2,11 | 0,14 |
| CBLD_G | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 39 | 1,00 | 1,98 | 0,15 |

On note une différence, à p.06 sur le tableau 43, mais à p.11 avec un test de Mann et Whitney, pour les différences de performances entre main droite et main gauche relatives à la juxtaposition.

Un test de Mann et Whitney a également été effectué pour la comparaison des différences concernant XS. Le risque d'erreur apparaît également plus important, à p.10.

3. Interprétation et discussion des résultats

Nos résultats s'appuient sur le diagnostic de zygosité que nous avons fait à partir de la ressemblance physique des jumeaux, jugée d'après les réponses à un questionnaire que devait remplir chacun d'eux.

Cet aspect de l'étude n'a pas posé de problèmes. La discrimination des groupes, d'après la ressemblance physique, est tout à fait satisfaisante. Nous avons pu classer tous les couples de jumeaux pour lesquels nous disposions des informations des questionnaires, avec un risque d'erreur très faible selon notre modèle. Il faudrait comparer notre diagnostic et le diagnostic obtenu avec un test d'ADN pour affirmer notre résultat et connaître le risque d'erreur réel. Cependant le diagnostic que nous avons fait apparaît fiable. L'ensemble des auteurs de la littérature s'accorde sur la fiabilité d'un diagnostic de

zygosité établi sur un questionnaire relatif à la ressemblance physique (Cederlöf et al., 1967 [32] ; Nichols et al., 1966 [111] ; Sarna et al., 1978 [134] ; Magnus et al., 1983, [98] ; Lykken et al., 1990, [97] ; Spitz et al., 1996, [146]). De plus le risque d'erreur ne touche à peu près que les monozygotes, ce qui ne peut conduire à un résultat erroné concernant la mise en évidence d'une ressemblance significative des monozygotes, et ne constitue pas une gêne importante du fait du faible risque d'erreur qui existe.

Même si un très petit nombre de questions permet de faire le diagnostic dans la plupart des cas (Magnus et al., 1983 [98] ; Spitz et al., 1996, [146]), nous pensons que le fait d'avoir pris en compte plus d'éléments, concernant la ressemblance actuelle et également la ressemblance dans l'enfance, nous a vraisemblablement permis d'améliorer le diagnostic. Le fait d'avoir pu contrôler l'exactitude des réponses données par les jumeaux, le questionnaire étant rempli en présence d'une personne expérimentée, contribue peut-être aussi au résultat obtenu.

3.1. Comparaison de la ressemblance intra-paire pour l'écriture, en fonction des groupes

Les résultats de notre étude chez l'adulte sont en faveur d'une plus grande ressemblance de l'écriture des monozygotes comparée à celle des dizygotes.

Toutes les différences significatives, à $p.05$, entre les moyennes des différences intra-paires, vont dans le sens d'une plus grande ressemblance des monozygotes ; elles concernent les marges, la hauteur du texte, la position de la signature, la direction des lignes. A $p.08$, on retient également les différences pour la pression moyenne et la rapidité.

Les différences intra-paires des germains sont très semblables à celles des dizygotes, sauf en ce qui concerne la juxtaposition : pour cette variable, les couples de germains diffèrent davantage que les couples de dizygotes et il n'y a pas de différence significative entre les moyennes des différences intra-paires des monozygotes et des dizygotes.

Contrairement à ce que l'étude chez l'enfant pouvait laisser supposer, nous ne constatons pas une ressemblance significative des monozygotes pour les indices de forme et de liaison de l'écriture : nous notons, chez l'adulte, très peu de différence entre les moyennes des différences intra-paires des monozygotes et des dizygotes pour la juxtaposition et aucune différence relative à la forme du graphisme, jugée sur l'importance des boucles (tableau 34).

La plus grande ressemblance des MZ par rapport aux dizygotes semble donc toucher essentiellement les éléments de spatialité, particulièrement les indices de direction et de disposition dans la page. Toutefois, il faut noter que, pour certains de ces paramètres, les dizygotes diffèrent plus que les germains.

Les différences entre monozygotes et dizygotes concernant les ressemblances intra-paires, pour de nombreux paramètres, nous ont conduite à envisager de distinguer les groupes en fonction des moyennes des différences intra-paires pour ces paramètres.

Les distances des jumeaux aux centres de gravité des groupes MZ et DZ, calculées pour ces variables, ne diffèrent pas autant que dans le calcul établi sur la ressemblance physique, mais elles diffèrent suffisamment pour permettre la classification des paires avec un risque d'erreur inférieur à 5 %, dans la plupart des cas, si on tient pour exacte la classification à partir du questionnaire.

Dans 97.8 % des cas, la classification en fonction de l'écriture correspond à celle obtenue d'après l'analyse du questionnaire et nous avons pu classer, en fonction de l'écriture, les paires pour lesquelles nous ne disposions pas des informations du questionnaire. Pour la paire 32, le risque d'erreur lors de la classification par l'écriture est à p.07 ; cette classification correspond à celle fondée sur la ressemblance physique, selon les indications données par un seul des jumeaux ; de ce fait elle nous paraît suffisamment probable pour être retenue. Cependant, on note que l'un des jumeaux de cette paire avait présenté des problèmes à la naissance et que la ressemblance, dans l'enfance, était moins importante qu'à l'âge adulte. Par ailleurs, il s'agit d'une paire discordante pour la préférence manuelle.

En ce qui concerne les jumeaux des autres paires, correctement reclassées mais dont la différence entre les distances aux centroïdes des groupes est faible (trois paires de dizygotes et deux paires de monozygotes), on remarque que tous sont droitiers, sans différence concernant la préférence manuelle, en fonction du questionnaire d'Annett ; tous ont effectué leur scolarité ensemble ; rien n'a affecté leur habileté manuelle ; leur opinion concernant leur situation gémellaire (" vrai " ou " faux " jumeaux) est conforme au résultat du questionnaire. Nous ne retenons, en fait, qu'une ressemblance physique accentuée pour l'un des trois couples de dizygotes et au contraire une ressemblance physique moins importante dans l'enfance pour l'ensemble des couples monozygotes. A noter également, un entraînement différent de la main dominante pour les jumeaux des deux couples monozygotes.

On peut trouver, dans ces informations issues du questionnaire, une explication à la moins bonne discrimination, en fonction de l'écriture, des trois couples monozygotes. En ce qui concerne les trois couples dizygotes, les résultats ne semblent pas en rapport avec une situation particulière.

La seule classification incorrecte concerne la paire 39, classée DZ d'après l'écriture avec un risque à p.05, alors que la discrimination en fonction du questionnaire l'attribuait au groupe MZ. On note, pour un des jumeaux de cette paire, des problèmes à la naissance et surtout un traumatisme dans l'enfance ayant affecté la ressemblance physique et l'habileté manuelle. Ceci peut expliquer les différences portant sur l'écriture.

La plus grande ressemblance des monozygotes par rapport aux dizygotes, pour certains paramètres de l'écriture est à rapprocher des résultats portant sur certaines fonctions cognitives et sur le développement intellectuel. Elle est très généralement retrouvée dans la littérature (Roubertoux et al., 1978 [131]), avec, notamment, une plus grande ressemblance des monozygotes dans des épreuves entrant dans le QI verbal du WISC-R (Rose et al., 1981 [129]) et également dans le QI de performance, quoique, dans ce cas, les études effectuées (Rose et al., 1981, [129] ; Beekmans et al., 1993, [9] ; Spitz, 1994 [143]) retiennent un effet du type de chorion responsable d'une plus grande

ressemblance des monochorioniques.

Nous ne disposons pas, dans cette étude, d'un diagnostic de chorion et l'étude faite chez l'enfant peut nous amener à penser que cette variable influence le résultat obtenu en ce qui concerne les marges, la direction des lignes, voire la rapidité. Toutefois c'est ici le positionnement, dans son ensemble, du texte écrit et de la signature, qui apparaît concerné.

Outre le facteur relatif au type de chorion, d'autres facteurs peuvent également influencer les différences intra-paires. Nous aborderons cet aspect plus loin, avec la discussion portant sur l'ensemble du travail.

3.2. Comparaison de la ressemblance intra-paire pour les différences de performances des deux mains

L'étude de la préférence manuelle et des différences de performances entre les deux mains, en ce qui concerne l'écriture, fournit des résultats qui, même s'ils sont décevants, ne nous surprennent pas.

La dimension du graphisme, sa pression, sa vitesse et sa rapidité sont particulièrement en rapport avec la latéralité manuelle. Il s'avère que pour ces paramètres, rien ne distingue monozygotes et dizygotes, en ce qui concerne la ressemblance des paires pour les différences de performances entre les deux mains.

Les jumeaux, particulièrement les dizygotes, mais c'est également vrai des monozygotes, ont tendance à différer plus que les germains pour certaines variables, notamment celles concernant la dimension du graphisme (M, L, Y, LS).

Par contre, pour la juxtaposition et la position de la signature, se sont les germains qui diffèrent le plus, en ce qui concerne la comparaison des performances de la main droite et de la main gauche, au sein des couples. Cependant les différences de performance pour ces variables ne paraissent pas en rapport avec la plus ou moins grande habileté de la main droite.

L'étude chez l'adulte nous a permis de mettre en évidence une ressemblance significative des monozygotes dans l'écriture, pour certains paramètres, mais pas en ce qui concerne les différences de performances entre main droite et main gauche, en rapport avec l'habileté manuelle.

Ces résultats, concernant la latéralité, vont dans le sens des études antérieures (Carlier et al., 1996) [31], notamment en ce qui concerne la ressemblance possible, pour certains paramètres, des germains élevés ensemble (Carlier et al., 1994).[30].

3.3. Influence de divers facteurs sur l'écriture

L'étude chez l'adulte nous apporte, en outre, des informations concernant l'organisation de l'écriture et l'influence de divers facteurs.

Elle nous a permis de vérifier un certain nombre de relations entre les différents

paramètres retenus pour caractériser l'écriture ; on retrouve la corrélation classique et positive entre L et V, (Saudeck, 1929[135] ; Michel, 1976, [105]) mais il apparaît aussi qu'une grande écriture nuit à la rapidité d'exécution de la tâche. Cette corrélation, négative, n'était pas significative lors d'une précédente étude chez l'adulte (Faure, 1992) [62], alors qu'elle est confirmée ici sur un plus grand nombre. L'absence de corrélation avec la juxtaposition va plutôt dans le sens des données de la littérature, sauf en ce qui concerne la relation de cette variable avec la longueur du fil graphique (F.Michel [105]) : nous ne retrouvons pas, dans notre étude, de relation entre le degré de liaison et la dimension du graphisme. Ce résultat est par contre conforme à celui que nous avons obtenu en 1992.

L'analyse factorielle des résultats nous a permis de retrouver les facteurs principaux déjà identifiés lors d'études précédentes (Faure 1992,1994,1996) [62-63-64].

Le premier facteur apparaît plutôt comme " vertical ", en lien avec la pression et l'implication du scripteur. Le second facteur est plus en rapport avec l'appropriation de l'espace. Il faudrait sans doute pouvoir accéder à d'autres indices, concernant notamment la forme et la continuité de l'écriture, pour pouvoir qualifier et interpréter au mieux les autres axes sur lesquels les paramètres dont nous disposons sont moins bien représentés.

Nous n'avons pas étudié les différences intra-paires en relation avec les facteurs chez l'adulte, du fait des contraintes portant sur le choix des paramètres (nous avons dû, notamment, renoncer à mesurer les indices relatifs à la dimension fractale pour des raisons techniques) et aussi parce qu'il nous paraissait plus important, dans un premier temps de nous consacrer à l'étude plus fine des influences sur les paramètres eux-mêmes. Ce choix s'est fait également en fonction de l'importance des données concernant la latéralité, dont le traitement alourdissait considérablement l'étude.

Les influences des diverses sources de variations prises en compte dans l'étude nous aident également à mieux comprendre les relations entre les paramètres.

Il apparaît dans cette étude que les écritures féminines sont généralement plus grandes, formant plus de surfaces fermées ; la vitesse est également plus grande, liée à la longueur du fil graphique. La pâtosité est moins importante que dans les écritures masculines. Nous ne retrouvons pas ici d'effet significatif du sexe sur la rapidité et la juxtaposition, alors que nous avons mis en évidence un effet de ce type chez l'enfant ; on peut penser que ces manifestations étaient davantage en rapport avec la maturité différente des enfants, les filles paraissant " en avance " sur les garçons dans l'acquisition de l'écriture. Les différences chez l'adulte portent davantage sur l'aspect du graphisme et aussi sur la vitesse.

Nous retenons l'effet de l'entraînement, responsable d'une plus grande rapidité et de pressions plus faibles. Nous retrouvons, avec le niveau d'études, un effet identique sur la rapidité.

Le niveau d'études apparaît également en rapport avec la longueur du tracé. La dimension du graphisme diminue quand le niveau d'études s'élève. Avec des niveaux d'études élevés, on rencontre plus souvent des écritures en bâtonnets, plus petites et moins bouclées ; c'est le type d'écriture que l'on retrouve également le plus souvent chez

les cadres supérieurs.

Si on retrouve, chez l'adulte, l'influence du niveau d'études sur la rapidité et la longueur du tracé, on ne retrouve pas, par contre, de lien entre le niveau d'étude et la juxtaposition.

La liaison de l'écriture ne paraît pas avoir le même sens chez l'adulte et l'enfant ; elle est plus en rapport avec l'acquisition d'habileté chez l'enfant.

L'âge, dans l'étude chez l'adulte, apparaît en liaison avec la dimension et le positionnement du graphisme : quand l'âge augmente, l'écriture occupe plus de place, va plus à droite, le graphisme est plus grand, les lettres plus penchées. On note également une diminution de la pression, mais sans qu'elle soit significative ici. Dans une précédente étude, chez des sujets plus âgés (Faure, 1996) [66] nous avons mis en évidence une corrélation négative entre l'âge et la pression mais elle semble n'intervenir qu'à partir d'un âge avancé qui n'était pas atteint dans cette étude où seulement 6 sujets ont plus de 60 ans.

Nous notons que la rapidité de l'écriture chez l'adulte n'est pas en rapport avec l'âge, mais varie en fonction du niveau d'études (comme elle varie, chez l'enfant, en fonction du niveau scolaire).

L'observation de l'écriture de gauchers (21 dans notre étude) montre surtout des différences dans la direction du graphisme : inclinaison des lettres plus souvent " renversées ", direction des lignes moins ascendante de la main dominante, et plus ascendante de la main non dominante.

L'isolement, le repli, pour autant qu'on pouvait les apprécier dans le questionnaire où ils prenaient le sens d'une relation forte entre les jumeaux, semblent en lien avec le degré de liaison dans l'écriture et la direction des lignes : un vécu d'entité chez les jumeaux va de pair avec un degré de liaison plus important dans l'écriture. Nous avons remarqué que, lorsque le lien entre les jumeaux était important, les différences intra-paires étaient majoritairement plus petites (ceci concerne 15 paramètres sur 19).

L'étude des différents facteurs influençant l'écriture permet de dégager des profils particuliers de scripteurs ; elle permet aussi d'apprécier les influences pouvant s'exercer, quelquefois différemment, chez les monozygotes, les dizygotes et les germains.

Ces influences, de même que l'effet du type de chorion, viennent nuancer l'interprétation que l'on peut faire de la plus grande ressemblance des monozygotes qui apparaît dans l'étude chez l'adulte.

Discussion générale et conclusion

Notre étude visait une meilleure connaissance de l'écriture, notamment de son organisation grapho-spatiale. Nous souhaitons mettre en évidence la responsabilité de divers facteurs, pour mieux comprendre l'origine des différences individuelles dans l'écriture et en premier lieu nous souhaitons tester l'hypothèse d'un éventuel facteur génétique.

La plus grande ressemblance des monozygotes comparée à celle des dizygotes, qui apparaît lors de l'étude chez l'adulte, est en faveur d'un tel facteur.

Chez l'enfant les écritures trop proches du modèle et trop contraintes par l'apprentissage ne nous permettaient pas d'apprécier une plus grande ressemblance des monozygotes par rapport aux dizygotes, qui, très souvent se ressemblaient également beaucoup, pour l'ensemble des paramètres. De plus, nous étions gênée par le manque de puissance des tests statistiques, du fait des effectifs réduits, aussi bien dans l'étude préliminaire que dans l'étude de l'effet chorion. Toutefois, on retenait comme possible, une plus grande ressemblance des monozygotes pour le facteur d'extension ou d'appropriation de l'espace, dans l'écriture, pour lequel on trouvait une ressemblance significative des garçons monozygotes.

Cependant, l'étude de l'effet chorion chez l'enfant nous a montré l'existence d'un effet du type de chorion pour certains paramètres en rapport avec l'appropriation de l'espace (notamment les marges et la vitesse) et avec la direction des lignes. Cet effet va dans le sens d'une plus grande ressemblance des monochorioniques, par rapport aux dichorioniques, et peut donc être responsable d'une majoration de la ressemblance des

monozygotes.

L'étude chez l'adulte montre une plus grande ressemblance des monozygotes par rapport aux dizygotes, en particulier pour les éléments de spatialité, principalement les indices de direction et de positionnement dans la page : marges, hauteur du texte, positionnement de la signature.

L'effet du type de chorion peut intervenir notamment dans la ressemblance concernant les marges et la direction des lignes.

D'autres facteurs sont susceptibles d'influencer les résultats.

Les variations des paramètres avec l'âge ou le sexe n'influencent pas les différences intra-paires des jumeaux, puisqu'ils ont le même âge et le même sexe et que l'âge et le sexe sont distribués de façon identique dans les groupes. Par contre la différence d'âge peut majorer les différences chez les germains, même si les âges sont voisins.

On note également que les monozygotes partagent plus souvent les mêmes activités et ont des professions et des niveaux d'études souvent voisins, ce qui peut être à l'origine d'une plus grande ressemblance.

D'autres facteurs encore, peuvent influencer les différences intra-paires :

- le déroulement de la scolarité, dont le rôle peut s'exercer sur la juxtaposition et la position de la signature,
- la relation entre les jumeaux : un lien important diminue les différences intra-paires,
- la ressemblance dans les comportements qui apparaît surtout en relation avec les indices de pression et la rapidité.

Ces facteurs sont susceptibles d'intervenir dans la plus grande ressemblance des monozygotes, ou la plus faible ressemblance des germains par rapport aux dizygotes.

On note en effet une plus grande ressemblance des monozygotes pour la rapidité et la pression moyenne, or le lien de la rapidité et de la pression est plus important avec la ressemblance dans les choix et les comportements qu'avec le diagnostic, même si la ressemblance comportementale, plus importante chez les monozygotes, est elle même en lien avec le diagnostic.

Par ailleurs on remarque que les jumeaux se ressemblent plus pour la juxtaposition de l'écriture (sans différence significative entre monozygotes et dizygotes, mais une moyenne des différences intra-paires légèrement plus petite chez les dizygotes) que les germains qui diffèrent considérablement. Or plusieurs facteurs sont susceptibles d'intervenir sur la juxtaposition :

- L'effet chorion, qui joue dans le sens d'une plus grande ressemblance des dichorioniques pour cette variable,
- Le déroulement de la scolarité, si elle s'est effectuée ensemble,
- L'importance du repli, de l'isolement ou de l'attachement des jumeaux.

Ces deux derniers facteurs risquent d'augmenter les différences intra-paires des

germain, très rarement scolarisés ensemble, et dont l'attachement n'est pas aussi important que celui des jumeaux, du moins en ce qui concerne les monozygotes, comme nous l'avons vu.

Il n'est pas toujours facile de cerner les facteurs qui interviennent dans la relation gémellaire, ni leur mode d'action ; en particulier, on retiendra de cette étude la complexité des liens entre les jumeaux, dont on peut penser qu'elle intervient sur l'expression écrite, qui est aussi " écriture de soi " ; or, s'il semble que la relation des monozygotes soit proche, cela paraît très variable chez les dizygotes, notamment au fil du temps. En particulier, on remarque chez l'adulte que la distanciation des dizygotes est souvent importante, plus importante que chez les germain, si on considère la fréquence des visites par exemple ; de même, le choix de la profession diffère autant, voire plus, chez les dizygotes que chez les germain, alors que le niveau d'études des dizygotes est plus souvent le même ou voisin que celui des germain.

S'il apparaît que la plus grande ressemblance des monozygotes, par rapport aux dizygotes, peut être rapportée à d'autres facteurs qu'un facteur génétique, le fait le plus troublant pour interpréter cette ressemblance, demeure la mise en évidence, chez l'enfant, d'un effet du type de chorion pour les paramètres en rapport avec la spatialité. Malgré tout, l'ensemble des résultats chez l'adulte plaide plutôt en faveur de l'existence d'un facteur génétique ; même si intervient un effet du type de chorion, cela ne concerne, vraisemblablement, qu'un nombre restreint de variables.

L'effet de facteurs intervenant différemment chez monozygotes, dizygotes et germain, l'incidence du niveau d'études, de la profession, de la relation entre les jumeaux, du déroulement de la scolarité, dont on a montré les variations en fonction de l'appartenance aux trois groupes, nous incite cependant à apporter des restrictions et des limites à l'utilisation de la méthode des jumeaux.

Dans notre étude, nous pouvons regretter des effectifs trop réduits pour nous permettre des plans expérimentaux différents, qui nous auraient permis de traiter l'interaction de ces facteurs avec le diagnostic de zygote.

Carlier et al., 1978 [28], et d'autres auteurs, (Kendler, 1983 [88]), à la suite de revues de la littérature, portant sur la mise à l'épreuve du postulat d'égalité des effets des environnements pré et postnataux chez les jumeaux monozygotes et dizygotes, pensent que lorsque des effets différents se manifestent, ils ne rendent pas compte de la totalité des différences observées entre monozygotes et dizygotes. Cependant, pour Hopper, 1992, [83] cette hypothèse a été insuffisamment testée.

En fait, le postulat paraît acceptable dans certains cas mais pas toujours et l'existence de facteurs pour lesquels les monozygotes sont plus souvent concordants que les dizygotes, avec le risque que ces facteurs interviennent dans la manifestation du caractère étudié, doit nous amener à faire des réserves.

Les progrès de la génétique moléculaire font que l'on peut, souvent, aujourd'hui, se passer d'utiliser la méthode des jumeaux dans les affections où un gène à effet majeur est en cause. Cependant, en psychiatrie par exemple, les tentatives de localisation d'un tel gène n'ont pas abouti ; les maladies mentales sont plutôt polygéniques, même si un gène à effet majeur peut intervenir dans certaines familles. La méthode des jumeaux garde

donc tout son intérêt. Cependant, de plus en plus, les résultats observés chez les jumeaux sont intégrés à des analyses portant sur différents types de parentés ; ce type de plan permet une meilleure discrimination des causes de la ressemblance familiale (transmission culturelle par imitation ou apprentissage social - environnement commun aux germains - environnement spécifique aux jumeaux) (Spitz et Carlier, 1996 [144]).

La complexification des modèles d'analyse, grâce aux progrès de l'informatique, et l'usage de variantes de la méthode, contribuent aussi à ce qu'elle soit toujours très largement utilisée, comme en témoigne, on l'a vu, de nombreuses études récentes.

Si nous pouvons, légitimement, avancer la possibilité d'un facteur génétique, intervenant dans l'écriture, au même titre que dans d'autres fonctions cognitives, nous manquons d'arguments pour mettre en avant un tel facteur en ce qui concerne la latéralité. Celle-ci a un terme tardif, au delà de la première année (Flament, 1975) [67] et même si on admet l'influence de facteurs génétiques, embryologiques et anatomo-physiologiques, on ne peut nier des facteurs relationnels, en lien avec des contraintes de l'environnement plus adapté aux droitiers et qui supposent des influences parentales et pédagogiques (Barbizet et Duizabo, 1977) [5], plus encore que pour l'écriture.

On peut penser (De Ajuriaguerra et Bouvelot-Soubiran, 1959 [50]) que la latéralisation façonne un ajustement au réel, qui se fait en faisant. La genèse de la latéralité à travers le psycho-social et le subjectif peut s'expliquer par une construction génétique par paliers successifs (Piaget, 1963) [115] où intervient l'exercice fonctionnel et des mécanismes de régulation (assimilation, accommodation) et on voit ici l'importance de l'environnement.

Si la question de la part qui revient à " l'inné " et à " l'acquis " a souvent été débattue, la plupart des auteurs s'accordent à penser, comme Freud à propos de l'hérédité et de l'étiologie des névroses, [71] qu'il faut distinguer " les dispositions, dans lesquelles l'hérédité joue un grand rôle ; les causes concurrentes et les causes spécifiques ".

Cependant, dans certains cas, et cela semble celui de la latéralisation, et, probablement aussi, de certains aspects de l'écriture, l'élaboration d'une fonction se fait plus en interaction avec le milieu, peut-être dès la vie intra-utérine.

Il a manqué à notre étude la recherche d'un éventuel effet chorion sur la latéralisation des paramètres pris en compte dans l'étude de l'écriture et en rapport avec la latéralité manuelle.

Nous serions aujourd'hui tentée d'approfondir cet aspect, et aussi de reprendre l'étude de l'écriture dans une perspective plus psychosociale, visant davantage les facteurs relationnels et les influences parentales et pédagogiques, voire culturelles, dont l'importance apparaît au premier plan.

En effet si on considère que l'écriture fixe moins une langue qu'une mémoire, une civilisation (Leroi-Gourhan, 1965) [93], la direction et la morphologie d'une écriture sont à étudier, avant tout, en fonction de l'environnement culturel où elle est née.

Une étude longitudinale de l'écriture nous paraîtrait également intéressante du fait des variations qu'on lui reconnaît au cours du temps, chez un même individu, en dehors

de tout processus de détérioration.

L'écriture, comme le langage, est au service d'une pensée symbolique, et elle " relève de la même aptitude de l'homme à réfléchir la réalité dans des symboles verbaux, gestuels ou matérialisés par des figures " (Leroi-Gourhan, 1965).[93].

En cela, on ne peut s'attendre à quelque chose de définitivement fixé et il est légitime de se demander si une écriture est jamais construite. Elle reflète une réalité toujours changeante qui, à son tour, la façonne.

Références bibliographiques

- AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION : *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (DSM-III R) Washington, 1987.
- ANNETT M. : The growth of manual preference and speed. *Br. J. Psychol.* 1970, 61, (545-558).
- ANNETT M. : Left, Right, *Hand and Brain : the Right Shift Theory*. London : Lawrence Erlbaum Associates, 1985.
- APPEL J., KERTESZ A., FISHMAN M. : A study of language function in Alzheimer patients. *Brain and Language*, 1982, 17, (73-91).
- BARBIZET J., DUIZABO P. : *Neuropsychologie*. Paris, Masson, 1977, (24-25). (2ème éd. 1980).
- BAKAN P. : Left-handedness and birth order revisited. *Neuropsychologia*, 1977, 15, (837-839).
- BARRY C., SEYMOUR P.H.K. : Lexical priming and sound to-spelling contingency effects in nonword spelling. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1988, 40 A (1), (5-40).
- BASTIN C., DE CASTILLA D. : *Graphologie : "Le psychisme et ses troubles"*. Collection "Réponses", Robert Laffont Ed.
- BEEKMANS et al. Communication 23 rd. Annual Meeting of the Behavior Genetics Association. Sydney, Juillet 1993.

- BELIN Cl. J., LEFEBURE F. : *Graphologie structurale et dynamique pulsionnelle de Szondi*. Publication interne, 1^o Ouvrage . Clinique Neuro Psychologique Faculté de Médecine CHU de Besançon. 1975, (120 p.).
- BELIN Cl. J., LEFEBURE F. : *La Graphologie structurale et la personnalité suicidaire*. Publication interne, 2^o Ouvrage . Clinique Neuro Psychologique Faculté de Médecine CHU de Besançon. 1976.
- BELIN Cl. J., LEFEBURE F. : *L'écriture des paranoïaques et des maniaco-dépressifs*. Ed. Faculté de Médecine, Besançon, 1978, 66 p..
- BELIN Cl. J., LEFEBURE F. : *Observations graphologiques dans les troubles de l'humeur et la paranoïa*. Publication interne, 3^o Ouvrage . Clinique Neuro Psychologique Faculté de Médecine CHU de Besançon. 1979.
- BELIN Cl. J. : L'écriture dans l'anorexie mentale chez la jeune fille. *Psychol. Méd.*, 1979.
- BELIN Cl., BONIN B.J., VOLMAT R. : "Evolution de l'écriture des déprimés en cours de traitement" *La Graphologie*, Octobre 1984, n° 176, (81-90).
- BJÖRO K., BJÖRO K. : Disturbed intrauterine growth in twins : Etiological aspects. *Acta Genet. Med Gemellol*, 1985, 34, (73-79).
- BLESSED G., TOMLINSON B.E., ROTH M. : The association between quantitative measures of dementia and of senile change in the cerebral grey matter of elderly subjects. *British Journal of Psychiatry*, 1968, 114, (797-811).
- Bogle A.C., Reed T., Norton J.A. : Within -pair differences in a-b ridge count asymmetry in Monozygotic twins : evidence for a placental proximity effect. *Hum. Hered.*, 1994, 44, (162-168).
- BONNELYKKE B., HAUGE M., HOLM N., KRISTOFFERSEN K., GURTNER H. : Evaluation of zygosity diagnosis in twin pairs below age seven by means of a mailed questionnaire. *Acta Genet. Med. Gemellol*, 1989, 38, (305-313).
- BOX G.E.P., COX D.R. : An analysis of transformations. *J. Roy. Stat. Soc. Ser. B* 26, 1964, (211-243).
- BRACHA H.S., FULLER TORREY E., GOTTESMAN I., BIGELIOW L.B., CUNNIF C. : Second-trimester markers of fetal size in schizophrenia : A study of monozygotic twins. *Am. J. Psychiatry*, 1992, 149, (1355-1361).
- BRADSHAW J.L., NETTLETON N.C. : Human cerebral asymmetry. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, 1983.
- BRYDEN M.P. : Laterality : functional asymmetry in the intact brain. *Academic Press*, 1982.
- BRYDEN M.P., HECAEN H., DE AGOSTINI M. : Patterns of cerebral organization. *Brain Lang.*, 1983, 20, (249-262).
- BURLINGHAM D. : Twins as a gang in miniature, in *Searchlights on Delinquency*, Londres, 1949, (284-287)
- CALLEWAERT H. , *Graphologie et physiologie de l'écriture*, Louvain, Nauwelaerts, 1954.
- Calvet Louis-Jean .*Histoire de l'écriture*. Plon. 1996.

- CARLIER M., ROUBERTOUX P.L., GOTTESDIENER H. : Les composantes génétiques de la ressemblance entre individus parents. *Bulletin de Psychologie*, Numéro spécial " L'intelligence ", 1978-1979, 340, XXXII, (456-474).
- CARLIER M., DUMONT A.M., BEAU J., MICHEL F.. Hand performance of French children on a finger tapping test in relation to handedness, sex, and age. *PerceptualMot. Skills*, 1993, 76, (931-940).
- Carlier M., BEAU J., MARCHALAND C., MICHEL F.. Sibling resemblance in two manual laterality tasks. *Neurologia*, 1994, Vol 32, N°6, (741-746).
- Carlier M, Spitz E., Vacher Lavenue M.C., Villéger P., Martin B., Michel F. : Manual performance and laterality in twins of known chorion type. *Behavior Genetics*, 1996, Vol.26, N°4, (409-417).
- CEDERLÖF R., FRIBERG L., JONSSON E., KAIJ L. : Studies on similarity diagnosis in twins with the aid of mailed questionnaires. *Acta Genet. Statist. Med.*, 1961, 11, (338-362).
- Christian J.C., Norton J.A. Jr : A proposed test of the difference between the means of monozygotic and dizygotic twins. *Acta Genet. Med. Gemellol* (Roma), 1977, 26, (49-53).
- COHEN DJ., DIBBLE E., GRAWE JM., POLLIN W. : Separating identical from fraternal twins. *Arch. Gen. Psychiat.*, 1975, 29, (465-469).
- COHEN S., KEYDAR Y., PROACTER G. : The development of graphic record-handwriting movement as a tool in the diagnosis of ADD+H syndrome. Disgraphie and dysfunction of C.M.C. Sixth IGS International Conference, 4-7 July 1993, (234-236).
- COLTHEART M., CURTIS B., Atkins P., Haller M. : Models of reading aloud : Dual-route and parallel-distributed-processing approaches. *Psychological Review*, 1993, 100, (589-608).
- COREN S. : Searching for genetic markers for specific behaviors : a group technique to assess fingerprint patterns. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 1987, 25, 2, (82-84).
- COREN S. : Twinning is associated with an increased risk of left-handedness and inverted writing hand posture. *Early Human Develop.*, 1994, 40, (23-27).
- Corey L.A., Kang K.W., Christian J.C., Norton J.A. Jr., Harris R.E., Nance W.E. : Effects of chorion type on variation in cord blood cholesterol of monozygotic twins. *Am. J. Hum. Genet.*, 1976, 28, (433-441).
- CRETTEZ J.P. : Premier degré de caractérisation des écritures manuscrites : essai de regroupement des écritures en familles. Troisième Colloque sur l'Ecrit et le Document. Rouen, 6-8 Juillet 1994, (81-88).
- CRETTEZ J.P. : A set of handwriting families : style recognition. Third International Conference on Document Analysis and recognition. Montréal, 14-16 August 1995, (489-494).
- CROISILE B. : *Langage écrit et maladie d'Alzheimer*. Thèse de Biologie humaine. Mention Neuropsychologie. LYON, 1995.
- CROISILE B., SKA B., BRABANT M.J., DUCHÊNE A., LEPAGE Y., AIMARD G.,

- TRILLET M. : Comparative study of oral and written picture description in patients with Alzheimer's disease. *Brain and Language*, 1996, 53, (1-19).
- CROISILE B, BRABANT M.J., CARMOI T., LEPAGE Y., AIMARD G., TRILLET M. : Comparison between oral and written spelling in Alzheimer's disease. *Brain and Language*, 1996, 54 (3),(361-387).
- CROISILE B., FAURE P., MICHEL F. : *Evaluation des éléments graphiques et spatiaux de l'écriture dans la maladie d'Alzheimer*. In GELY-NARGEOT M.C., RITCHIE K., TOUCHON J. (eds) : *Actualités 1998 sur la maladie d'Alzheimer et les syndromes apparents*. Marseille , Solal, 1998, (335-340).
- CROISILE B : Agraphia in Alzheimer's disease. *Dement Géiatr. Cogn. Disord.*, 1999 May-Jun ;10(3),(226-30).
- CUMMINGS J.L., BENSON D.F., HILL M.A., READ S. : Aphasia in dementia of the Alzheimer type. *Neurology*, 1985, 35, (394-397).
- DAVEE M.A. : A study of within-pair variability in the dermatoglyphic features of monozygotic twin pairs analysed by placental type. Thèse de l'Université d'Indiana, Mai 1992.
- DAVIS A., ANNETT M. : Handedness as a function of twinning, age and sex. *Cortex*, 1994, 30, (105-111).
- DE AJURIAGUERRA J., BOUVELLOT-SOUBIRAN G. : Indications et techniques de la rééducation psychomotrice en psychiatrie. *Psychiatrie de l'enfant*, 1959, II (1), (433-494).
- DE BOSE C. : Base neurologique du mouvement graphique. *Graphologie*, 1971, Numéro 124, cahier N° 4, 10 pages.
- DE CASTILLA D.,BASTIN C. : *La boulimie*. Robert Laffont Ed., 1988.
- DEROM C., THIERY E., VLIETINCK R., LOOS R., DEROM R. : Handedness in twins according to zygoty and chorion type : A preliminary report. *Behavior Genet.*, 1996, 26, (407-408).
- DOLLANDER A. *Eléments d'embryologie*. Paris, Flammarion, 1975.
- DOOIJES E.H., HAMSTRA-BLETZ E. : A topological approach to handwriting understanding. First International Conference on Document Analysis and Recognition. St Malo, 30 Sept-2 Oct. 1991, (594-602).
- EIDELBERG D., GALABURDA A.M. : Inferior parietal lobule. Divergent architectonic asymmetries in the human brain. *Archives of Neurology*, 1984, 41, (843-852).
- ELLIS A.W., Spelling and writing (and reading and speaking). In A.W Ellis (Ed), *Normality and pathology in cognitive functions*, 113-146, London : Academic Press; 1982.
- EYSENK W.W. : Graphological Analysis and Psychiatry : an experimental study. *British Journal of Psychology*, 1945, 35, (70-81).
- FABER-LANGENDOEN K., MORRIS J.C., KNESEVICH J.W., LABARGE E., MILLER J.P., BERG L. : Aphasia in senile dementia of the Alzheimer type. *Annals of Neurology*, 1988, 23, (365-370).
- FAGOT J.,VAUCLAIR J. : La latéralisation chez les singes. *La Recherche*, 1993, 252,

- Vol. 24, (298-304).
- FAIDEAU P. : *La graphologie*. M.A. Ed. 1983.
- FAURE P. *Etude multifactorielle de l'écriture*. Mémoire de maîtrise. Hôpital Neurologique LYON.1992.
- FAURE P. : *Etude comparative multifactorielle de l'écriture des deux mains d'enfants jumeaux*. DEA de Neuropsychologie. Hôpital Neurologique LYON. 1994.
- FAURE P. : *Etude des modifications grapho-spatiales de l'écriture dans la maladie d'Alzheimer*. D.E.S.S. de Neuropsychologie. Hôpital Neurologique LYON. 1996.
- FAURE P., MICHEL F. : Analyse numérique de l'écriture. Conférence à l'Institut de la Communication Parlée. Université Stendhal, Grenoble, 16 Mars 1995.
- FAURE P., MICHEL F. : Analyse expérimentale du graphisme. Communication Journée de Neuropsychologie J.L. Signoret Hôpital de la Salpêtrière Paris, 10 Oct.1996.
- FLAMENT F., *Coordination et prévalence manuelle chez le nourrisson*. Aix Marseille, Editions du C.N.R.S., 1975, (182-220).
- FOLSTEIN M.F., FOLSTEIN S.E., MC HUGH P.R. : "Mini-mental state" : a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 1975, 12, (189-198).
- FOWLER SUSAN J., GILL PETER, WERRETT DAVID J., HIGGS DOUGLAS R. : Individual specific DNA fingerprints from a hypervariable region probe : alpha-globin 3'HVR. *Hum. Genet.*, 1988, 79, (142-146).
- Fox H. : The placenta in multiple pregnancy. *Pathology of the placenta*. Philadelphia, Saunders, 1978.
- FREUD S. : *Introduction à la psychanalyse (1916-1917)*. Paris, Payot, 1951.
- GALTON F. : The history of twins, as a criterion of the relative power of nature and nurture. *Fraser's Mag.* 1875, Nov., (566-576).
- GALTON F. : The history of twins, as a criterion of the relative power of nature and nurture. *J Anthropol. Inst.*, 1876, 5 : (391-406).
- Gelb I.J. : *A study of writing*. The University of Chicago Press, Chicago and London, 1962.
- Gelb I.J. : *Pour une théorie de l'écriture*. Flammarion, Paris, 1973, (première édition en anglais, 1952).
- GESCHWIND N. : Fondements biologiques de la spécialisation hémisphérique. *Rev.Neurol. Paris.*,1983, 139, (11-14).
- GILBERT P., CHARDON C. : Corrélation de la graphométrie et du test Z, *La Graphologie*, 1983, N° 172.
- GLOSSER G., KAPLAN E. : Linguistic and non linguistic impairments in writing : a comparison of patients with focal and multifocal CNS disorders. *Brain and Language*, 1989, 37, (357-380).
- GOLDSMITH H.H. : A zygosity questionnaire for young twins : a research note. *Behav. Genet*, 1991, 21, (257-269).
- GOODGLASS H., KAPLAN E. : *The assessment of aphasia and related disorders*. Philadelphia : Lea and Febiger, 1976

- HABIB M., GALABURDA AM. : Determinants biologiques de la dominance cérébrale. *Rev. Neurol. Paris*, 1986, 142, 12, (869-894).
- HENDERSON V.W., BUCKWALTER J.G., SOBEL E., FREED D.M., DIZ M.M. : The agraphia of Alzheimer's disease. *Neurology*, 1992, 42, (776-784).
- HOPPER J.L. : The epidemiology of genetic epidemiology. *Acta Genet. Med. Gemellol*, 1992, 41, (91-96).
- HORNER J., HEYMAN A., DAWSON D., ROGERS H. : The relationship of agraphia to the severity of dementia in Alzheimer's disease. *Archives of Neurology*, 1988, 45, (760-763).
- JEFFREYS A.J., WILSON V., THEIN S.L. : Individual specific "fingerprints" of human DNA, *Nature*, 1985 a, 316, (76-79).
- KARRAS-SOKOL D.K., MOORE C.A., ROSE R.J., WILLIAMS C.J., REED T., CHRISTIAN J.C. : Intra pair differences in personality and cognitive ability among young monozygotic twins distinguished by chorion type. *Behavior Genetics*, 1995, 25, (457-466).
- KEMPER S., LABARGE E., FERRARO F.R., CHEUNG H., STORANDT M. : On the preservation of syntax in Alzheimer's disease. Evidence from written sentences. *Archives of Neurology*, 1993, 50, (81-86).
- KENDLER K.S. : Overview : a current perspective on twin studies of schizophrenia. *Amer. J. of Psychiat.*, 1983, 140, (1413-1425).
- LABARGE E., SMITH D.S., DICK L., STORANDT M. : Agraphia in dementia of the Alzheimer type. *Archives of Neurology*, 1992, 49, (1151-1156).
- LAMBERT J., EUSTACHE F., BROUTÉ K., GOUAULT F., RIOUX P., DARY M., VIADER F., LECHEVALLIER B. : Perturbations centrales et périphériques de l'expression écrite dans la démence de type Alzheimer. In : *Actualités sur la maladie d'Alzheimer et les syndromes apparentés*, M. Poncet, A. Nieoullon et B. Michel (Eds). Marseille Solal, 1994, (295-299).
- LEISCHNER A. : The Agraphias. *Handbook of Clinical Neurology*, Vol.4, 1969.
- LE MEHAUTE A. : *Les géométries fractales*. Paris, Hermès, 1990, 198 p.
- LEROI-GOURHAN A. : *Le geste et la parole*. Paris, Albin Michel, 1965.
- LE VAY S. : *Le cerveau a-t-il un sexe ?*. Nouvelle Bibliothèque Scientifique. Flammarion, 1994.
- LEZINE I. : Recherche sur les étapes de la prise de conscience de soi chez les jeunes jumeaux. in *Enfance*, 1951, n°1, (35-49).
- LURIA A.R. : The development of mental functions, in *Twins*, London, 1936, 1, (35-47)
- LYKKEN D.T., BOUCHARD T.J., JR., MCGUE M., TELLEGEN A. : The Minnesota twin family registry : some initial findings. *Acta Genet. Med. Gemellol*, 1990, 39, (35-70).
- MAGNUS P., BERG K., NANCE W.E. : Predicting zygoty in Norwegian twin pairs born 1915-1960. *Clin. Genet.*, 1983 Aug., 24(2), (103-112).
- MANDELROT B. : *Les objets Fractals*, Flammarion, 1984, 203p.
- MCKHANN G., DRACHMAN D., FOLSTEIN M., KATZMAN R., PRICE D., STADLAN E.M. : Clinical diagnosis of Alzheimer's disease : report of the NINCDS-ADRDA Work

- Group under the auspice of Department of Health and Human Services Task Force on Alzheimer's disease. *Neurology*, 1984, 34, (939-944).
- Melnick M., Myrianthopoulos N.C., Christian J.C. : The effects of chorion type on variation in IQ in the NCPP twin population. *Am. J. Hum. Genet.*, 1978, 30, (425-433).
- MERRIMAN C, The intellectual resemblance of twins. *Psychol. Monogr.* 1924, 33 , (1-58).
- MICHEL F., Etude expérimentale du geste graphique, *Neuropsychologia*, 1971, Volume 9, (1-13).
- MICHEL F., Analyse fréquentielle de la vitesse du geste graphique, *Psychologie française*, 1972, 17(3,4), (145-152).
- MICHEL F., Méthode de recueil et d'exploration quantitative de paramètres temporo-spatiaux du geste graphique, *Cahier de Psychologie*, 1976, 19, (39-53).
- MORTON J. : The logogen model and orthographic structure. In U. FRith (Ed), *Cognitive processes in spelling* . London Academic Press. 1980.
- MORTON J., PATTERSON K. : A new attempt at an interpretation, or, an attempt at a new interpretation. In : *Deep dyslexia. Coltheart M., Patterson K., Marshall J.C.* (Eds). London : Routledge and Kegan Paul, 1980.
- NEILS J., BOLLER F., GERDEMAN B., COLE M. : Descriptive writing abilities in Alzheimer's disease. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 1989, 11, (692-698).
- NESSMANN C. : Placentation des grossesses multiples in Papiernick Breckauer E. et Pons J.C. *Les Grossesses Multiples*. Doin, Paris, 1991, (53-59).
- NEWMAN H.H. : Studies of human twins. *Biol. Bull. (Lancaster)*, 1928, 55, (298-315).
- NICHOLS R.C., BILBRO W.C. : The diagnosis of twin zygoty. *Acta Genet. Statist. Med.*, 1966, 16, (265-275).
- PENNIELLO M.J., Baron J.C., Viader F., Petit-Taboué M.C., Lambert J., Dary M., Eustache F., Morin P., Lechevallier B. : L'agraphie dans la démence de type Alzheimer (DTA) : corrélations clinico-métaboliques à l'aide de la Tomographie à Positons (PET). *Revue de Neuropsychologie*, 1991, 1, (441-442).
- PERIOT M., BROSSON P : Morphophysiology de l'écriture, Paris, Payot, 1957.
- Philippe E., Charpin C. : *Pathologie gynécologique et obstétricale* . Masson, Paris, 1992.
- PIAGET J., L'explication en psychologie. In : P. Fraisse & J. Piaget, *Traité de Psychologie Expérimentale*, Tome I, Paris, Presses Universitaires de France, 1963, (121-152).
- PLATEL H., LAMBERT J., EUSTACHE F., CADET B., DARY M., VIADER F., LECHEVALLIER B. : Characteristics and evolution of writing impairment in Alzheimer's disease. *Neuropsychologia*, 1993 Nov, 31, 11, (1147-58).
- POMEY-REY D., DE CASTILLA D. : *La peau et la sexualité*. Communication à la Conférence de la Société Française de Graphologie le 27 Nov. 1980.
- PORAC C., COREN S. : Lateral preferences and human behavior. *Springer Verlag*. New-York, 1981.

- RAPCSAK S.Z., ARTHUR S.A., BLICKLEN D.A., RUBENS A.B. : Lexical agraphia in Alzheimer's disease. *Archives of Neurology*, 1989, 46, (65-68).
- REED T. : Blind assesment of zygoty using dermatoglyphics from the NHLBI twin study. *Am. Dermatoglyph. Assoc. Newslett.*, 1986, 5, (6-11).
- Reed T., Norton J.A., Christian J.C. : Sources of information for discriminating MZ and DZ twins by dermatoglyphic patterns. *Acta Genet. Med. Gemellol.* 1977, 26, (83-86).
- Reed T., Uchida I.A., Norton J.A., Christian J.C. : Comparisons of dermatoglyphic patterns in monozygotic and dizygotic monozygotic twins. *Am. J. Hum. Genet.*, 1978, 30, (383-391).
- REED T., EVANS M.M., NORTON J.A., CHRISTIAN J.C. : Maternal effects on fingertip dermatoglyphics. *Am. J. Hum. Genet.*, 1979, 31, (315-323).
- REED T., YOUNG R.S. : Maternal effect in dermatoglyphics; similarities from twins studies among palmar, plantar and fingertips variables. *Am. J. Hum. Genet.*, 1982, 34, (349-352).
- REED T., CARMELLI D., ROSENMAN R.H. Effects of placentation on selected Type A behaviors in adult males in the National Heart, Lung, and Blood Institute (NHLBI) twin study. *Behavi. Genet.*, 1991-b, 21, (9-19).
- REED T., SPITZ E., VACHER-LAVENU M.C., CARLIER M. : Evaluation of a dermatoglyphic index to detect placental type variations in MZ twins. *Am. J. of Human Biology*, 1997, 9, (609-615).
- RENDE RD., PLOMIN R., VANDENBERG SG. : Who discovered the twin method?. *Behavior Genetics*, 1990 Mar, 20, (2), (277-85).
- ROSE R.J., BOUGHMAN J.A., COREY L.A., NANCE W.E., CHRISTIAN J.C., KANG K.W. : Data from kinships of monozygotic twins indicate maternal effects on verbal intelligence. *Nature*, 1980, 283, (375-377).
- Rose R.J., Uchida I.A., Christian J.C. : Placentation effects on cognitive resemblance of adult monozygotes. *Twin Research 3 : Intelligence, Personality, and Development*, 1981, (35-41).
- Rose R.J., Reed T., Bogle A. : Asymmetry of a-b ridge count and behavioral discordance of monozygotic twins. *Behavi. Genet.*, 1987, 17, (125-139).
- Roubertoux P.L., Carlier M. : Intelligence : différences individuelles, facteurs génétiques, facteurs d'environnement et interaction entre génotype et environnement. *Ann. Biol.Clin*, 1978, 36, (101-112).
- Rousseau J.J. : *Essai sur l'origine des langues*, rééd. 1817, (508).
- SALCE J. : Validation des postulats de base de la graphologie, 1972, Thèse de doctorat d'état.
- SARNA S., KAPRIO J., SISTONEN P., KOSKENVUO M. : Diagnosis of twin zygoty by mailed questionnaire. *Hum. Hered.*, 1978, 28(4), (241-254).
- SAUDEK R., *Experimentelle Graphologie*, Berlin, 1929.
- SAUSSURE F. de : *Cours de linguistique générale*. Payot, Paris.
- Scarr S., Carter-Saltzman L. : Twin method : defense of a critical assumption. *Behav. Genet.*, 1979, 9, (527-542).

- SERRATRICE G., HABIB M. : *L'écriture et le cerveau. Mécanismes neuro-physiologiques*. Masson, Paris, 1993.
- SHALLICE T. : The agraphias. In T. SHALLICE. *From neuropsychology to mental structures.*, (130-157), Cambridge (Mass.). Cambridge University Press. 1988.
- SIEMENS H. : *Die Zwillingspathologie*, 1924, Springer-Verlag, Berlin.
- SIGNORET J.L., WHITELEY. : A memory Battery scale. *International Neuropsychological Society Bulletin*, 1979, (2-26).
- SMITH S.M., PENROSE L.S. : Monozygotic and dizygotic twin diagnosis. *Ann. hum. Gen.*, 1955, 19, (343-353).
- Spitz E. : *Etude d'une des variables de l'environnement maternel prénatal : effets à court et à long termes du type de placenta chez les jumeaux monozygotes*. Thèse de Doctorat en Sciences de la Vie et de la Matière, option Sciences de la Vie et de la Santé, Université René Descartes Paris V, 1994.
- SPITZ E., CARLIER M. : La méthode des jumeaux de 1875 à nos jours. Dans : *La Psychiatrie de l'enfant*, Paris, Presses Universitaires de France, Vol.XXXIX, Fasc.1/1996, (137-159).
- SPITZ E., CARLIER M., VACHER LAVENU M.C., REED T., MOUTIER R., BUSNEL M.C., ROUBERTOUX P. L. : Long term effect of prenatal heterogeneity among monozygotes. *Current Psychology of Cognition* ; 1996, 15 (3), (283-308).
- Spitz E., Moutier R., Reed T., Busnel M.C., Marchaland C., Roubertoux P., Carlier M. : Comparative diagnoses of twin zygosity by SSLP variants analysis, questionnaire, and dermatoglyphic analysis. *Behav. Genet.*, 1996, 26, (55-64).
- SPRINGER S.P., SEARLEMAN A., Left-handedness in twins : Implications for the mechanisms underlying cerebral asymmetry of function. In J. Herron (Ed.) *Neuropsychology of left-handedness* . New-York : Academic Press, Herron, 1980, (139-158).
- STEIN-LEWINSON T. : Troubles dans les écritures des malades organiques et mentaux. *La Graphologie*, Oct. 1984, N° 176.
- STRUB R.L., GESCHWIND N. : Localization in Gerstmann syndrome. In : *Localization in Neuropsychology*. Kertesz A. (Eds). Academic Press, New York, 1983.
- TALLMAN G. : *A comparative study of identical and nonidentical twins with respect to intelligence resemblances*. Twenty-Seventh Yearbook of the National Society for Studies in Education, 1928, (83-86).
- TAPLEY S.M., BRYDEN M.P. : A group test for the assessment of performance between the hands. *Neuropsychologia*, 1985, 23, (215-221).
- VILLARD C. : " Graphologie et médecine", in *La Graphologie* , par Pierre Faydeau, M.A. Ed., 1983, (p.353).
- VILLEGIER P. : *La mesure de la latéralité chez des enfants : Etude à partir des données recueillies sur une population de jumeaux*. Mémoire de DEA. Université P.&M. Curie Faculté de Médecine Pitié Salpêtrière PARIS. Sept. 1993.
- VINCENT N., EMPTOZ H. : A classification of writing based on fractals. In *fractal reviews in the Natural and Applied Sciences*. Chapman & Hall, 1995, (320-331).

- VINCENT N., FAURE P., Colloque National de l'Ecrit et du Document, Nantes, 1996.
- VLIETINCK R., DEROM R., NEALE M.C., MAES H., VAN LOON H., DEROM C., THIERY M. : Genetic and environmental variation in the birthweight of twins. *Behavior Genetics*, 1989, 19, 1, (151-161).
- VOLMAT R., BONIN B., DOMINIQUE-MESNAGE A., BELIN C.L. J. : *Evaluation de l'écriture et de la M.A.D.R.S. dans les dépressions traitées par la médifoxamine (Clédial)*. In : Congrès de psychiatrie et de Neurologie de langue française. 83. 1985. Besançon. Paris : Masson, 1986. (760-765).
- VOLMAT R., CHOPARD J.L., BONIN B., BELIN C.L. J. : Evolution de l'écriture au cours d'un traitement par un antidépresseur de la nouvelle génération. *La Graphologie*. 1989, N°196, (18-24).
- Wechsler D., Stone C.P. : *Manual : Wechsler Memory Scale*. New York, New York : Psychological Corporation, 1973.
- WELCH P.,BLACK K.N., CHRISTIAN J.C. : Placental type and Bayley mental development scores in 18-months-old twins. *Psychol. Methodology*, New York, Alan R liss, Inc., 1978, (145-149).
- WILLIAMS CHRISTOPHER J., CHRISTIAN JOE C., NORTON JAMES A, JR. :Twinan 90 : a FORTRAN program for conducting ANOVA-based and likelihood-based analyses of twin data. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*. 1992, 38, (167-176).
- WINGFIELD A. H. : *Twins and Orphans : The Inheritance of Intelligence*, Dent, London, 1928.
- WITELSON S.F. : Sex and the single hemisphere : specialization of the right hemisphere for spatial processing. *Science*, 1976, 193, (425-427).
- WITKOWSKI F. : *Psychopathologie et écriture* , Paris, Masson, 1989.
- Zazzo R. : *Le paradoxe des jumeaux*, Paris, Stock, 1984.
- ZAZZO R.. *Les jumeaux, le couple et la personne*, Paris, PUF, Quadrige, 1° éd. 1960, 1986
- ZAZZO R. : Les jumeaux : comment être différent tout en étant semblable ?, in *Journal des psychologues*, 1986, n° 41, (11-13).

Bibliographie générale

- ALBERT M.S., MOSS M. : The assessment of memory disorders in patients with Alzheimer's disease. L.R. Squire & N. Butters (Eds), *Neuropsychology of Memory*, Guilford, 1984.
- ANDRÉ-LECHMAN B., ZIEGLER C. : Naissance de l'écriture. Cunéiformes et Hiéroglyphes. Catalogue de l'exposition aux Galeries Nationales du Grand Palais. 7 Mai-9 Août 1982.
- ANDRÉ-LECHMAN B. : *L'écriture cunéiforme. Corps Ecrit I*. Paris, Presses Universitaires de France, 1982.
- ANNETT M. : A classification of hand preference by association analysis. *British Journal of Psychology*, 1970, 61, (303-321).
- ANNETT M. : The distribution of manual asymetry. *British Journal of Psychology*, 1972, 63, (343-358).
- ANNETT M. : Hand preference and the laterality of cerebral speech. *Cortex*, 1975, 11, (305-328).
- ANNETT M. : La latéralité manuelle des jumeaux : théorie du déplacement à droite. *Bulletin de Psychologie*, 1987, Tome 40, N° 381, (747-754).
- ANNETT M. : Annotation : Laterality and cerebral dominance. *J. Child. Psychol. Psychiatry allied discip.*, 1991, 32/2 , (219-232).
- ANNETT M. : Five tests of hand skill. *Cortex*, 1992, 28, (583-600).

- ANNETT M. : Handedness as a continuous variable with dextral shift : Sex, generation, and family handedness in subgroups of left and right handers. *Behav. Genet.*, 1994, 24/1, (51-63).
- ANNETT M. : The right shift theory of a genetic balanced polymorphism for cerebral dominance and cognitive processing. *Current Psychol. Cognit. Cahiers Psychologie Cognit.*, 1995, 26, (427-480).
- APPELMAN Z., MANOR M., MAGAL N., CASPI B., SHOHAT M., BLICKSTEIN I. : Prenatal diagnosis of twin zygoty by DNA "fingerprint" analysis. *Prenatal Diagn.*, 1994, 14/4, (307-309).
- ARRIETA M.I., CRIADO B., MARTINEZ B., LOBATO M.N., GIL A., LOSTAO C. : Fluctuating dermatoglyphic asymmetry : Genetic and prernatal influence. *Annals of Human Biology*, 1993, 20, (557-563).
- ARRIETA M.I., MARTINEZ B., CRIADO B., SALAZAR L., LOBATO N., LOSTAO C. : Fluctuating asymmetry in quantitative dermatoglyphic traits : Twins and singletons. *Heredias*, 1991, 115, (31-35).
- ASHTON G.G. : Handedness : an alternative hypothesis. *Behavior Genetics*, 1982, 12, (125-147).
- ASSAL G., CHAPUIS G., ZANDER E. : Isolated writing disorders in a patient with stenosis on the left internal carotid artery. *Cortex*, 1970, 6, (241-248).
- ASSAL G., CAMPICHE R., ZANDER E. : Agraphie transitoire et vaste foyer de contusion temporo-pariétale gauche. *Archives Suisses de Neurologie, Neurochirurgie et de Psychiatrie*, 1982, Vol. 130, fascicule 1, (5-12).
- ASSAL G., BUTTET J. : Agraphie et conservation de l'écriture musicale chez un professeur de piano bilingue. *Revue Neurologique.(Paris)*, 1983, 139, 10, (569-574).
- AUERBACH S.H., ALEXANDER M.P. : Pure agraphia and unilateral optic ataxia associated with a left superior parietal lobule lesion. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 1981, 44, (430-432).
- BADDELEY A.D., BRESSI S., DELLA SALA S., LOGIE R., SPINNLER H. : The decline of working memory in Alzheimer's disease. A longitudinal story *Brain*, 1991, 114, (2521-2542).
- BAKAN P. Birth order and handedness. *Nature*, 1971, 229,(195).
- BAKAN P. Why left handedness?. *Behav. Brain Sci.* 1978, 2, (279-280).
- BAKAN P, DIBB G., REED P. : Handedness and birth stress. *Neuropsychologia*, 1973, 11, (363-366).
- BATESON P. : Biological approaches to the study of behavioural development. *International Journal of Behavioral Development*, 1987, 10, (1-22).
- BAXTER D.M., WARRINGTON E.K. : Category specific phonological dysgraphia *Neuropsychologia*, 1985, 5, (653-666).
- BAYLES K.A. : Language function in senile dementia. *Brain and Language*, 1982, 16, (265-280).
- BAYLES K.A., TOMOEDA C.K., TROSSET M.W. : Alzheimer's disease : effects on Language. *Developmental Neuropsychology*, 1993; 9, (131-160).

- BEAUVOIS M.F., DEROUSNÉ J. : Lexical or orthographic aphasia. *Brain*, 1981, 104, (21-49).
- BELIN Cl. J. : L'écriture des suicidaires. *La graphologie*, 1977, 147, 3, (42-54).
- BELIN C.J., BONIN R., VOLMAT R. : "Dépression masquée et équivalents dépressifs dans l'écriture". *La Graphologie*, 1989, n° 196.
- BICKEL P.J., DOKSUM K.A. : Mathematical statistics; Basic ideas and selected topics. *Holden-Day, Inc.*, San Francisco, 1977.
- BISHOP D.V.M., NORTH T., DONLAN C. : Genetic basis of specific language impairment : evidence from a twin study. *Develop. Med. Child Neuro.*, 1995, 37, (56-71).
- BLACK S.E., BEHRMANN M., BASS K., HACKER P. : Selective writing impairment : Beyond the allographic code. *Aphasiology*, 1989, 3, (265-277).
- BOCKLAGE C.E. : Embryonic determination of brain programming asymmetry. A neglected element in twin study genetics of human mental development. *Acta Genet. Med Gemellol.*, 1976, 25, (244-248).
- BOCKLAGE C.E. : On the distribution of nonright handedness among twins and their families. *Acta Geneticae Medicae et Gemellicae*, 1981, 30, (167-187).
- BOCKLAGE C.E. : Invited Editorial Essay : Twinning, non-righthandedness, and fusion malformations : Evidence for heritable causal elements held in common. *Am. J. Med. Genet.*, 1987, 28, (67-84).
- Bogle A.C., Reed T., ROSE R.J. : Replication of asymetry of a a-b ridge count and behavioral discordance in monozygotic twins. *Behavior Genetics*, 1994 a, 24, (65-75).
- BOMSEL-HELMREICH O, AL MUFTI W. : Zygosité et déterminisme des grossesses gemellaires et multiples. In Papiernick Berkauer E. et Pons J.C. *Les Grossesses Multiples*. Paris, Doin, 1991.
- BØNNELYKE B., HAUGE M., HOLM N., KRISTOFFERSEN K., GURTNER H. : Evalation of zygosity diagnosis in twin pairs below age seven by means of a mailed questionnaire. *Acta Genet. Med. Gemellol Roma*, 1989, 38, (305-313).
- Bouchard T.J. Jr., Lykken D.T., McGue M., Segal N.L., Auke A., Tellegen A. : Sources of human psychological differences : the Minnesota study of twin reared apart. *Science*, 1990, 250, (223-228).
- BOWLBY J. : *Attachment and Loss*. New York, Basic, 1973.
- BOWLBY J. : *Attachement et perte, I : L'attachement ; II : Séparation, angoisse et colère ; III : La perte, tristesse et séparation*. Paris, PUF, 1978, réed. 1992.
- BRADSHAW J.L., *Hemispheric specialization and psychological function*. John Wiley & Sons, 1989.
- BREAL M., BAILLY A. : *Dictionnaire étymologique du Latin*. Paris, Librairie Hachette, 1886.
- BRYDEN M.P. : Measuring handedness with questionnaires. *Neuropsychologia*, 1977, 15, (617-624).
- BRYDEN M.P., HÉCAEN H., DE AGOSTINI M. : Patterns of cerebral organization. *Brain Lang.*, 1983, 20, (249-262).

- BRYDEN M.P. : Handedness and cerebral organization : data from clinical and normal populations. In *Duality and Unity of the brain*. D. Ohlson (Editor) (55-70) Macmillan, New-York, 1987.
- BRYDEN M.P., MCMANUS I.C., BULMAN FLEMING M.B. :Evaluating the empirical support for the Geschwind-Behan-Galaburda model of cerebral lateralization. *Brain Cognit.* 1994, 26, (103-167).
- Brown J.W., Jaffe J. : Hypothésis on cerebral dominance.,*Neuropsychologia*, 1975, 73, (107-110).
- BUB D., KERTESZ A. : Evidence for lexicographic processing in a patient with preserved written over oral single word naming. *Brain*, 1982, 105, (697-717).
- BUB D., KERTESZ A. : Deep agraphia. *Brain and Language*, 1982, 17, (146-165).
- CARAMAZZA A., MICELI G., VILLA G., ROMANI C. : The role of the graphemic buffer in spelling : Evidence from a case of acquired dysgraphia. *Cognition*, 26, (59-85).
- CARAMAZZA A., MICELI G. : The struture of graphemic representations. *Cognition*, 37, (243-297).
- CARBONNEL S., CHARNALLET A., LYARD D., PELLAT J. : A case of triple dissociation : phonological dysphasia, surface dyslexia, and phonological dysgraphia. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 1988, 10, (223).
- CARLIER M., DUyme M., CAPRON CH., DUMONT A.M., PEREZ-DIAZ F. Is a dot-filling group test a good tool for assessing manual performance in children ? *Neuropsychologia*, 1993, 31, (233-240).
- Carlier M., Spitz E., VILLEGGER P. : Genetic analysis and degree of laterality : from Mice to Human. *Behavior Genetics Association 24 th Annual Meeting*, Barcelona, Spain, July 7-10, 1994-a.
- Carlier M., Spitz E. : La méthode des jumeaux de 1876 à nos jours, nouvelles approches. *XIème Journées de Psychologie Différentielle*, Montpellier, 8-9 Septembre, 1994-b.
- Carlier M. : Genetics and direction or degre of laterality : What can we learn from the mouse model?*Current Psycholog . Cogn. Cahiers Psychol. Cognit..* 1995, 14, (516-519).
- Carlier M., Spitz E. : René Zazzo et les jumeaux : Par-delà le modèle classique à deux facteurs Héredité-Milieu. *Enfance*, n°2/1996, (143-152).
- Carlier M., Spitz E. : The twin method in *Neurobehavioral Genetics Methods and Applications*, Edited by Byron C. Jones & Pierre Mormède, (Chap.12), Eds CRC Press, 1999.
- CARLSSON G., HUGDAHL K., UVEBRANT P., WIKLUND L.M., VON WENDT L. : Phathological left-handedness revisited : Dichotic listenig in children with left vs right congenital hemiplegia. *Neuropsychologia.*, 1992, 30/5, (471-481).
- Carmoi T. Etude des troubles de l'écriture dans la maladie d' Alzheimer. A propos de 25 cas. Thèse Médecine, Lyon, 1991.
- CARTER-SALTZMAN L., SCARR-SALAPATEK S., BARKER W.B., KATZ S.. Left-handedness in twins : Incidence and patterns of performance in an adolescent sample. *Behavior Genetics*, 1976, 6, (189-203).

- CARTER-SALTZMAN L. : Biological and sociocultural effects of handedness. Comparison between biological and adoptive families. *Science*, 1980, 209, (1263-1265).
- CEDERLÖF R., RANTASSALO I., FLODERUS-MYRHED B., HAMMAR N., KAPRIO J., KOSKENVUO M., LANGINVAINIO H., SARNA S. : A cross-national epidemiologic resource : the Swedish and Finnish cohort studies of like-sexed twins. *Int. J. Epidemiol.*, 1982, 11, (387-390).
- CHARPIN D. : Le geste, la Parole et l'Ecriture. In *Ecritures*, p.67. Colloque international de l'Université de Paris VII, Avril 80, Ed. Le Sycomore, 1982.
- CHRISTIAN J.C., KANG K.W., NORTON J.A. JR. : Choice of an estimate of genetic variance from twin data. *Am. J. Hum. Genet.*, 1974, 26, (154-161).
- CHRISTIAN JOE C. : Testing twins means and estimating genetic variance. Basic methodology for the analysis of quantitative twin data. *Acta Genet Med Gemellol*, 1979, 28, (35-40).
- CLARK CM., KLONOFF H., TYHURST JS. : Handedness concordance and intelligence discrepancies in identical twins. *Arch. Clin. Neuropsychology*, 1986, 1/4, (351-356).
- COREN S., PORAC C. : The validity and reliability of self report items for the measurement of lateral preference. *Br. J. Psychol.*, 1978, 69, (207-211).
- Corey L.A., Nance W.E., Kang K.W., Christian J.C. : Effects of type of placentation on birthweight and its variability in MZ and DZ twins. *Acta Genet. Med. Gemellol*, 1979, 28, (41-50).
- CORNBLATT B.A., RISCH N.J., FARIS G., FRIEDMAN D., ERLNMEYER-KIMLING L.- The Continuous Performance Test, Identical Pairs version (CPT-IP) : New findings about sustained attention in normal families. *Psychiatry research*, 1988, 26, (223-238).
- Corney G., Thompson, Campbell D.M., MacGillivray I., Seedburgh D., Timlin D. : The effect of zygosity on the birth weight of twins in Aberdeen and Northeast Scotland. *Acta Genet. Med. Gemellol*, 1979, 28, (353-360).
- COTÉ G.B., GYFTODIMOU J. : Twinning and mitotic crossing-over : some possibilities and their implications. *Am. J. Hum. Genet.*, 1991, 49, (120-130).
- CREPIEUX-JAMIN J. : *A.B.C. de la graphologie*. P.U.F., 1930.
- CREPIEUX-JAMIN J. : *L'écriture et le caractère*. P.U.F., 1947.
- CROISILE B. : Agraphie pure, aggraphie pariétale, aggraphie lexicale, à propos de trois observations. THESE MEDECINE, LYON, 1987.
- CROISILLE B., TRILLET M., LAURENT B., LATOMBE D., SCHOTT B. : Agraphie lexicale par hématome temporo-pariétal gauche. *Revue Neurologique (Paris)*, 1989, 145, 4, (287-292).
- CROISILLE B., TRILLET M., HIBERT O., CINOTTI L., LE BARS D., MAUGUIÈRE F., AIMARD G. : Désordres visuo-constructifs et alexie-agraphie associés à une atrophie corticale postérieure. *Revue Neurologique. (Paris)*, 1991, 147, (138-143).
- CROISILE B., ADELEINE P., CARMOI T., AIMARD G., TRILLET M. : Evaluation de l'orthographe dans la maladie d'Alzheimer. *Revue de Neuropsychologie*, 1995, 5, (23-51).

- CROISILLE B. : Langage écrit et maladie d'Alzheimer. *Alzheimer Actualités*, 1997, 118, (6-10).
- CUBELLI R. : A selective deficit for writing vowels in acquired dysgraphia. *Nature*, 1991, 353, (258-260).
- DAILLY R., MOSCATO M. : *Latéralisation et latéralité chez l'enfant*. Bruxelles, Pierre Mardaga Editeur, 1984.
- Davis H.P., Cohen A., Gandy M., Colombo P., Vandusseldorp G., Simolke N., Romano J. : Lexical priming deficits as a function of age. *Behav. Neurosci.*, 1990, 104, (288-297).
- DE AJURIAGUERRA J., AURIAS M., DENNER A. : *L'écriture de l'enfant*. Delachaux et Niestlé. Paris, Neuchatel, 1964.
- DE AJURIAGUERRA J. : L'inné et l'acquis dans le développement de l'enfant, In : *La Psychiatrie de l'enfant*, Vol. 16, Fasc.1, 1973, (269-292).
- DE BASTIANI P., BARRY C. : A cognitive analysis of an acquired dysgraphic patient with an "allographic" disorder. *Cognitive Neuropsychology*, 1989, 6, (25-41).
- DE GOBINEAU H., PERRON R. : *Génétique de l'écriture et étude de la personnalité, essais de graphométrie*, Neufchatel, Delachaux & Nestlé S.A., 1954.
- DELLATOLAS G., DE AGOSTINI M., JALLON P., PONCET M., REY M., LELLOUCH J. : Mesure de la préférence manuelle par autoquestionnaire dans la population française adulte. *Revue de Psychologie Appliquée*, 1988, 38, n°2, (117-136).
- DENCKER S., HAUGE M., KAIJ L., NIELSEN A. : The use of blood groups and anthropological traits in determination of the zygosity of twins. *Acta genet.*, 1961, 11, (265-285).
- DENIER VAN DER GON, THURING J.Ph. : The guiding of human handwriting. *Kibernetik*, 1965, 2 band 4 heft, (145-148).
- DEROM R., VLIETINCK R. : Diagnostic de la zygosité. In : Papiernick-Berkhauer E., Pons J.C. : *Les grossesses multiples*. Doin, Paris, 1991, (61-65).
- DESGRANGES B., EUSTACHE F., RIOUX P., DE LA SAYETTE V., LECHEVALIER B. : Memory disorders in Alzheimer's disease and the organization of human memory. *Cortex*, 1996 Sep., 32, 3, (387-412).
- DESGRANGES B., BARON J.C., DE LA SAYETTE V., PETIT TABOUE M.C., BENALI K., LANDEAU B., LECHEVALIER B., EUSTACHE F. : The neural substrates of memory systems impairment in Alzheimer's disease. A PET resting brain glucose utilization. *Brain*, 1998 Apr., 121, Pt 4, (611-631).
- DEWEER B., ERGIS A.M., FOSSATI P. : *Mémoire implicite et mémoire explicite dans la maladie d'Alzheimer*. F. Boller & F. Forette (Eds), Mémoire et vieillissement, Actes du 6ème Colloque de la Fondation Nationale de Gérontologie, Editions Maloine, Paris, (40-64).
- DHORME E. : L'écriture et la langue assyro-babylonienne, in *Rev. Assyriol. et Archéol. orient.* n°3-4, (1945-46).
- DOOIJES E.H., STRUZZIK Z.R. : *The fractal dimension of handwriting. A european perspective*, 12-13 July 1994, Brussels, Ed. The Institute of Electrical Engineers, London, 1-12/12.

- DU PASQUIER M.-A.- GRALL : *Les gauchers du bon côté*. Hachette, 1987.
- DU PASQUIER M.-A.- GRALL : *L'évolution de l'écriture de l'enfant : point de vue clinique* in *Bibliogica 10 L'écriture, le cerveau, l'oeil et la main*. Brepols, Turnhout 1990 (Actes du Colloque du CNRS, Collège de France, 2-3-4 Mai 1988).
- DURAND J.-M. : *Naissance de l'écriture*, Paris, Editions de la réunion des musées nationaux, 1982, (100).
- ELLIS A.W. : *Lecture , écriture et dislexie. Une approche cognitive*. (Traduit par M. Hupet) Neuchâtel-Paris : Delachaux & Niestlé, 1989.
- ELLIS A.W. : Normal writing processes and peripheral acquired dysgraphias. *Langage and Cognitive Processes*, 1988, 3, (99-127).
- ELLIS A.W., FLUDE B., YOUNG A. : "Afferent dysgraphia" in a patient and in normal subjects. *Cognitive Neuropsychology*, 1987, 4, (465-486).
- EMDE R.N., PLOMIN R., ROBINSON J., CORLEY : Temperament, emotion and cognition at fourteen months : The MacArthur Longitudinal Twin Study. *Child Develop.* , 1992, 63, (1437-1455).
- ERLENMEYER-KIMLING L. : Gene-environment interactions and the variability of behavior. In L.Ehrman, G.S. Omenn & E. Caspari (Eds), *Genetics Environment and Behavior*, 1972, (181-208), New York, Academic Press.
- ESLINGER P.J., BENTON A.L. : Visuo-perceptual performances in aging and dementia : clinical and theoretical interpretations. *J. Clin. Neuropsychol.*, 1983, 5, (213-220).
- ESSEN-MÖLLER E. : *Empirische Ähnlichkeitsdiagnose bei Zwillingen*. *Hereditas* 27 : 1 (1941).
- EUSTACHE F. : *Langage, vieillissement et démences*. In : *Langage et Aphasie*, F Eustache & B. Lechevalier, (Eds). Bruxelles, De Boeck, 1993, (205-227).
- EUSTACHE F., LAMBERT J. : Neuro-cognitive models of spelling and Alzheimer disease : mutual clarification. *Rev. Neurol.*, 1996 Nov., 152, 11, (658-668).
- FAYOL M., GOT C. : Automatisme et contrôle dans la production écrite. *L'Année Psychologique*, 1991, 91, (187-205).
- FÉVRIER J. : *Histoire de l'écriture*, Paris, Payot, 1984, (9).
- FLOWERS K. : Handedness and controlled movement. *Br. J. Psychol.*, 1975, 66,1, (39-52).
- FRIEDMAN R.B., ALEXANDER M.P. : Written spelling agraphia. *Brain and Language*, 1989, 36, (503-517).
- GAU J.S., SILBERG J.L., ERICKSON M.T., HEWITT J.K. : Childhood behavior problems : a comparison of twin and non-twin samples. *Acta Genet. Med. Gemellol.*, 1992,41, (53-63).
- GAYET D. : *Les relations fraternelles*. Neuchâtel, Delachaux et Niestlé, 1993.
- GEOFFREY C, Ashton G.C. : Handedness : An Alternative Hypothesis. *Behavior Genetics*, 1982, Vol. 12, N°2, (125-147).
- GESCHWIND N., GALABURDA A.M. : *Cerebral Lateralization : Biological Mechanisms, Associations and Pathology*. Cambridge. Mass. :MIT Press, 1987.
- GINSGURG B.E. : Muroid roots of behavior genetic research : a retrospective. In D.

- Goldowitz, D. Wahlsten & R.E. Wimer (Eds) *Technis for the Genetic Analysis of Brain and Behavior. Focus on the Mouse*. 1992, (3-14), Amsterdam, Elsevier Biomedical.
- GIORDANI B., BOIVIN M.J., HALL A.L., FOSTER N.L., LEHTINEN S.J., BLUEMLEIN L.A., BERENT S. : The utility and generality of Mini Mental State Examination scores in Alzheimer's disease. *Neurology*, 1990, 40, (1894-1896).
- GLICK S.D. : *Cerebral lateralization in non human species*. Academic Press, New-York, 1985.
- GOLDREY J. : La Graphologie dans le psychodiagnostic des maladies mentales et contribution à l'étude de la graphologie dans le psychodiagnostic des maladies mentales, Thèse de doctorat, Faculté de médecine, Paris, 1961.
- GOODMAN R.A., CARAMAZZA A. : Dissociation of spelling errors in written and oral spelling : The role of allographic conversion in writing. *Cognitive Neuropsychology*, 1986, 3, (179-206).
- GOODMAN R.A., CARAMAZZA A. : Aspects of the spelling process : Evidence from a case of acquired dysgraphia. *Language and Cognitive Processes*, 1986, 1, (263-296).
- GOODMAN-SCHULMAN R.A., CARAMAZZA A. : Patterns of dysgraphia and the non-lexical spelling process. *Cortex*, 1987, 23, (143-148).
- GRANDSAIGNES D'HAUTERIVES R. : *Dictionnaire des langues indoeuropéennes*, Paris, Larousse, 1949.
- GRECO P. : In *Approche psychopathologique de l'espace et de sa structuration*. Journée du groupe de recherche sur l'Approche Somatique de la Personnalité. Publication de l'Université de Rouen. Presses Universitaires de France, 1978, (157-170).
- GUTKNECHT L., SPITZ E., CARLIER M. : Long term effect of placental type on anthropometrical and psychological traits among monozygotic twins : a follow up study. *Twin Research*, 1999, 2, (212-217).
- HABIB M., GALABURDA AM. : Biological determinants of cerebral dominance. *Rev. Neurol. Paris*, 1986, 142/12, (869-894).
- HARRIS Roy : *The origin of writing*, Londres, Duckwoth, 1968, (45).
- HASEMAN J.K., ELSTON R.C. : The estimation of genetic variance from twin data. *Behav. Genet.*, 1970, 1, (11-19).
- HAYAKAWA K., SHIMIZU T., OHBA Y., TOMIOKA S., TAKAHASI S., AMANO K., YURA A., YOKOYAMA Y., HAYAKATA Y. : Intrapair differences of physical aging and longevity in identical twins. *Acta Genet. Med. Gemellol*, 1992, 51, (291-298).
- HECAEN H. : *Les gauchers*. Paris, Editions PUF, 1984, 310 pages.
- HECAEN H., ANGELERGUES R., DOUZENIS J.A. : Les agraphies. *Neuropsychologia*, 1963, 1, (179-208).
- HECAEN H., SAUGET J., Cerebral dominance in left-handed subjects. *Cortex*, 1971, 7, (19-48).
- HECAEN H., JEANNEROD M. : *Du contrôle moteur à l'organisation du geste*. Paris, Masson, 1977.
- HEILMAN K.M., COYLE J.M., GONYEA E.F., GESCHWIND N. : Apraxia and agraphia

- in a left hander. *Brain*, 1973, 96, (21-28).
- HENDERSON V.W. : Introduction. The investigation of lexical semantic representation in Alzheimer's disease. *Brain Lang.*, 1996 Aug., 54, 2, (179-183).
- HILLIS A.E., CARAMAZZA A. : The graphemic buffer and attentional mechanisms. *Brain and Language*. 1989, 36, (208-235).
- HOSMER D.W., LEMESHOW S. : *Applied logistic regression*. New York, Wiley and Sons, 1989.
- HUSBY H., HOLM N.V., GERNOW A., THOMSEN S.G., KOCK K., GÜRTLER H. : Zygosity, Placental membranes and Weinberg's Rule in a Danish consecutive twin series. *Acta Genet. Med. Gemellol.* 1991, 40, (147-152).
- IFRAH G.. *Histoire Universelle des chiffres*. Seghers, 1987.
- IMAMURA T., YAMADORI A., TSUBURAYA K. : Hypergraphia associated with a brain tumour of the right cerebral hemisphere. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry*, 1992, 55/1, (25-27).
- IMBERT M.C., GONZALES M. : Syndrome transfuseur-transfusé, siamois, foetus in foetu . In : Papiernick Breckauer E. Pons J.C. *Les grossesses multiples*. Doin, Paris, 1991.
- INOUE E. : President's Adress. Twins and Genetics Studies of man. *Acta Genet. Med. Gemellol.* 1992, 41, (261-273).
- JEANNEROD M. : Relation entre structures et fonctions. Explications limitée ou limites de l'explication en psychologie ? In : *L'explication en psychologie*, publié sous la direction de Marc Richelle et Xavier Seron, Paris, Presses Universitaires de France, 1980.
- Joanette Y., Roch Lecours A. : Les effets de lésions cérébrales droites sur le langage des droitiers : une étude anatomo-clinique (incluant certains facteurs génétiques et écologiques). *Conférence présentée à la société de Neuropsychologie de langue française*, Paris, décembre 1980.
- JOANETTE Y., PUEL M., NESPOULOUS J.L., RASCOL A., ROCH LECOURS A. : Aphasie croisée chez les droitiers. *Revue Neurologique (Paris)*, 1982, 138, 8-9, (575-586).
- KANG K.W. : Twinan : Twin data analysis program for microcomputers. *Acta Genet. Med. Gemellol.*, 1985, 34, (113-114).
- KAPRIO J. : Lessons from twin studies in Finland. *Ann Med.*, 1994, 26/3, (135-139).
- KAPRIO J., SARNA S., KOSKENVUO M., RANTASALO I. : The Finnish Twin Registry : formation and compilation, questionnaire study, zygosity determination procedures, and research program. *Prog. Clin. Biol. Res.* , 1978, 24 Pt B, (179-84).
- KAPUR N, LAWTON N.F. : Disgraphia for letters : A form of motor memory deficit?. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 1983, 46, (573-575).
- KATZ D. : The scriptochronograph. *Q. Jl. Exp. Psychol.*, 1948, 1, (53-56).
- KELLERHALS J., MONTANDON C. : *Les stratégies éducatives de la famille : Milieu social, dynamique familiale et éducation des préadolescents*. Neuchâtel et Paris, Delachaux et Niestlé, 1991.

- KENDLER K.S., NEALE M.C., KESSLER R.C., HEATH A. C., EAVES L.J. : Parental treatment and equal environment assumption in twin studies of psychiatric illness. *Psychol. Med.*, 1994, 24, (579-590).
- KEMPTHORNE O., OSBORNE R. : The interpretation of twin data. *Am. J.Hum. Genet.*, 1961, 13, (320-339).
- KERTESZ A., POLK M.,BLACK SE., HOWELL J. : Sex, handedness, and the morphometry of cerebral asymmetries on magnetic resonance imaging. *Brain Res.*, 1990, 530/1, (40-48).
- KOFF E., NAESER MA., PIENIADZ JM. ET AL. : Computed tomographic scan hemispheric asymmetries in right and left handed male and female subjects. *Arch. Neurol.*, 1986, 43/5, (487-491).
- KRAMER S.N..*L'histoire commence à Sumer*. Préf. Bottero J. Flammarion, 1994.
- KRINGLEN E. : Genes and environment in mental illness. Perspectives and ideas for future research. *Acta Psychiat. Scand.*,1993, suppl. 370, (79-84).
- LABUDA M., GOTTESMAN I.I., PAULS D. : Usefulness of twins studies for exploring the etiology of childhood and adolescent psychiatric disorders. *Am. J. Med. Genet.*, 1993, 48, (47-59).
- LAMBERT J. : Les agraphies.In, Eustache F., Lechevalier B.(Eds) : *Langage et aphasie*. Bruxelles, De Boek, 1993.
- LAMBERT J., EUSTACHE F., VIADER F, DARY M.s, RIOUX P., LECHEVALIER B., TRAVERE J.M. : Agraphia in Alzheimer's disease : an independent lexical impairment. *Brain Lang.*, 1996 May, 53, 2, (222-233).
- LATHROPE G.M.,LALOUEL J.M., JACQUARD A. : Path analysis of family resemblance and gene-environment interaction. *Biometrics*, 1984, 40, (611-625).
- LEBOVICI S. : La théorie de l'attachement et la métaphysique freudienne. *Devenir*, 1992, Vol. 4, n°4.
- LEFEBURE F. : La graphologie en milieu hospitalier. In : *La graphologie* : FAIDEAU P., M.A. Ed. 1983. (p.383)
- LEVY J. : A review of evidence for a genetic component in the determination of handedness. *Behavior Genetics*, 1976, Vol. 6, N°4, (429-453).
- LEWINSON T.S., ZUBIN J. : *Handwriting analysis*. A series of scale for evaluating the dynamic aspects of handwriting. New York, King Cross Press, 1942.
- LHERMITTE J. Les Fondements anatomiques de la latéralité. In : *Main droite et main gauche*, publié par R. Kourilsky et P. Grapin , Paris, Presses Universitaires de France, 1968, (5-24).
- LIPP H.P., WOLFER D.P., WANDERS R., MAGARA F. : Behavioral and metabolic asymmetries in mice with variable sized or missing corpus callosum. *Behavior Genetics*, 1994, 24, (520).
- LURIA A.R. : *Higher cortical functions in man*.Tavistock Publications, London, 1966.
- LUSSIER I., MALENFANT D., PERETZ I., BELLEVILLE S. : Caractérisation des troubles de la mémoire dans la démence de type Alzheimer. In Habib Y. Joannette &M. Puel (Eds.) *Démences et syndromes démentiels : Approche*

- , Masson, Paris, 1991.
- LUTHE W. : An apparatus for the analytical study of handwriting movements. *Can. J. Psychol.*, 1953, 7, 3, (133-139).
- LYKKEN D.T. : The diagnosis of Zygoty in Twins. *Behavior Genetics*, 1978, 8, (437-473).
- LYKKEN D.T., TELLEGEN A., DERUBEIS R. : Volunteer bias in twin research : The rule of two thirds. *Soc. Biol.*, 1978, 25, (1-9).
- Lykken D.T., Bouchard T.J., Tellegen A. : Does contact lead to similarity or similarity to contact?. *Behavior Genetics*, 1990, 20, (547-561).
- LYONS M.J., GOLDBERG J., EISEN S.A., TRUE W., TSUANG M.T., MEYER J.M., HENDERSON W.G. : Do genes influence exposure to trauma ? A twin study of combat. *Am. J. Med. Genet.*, 1993, 48, (22-27).
- MAAROUF F.D., ROUBERTOUX P.L., CARLIER M. : Is mitochondrial DNA involved in mouse behavioral laterality ? *Behavior Genetics*, 1999, 29, (311-318).
- MACHIN GA. : Twins and their zygoty. *Lancet.*, 1994, 343/8912, (1577).
- Magnus P. : Distinguishing fetal and maternal genetics effects on variation in birth weight. *Acta Genet. Med. Gemellol*, 1984, 33, (481-486).
- MARGOLIN D.I. : The neuropsychology of writing and spelling : Semantic, phonological, motor, and perceptual processes. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1984, 36 A, (459-489).
- MARTINET A. : La Dextre et la hiérarchie des valeurs linguistiques. In : *Main droite et main gauche*, publié par R. Kourilsky et P. Grapin , Paris, Presses Universitaires de France, 1968, (103-112).
- MATHENY A.P. , WILSON R.S., DOLAN A.B. : Relations between twins similarity of appearance and behavioral similarity : testing an assumption. *Behavior Genet.*, 1976, 6, 3, (343-351).
- MCGUE M., LYKKEN D.T. : Genetic influence on risk of divorce. *Psychol. Sci.*, 1992,3, (368-373).
- MCKEEVER WF., VANEYS PP. : Inverted handwriting posture in left handers is related to familial sinistrality incidence. *Cortex.*, 1989, 25/4, (581-589).
- McManus I.C. : Handedness in twins : A critical review. *Neuropsychologia*, 1980, 18, (347-355).
- McManus I.C. : Handedness, language dominance and aphasia : A genetic model. *Psychological Medicine. London.*, 1985, 15/SUPPL. 8 (40 p.).
- McManus I.C. : The inheritance of left-handedness. In *Biological Asymmetry and Handedness*, (251-281), Wiley, Chichester (Ciba Foundation Symposium), 1991.
- McManus I.C., BRYDEN M.P. : The Geschwind-Galaburda theory of cerebral lateralization : Developping a formal, causal model. *Psychol. Bull.*, 1991, 110, (237-253).
- McManus I.C., BRYDEN M.P. : The genetic of handedness, cerebral dominance, lateralization. In *Handbook of Neuropsychologia*, Vol.6 : *Child Neuropsychologia*, (115-144). Elsevier Scientific, Amsterdam, 1992.

- MERRIMAN C. *The Intellectual Ressemblance of twins*. Unpublished doctoral dissertation, 1922, Stanford University, Palo Alto.
- MESHKOVA TA. : Lateralit effects in twins. *Acta. Genet. Med. Gemellol.* ,1992, 41/4 , (325-333).
- MEULEMANS W.J., LEWIS C.M., BOOMSMA D.I., DEROM C.A., VAN DEN BERGHE H., ORLEBEKE J.F., VLIETINCK R.F., DEROM R.M. : Genetic modelling of dizygotic twinning in pedigrees of spontaneous dizygotic twins. *Am. J. of Medical Genetics*, 1996,.61, (258-263).
- MICHEL F., SCHOTT B., BOUCHER M., KOPP N. : Alexie sans agraphie chez un malade ayant un hémisphère gauche déafférenté. *Revue Neurologique (Paris)*, 1979, 135, 4, (347-364).
- MORALI, DANINOS, CANIVET N. : Manuel - *La technique du test "Z"*. Editions du Centre de Psychologie Appliquée. 1970.
- MORIN P., VIADER F., EUSTACHE F., LAMBERT J. : *Les agraphies*. Rapport de Neurologie- Congrès de psychiatrie et de neurologie de langue française. Paris, Masson, 1990.
- Myrianthopoulos N.C., NICHOLS PL., BROMAN SH., ANDERSON VE. : Intellectual development of prospectively studied population of twins and comparison with singletons in *Human Genetics*, Amsterdam, Excerpta Medica, 1971, (244-257).
- NANCE W.E., COREY L. A. : Genetics models for the analysis of data from the families of identical twins. *Genetics*, 1976, 83, (811-826).
- NANCE W.E.,KRAMER A.A., COREY L. A.,WINTER P.M., EAVES L.J. : A causal analysis of birth weight in the offspring of monozygotic twins. *Am. J. Hum. Genet.*, 1983, 35, (1211-1223).
- NEALE M.C., CARDON L.R. : *Methodology for genetic studies of twins and families*. 1992, Kluwer Acad. Publi., Netherlands.
- NEILS-STRUNJAS J., SHUREN J., ROELTGEN D., BROWN C. :Perseverative writing errors in a patient with Alzheimer's disease. *Brain Lang.* 1998 Jul., 63, 3, (303-20).
- NESTOROV D.M., SHAPIRO V.A., STOYANOV E.P., VELEKA P.K., GLUHCHEV G.I. : Towards objectivity of handwriting pressure analysis for static images. Sixth IGS International Conference, 4-7 July 1993, (216-218).
- NOLAN K.A., CARAMAZZA A. : An analysis of writing in a case of deep dyslexia. *Brain and Language*, 1983, 20, (305-328).
- NORINDER Y. : *Twin differences in writing performance*. Lund, 1948.
- OUAKNIN M.A. : *Les mystères de l'alphabet* .Ed. Assouline, 1997.
- Papiernick E. Fréquence des grossesses gemellaires et multiples. In : Papiernick Breckauer E. Pons J.C. *Les grossesses multiples*. Doin, Paris, 1991.
- Pariser P., Bergego C., Ducarne B., Held JP. : Cerebral dominance related to language hemispheric representation. Study of two cases and literature review. La dominance cérébrale en fonction de la représentation hémisphérique du langage. Etude de deux cas et revue de la littérature. *Annales de Réadaptation et Médecine Physique*, 1985, 27/3-4, (233-250).

- PATTERSON K., WING A.M. : Processes in handwriting : A case for case. *Cognitive Neuropsychology*, 1989, 6, (1-23).
- PENNIELLO M.J., LAMBERT J., EUSTACHE F., PETIT-TABOUE M.C., BARRE L., VIADER F., MORIN P., LECHEVALIER B., BARON J.C. : A PET study of the functional neuroanatomy of writing impairment in Alzheimer's disease. The role of the left supramarginal and left angular gyri. *Brain*, 1995 Jun., 118, (Pt 3), (697-706).
- PETERS M. : Incidence of left-handed writers and the inverted writing position in a sample of 2194 german elementary school children. *Neuropsychologia*, 1986, 24/3, (429-433).
- PHILIPPE E. : Grossesses gemellaires et à foetus multiples. *Pathologie fœto-placentaire*. Paris, Masson, 1986.
- Phillips D.I.W. : Twins studies in medical research : can they tell us whether diseases are genetically determined? *The Lancet*, 1993, 341, (1008-1009).
- PIAGET J. : *La construction du réel chez l'enfant*. Neuchatel, Delachaux et Niestlé, 1935 (1^{ère} édition), (97-218).
- PIAGET J., INHELDER B. : *La Représentation de l'Espace chez l'Enfant*. Paris, Presses Universitaires de France, 1948
- PIAGET J. : In *Théorie du langage et théorie de l'apprentissage*. Le débat entre J. PIAGET et N. CHOMSKY, Centre de Royaumont. Paris, Le Seuil, 1979.
- PICOCHÉ J. *Dictionnaire étymologique du Français*, Paris, Le Robert, 1996.
- PIERREHUMBERT B., PARVEX-PUGLIESE F. : Attachement et amour : un impétueux désir de sécurité, in M.ROBIN, I. CASTI, D CANDILIS (eds), *La construction des liens familiaux pendant la première enfance*. Paris, PUF, 1995, (1-26).
- PIPE M.E. : Pathological left-handedness : Is it familial? *Neuropsychologia*, 1987, 25/3, (571-577).
- PLOMIN R., WILLERMAN L., LOEHLIN J.C. : Resemblance in appearance and the equal environments assumption in twin studies of personality traits. *Behav. Genet.*, 1976, 6, (43-52).
- PLOMIN R., DE FRIES J.C., MCCLEARN G.E. : *Behavioral Genetics a Primer*, W.H. San Francisco, Freeman and Company, 1980.
- PLOMIN R., PEDERSEN N.L., LICHTENSTEIN P., MC CLEARN G.E. : Variability and stability in cognitive abilities are largely genetic later in life. *Behav. Genet.*, 1994, 24, (202-215).
- POSTERARO L., ZINELLI P.,MAZZUCHI A. : Selective impairment of the graphemic buffer in acquired dysgraphia : A case study. *Brain and Language*, 1988, 35, (274-286).
- POTTER R.H. : Twin half-sibs : A research design for genetic epidemiology of common dental disorders. *J. Dent.Res.*, 1990, 69, (1527-1530).
- PRICE R.A. GOTTESMAN I.I. : Body fat in identical twins reared apart : roles for genes and environment. *Behav. Genet.*, 1991, 21, (1-7).
- PROVINS K.A., GLENCROSS D.J. : Handwriting, typewriting and handedness. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1968, 20, (282-289).

- RAINVILLE C. : Les troubles de la représentation anticipatrice et de la représentation spatiale dans la maladie d'Alzheimer. Thèse de Ph.D. en Psychologie. Montréal, 1992.
- RAO D.R., MORTON N.E., YEE S. : Analysis of familial resemblance. II A linear model for familial correlation. *Am. J. Hum. Genet.*, 1974, 26, (331-359).
- RAPCSAK S.Z., ARTHUR S.A., RUBENS A.B. : Lexical agraphia from focal lesion of the precentral gyrus. *Neurology*, 1988, 38, (1119-1123).
- RAPCSAK S.Z., BEESON P.M., RUBENS A.B. : Writing with the right hemisphere. *Brain and Lang.*, 1991, 41/4, (510-530).
- REED T., CHRISTIAN J.C., WOOD P.D., SCHAEFER E.J.. Influence of placentation on High Density Lipoproteins in adults males : the NHLBI twin study. *Acta Genet. Med. Gemellol.* 1991-a, 44, (353-359).
- ROBIN M. : Facteurs en jeu dans la construction de la personnalité chez les jumeaux. *Ann. Psychol.*, 1990, 90, (529-549).
- ROSE R.J., KAPRIO J., WILLIAMS C., VIKEN R., OBREMSKI K. : Social contact and sibling similarity ; facts, issues and red herrings. *Behav Genet.* 1990, 20, (763-778).
- Roubertoux P.L., Carlier M. : *Génétique et comportement*. Paris, Masson, 1976.
- SAINT MORANT : *L'équilibre et le déséquilibre dans l'écriture*, Vigot, Paris, 1943.
- SALCE J. : "Diagnostic de la schizophrénie par la graphométrie statistique", *La Graphologie*, 1965, n° 99.
- SALMON D.P., SHIMAMURA A.P., BUTTERS N., SMITH S. : Lexical and semantic priming in patients with Alzheimer's disease. *J. Clin. Exp. Neuropsychol.*, 1988, 10, (477-494)s.
- SARNA S., KAPRIO J. : Use of multiple logistic anlysis in twin zygoty diagnosis. *Hum. Hered.*, 1980, 30, (71-80).
- SAUDECK R. : Ce que le cinéma nous enseigne sur les mouvements d'écriture. Communication au 11è Congrès International de graphologie. 1930. Paris. Félix Alcan, (223-233).
- Scarr S. : Environmental bias in twin study. In Vandenberg S (ed.) *PROGRESS IN Human Behavior Genetics*, Baltimore Maryland; J. Hopkins , 1968, (205-213).
- Schönemann P.H. : New questions about old heritability estimates. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 1989, 27, (175-178).
- SEGAL N.L., BROWN K.W., TOPOLSKI T.D. : A twin study of odor identification and olfactory sensitivity. *Acta Genet. Med. Gemellol.*, 1992, 41, (113-121).
- SERRATRICE G. : Le système nerveux et l'écriture, *La Graphologie*, 1992.
- SHALLICE : Phonological agraphia and the lexical route in writing. *Brain*, 1981, 104, (413-429).
- SHIMIZU A., ENDO M.. Comparison of patterns of handedness between twins and singletons in Japan. *Cortex*, 1983, 19, (345-352).
- SLEMENDA C.W., CHRISTIAN J.C., WILLIAMS C.J., NORTON J.A., JR., JOHNSTON C.C., JR. : Genetic determinants of bone mass in adult women : a reevaluation of the twin model and the potential importance of gene interaction on heritability estimates.

- J. Bone. Min. Res.*, 1991, 6, (561-567).
- SMITH K.U., SCHAPPE : Feedback analysis of the movement mechanisms of hand writing. *The journal of Experimental Education*, 1970, 38, (61-68).
- SPERRY R.W., Lateral specialization in the surgically separated hemisphere. In F.O. Schmitt and F.G. Worden (Eds) *The Neurosciences : Third study Program*. London : The MIT Press, 1974, (5-19).
- SPITZ E. : Validité des échelles de Processus mentaux du K-ABC. Quelques données recueillies sur un échantillon d'enfants français dans *K.ABC, pratiques et fondements théoriques*, La Pensée Sauvage, Grenoble, 1994.
- SPITZ E., CARLIER M., VACHER LAVENU M.C., MOUTIER R., ROUBERTOUX P. : The effects of twin's chorion type on variation in intelligence and cognitive processes. *Behav. Genet.*, 1994, 24.
- STEINMETZ H., VOLKMAN J., JANKE L., FREUND H.J. : Anatomical left-right asymmetry of language related temporal cortex is different in left and right-handers. *Ann. Neurol.*, 1991, 29/3, (315-319).
- STEVENSON-HINDE J. : Attachment within family systems : an overview. *Infant Mental Health Jn.*, 1990, 11, (218-228).
- SUTKER P.B., ALLAIN A.N., JOHNSON J.L. : Clinical assesment of long-term cognitive and emotional sequelae to World War II prisoner-of-war confinement : Comparison of pilot twins. *Psychol. Assess.*, 1993, 5, (3-10).
- TALLAL P. : Hormonal influence in developmental learning disabilities. *Psychoneuroendocrinology.*, 1991, 16/1-3, (203-211).
- TAN U. : The grasp reflex from the right and left hand in human neonates indicates that the development of both cerebral hemisphere in males, but only the right hemisphere in females , is favoured by testosterone. *Int. J. Psychophysiol.*, 1994, 16/1, (39-47).
- TORGERSEN S. : The determination of twin zygoty by means of a mailed questionnaire. *Acta Genet. Med. Gemellol Roma*, 1979, 28(3), (225-36).
- TOURETTE C., ROBIN M., JOSSE D. : Les pratiques éducatives des mères de jumeaux : une investigation par l'analyse factorielle des correspondances. *Ann. Psychol.*, 1989, 88, (545-561).
- TRUETT K.R., EAVES L.J., WALTERS E.E., HEATH A.C., HEWITT J.K., MEYER J.M., SILBERG J., NEALE M.C., MARTIN N.G., KENDLER K.S. : A model system for analysis of family resemblance in extended kinships of twins. *Behav. Genet.*, 1994, 24, (35-49).
- Twins in Schools*, La Trobe Twin Study and Australian Multiple Birth Association Inc, 1991.
- TZORTZIS C., BOLLER F. : Le "Mini-Mental State" : intérêt et limites d'un test d'évaluation rapide des fonctions cognitives. *Revue de Neuropsychologie*, 1991, 1, (55-71).
- VAN DER LINDEN M. : *Les troubles de la mémoire*. Editions Mardaga. Bruxelles, 1989.
- VANDERMEERSH L. : Ecriture et langue écrite en Chine. In " *Ecritures* ", Le Sycomore, 1983, (255-267).
- VLES J.S.H., GRUBBEN C.P.M., HOOGLAND H.J. : Handedness not related to foetal

- position. *Neuropsychologia*, 1989, 27, n°7, (1017-1018).
- VLIETTINCK R., DEROM R., NEALE M.C., MAES H., VAN LOON H., DEROM C., THIERY M. : Genetic and environmental variation in the birthweight of twins. *Behav. Genet.*, 1989, 19, (151-161).
- VOLMAT R. : Les dépressions et leur traitement. *J.Méd. Besançon*, 1971, 7,6, (415-431).
- VOLMAT R., BELIN C.L. J. : *Handwriting, Alcoholisation, Depression*, World Psychiatric Association Regional Symposium, Kyoto, (Japon), le 8 avril 1982, Program & Abstracts (21).
- WAHLSTEN D. : The Intelligence of Heritability. *Canadian Journal of Psychology*, 1994, 35, 3, (244-267).
- WALLON H., LURCAT L. : L'espace graphique de l'Enfant. *Journal de Psychologie normale et pathologique*, 1959, 56, (427-453).
- WARD J.P., HOPKINS W.D. : *Current behavioral evidence of primate asymmetries*. Springer-Verlag, 1993.
- WARD M.J., VAUGHN B.E., ROBB M.D. : Social-emotional adaptation and infant-mother attachment in siblings : role of the mother in cross-sibling consistency. *Child Development*. 1988, 59, (643-651).
- Wechsler D. : *La mesure de l'intelligence de l'adulte*. P.U.F., Paris, 1961.
- Wechsler D. : *Wechsler Intelligence Scale for children : Manual*. New -York, Psychological Corporation, 1973.
- Wechsler D. : *Manuel du WISC-R*. Editions du Centre de Psychologie Appliquée, Paris, 1981.
- WINNICOTT D.W. : *L'enfant et sa famille, les premières relations*. (Conf. à la BBC), Paris, Payot, 1987.
- WITELSON S.F. : Sex and the single hemisphere specialization of the right hemisphere for spatial processing. *Science*, 1976, 193, (425-427).
- WITELSON S.F. : The brain connection : the corpus callosum is larger in left handers. *Science*, 229, (665-668).
- WITELSON S.F., NOWAKOWSKI R.S. : Left out axons make men right : A hypothesis for the origin of handedness and functional asymmetry. *Neuropsychologia*, 1991, 29/4, (327-333).
- WOLFF P.H., HURWITZ I. : Sex differences in finger tapping : A developmental study. *Neuropsychologia*, 1976, 14, (35-41).
- YOUNG R.S., REED T. : Maternal age and dermatoglyphic asymmetry in man. Another look. *Human Heredity*, 1980, 30, (145-148).
- ZANGWILL O., *Cerebral Dominance and its Relation to Psychological Function*. Edinburgh : Oliver and Boyd, 1960.
- ZAZZO R. : *Conduites et conscience I*. Neuchâtel, Delachaux et Niestlé, 1962, chap.66, (99-116).
- Zazzo R : *Les jumeaux, le couple et la personne*, Paris, P.U.F., 1° édition, 1960, 2° édition, 1991.

ZIEGLER C. : Les Hiéroglyphes et leur disposition. In : *Naissance de l'Ecriture*, Paris, édité par le Ministère de la Culture, 1982, (119-122).

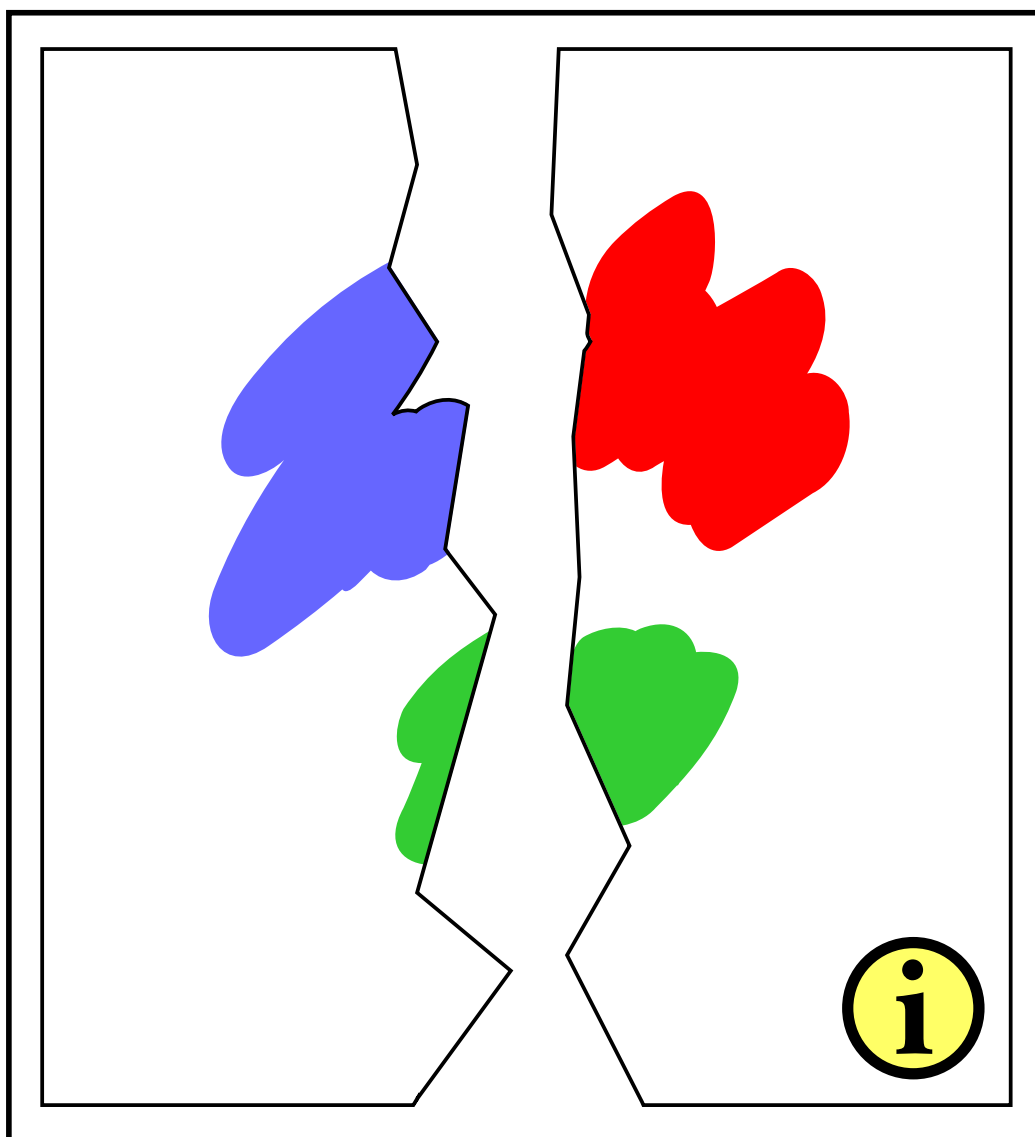
ZULLIGER H. : *Le test Z individuel. Une méthode de type Rorschach abrégé pour examens individuels* (Trad. LÉVY, SALOMON, SINOIR) PUF 1959 (4° Tri. 1959).
Traduction de Der Tafeln - Z Test (Verlag Hans Huber - Bern und Stuttgart 1954).

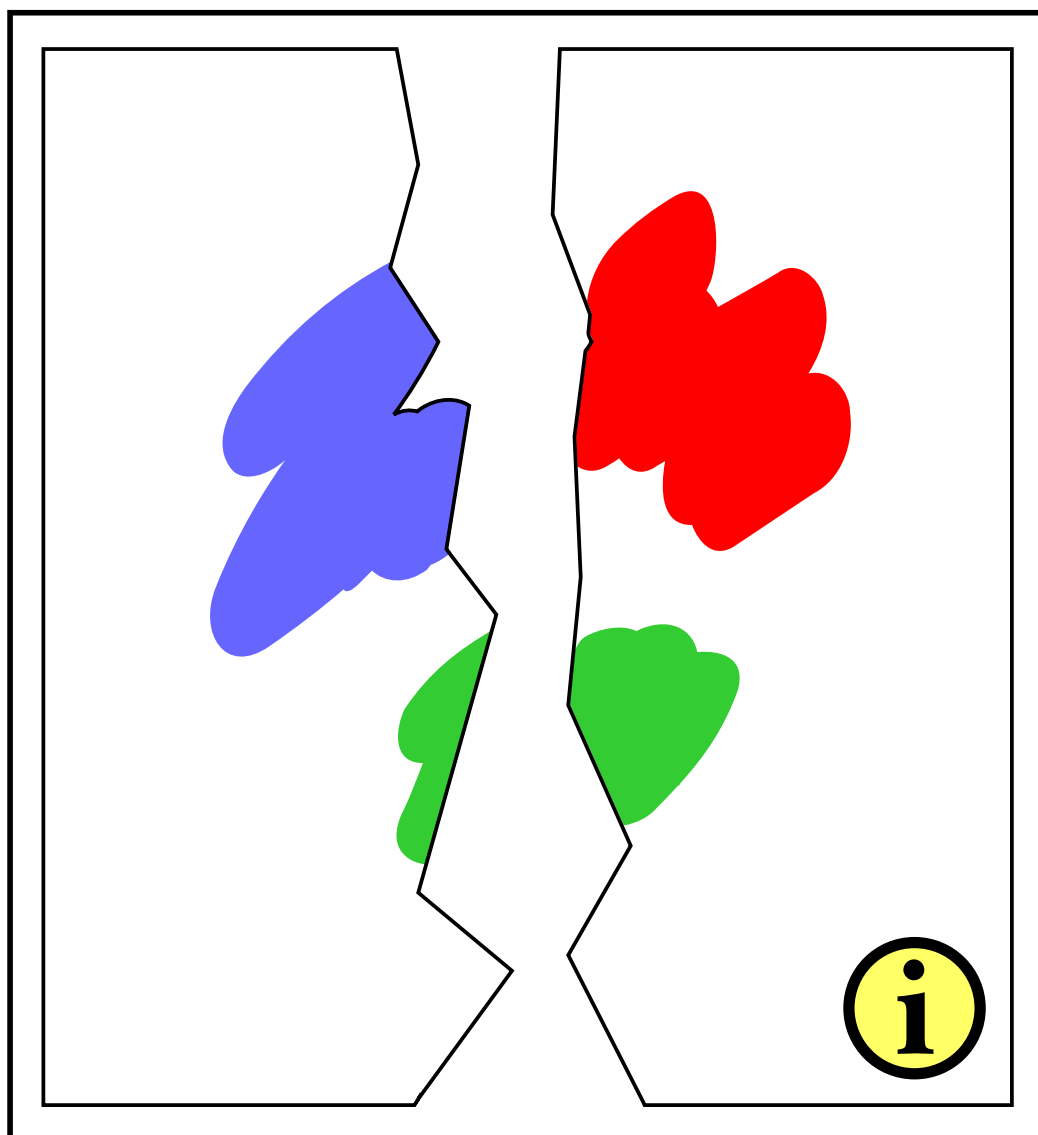
Annexes

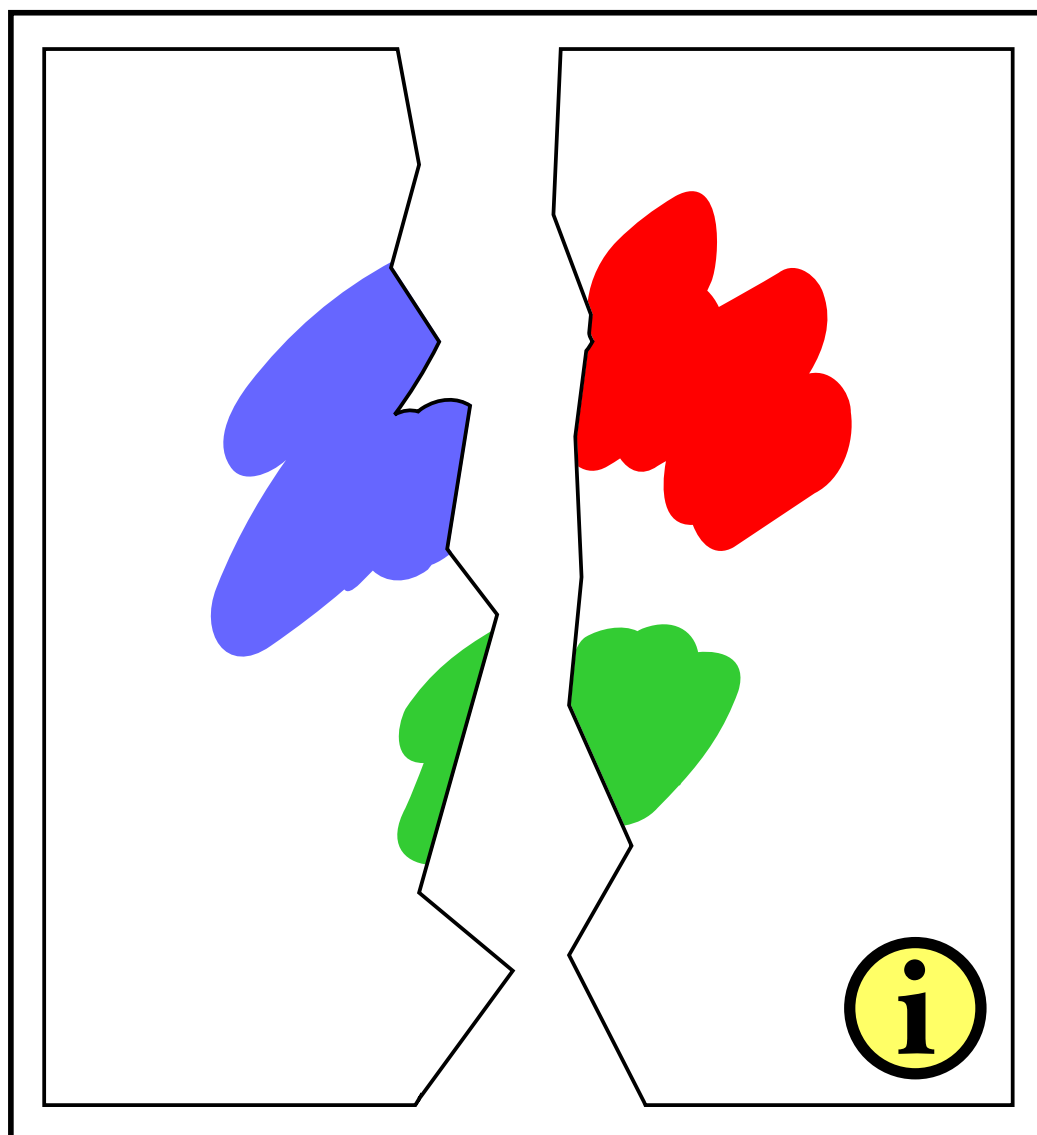
Annexe A. Ecritures de patients

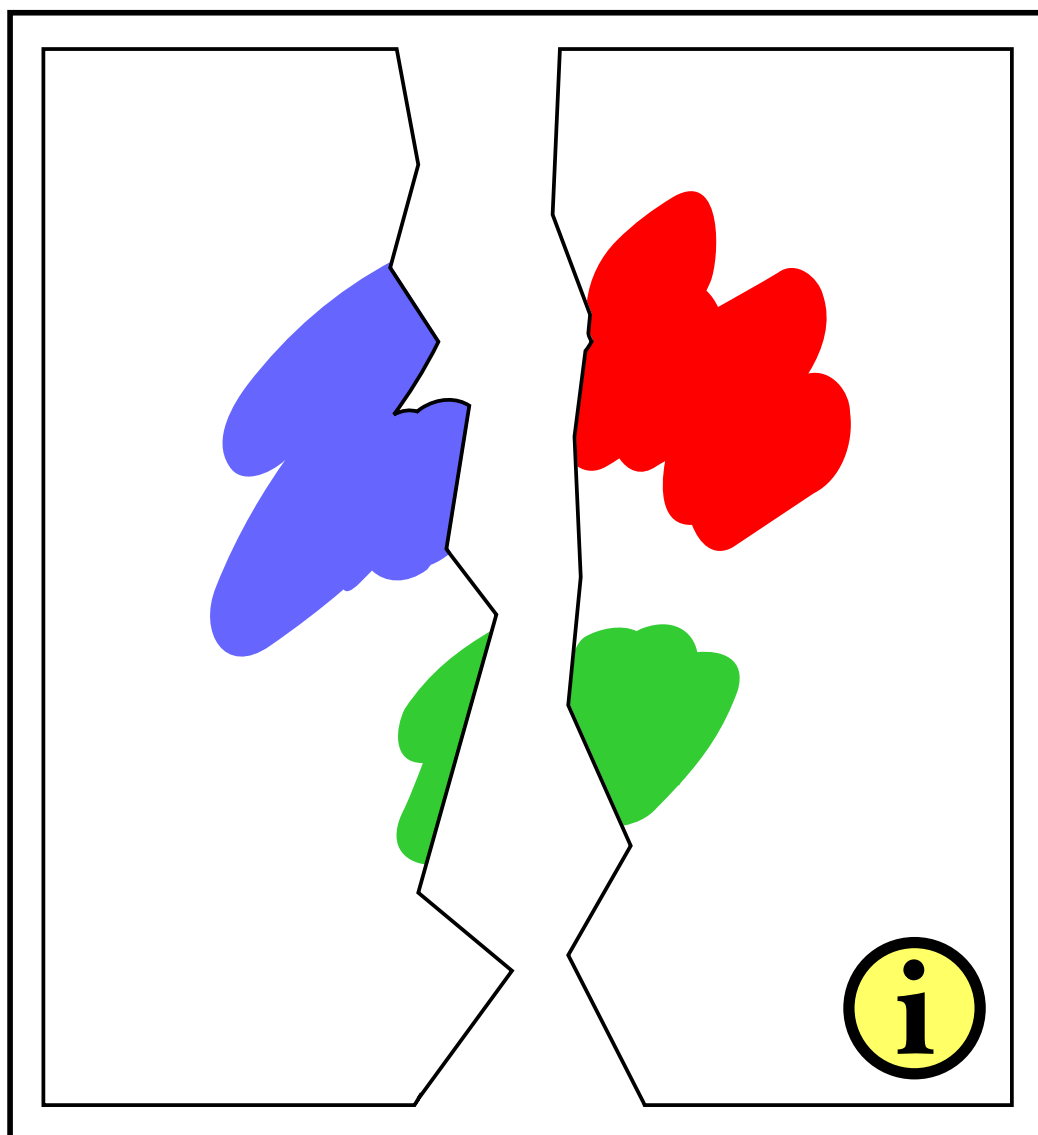
Pathologies :

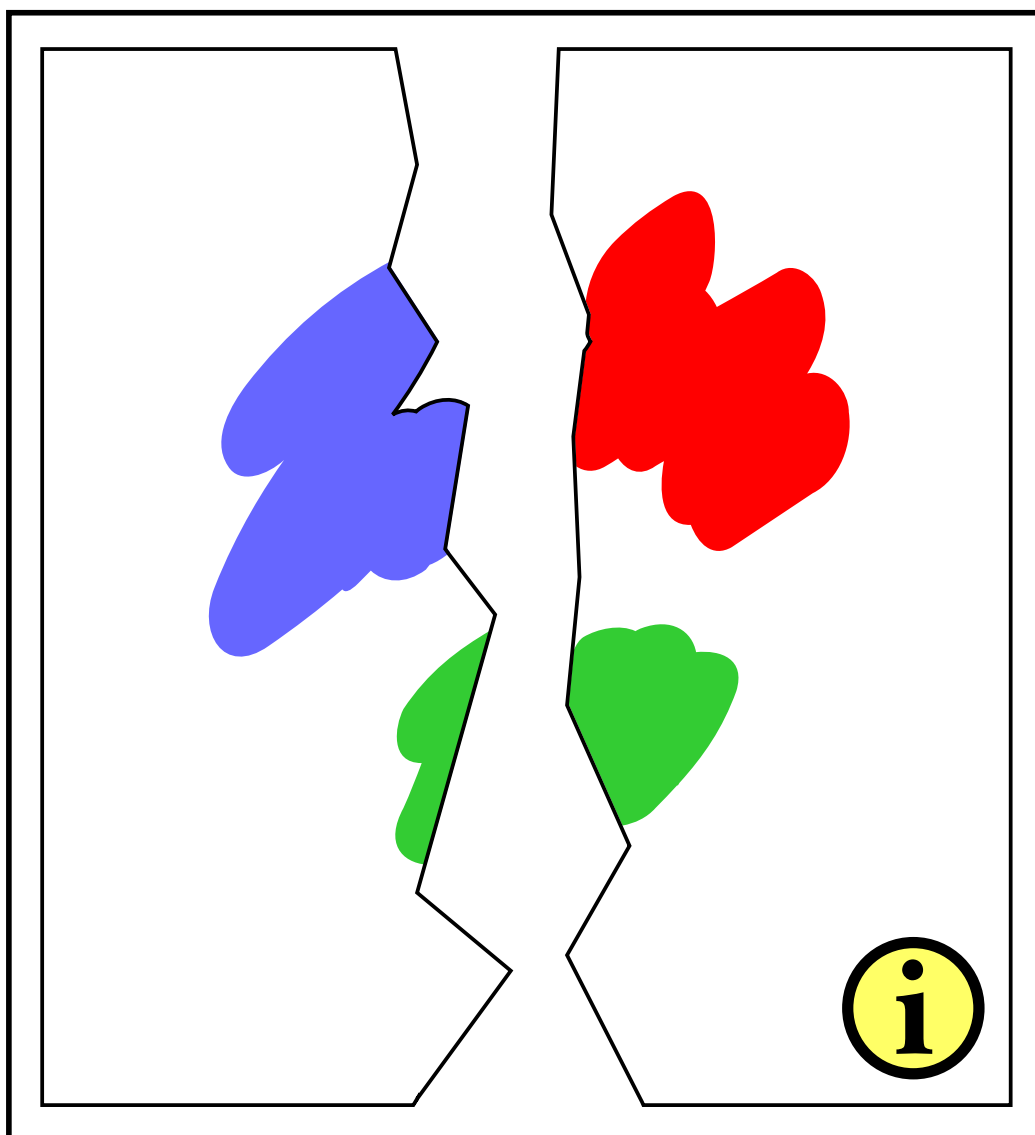
- dépression
- paranoïa
- névrose obsessionnelle
- anorexie
- affections neurologiques











Annexe B. Questionnaire de préférence manuelle d'Annett.

Dire quelle main vous utilisez habituellement pour réaliser les activités suivantes :

| ACTIVITES | Main
Droite | Main
Gauche | N'importe
laquelle des
deux |
|---|--------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| 1. Boire ivement | ☐ | ☐ | ☐ |
| 2. Tenir une pelle pour aller à la toilette | ☐ | ☐ | ☐ |
| 3. Tenir une raclette de tennis | ☐ | ☐ | ☐ |
| 4. Tenir une allumette pendant qu'on l'allume | ☐ | ☐ | ☐ |
| 5. Couper avec des ciseaux | ☐ | ☐ | ☐ |
| 6. Entrer un fil dans le choc d'une aiguille | ☐ | ☐ | ☐ |
| 7. Tenir un bolai pour balayer
(Indiquer la main qui se trouve en haut du balai) | ☐ | ☐ | ☐ |
| 8. Tenir une pelle pour ramasser du sable
(Indiquer la main qui se trouve en haut du manche) | ☐ | ☐ | ☐ |
| 9. Distribuer des cartes à jouer | ☐ | ☐ | ☐ |
| 10. Taper avec un marteau sur un clou pour l'enfoncer | ☐ | ☐ | ☐ |
| 11. Tenir une brosse à dents quand on se brosse les dents | ☐ | ☐ | ☐ |
| 12. Dévisser le couvercle d'un pot | ☐ | ☐ | ☐ |

Annexe C. Questionnaire de M. Levy

QUESTIONNAIRE PERSONNEL

Nous vous remercions de votre collaboration qui est essentielle à la réussite de cette étude.

Notre analyse a permis de constater que les données présentées au tableau 10 ne sont pas homogènes. Pour obtenir une information plus précise, nous avons effectué d'autres tests statistiques.

Many patients are interested in ways to improve their quality of life. We can help you with this by discussing your symptoms, your habits, your activities, your other problems, etc. Sometimes, one of our factors or physical problems can be modified, relieving you of other problems.

Nous vous posons donc ces multiples questions afin de rassembler le maximum de renseignements.

Ce questionnaire sera traité de façon anonyme et confidentielle. Nous vous demandons d'insérer votre réponse sur les nos votre nom et l'adresse exacte.

Voici quelques exemples de la façon dont vous pouvez utiliser ces données :

11/2007-2018 09/2018

Exercice 1 :
 Êtes-vous fumeur ?
 Êtes-vous non-fumeur ?
 Êtes-vous de fumeur ?

111

00

4

—

2) Répondre par oui ou non en citant la page correspondante.

Example: Managerial wages too high?

1997

and

34. [Bridges and Blair](#)

Exemple : Quel est votre lieu de naissance ? Ici vous êtes né en France

indicated by the arrows on the axes.

26. POSTER

di rimborsare un ch'aver

Exemple : Calculer la norme $\|u\|_2$ d'un vecteur u à l'aide de la fonction `norm`.

Si vous avez le moindre doute, consultez en regard des questions pour les commentaires que vous souhaitez.

Enfin, 108 personnes que nous avons des contacts avec des personnes à haut risque ont été identifiées :

N° d'identification de la famille :

Donc à la quelle vous remplacez ce quel certain (mère, père) ?

Quelle est votre date de naissance (jour, mois, année) ?

Quel est votre sexe ? ☐ Masculin ☐ Féminin

Quelle est votre date de naissance ? (si vous êtes né en France, indiquez le code postal de votre domicile)

Et quel est le prénom de votre mère ?

Quelle est la nationalité de votre père ?

Si vous êtes devenu Français (par naturalisation, mariage, etc.) indiquez la option ? ☐ oui ☐ non

Quelle est la date de naissance ?

Si vous êtes devenu Français indiquez votre nationalité antérieure

Si vous n'êtes pas Français, quel est votre nationalité ?

Quelle est la date de naissance ?

Si non, depuis quelle année êtes-vous en France ?

Et dans quel pays êtes-vous né avant d'être en France ?

Si vous n'êtes pas né en France, quel est votre date de naissance ? ☐ oui ☐ non

Si non, indiquez la date de naissance en France ?

Si non, quel est le pays d'origine avant d'être en France ?

Si vous n'êtes pas né en France, quel est votre date de naissance ? ☐ oui ☐ non

Si non, indiquez la date de naissance en France ?

Indiquez votre date de naissance, votre pays d'origine ? (jour, mois, année)

1. Indiquez votre date de naissance, votre pays d'origine ? (jour, mois, année)

2. Indiquez votre date de naissance, votre pays d'origine ? (jour, mois, année)

3. Indiquez votre date de naissance, votre pays d'origine ? (jour, mois, année)

4. Indiquez votre date de naissance, votre pays d'origine ? (jour, mois, année)

5. Indiquez votre date de naissance, votre pays d'origine ? (jour, mois, année)

6. Indiquez votre date de naissance, votre pays d'origine ? (jour, mois, année)

7. Indiquez votre date de naissance, votre pays d'origine ? (jour, mois, année)

8. Indiquez votre date de naissance, votre pays d'origine ? (jour, mois, année)

9. Indiquez votre date de naissance, votre pays d'origine ? (jour, mois, année)

10. Indiquez votre date de naissance, votre pays d'origine ? (jour, mois, année)

[illegible]

VOTRE LIEU DE RESIDENCE

¹⁰ *Quilley* had a similar strategy: *Quilley* proved its strength in 2000, too.

© 2000 Blackwell Science Ltd, *Journal of Internal Medicine* 247: 399–406

The authors are grateful to Dr. A. J. Valleron for his helpful comments.

Quelle figure schreibe man in der Nähe der Stelle ?
 Antwort: 1000 ist richtig.

[illegible]

Get the product: [Go to the product page](#)

உய்யுதல் மனம் கொடுத்திருக்கிறார். உய்யுதல் மனம் கொடுத்திருக்கிறார். □

đang làm việc do 5000 đô la (USD) mỗi năm. □

[illegible]

Downloaded At: 11:28 11 September 2009

Environ Biol Fish (2015) 98:1039–1051

 123

[illegible]

1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 26

1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 26

15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000 1001 1002 1003 1004 1005 1006 1007 1008 1009 1010 1011 1012 1013 1014 1015 1016 1017 1018 1019 1020 1021 1022 1023 1024 1025 1026 1027 1028 1029 1030 1031 1032 1033 1034 1035 1036 1037 1038 1039 1040 1041 1042 1043 1044 1045 1046 1047

[illegible]

408 407 406 405

Swiss manuscript digitization project: <http://www.scribd.com> Page 17

Siwei, Ding, Gao, Yang, Zhong and Guo *Journal of Inequalities and Applications*

40 10 17

de: 5... 179

Downloaded from <http://www.jstor.org/stable/2346196> Tue, 23 May 2017 12:16:16 UTC

| | | |
|--|---|---|
| | | Prénom |
| VOTRE SITUATION DE FAMILLE | | |
| Barre vous : | célibataire ? ☐ | marité ou vivant en couple ? ☐ |
| | enfant ou divorcé ? : ☐ | veuf ? ☐ |
| VOTRE STATUT PROFESSIONNEL | | |
| Quel est votre diplôme en fin d'études ? | | |
| | aucun ☐ | de 9 ^{ème} à études primaires ☐ |
| | BEPC ☐ | Bac, 1 ^{er} , 2 ^{ème} , 3 ^{ème} ☐ |
| | CAP ☐ | Baccalauréat technique ☐ |
| | Baccalauréat général ☐ | |
| | Diplôme professionnel ☐ | |
| | lequel ? | |
| | de 1 ^{ère} à 3 ^{ème} ☐ | |
| | lequel ? | |
| | autre diplôme ? ☐ | |
| | lequel ? | |
| en quel(s) établissement(s) vous êtes-vous inscrit(s) à travailler ? | | |
| 19..... | | |
| Si vous êtes salarié(s) et travailliez, en quelle année avez-vous travaillé ? | | |
| 19..... | | |
| Si vous n'êtes pas actuellement en activité, êtes-vous : | | |
| | célibataire ? ☐ | époux ou foyer ? ☐ |
| | seul ou célibataire ? ☐ | veuf ? ☐ |
| | en 1 ^{ère} pour un usage ☐ | étudiant, élève, stagiaire ? ☐ |
| <p>Arriver vous devez être plus âgé que l'âge minimum que vous avez attendu pendant plus de 6 mois au cours de votre scolarité en 1^{ère}. Vous n'avez donc pas pu travailler pendant longtemps auparavant, de l'école maternelle, de l'école, ou de posté au lycée ? Arriver les principes d'apprentissage Arriver vous n'avez pas pu travailler pendant plus de 6 mois au cours de votre scolarité en 1^{ère}.</p> | | |
| <p>EMPLEI (en) : nombre de début : 19..... nombre de fin : 19.....</p> | | |
| Quelle était l'activité principale de l'entreprise ? | | |
| Quel(s) était(s) le(s) métier(s) que vous faisiez ? | | |
| De quel produit avez-vous manipulé ? | | |

Fidalgom

| | | |
|---|-----------------------|---------------------|
| EMPL01n12 | année de début : 18.. | année de fin : 19.. |
| Quelle était l'activité principale de l'entreprise ? | | |
| Quelle était votre fonction ou poste de travail ? | | |
| Quels produits avez-vous manipulés ? | | |
| EMPL01n13 | année de début : 18.. | année de fin : 19.. |
| Quelle était l'activité principale de l'entreprise ? | | |
| Quelle était votre fonction ou poste de travail ? | | |
| Quels produits avez-vous manipulés ? | | |
| EMPL01n14 | année de début : 18.. | année de fin : 19.. |
| Quelle était l'activité principale de l'entreprise ? | | |
| Quelle était votre fonction ou poste de travail ? | | |
| Quels produits avez-vous manipulés ? | | |
| EMPL01n15 | année de début : 19.. | année de fin : 19.. |
| Quelle était l'activité principale de l'entreprise ? | | |
| Quelle était votre fonction ou poste de travail ? | | |
| Quels produits avez-vous manipulés ? | | |
| EMPL01n16 | année de début : 18.. | année de fin : 18.. |
| Quelle était l'activité principale de l'entreprise ? | | |
| Quelle était votre fonction ou poste de travail ? | | |
| Quels produits avez-vous manipulés ? | | |
| EMPL01n17 | année de début : 18.. | année de fin : 18.. |
| Quelle était l'activité principale de l'entreprise ? | | |
| Quelle était votre fonction ou poste de travail ? | | |
| Quels produits avez-vous manipulés ? | | |
| Quel emploi avez-vous occupé en dehors de celui de l'entreprise ? | | |

P.100000

Avez-vous eu un emploi du papier-empêché très fatigant ?

oui ☐ non ☐

Si oui, quels emplois et pourquoi ?

.....

.....

Avez-vous été exposé à des radiations ?

oui ☐ non ☐

si oui, précisez lesquelles

.....

et à quelle période

.....

Avez-vous été exposé à une chaleur intense ?

oui ☐ non ☐

si oui, précisez à quelle période

.....

avez-vous porté un équipement protecteur au travail ?

oui ☐ non ☐

Si oui, lequel

.....

et à quelle période ?

.....

VOUS LOIEZ-VOUS ?

Avez-vous fait de l'éducation physique à l'école ?

oui ☐ non ☐

Avez-vous pratiqué un sport ?

oui ☐ non ☐

Si oui, lequel ou lesquels ?

.....

.....

Avez-vous arrêté de pratiquer le sport

oui ☐ non ☐

Si oui, en quelle année ?

19.....

En dehors des activités physiques et sportives, avez-vous eu des passages ou des activités extraprofessionnelles maintenant ou dans le passé : (gymnastique, bricolage, jardinage, etc.) ?

oui ☐ non ☐

Si oui, lesquels ?

.....

.....

et à quelle date

.....

| | | | |
|---|---|------------------------------|------------------------------|
| | | Français | |
| VOS HABITUDES | | | |
| Épousez-vous : | non fumeur ? | | oui ☐ |
| | fumeur ? | | ☐ |
| | ex-fumeur ? | | ☐ |
| Si vous êtes fumeur ou ex-fumeur, en quelle année avez-vous commencé à fumer régulièrement (par exemple tous les jours) ? | | | |
| | | | 19... |
| Approchez maintenant, combien de cigarettes fumez-vous en moyenne par jour ? | | | |
| | combien de cigarettes par jour ? | | |
| | combien de paquets de tabac par semaine ? | | |
| Avez-vous une certaine éducation fumeur-écouvillon, etc. ? | | oui ☐ | non ☐ |
| Si oui, quand ? | | | |
| | | | |
| Avez-vous inhalé vous-même ? | | oui ☐ | non ☐ |
| En cas d'inhalation, en quelle année avez-vous arrêté de fumer ? | | | |
| | | | 19... |
| VOTRE ALIMENTATION | | | |
| Avez-vous une alimentation qui vous semble équilibrée en protéines ? | | | |
| | | oui ☐ | non ☐ |
| Votre alimentation est-elle à prédominance végétarienne ? | | | |
| | | oui ☐ | non ☐ |
| Si oui, depuis quand ? | | | |
| | | | 19... |
| Avez-vous inhalé et/ou absorbé du cannabis ? | | | |
| | | oui ☐ | non ☐ |
| Si oui, depuis quand ? | | | |
| | | | 19... |
| Mangez-vous beaucoup ? | | | |
| | | oui ☐ | non ☐ |
| Si oui, depuis quand ? | | | |
| | | | 19... |
| Prenez-vous beaucoup d'aliments gras ? | | | |
| | | oui ☐ | non ☐ |
| Si oui, depuis quand ? | | | |
| | | | 19... |
| Prenez-vous beaucoup de surgelés ? | | | |
| | | oui ☐ | non ☐ |
| Si oui, depuis quand ? | | | |
| | | | 19... |
| Prenez-vous beaucoup de légumes ? | | | |
| | | oui ☐ | non ☐ |
| Si oui, depuis quand ? | | | |
| | | | 19... |
| Prenez-vous beaucoup de fruits ? | | | |
| | | oui ☐ | non ☐ |
| Si oui, depuis quand ? | | | |
| | | | 19... |
| Prenez-vous beaucoup de produits laitiers ? | | | |
| | | oui ☐ | non ☐ |
| Si oui, depuis quand ? | | | |
| | | | 19... |
| Prenez-vous beaucoup de produits sucrés ? | | | |
| | | oui ☐ | non ☐ |
| Si oui, depuis quand ? | | | |
| | | | 19... |
| Prenez-vous beaucoup de produits salés ? | | | |
| | | oui ☐ | non ☐ |
| Si oui, depuis quand ? | | | |
| | | | 19... |
| Prenez-vous beaucoup de produits gras ? | | | |
| | | oui ☐ | non ☐ |
| Si oui, depuis quand ? | | | |
| | | | 19... |
| Prenez-vous beaucoup de produits sucrés ? | | | |
| | | oui ☐ | non ☐ |
| Si oui, depuis quand ? | | | |
| | | | 19... |
| Prenez-vous beaucoup de produits salés ? | | | |
| | | oui ☐ | non ☐ |
| Si oui, depuis quand ? | | | |
| | | | 19... |
| Prenez-vous beaucoup de produits gras ? | | | |
| | | oui ☐ | non ☐ |
| Si oui, depuis quand ? | | | |
| | | | 19... |
| Prenez-vous beaucoup de produits sucrés ? | | | |
| | | oui ☐ | non ☐ |
| Si oui, depuis quand ? | | | |
| | | | 19... |
| Prenez-vous beaucoup de produits salés ? | | | |
| | | oui ☐ | non ☐ |
| Si oui, depuis quand ? | | | |
| | | | 19... |
| Prenez-vous beaucoup de produits gras ? | | | |
| | | oui ☐ | non ☐ |
| Si oui, depuis quand ? | | | |
| | | | 19... |
| Prenez-vous beaucoup de produits sucrés ? | | | |
| | | oui ☐ | non ☐ |
| Si oui, depuis quand ? | | | |
| | | | 19... |
| Prenez-vous beaucoup de produits salés ? | | | |
| | | oui ☐ | non ☐ |
| Si oui, depuis quand ? | | | |
| | | | 19... |
| Prenez-vous beaucoup de produits gras ? | | | |
| | | oui ☐ | non ☐ |
| Si oui, depuis quand ? | | | |
| | | | 19... |
| Prenez-vous beaucoup de produits sucrés ? | | | |
| | | oui ☐ | non ☐ |
| Si oui, depuis quand ? | | | |
| | | | 19... |
| Prenez-vous beaucoup de produits salés ? | | | |
| | | oui ☐ | non ☐ |
| Si oui, depuis quand ? | | | |
| | | | 19... |
| Prenez-vous beaucoup de produits gras ? | | | |
| | | oui ☐ | non ☐ |
| Si oui, depuis quand ? | | | |
| | | | 19... |
| Prenez-vous beaucoup de produits sucrés ? | | | |
| | | oui ☐ | non ☐ |
| Si oui, depuis quand ? | | | |
| | | | 19... |
| Prenez-vous beaucoup de produits salés ? | | | |
| | | oui ☐ | non ☐ |
| Si oui, depuis quand ? | | | |
| | | | 19... |
| Prenez-vous beaucoup de produits gras ? | | | |
| | | oui ☐ | non ☐ |
| Si oui, depuis quand ? | | | |
| | | | 19... |
| Prenez-vous beaucoup de produits sucrés ? | | | |
| | | oui ☐ | non ☐ |
| Si oui, depuis quand ? | | | |
| | | | 19... |
| Prenez-vous beaucoup de produits salés ? | | | |
| | | oui ☐ | non ☐ |
| Si oui, depuis quand ? | | | |
| | | | 19... |
| Prenez-vous beaucoup de produits gras ? | | | |
| | | oui ☐ | non ☐ |
| Si oui, depuis quand ? | | | |
| | | | 19... |

| | | |
|--|---|----------|
| | | Préciser |
| Suivez-vous un régime sans sel ? | oui ☐ non ☐ | |
| Si oui, depuis quand ? | | 10. |
| Suivez-vous un régime pour diabétique ? | oui ☐ non ☐ | |
| Si oui, depuis quand ? | | 10. |
| Suivez-vous un régime anti grasant ? | oui ☐ non ☐ | |
| Si oui, depuis quand ? | | 10. |
| Prenez-vous un régime pour affaiblir les muscles ? | oui ☐ non ☐ | |
| Si oui, depuis quand ? | | 10. |
| Prenez-vous un autre régime ? | oui ☐ non ☐ | |
| Si oui, lequel ? | | |
| Si oui, depuis quand ? | 10. | |

UNE BOBONNE

Quelle est votre consommation habituelle de bobones ?

| | au moins
une fois par semaine | 2 fois par semaine
ou même une fois par semaine | une fois par semaine | si le sel est, pour
éviter la rétention
d'eau, à éviter |
|-----------------------|----------------------------------|--|--------------------------|---|
| pas du tout, jamais ? | ☐ | ☐ | ☐ | |
| jamais ? | ☐ | ☐ | ☐ | |
| jamais ? | ☐ | ☐ | ☐ | |
| jamais ? | ☐ | ☐ | ☐ | |
| jamais ? | ☐ | ☐ | ☐ | |
| jamais ? | ☐ | ☐ | ☐ | |
| jamais ? | ☐ | ☐ | ☐ | |

En cas d'aggravation, avez-vous consulté le médecin régulièrement (au moins une fois par jour) ou hebdomadaire ?

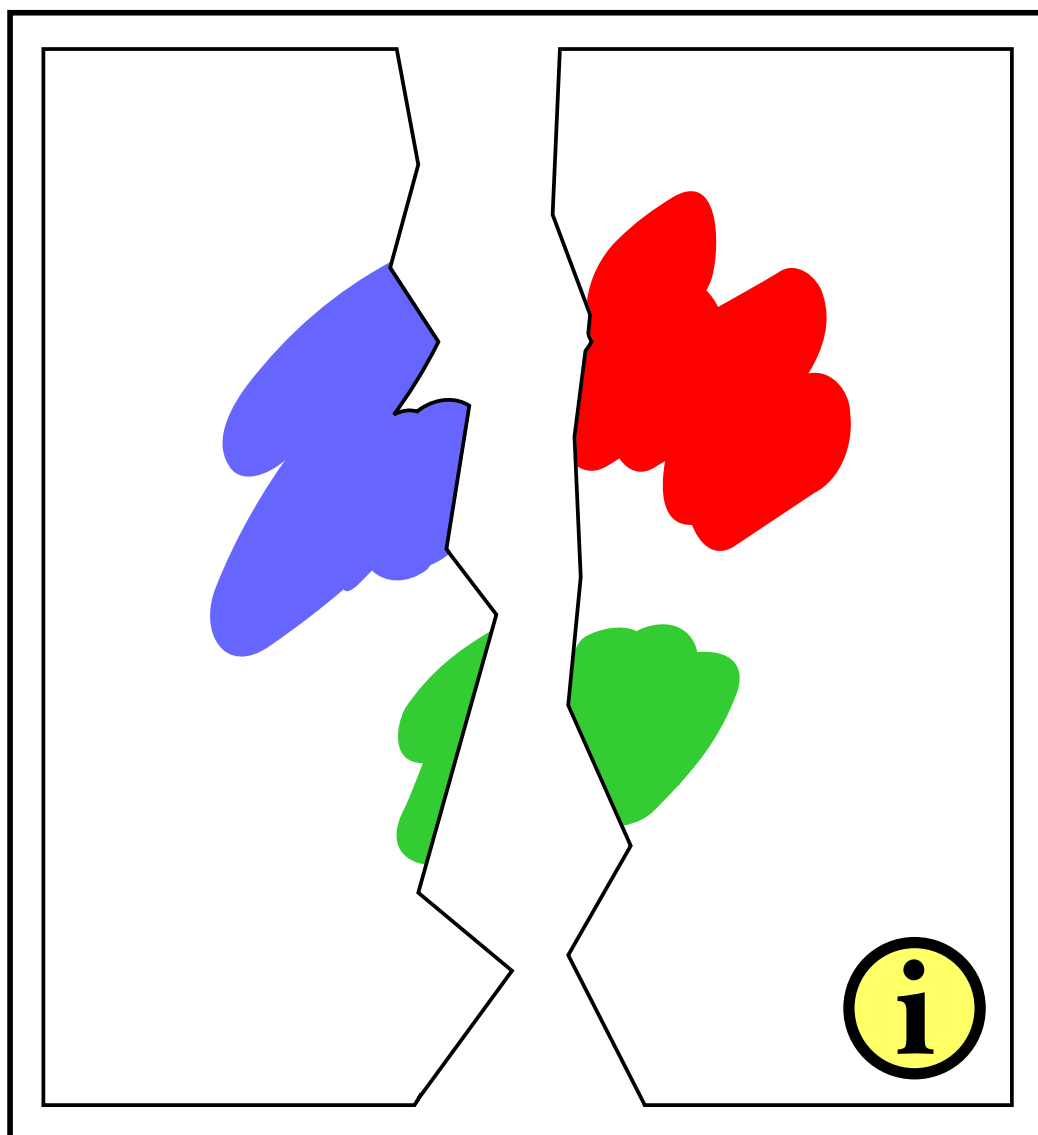
| | |
|--|---|
| Avez-vous pendant une période de votre vie souffert plus
d'un rhume, grippe ou de la grippe ? | oui ☐ non ☐ |
| Si oui, quelle période ? | |
| Si oui, quelle période ? | |

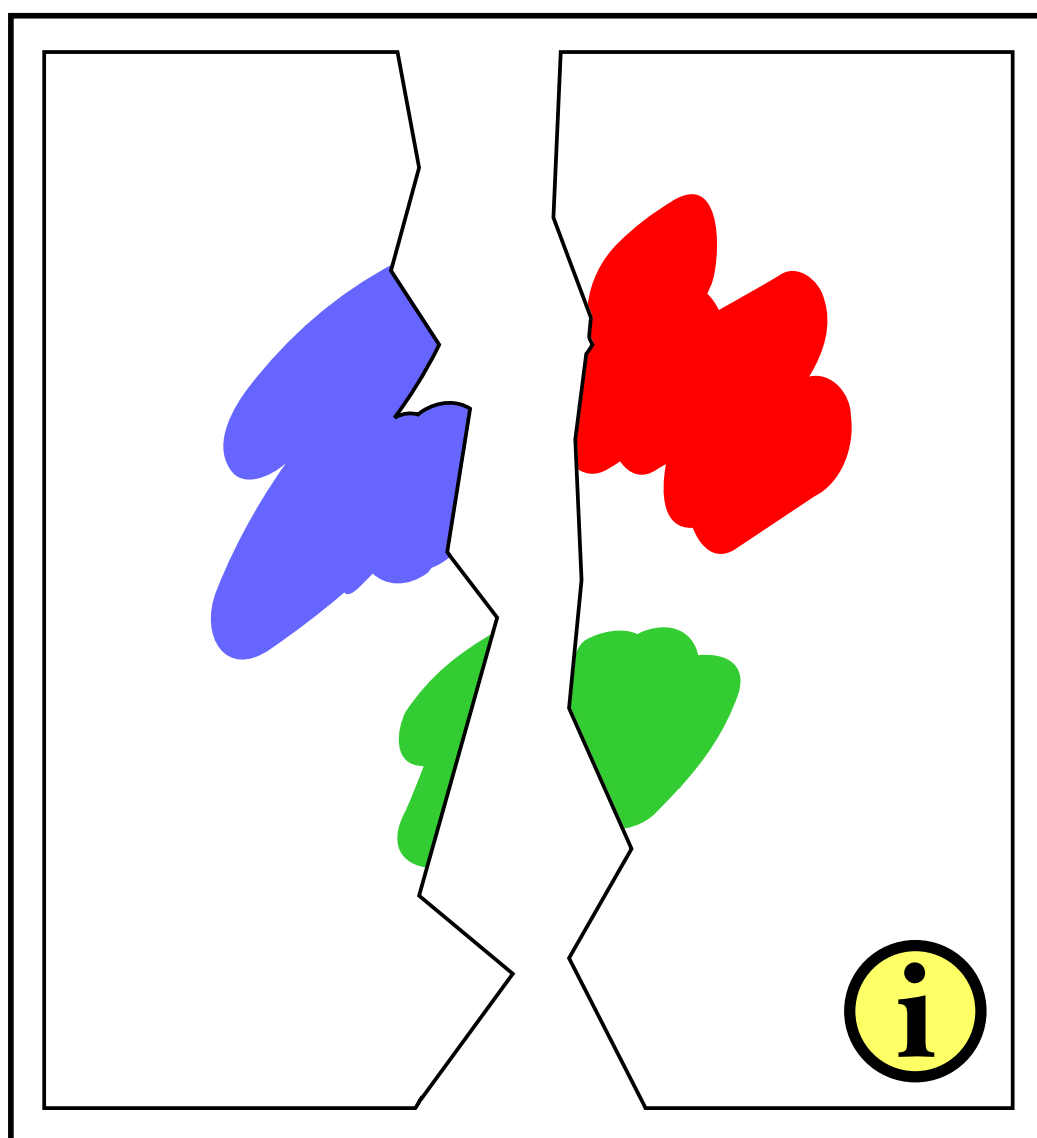
[illegible]

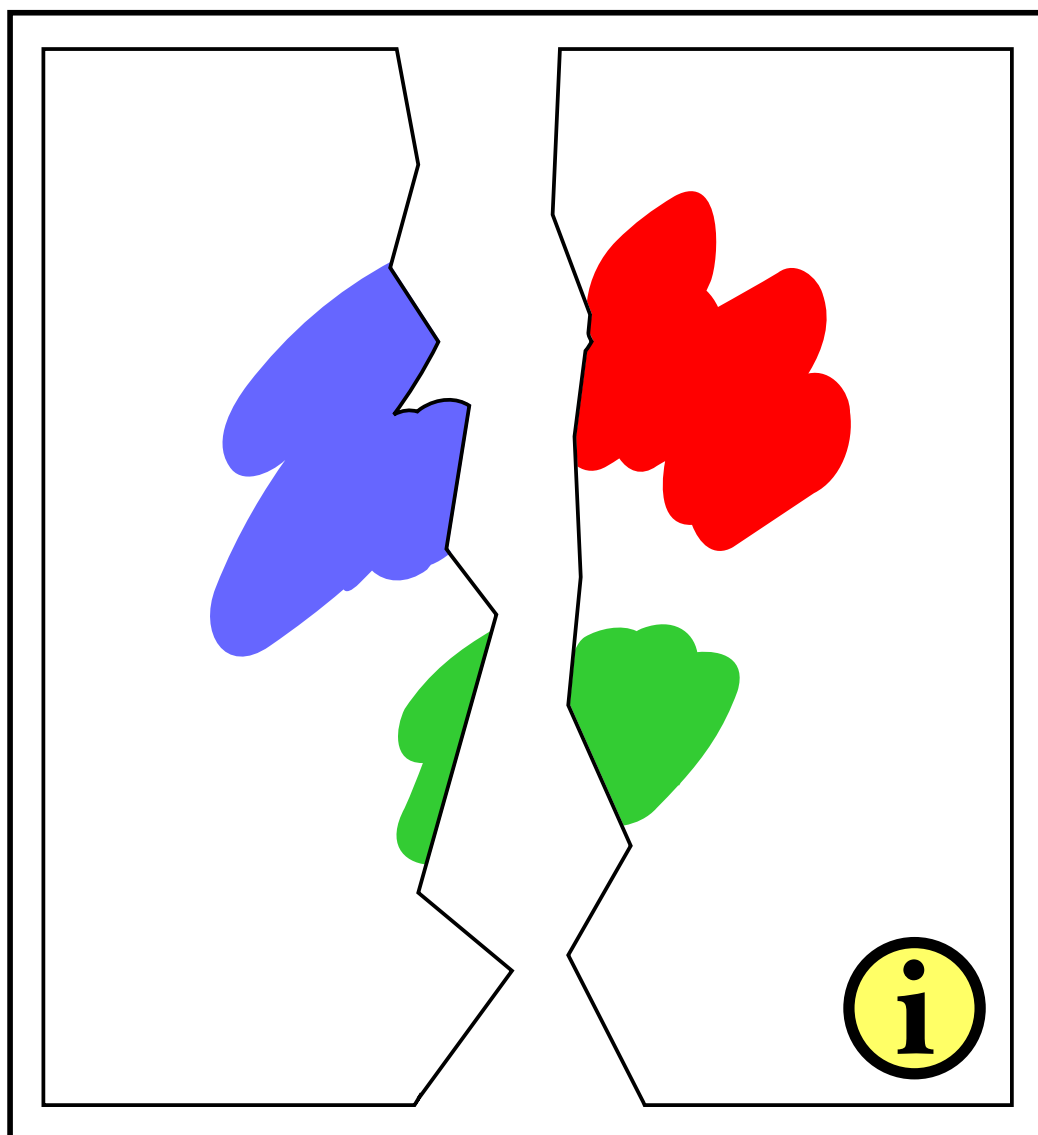
| | | |
|---|------------------------------|------------------------------|
| levez/s | oui ☐ | non ☐ |
| si on y pousse, tout est capable de marcher | | |
| instabilité, auto-protection | oui ☐ | non ☐ |
| si on pousse, tout est capable d'arrêter | | |
| Avez-vous l'expérience ? | oui ☐ | non ☐ |
| Si oui, quelle(s) a été/ont été la(s) dernière(s) expérience(s) ? | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| Avez-vous bien supporté l'essai ? | oui ☐ | non ☐ |
| Si non, cela s'est-il passé ? | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| Avez-vous eu un ou plusieurs accidents de circulation après utilisation de cet O.S. ? | | |
| | oui ☐ | non ☐ |
| Quelles ont été les causes principales pour ces accidents et à quel moment ? | | |
| | | |
| | | |
| Avez-vous eu un ou plusieurs accidents de travail ? | | |
| | oui ☐ | non ☐ |
| Quels accidents et à quel moment ? | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| Après utilisation d'Aras-Box, la votre s'en est-elle améliorée ? | | |
| | oui ☐ | non ☐ |
| Si oui, pour quelle raison avez-vous été exemplé ? | | |

| | | |
|--|------------------------------|------------------------------|
| | | Félicité |
| VOTRE SANTÉ : (Cliquez pour les femmes seulement) | | |
| Avez-vous pris l'aspirine ? | oui ☐ | non ☐ |
| Si oui, quel jour, le nom du gastrologue et à quelle période l'avez-vous prise ? | | |
| | | |
| | | |
| Avez-vous souffert de la grippe ? | oui ☐ | non ☐ |
| Si oui, quand et pour que la grippe ? | | |
| | | |
| Combien de gastroscopies avez-vous eues (y compris à l'abdomen) ? | | |
| et à quelle date ? | | |
| | | |
| Avez-vous eu un ou plusieurs infarctus avant 50 ans ? | oui ☐ | non ☐ |
| À quelle date ? | | |
| | | |
| Avez-vous eu une ou plusieurs opérations (gastroscopie, infarctus, etc.) ? | oui ☐ | non ☐ |
| À quelle date ? | | |
| | | |
| Avez-vous eu un infarctus (ou plusieurs infarctus) (2) dans la dernière année de votre vie ? | oui ☐ | non ☐ |
| À quelle date ? | | |
| | | |
| Avez-vous eu un infarctus (ou plusieurs infarctus) pendant l'opération ? | oui ☐ | non ☐ |
| Dans quel(s) circonstance(s) et à quelle date ? | | |
| | | |
| Pendant l'un des deux premiers, avez-vous eu des symptômes ? | | |
| hypertension artérielle | oui ☐ | non ☐ |
| infection urinaire | oui ☐ | non ☐ |
| problème (ou albuminurie) | oui ☐ | non ☐ |
| cardiopathie | oui ☐ | non ☐ |
| Si oui, précisez quels : | | |
| | | |
| Avez-vous été hospitalisé ? | oui ☐ | non ☐ |

Annexe D. Questionnaire de Goldsmith







Annexe E. Accord éclairé des parents pour le service d'obstétrique

 **HÔPITAL INTERNATIONAL DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS**
42 Boulevard Lavoisier - 75014 Paris cedex 12 - tél : 01 45 71 21 15 - fax : 01 45 71 21 16

Formulaire de consentement éclairé
destiné aux parents d'enfants

**Maternité : 4242 75 01 01 - 4242 75 01 02
CSC (service de soins critiques) : 4242 75 01 03
Consultation du gynécologue : 4242 75 01 04
Service d'accueil : 4242 75 01 05
Centre de diagnostic et de conseil génétique : 4242 75 01 06
4242 75 01 10
HICAPM**

NOM : _____ Prénom : _____

J'accepte de participer avec mon enfant à l'étude co-réalisée par le service de gynécologie-obstétrique de l'Hôpital International de l'Université de Paris et l'URA 1291 du CNRS.

De plus, j'accepte que les renseignements suivants soient transmis à Mme CARLEH (qui) sera traitée de façon anonyme (dans la mesure où ces renseignements se trouvent dans le dossier de naissance de mon enfant) :

- Informations touchant mon enfant : poids de naissance, taille, périmètre crânien, APGAR 1 et 5 à la naissance, sexe à la sortie de l'hôpital
- Informations touchant ma grossesse : durée de la grossesse, type d'accouchement (naturel, forceps ou césarienne), âge au moment de la naissance
- Informations touchant le placenta : nombre de membranes et cord.

oui ☐ non ☐
(à retourner à l'administration)

Signature : _____



Mairie de Paris
Direction

Annexe F. Accord éclairé des parents pour le laboratoire de génétique neurogénétique comportement

URA 1234 CNRS

GÉNÉTIQUE NEUROGÉNÉTIQUE ET COMPORTEMENT

Université Paris V

UPR Biométrie des Saines Fées

45, rue des Saints Pères

75271 Paris Cedex 12 - France

Téléphone : (1) 42.86.21.45 - Télécopie : (1) 42.86.22.58

Professeur Michèle Carlier

Le

Monsieur, Monsieur

Dans le cadre de l'étude menée sous ma direction, dans l'Unité de Recherche associée au CNRS 1234, vous avez accepté de répondre à un questionnaire qui avait pour but de connaître la façon dont vous percevez les différences entre vos jumeaux. Nous souhaitons maintenant promouvoir l'étude avec vous. Pour ce faire, il est nécessaire que vous puissiez répondre aux deux entêtes dans notre protocole.

Comme vous le savez déjà, l'étude porte sur la façon dont les jumeaux se développent et, plus particulièrement, la manière dont ils diffèrent. Pour connaître ces différences, nous allons leur proposer une série de tâches qui se situent entre deux jeux (certains utilisant un ordinateur).

En résumé, nous avons besoin d'effectuer deux types de données :

- Les données relatives à la prise d'empreintes digitales, palmaires et plantaires afin de pouvoir étudier la degré de concordance entre les empreintes de vos enfants.

- Le second entête se en image de bouche avec une analyse de sensibilité permettant de connaître des cellules buccales. La réalisation de la solution, ainsi obtenue, permettra d'obtenir une image unique (ADN génétique) servant de support à l'information génétique. L'analyse de cet ADN apportera une certitude diagnostique quant à la similarité de vos jumeaux (c'est à dire permettre de savoir si vos jumeaux sont réellement des vrais ou des faux jumeaux).

La relation et les empreintes seront analysées de manière anonyme par des spécialistes qui n'auront en leur possession que des informations numérotées par nos soins.

L'analyse statistique des données recueillies au cours de tâches sera également anonyme. Il en sera de même pour les informations qui peuvent se trouver dans le dossier de naissance de vos enfants.

Enfin, je vous fais parvenir un questionnaire personnalisé concernant vos enfants, il vous le retournera.

En comptant sur votre collaboration, je vous prie de recevoir l'assurance de nos vœux les meilleurs.

Professeur M. Carlier

Acceptez-vous de poursuivre l'étude avec nous ?

OUI

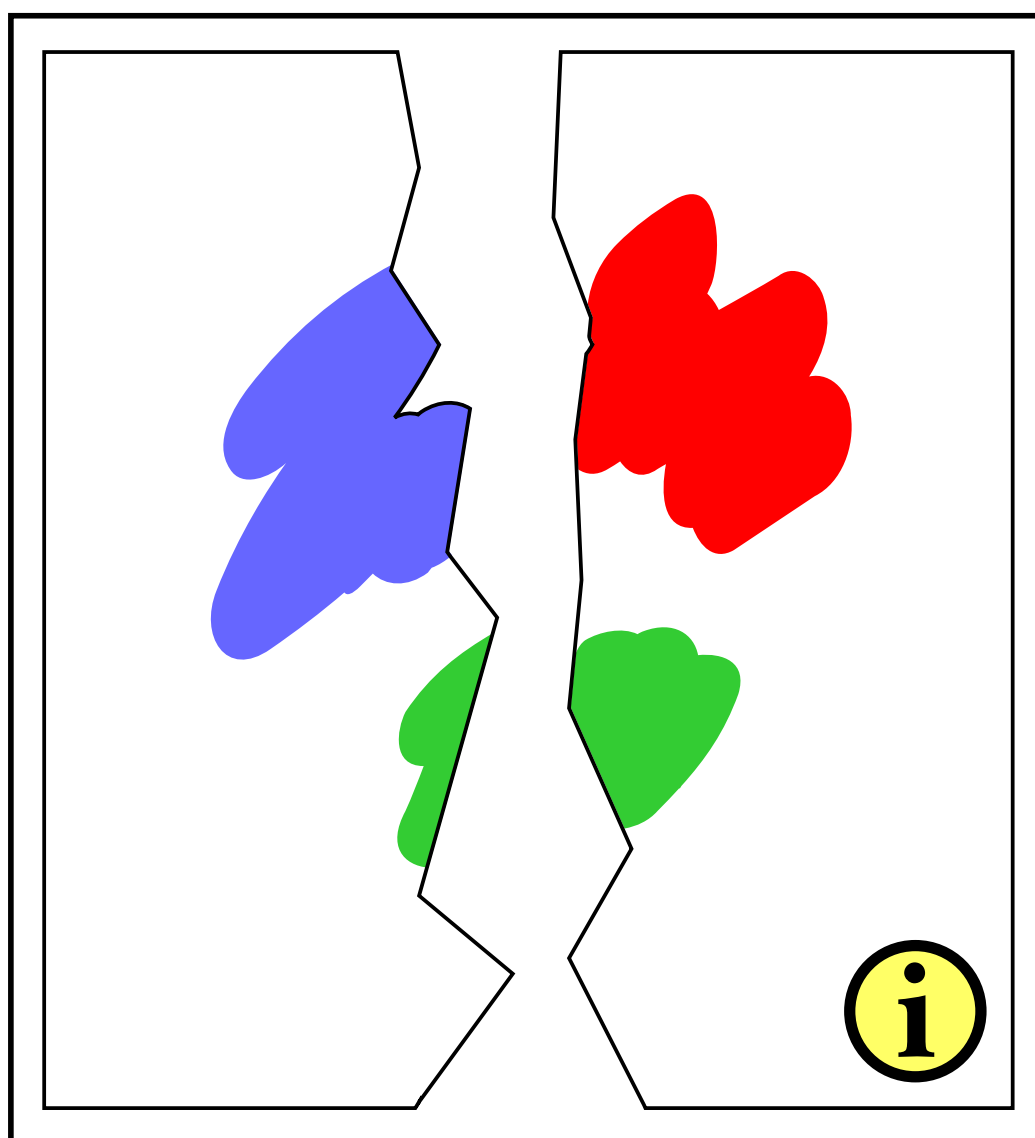
NON (raisonner votre réponse)

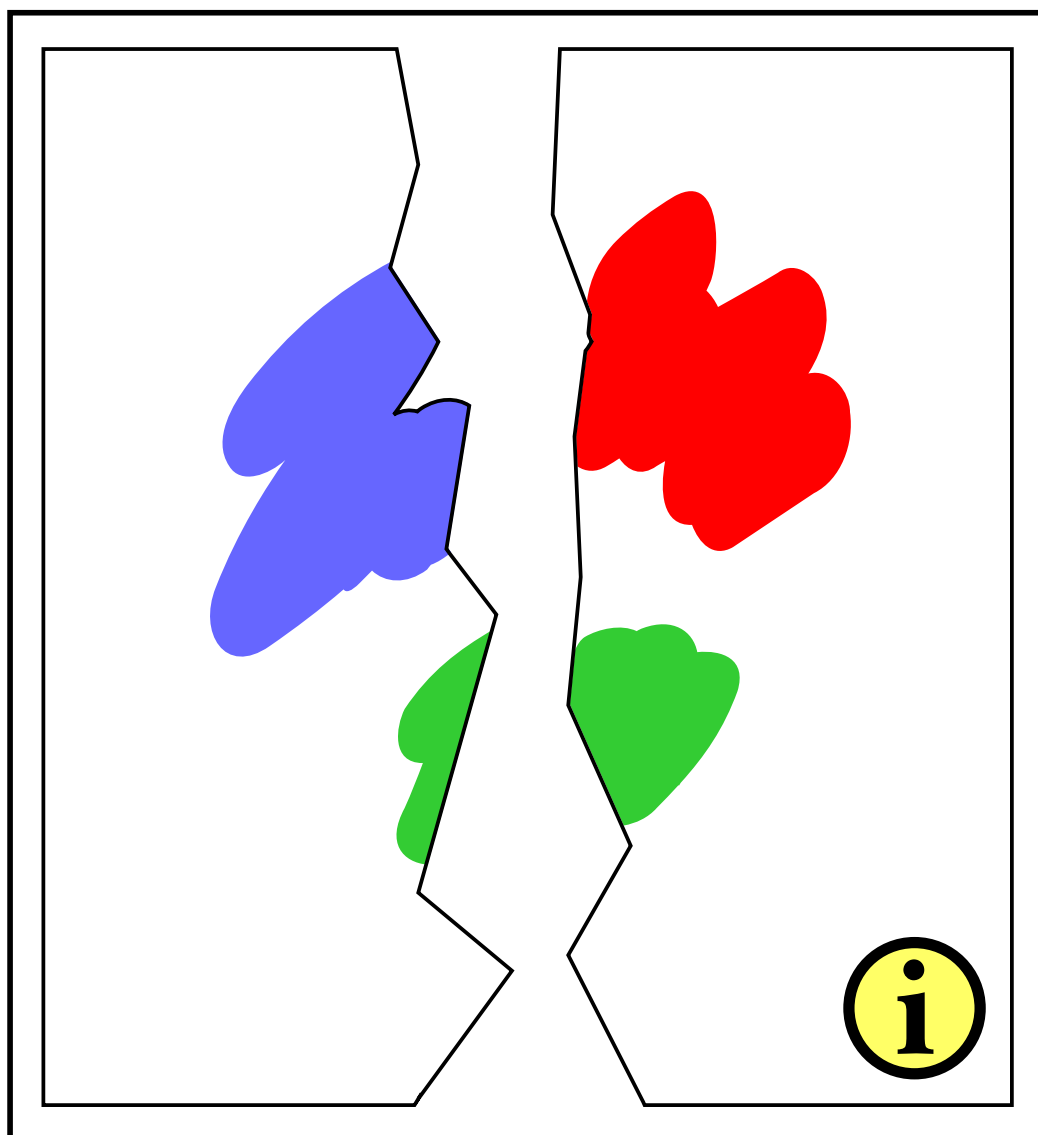
Non :

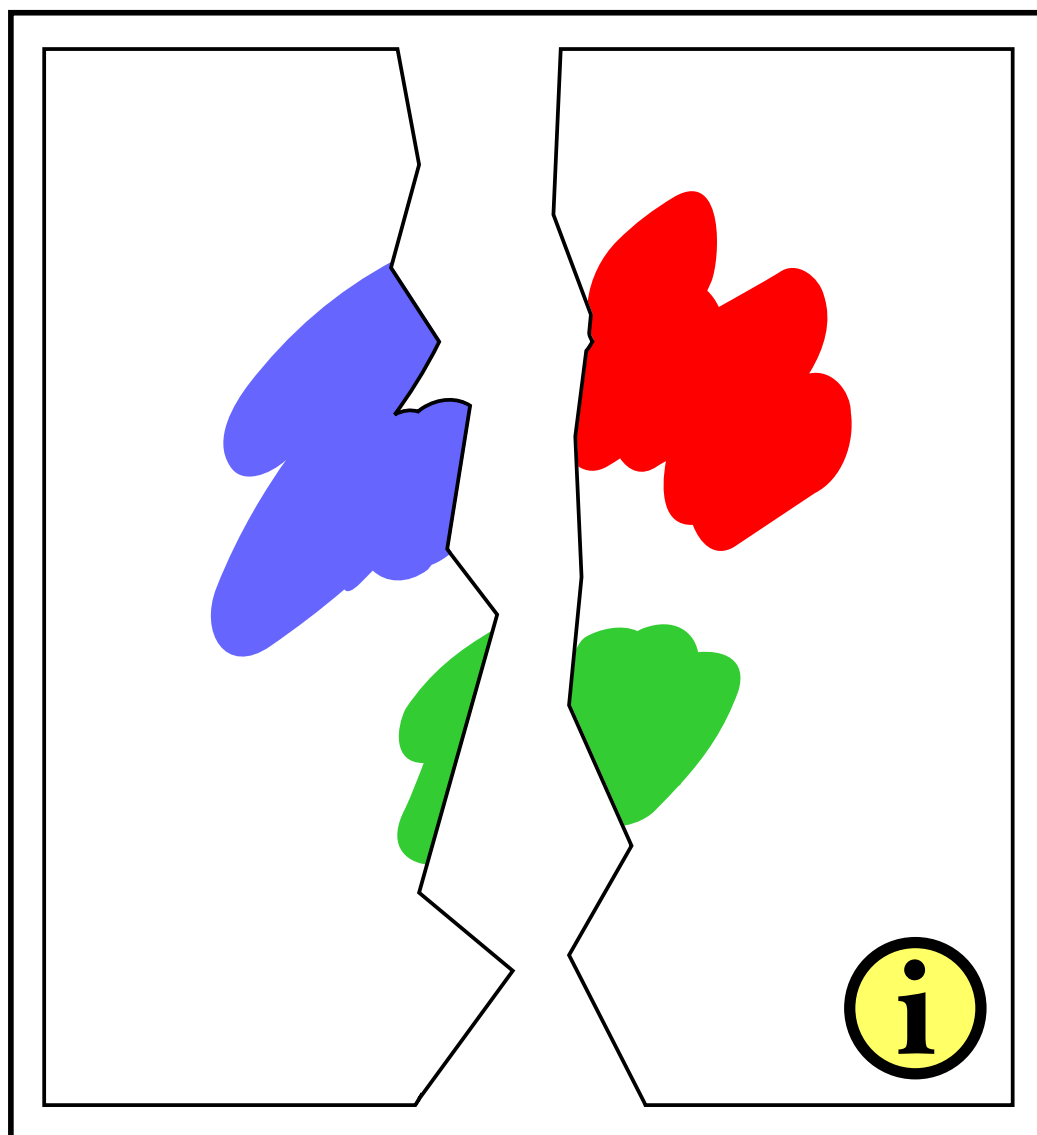
Préciser

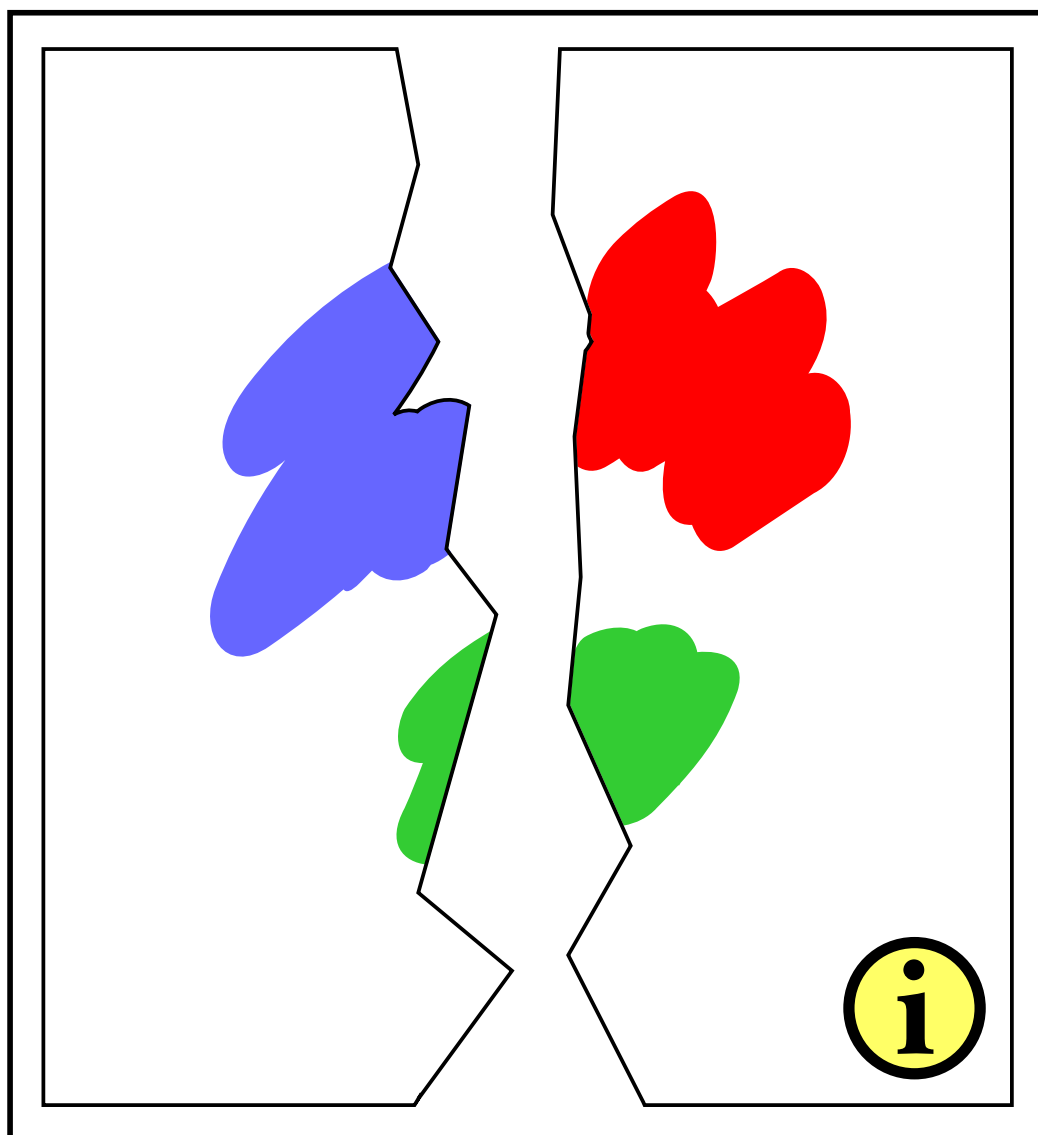
Signature

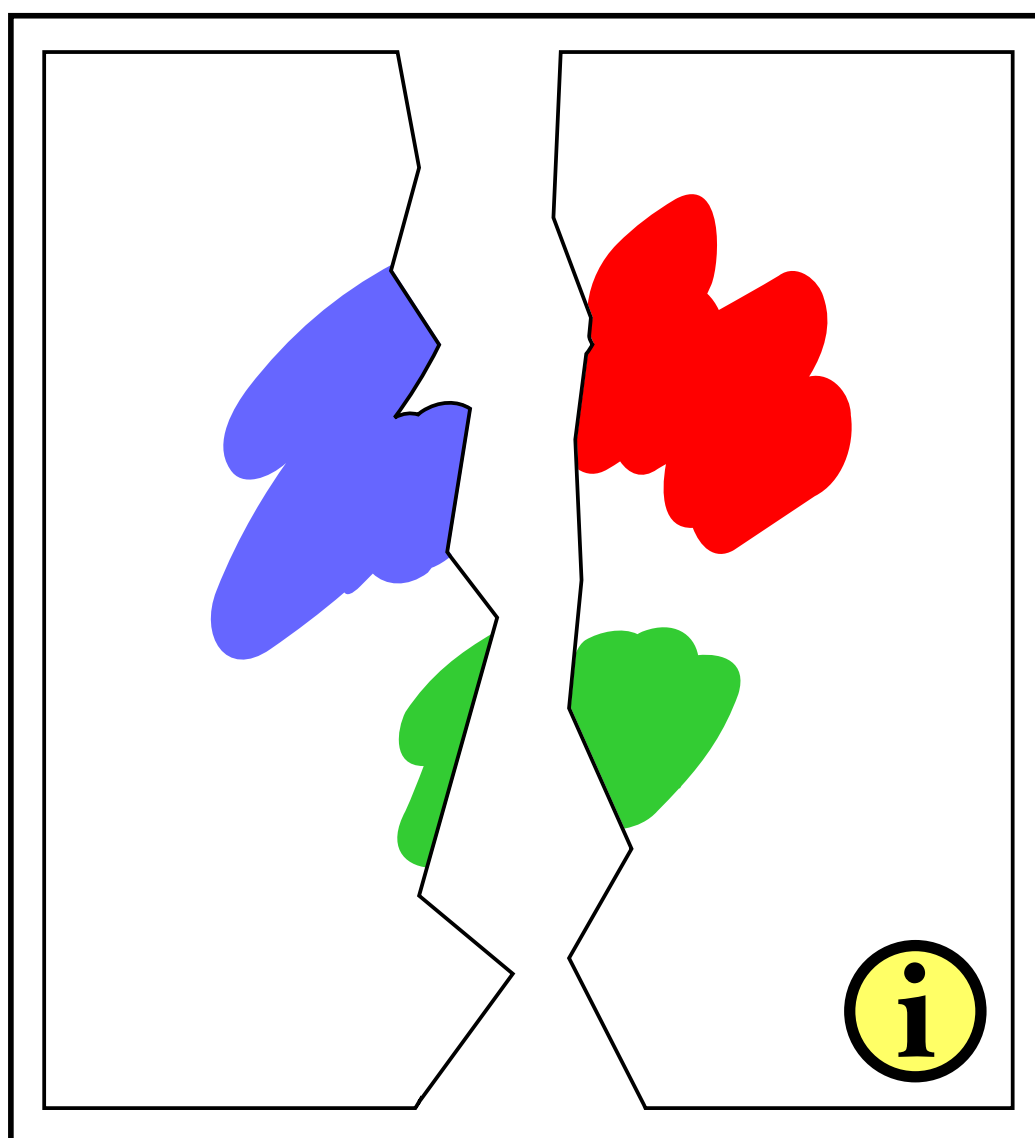
Annexe G. Questionnaire de zygosity (E. SPITZ & M. CARLIER)

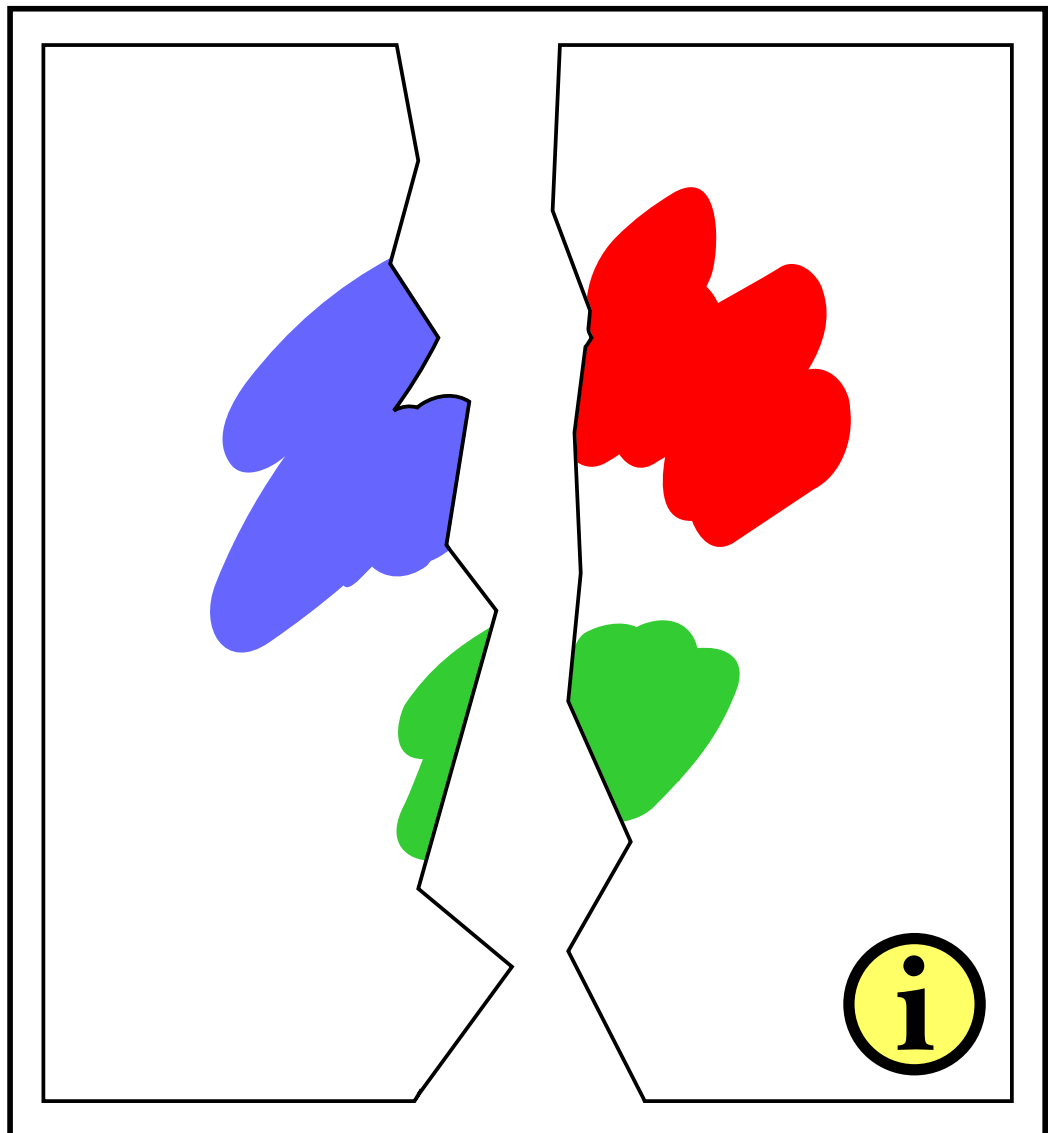












Annexe H. Consignes du test d'écriture pour l'enfant

- Dire :
 - “ Tu dois recopier ce qui est écrit là (montrer le texte). Tu dois écrire dans le cadre. Surtout ne dépasse pas le cadre. ”
 - “ Je vais mettre en route le chronomètre, mais tu as tout le temps que tu veux. ”
- Arrêter le chronomètre quand l'enfant a écrit “ jeudi ”
- Puis demander à l'enfant de signer.

Annexe I. Résultat de la main dominante

Les ressemblances non significatives sont en gris

[illegible]

| Variable | Effectif | DF | Mean | SD | Mean | SD | Mean | SD | Mean | SD | Mean | SD | Mean | SD | Mean | SD | Mean | SD |
|-------------|----------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|
| Variable 1 | 100 | 22 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 |
| Variable 2 | 100 | 22 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 |
| Variable 3 | 100 | 22 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 |
| Variable 4 | 100 | 22 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 |
| Variable 5 | 100 | 22 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 |
| Variable 6 | 100 | 22 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 |
| Variable 7 | 100 | 22 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 |
| Variable 8 | 100 | 22 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 |
| Variable 9 | 100 | 22 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 |
| Variable 10 | 100 | 22 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 | 1.17 | 28 |

Les degrés de liberté (DF) tiennent compte des effectifs des groupes et des valeurs manquantes pour les variables considérées.

Annexe J. Résultats de la main non dominante

Calcul des corrélations intra-classes (r) et du rapport des variances intra pour les variables dont les ressemblances intra-paires sont significatives ($p \leq .10$) pour l'un des groupes MZ ou DZ.

Les ressemblances non significatives sont en gris

[illegible][illegible]

Les degrés de liberté (DF) tiennent compte des effectifs des groupes et des valeurs manquantes pour les variables considérées.

Annexe K. Corrélation intra-classes et rapports des variances intra relatives au facteur FL

Les ressemblances non significatives sont en gris

| | Variable | Variable 1 | Variable 2 | Variable 3 | Variable 4 | Variable 5 | Variable 6 | Variable 7 | Variable 8 |
|---------|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| GARÇONS | VD-VZ | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 |
| | VD-VZ | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 |
| | VD-VZ | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 |
| | VD-VZ | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 |
| FILLES | VD-VZ | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 |
| | VD-VZ | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 |
| | VD-VZ | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 |
| | VD-VZ | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 | 20,08 |

Les degrés de liberté (DF) tiennent compte des effectifs des groupes et des valeurs manquantes

Annexe L. Résultats portant sur les différences main dominante-main non dominante

Calcul des corrélations intra-classes et du rapport des variances intra pour les variables dont les ressemblances intra-paires sont significatives ($p \leq .10$) pour l'un des groupes MZ ou DZ

Les ressemblances non significatives sont en gris

| | MINI 100 | MINI 105 | F | df | Significativité | | MINI 100 | Significativité | F | df | Significativité |
|---------|----------|-----------|---------|------|-----------------|------|----------|-----------------|-----|------|-----------------|
| | | | | | | | DEME | | | DEME | |
| | | | | | | | DEME | | | DEME | |
| GARÇONS | | | | | | | DEME | | | DEME | |
| DEME | 8,31 | 21,22,40 | 2,0,28 | 1,1 | 81,21 | DEME | 2,61 | ns | 1,1 | | |
| DEME | 24,88 | 87,12 | 70,85 | 1,1 | 41,28 | | | | | | |
| DEME | 1,418 | 21,41,28 | 2,0,28 | 1,1 | 162,14 | DEME | 2,18 | ns | 1,1 | | |
| DEME | 0,487 | 6,10,20 | 2,0,27 | 1,1 | 18,3 | | | | | | |
| DEME | 5,422 | 21,10,21 | 2,0,21 | 1,1 | 41,12 | DEME | 1,1 | ns | 1,1 | | |
| DEME | 0,030 | 6,106,00 | 2,0,00 | 0,15 | 0,24 | | | | | | |
| DEME | 2,113 | 21,10,28 | 2,0,28 | 1,1 | 41,18 | DEME | 2,18 | ns | 1,1 | | |
| DEME | 0,17 | 8,10,21 | 2,0,21 | 1,1 | 18,91 | | | | | | |
| DEME | 0,87 | 21,1,2 | 1,10,21 | 1,1 | 1,77 | DEME | 0,77 | ns | 1,1 | | |
| DEME | 1,18 | 1,1,21 | 1,1,21 | 1,1 | 1,1,21 | | | | | | |
| DEME | 0,25 | 21,1,21 | 2,0,21 | 1,1 | 1,1 | | | | | | |
| DEME | 2,71 | 6,0,77 | 7,0,00 | 7,15 | 1,1 | DEME | 2,80 | ns | 1,1 | | |
| | | | | | | | | | | | |
| FILLES | | | | | | | | | | | |
| DEME | 1,1614 | 21,100,41 | 2,0,27 | 1,1 | 41,1,2 | DEME | 0,18 | ns | 1,1 | | |
| DEME | 0,0011 | 7,1081,37 | 7,0,00 | 7,15 | 3375,33 | | | | | | |
| DEME | 0,07 | 21,0,12 | 2,0,00 | 2,00 | p<10 | DEME | 0,08 | ns | 1,1 | | |

| | | | | | | | | | | | |
|------|---------|----------|----------|--------|------|--------|------|------|------|------|--|
| DEME | 1,01 | 7,0,32 | 1,10,28 | 1,1 | 1,1 | | | | | | |
| DEME | 0,60 | 7,0,1,38 | 7,0,0,77 | 20,0,7 | p<10 | DEME | 0,68 | ns | 0,77 | | |
| DEME | 8,20 | 7,2,82 | 8,0,40 | 8,15 | | 1,12 | | | | | |
| DEME | 1,184 | 1,18 | 2,0,0,1 | 2,1 | ns | 1,1,18 | DEME | 1,18 | ns | 1,18 | |
| DEME | 1,184 | 1,18 | 8,0,0,1 | 8,15 | | 4,0,42 | | | | | |
| DEME | 1,32,05 | 1,140,61 | 2,0,0,15 | 2,15 | | 8,1,60 | | | | | |
| DEME | 1,84,35 | 1,14,28 | 1,0,0,15 | 1,15 | | 8,0,21 | DEME | 1,60 | ns | 1,18 | |
| DEME | 1,23,2 | 1,201 | 1,0,0,2 | 20,15 | | 0,00 | | | | | |
| DEME | 1,84,3 | 1,15 | 7,0,0,1 | 7,15 | | 0,1 | DEME | 1,01 | ns | 1,15 | |

Les degrés de liberté (DF) tiennent compte des effectifs des groupes et des valeurs manquantes.

Annexe M. Poids factoriels de l'ACP dans l'analyse de l'effet Chorion

| | Facteur | Facteur | Facteur | Facteur | Facteur |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Longueur trait | 0,81 | 0,44 | -0,08 | 0,22 | -0,14 |
| Vitesse | 0,76 | 0,43 | 0,38 | -0,14 | 0,20 |
| Linéarité Surface | 0,72 | 0,37 | -0,04 | 0,27 | -0,08 |
| Dimension fractale 1 | -0,59 | 0,41 | 0,30 | 0,01 | -0,37 |
| Marge | -0,88 | -0,13 | 0,24 | -0,10 | 0,07 |
| Pression moyenne | -0,31 | 0,73 | -0,37 | -0,04 | 0,25 |
| Pression moy sign. | -0,28 | 0,64 | -0,43 | -0,11 | 0,34 |
| Importance blancs | 0,49 | -0,59 | -0,14 | -0,10 | 0,02 |
| [Dim1-Dim2] | 0,22 | -0,72 | -0,03 | -0,03 | 0,04 |
| Rapidité | 0,25 | 0,13 | 0,64 | -0,43 | 0,54 |
| Juxtaposition | 0,05 | -0,40 | -0,42 | 0,11 | 0,57 |
| Direction lignes | -0,13 | 0,00 | 0,32 | 0,74 | 0,12 |
| Direction signature | -0,27 | -0,08 | 0,23 | 0,48 | 0,47 |

Annexe N. Consentement éclairé des jumeaux pour l'étude des adultes

HÔPITAL NEUROLOGIQUE
ET NEURO-CHIRURGICAL
PIERRE WERTHEIMER

25, rue du 4^{ème} Fiel
69209 Lyon
Adresse postale :
B.P. 1000000000, 69394 Lyon cedex 03
Tél. 04 72 43 00 00

72.11.80.66

LA NEUROLOGIE

NEUROPSYCHOLOGIE

DE LA MAIN, DU CERVEAU

ET DE LA VUE

Dr. P. FAURE



Hôpitaux de Lyon

301

Lyon, le 10 Août 1997

Monsieur Monnet,

Le Laboratoire de Neuropsychologie de l'Hôpital Neurologique Pierre Wertheimer, en relation avec l'Unité de recherche 250 de l'INSERM à Lyon, organise un séminaire "Ecriture" le 15 Août à l'Hotel de la Consolation de Gerolamo Neurologique et Comportement de Paris VI, pour un colloque sur l'écrit et la lecture de l'écrit.

Ce séminaire a pour but de présenter et discuter les résultats des travaux de recherche sur l'écrit et la lecture de l'écrit, et de discuter les implications de ces résultats pour la pratique clinique. Les résultats de la recherche de la psychologie de la lecture de l'écrit sont présentés et discutés.

Pour cette raison, nous vous invitons à participer à ce séminaire, qui aura lieu le 15 Août à l'Hotel de la Consolation de Gerolamo Neurologique et Comportement de Paris VI, pour un colloque sur l'écrit et la lecture de l'écrit. Les données qui nous intéressent sont celles relatives à l'écrit et à la lecture de l'écrit. Ce séminaire aura lieu au moment même de la présentation des résultats de la psychologie de la lecture de l'écrit. Les données de la psychologie de la lecture de l'écrit sont présentées et discutées. Les données de la psychologie de la lecture de l'écrit sont présentées et discutées.

Dans le cadre de cette étude, nous vous invitons à participer à ce séminaire, qui aura lieu le 15 Août à l'Hotel de la Consolation de Gerolamo Neurologique et Comportement de Paris VI, pour un colloque sur l'écrit et la lecture de l'écrit. Nous vous demandons également de remplir un questionnaire qui sera envoyé par la suite.

Si vous acceptez de participer à l'étude, nous vous remercions et vous remercions également de votre participation.

En espérant votre collaboration, veuillez agréer l'assurance de nos sentiments les meilleurs.

Acceptez-vous de participer à l'étude ?

OUI

NON

(à retourner avec réponse)

Nom :

Prénom :

Date :

Signature :

Annexe O. Questionnaire destiné aux germains

SUR CETTE PAGE FIGURENT DES RENSEIGNEMENTS UTILES POUR METTRE EN RAPPORT QUESTIONNAIRE ET ROMANILLOS D'ECRITURE ET EVITER TOUT RISQUE D'ERREUR.

CETTE PAGE EST ENSUITE SEPARÉE DU RESTE DU QUESTIONNAIRE QUI DEVIENT ANONIME. IL EN VA DE MEME POUR L'ECHANTILLON D'ECRITURE. TOUTES LES DONNEES SONT TRAITÉES ANONYMEMENT.

Nous vous remercions pour votre contribution aux données de l'étude dans son ensemble. Si vous souhaitez une information particulière, veuillez nous le signaler.

NOM :

pour les femmes mariées, précisez le nom de jeune fille :

Prénoms :

Adresse :

.....

Demande d'indemnisation :

| |
|--|
| |
|--|

N° de téléphone, éventuellement (voir la question 54) :

LE QUESTIONNAIRE CJOINT EST CALQUE SUR CELUI REMPLI PAR LES JUMENTS DE L'ETUDE DE CE FAIT, VOUS POURREZ NE PAS VOUS SENTIR CONCERNÉ PAR CERTAINES QUESTIONS. NOUS VOUS REMERCIONS DE BIEN VOULOIR REMPLIR TOUT DE MEME L'ENSEMBLE DU QUESTIONNAIRE.

QUESTIONNAIRE

Ce questionnaire est à remplir individuellement à partir de la page 2. La page 1 sera complétée par le service.

PARTIE A REMPLIR PAR LE SERVICE:

1 CODE

| |
|--|
| |
|--|

1-1 IND.

| |
|--|
| |
|--|

2- DILAC

- Constante



3- SCORE D'ANNETT _____

4- DATE A LAQUELLE LE QUESTIONNAIRE A ETE REMPLI

| |
|--|
| |
|--|

INTRODUCTION TO THE STUDY OF THE HISTORY OF THE UNITED STATES

5. *How do you measure?* / /

وہابیوں کا کہنا ہے کہ

- **Буквы**
□ **Литература**

25

1. **Introduction**
 2. **Background**
 3. **Methodology**
 4. **Results**
 5. **Conclusion**
 6. **References**
 7. **Appendix**
 8. **Index**
 9. **Glossary**
 10. **Notes**
 11. **Footnotes**
 12. **Endnotes**
 13. **Supplementary Material**
 14. **Tables**
 15. **Figures**
 16. **Equations**
 17. **Formulas**
 18. **Diagrams**
 19. **Charts**
 20. **Graphs**
 21. **Tables**
 22. **Figures**
 23. **Equations**
 24. **Formulas**
 25. **Diagrams**
 26. **Charts**
 27. **Graphs**
 28. **Tables**
 29. **Figures**
 30. **Equations**
 31. **Formulas**
 32. **Diagrams**
 33. **Charts**
 34. **Graphs**
 35. **Tables**
 36. **Figures**
 37. **Equations**
 38. **Formulas**
 39. **Diagrams**
 40. **Charts**
 41. **Graphs**
 42. **Tables**
 43. **Figures**
 44. **Equations**
 45. **Formulas**
 46. **Diagrams**
 47. **Charts**
 48. **Graphs**
 49. **Tables**
 50. **Figures**
 51. **Equations**
 52. **Formulas**
 53. **Diagrams**
 54. **Charts**
 55. **Graphs**
 56. **Tables**
 57. **Figures**
 58. **Equations**
 59. **Formulas**
 60. **Diagrams**
 61. **Charts**
 62. **Graphs**
 63. **Tables**
 64. **Figures**
 65. **Equations**
 66. **Formulas**
 67. **Diagrams**
 68. **Charts**
 69. **Graphs**
 70. **Tables**
 71. **Figures**
 72. **Equations**
 73. **Formulas**
 74. **Diagrams**
 75. **Charts**
 76. **Graphs**
 77. **Tables**
 78. **Figures**
 79. **Equations**
 80. **Formulas**
 81. **Diagrams**
 82. **Charts**
 83. **Graphs**
 84. **Tables**
 85. **Figures**
 86. **Equations**
 87. **Formulas**
 88. **Diagrams**
 89. **Charts**
 90. **Graphs**
 91. **Tables**
 92. **Figures**
 93. **Equations**
 94. **Formulas**
 95. **Diagrams**
 96. **Charts**
 97. **Graphs**
 98. **Tables**
 99. **Figures**
 100. **Equations**
 101. **Formulas**
 102. **Diagrams**
 103. **Charts**
 104. **Graphs**
 105. **Tables**
 106. **Figures**
 107. **Equations**
 108. **Formulas**
 109. **Diagrams**
 110. **Charts**
 111. **Graphs**
 112. **Tables**
 113. **Figures**
 114. **Equations**
 115. **Formulas**
 116. **Diagrams**
 117. **Charts**
 118. **Graphs**
 119. **Tables**
 120. **Figures**
 121. **Equations**
 122. **Formulas**
 123. **Diagrams**
 124. **Charts**
 125. **Graphs**
 126. **Tables**
 127. **Figures**
 128. **Equations**
 129. **Formulas**
 130. **Diagrams**
 131. **Charts**
 132. **Graphs**
 133. **Tables**
 134. **Figures**
 135. **Equations**
 136. **Formulas**
 137. **Diagrams**
 138. **Charts**
 139. **Graphs**
 140. **Tables**
 141. **Figures**
 142. **Equations**
 143. **Formulas**
 144. **Diagrams**
 145. **Charts**
 146. **Graphs**
 147. **Tables**
 148. **Figures**
 149. **Equations**
 150. **Formulas**
 151. **Diagrams**
 152. **Charts**
 153. **Graphs**
 154. **Tables**
 155. **Figures**
 156. **Equations**
 157. **Formulas**
 158. **Diagrams**
 159. **Charts**
 160. **Graphs**
 161. **Tables**
 162. **Figures**
 163. **Equations**
 164. **Formulas**
 165. **Diagrams**
 166. **Charts**
 167. **Graphs**
 168. **Tables**
 169. **Figures**
 170. **Equations**
 171. **Formulas**
 172. **Diagrams**
 173. **Charts**
 174. **Graphs**
 175. **Tables**
 176. **Figures**
 177. **Equations**
 178. **Formulas**
 179. **Diagrams**
 180. **Charts**
 181. **Graphs**
 182. **Tables**
 183. **Figures**
 184. **Equations**
 185. **Formulas**
 186. **Diagrams**
 187. **Charts**
 188. **Graphs**
 189. **Tables**
 190. **Figures**
 191. **Equations**
 192. **Formulas**
 193. **Diagrams**
 194. **Charts**
 195. **Graphs**
 196. **Tables**
 197. **Figures**
 198. **Equations**
 199. **Formulas**
 200. **Diagrams**
 201. **Charts**
 202. **Graphs**
 203. **Tables**
 204. **Figures**
 205. **Equations**
 206. **Formulas**
 207. **Diagrams**
 208. **Charts**
 209. **Graphs**
 210. **Tables**
 211. **Figures**
 212. **Equations**
 213. **Formulas**
 214. **Diagrams**
 215. **Charts**
 216. **Graphs**
 217. **Tables**
 218. **Figures**
 219. **Equations**
 220. **Formulas**
 221. **Diagrams**
 222. **Charts**
 223. **Graphs**
 224. **Tables**
 225. **Figures**
 226. **Equations**
 227. **Formulas**
 228. **Diagrams**
 229. **Charts**
 230. **Graphs**
 231. **Tables**
 232. **Figures**
 233. **Equations**
 234. **Formulas**
 235. **Diagrams**
 236. **Charts**
 237. **Graphs**
 238. **Tables**
 239. **Figures**
 240. **Equations**
 241. **Formulas**
 242. **Diagrams**
 243. **Charts**
 244. **Graphs**
 245. **Tables**
 246. **Figures**
 247. **Equations**
 248. **Formulas**
 249. **Diagrams**
 250. **Charts**
 251. **Graphs**
 252.

2. Problem statement

¹ ၁၉၆၆ ခုနှစ်၊ ဇူလိုင်လ ၁၀ ရက်နေ့တွင် ရန်ကုန်မြို့တွင် ဖွားမြင်သည်။

- ☐
- Submit

© 2006 The Authors
Journal compilation © 2006 Blackwell Publishing Ltd

- ☐ Yes
☐ No
☐ Other

2. Answer: Yes

* **የገንዘብ ምንጭ:**

- ☐ English (U.S.)
☐ English (U.K.)
☐ Spanish (U.S.)
☐ French (France)

[illegible]

- ☐
- Other information: _____
-
- When _____

[illegible]

ከጥላላው ጋር ለሚገናኙት ሰዎች ማወቅ ይቻላል፡፡

- ☐ junior
- ☐ I took part in improvement
- ☐ participated in an
- ☐ I did the practice
- ☐ I did the performance
- ☐ some had jobs on previous

AUTHORS

| Category | Small | Medium | Large |
|----------|-------|--------|-------|
| Small | | | |
| Medium | | | |
| Large | | | |
| Small | | | |
| Medium | | | |
| Large | | | |
| Small | | | |
| Medium | | | |
| Large | | | |

• 2000-2001

- ☐ Las acciones más
☐ Las obras de arte
☐ Las cosas

- 28-Quand vous écrivez, vous avez l'impression de :
- ☐ Oui
 - ☐ Non
- 29-Vous trouvez difficile d'écrire sans vous égarer (vous sentez, comme une ventée folle, des choses) :
- ☐ Oui
 - ☐ Non
- 30-Il vous arrive parfois d'écrire sans réfléchir, sans avoir (ou sans) conscience de ce que vous écrivez :
- ☐ Oui
 - ☐ Non
- 31- Vous avez du mal à :
- ☐ Faire le même mot 2 fois
 - ☐ Faire des phrases différentes de longueur
 - ☐ Faire des phrases qui ont le même sens (par exemple : j'ai écrit : j'ai écrit)
- 32- Vous avez du mal à :
- ☐ Faire un mot qui n'est pas habituel
 - ☐ Faire des mots qui ont le même sens
 - ☐ Faire des phrases
- 33- Vous trouvez difficile :
- ☐ De vous dire ce que vous écrivez
 - ☐ De vous dire ce que vous écrivez
- 34- Vous avez du mal à vous concentrer :
- ☐ Oui
 - ☐ Non (ou à l'occasion)
- 35- Il vous arrive parfois d'écrire des choses :
- ☐ Qui ne sont pas les vôtres
- 36- Quand vous écrivez, vous avez l'impression de :
- ☐ Que vous êtes en train d'écrire
- 37- Quelle difficulté trouvez-vous dans l'écriture :
- ☐ Vous ne savez pas
- 38- Vous trouvez :
- ☐ Oui
 - ☐ Non

4.1- LES LIAISONS

- 39- Quand vous écrivez, vous avez l'impression de :
- ☐ Oui
 - ☐ Non
- 40- Vous trouvez difficile d'écrire sans vous égarer (vous sentez, comme une ventée folle, des choses) :
- ☐ Oui
 - ☐ Non
- 41- Il vous arrive parfois d'écrire sans réfléchir, sans avoir (ou sans) conscience de ce que vous écrivez :
- ☐ Oui
 - ☐ Non
- 42- Vous avez du mal à :
- ☐ Faire le même mot 2 fois
 - ☐ Faire des phrases différentes de longueur
 - ☐ Faire des phrases qui ont le même sens (par exemple : j'ai écrit : j'ai écrit)
- 43- Vous avez du mal à :
- ☐ Faire un mot qui n'est pas habituel
 - ☐ Faire des mots qui ont le même sens
 - ☐ Faire des phrases
- 44- Vous trouvez difficile :
- ☐ De vous dire ce que vous écrivez
 - ☐ De vous dire ce que vous écrivez
- 45- Vous avez du mal à vous concentrer :
- ☐ Oui
 - ☐ Non (ou à l'occasion)
- 46- Il vous arrive parfois d'écrire des choses :
- ☐ Qui ne sont pas les vôtres
- 47- Quand vous écrivez, vous avez l'impression de :
- ☐ Que vous êtes en train d'écrire
- 48- Quelle difficulté trouvez-vous dans l'écriture :
- ☐ Vous ne savez pas
- 49- Vous trouvez :
- ☐ Oui
 - ☐ Non

42- Vous êtes droitier / gaucher ?

- ☐ Droitier
- ☐ Gaucher
- ☐ Ambidextre
- ☐ Autre

43- Quel est votre âge ?

- ☐ 18-24 ans
- ☐ 25-34 ans
- ☐ 35-44 ans
- ☐ 45-54 ans
- ☐ 55 ans et plus

44- Quel est votre niveau d'études ?

- ☐ Collège
- ☐ Université

45- Quel est le type de votre écriture ?

- ☐ Cursive
- ☐ Manuscrite

46- Quel est votre sexe ?

47- Quel est votre profession ?

- | | Homme | Femme | Autre |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 47-1 Vous êtes étudiant / étudiante ? | ☐ | ☐ | ☐ |
| 47-2 Vous êtes enseignant / enseignante ? | ☐ | ☐ | ☐ |
| 47-3 Vous êtes fonctionnaire / fonctionnaire ? | ☐ | ☐ | ☐ |
| 47-4 Vous êtes cadre / cadre ? | ☐ | ☐ | ☐ |
| 47-5 Vous êtes ouvrier / ouvrière ? | ☐ | ☐ | ☐ |
| 47-6 Vous êtes artisan / artisan ? | ☐ | ☐ | ☐ |

48- Quel est votre niveau de lecture ?

- | | Homme | Femme | Autre |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 48-1 Vous êtes lecteur / lectrice ? | ☐ | ☐ | ☐ |
| 48-2 Vous êtes lecteur / lectrice ? | ☐ | ☐ | ☐ |
| 48-3 Vous êtes lecteur / lectrice ? | ☐ | ☐ | ☐ |

49- Si certaines questions vous ont posé un problème, veuillez nous le signaler ici :

- ☐ Oui
- ☐ Non

50- Quel est votre âge ?

- ☐ 18-24 ans
- ☐ 25-34 ans
- ☐ 35-44 ans
- ☐ 45-54 ans
- ☐ 55 ans et plus

51- Quel est votre niveau d'études ?

- ☐ Collège
- ☐ Université

52- Quel est le type de votre écriture ?

- ☐ Cursive
- ☐ Manuscrite

+

53- Si certaines questions vous ont posé un problème, veuillez nous le signaler ici :

.....

54- Merci pour avoir accepté de participer à cette étude. Nous vous remercions de votre participation.

☐ Oui

☐ Non

55- Nous vous remercions de bien vouloir remplir également le questionnaire de satisfaction personnelle d'Annett, présente en annexe page suivante.

56- Nous vous remercions vivement de votre collaboration.

Annexe P. Classification des paires

| Paires | Diagnostic observé | Carré de la distance au centroïde des DZ | Carré de la distance au centroïde des MZ | Classification |
|--------|--------------------|--|--|----------------|
| 10 | DZ | 1,62748885 | 54,8630714 | DZ |
| 75 | DZ | 2,00948 | 55,1710434 | DZ |
| 59 | DZ | 2,2111752 | 58,4405174 | DZ |
| 24 | DZ | 4,50711536 | 53,1463013 | DZ |
| 55 | DZ | 0,99412483 | 66,9266281 | DZ |
| 74 | DZ | 0,62444657 | 53,8454552 | DZ |
| 54 | DZ | 3,49224162 | 59,6414795 | DZ |
| 33 | DZ | 0,72606117 | 54,5173874 | DZ |
| 34 | DZ | 9,10615349 | 39,9800568 | DZ |
| 36 | DZ | 8,76945686 | 41,5583572 | DZ |
| 76 | DZ | 2,10098624 | 70,96064 | DZ |
| 64 | DZ | 1,61919081 | 55,5651779 | DZ |
| 38 | DZ | 3,91991687 | 79,7149963 | DZ |
| 40 | DZ | 3,1217618 | 50,050972 | DZ |
| 79 | DZ | 1,07127273 | 52,8402367 | DZ |
| 71 | DZ | 0,78393286 | 55,5405655 | DZ |
| 56 | DZ | 2,81587338 | 76,3213501 | DZ |
| 5 | MZ | 40,4356575 | 3,88644552 | MZ |
| 13 | MZ | 44,7737122 | 3,3666048 | MZ |
| 15 | MZ | 65,2229843 | 2,12374449 | MZ |
| 16 | MZ | 54,1851997 | 6,97959089 | MZ |
| 19 | MZ | 69,5986633 | 1,48536336 | MZ |
| 20 | MZ | 68,8405609 | 2,79897022 | MZ |
| 21 | MZ | 60,9163628 | 2,0464282 | MZ |
| 23 | MZ | 56,1018944 | 4,43358114 | MZ |
| 26 | MZ | 66,6885605 | 1,51357579 | MZ |
| 27 | MZ | 52,1360703 | 3,1418643 | MZ |
| 28 | MZ | 85,786171 | 4,87721825 | MZ |
| 29 | MZ | 85,599144 | 5,81421089 | MZ |
| 30 | MZ | 71,0580902 | 3,9297471 | MZ |
| 31 | MZ | 47,5227013 | 3,0674324 | MZ |
| 35 | MZ | 62,7126198 | 3,86063957 | MZ |
| 39 | MZ | 44,8017235 | 3,04172111 | MZ |
| 47 | MZ | 73,9343338 | 4,60097837 | MZ |
| 48 | MZ | 41,3779716 | 14,4728003 | MZ |
| 49 | MZ | 33,7532425 | 15,0584059 | MZ |
| 37 | Doute | 17,3029842 | 27,1582355 | DZ |
| 73 | Doute | 4,07034349 | 42,8231163 | DZ |
| 53 | Doute | 3,3173573 | 37,62537 | DZ |
| 78 | Doute | 11,7041388 | 38,3222885 | DZ |

| | | |
|----|-------|------------------------|
| 4 | Doute | 47,56052781,43458617MZ |
| 17 | Doute | 48,20792016,06273985MZ |
| 18 | Doute | 65,36126710,85681975MZ |
| 25 | Doute | 46,26178361,7319932 MZ |
| 41 | Doute | 40,63277056,80623722MZ |
| 42 | Doute | 63,119689930,9990768MZ |
| 43 | Doute | 53,480888433,8596344MZ |

Annexe Q. Consignes du test d'écriture pour l'adulte

961107

DIRE:

"Je vais vous dicter ce texte".

MONTRER LE TEXTE REPRODUIT SUR LA PAGE SUIVANTE ET LAISSER AU SUJET TOUT LE TEMPS QU'IL DÉSIRE POUR LE LIRE.

PRÉCISER QUE LE TEXTE EST VOLONTAIREMENT ANODIN (ON PARLE DE LA PLUIE ET DU BEAU TEMPS), MAIS QU'IL CONTIENT TOUTES LES LETTRES DE L'ALPHABET ET UN CERTAIN NOMBRE DE HAMPES, DE JAMBAGES ET D'ÉLÉMENTS DE PONCTUATION.

REPRENDRE LE TEXTE.

"Je vais vous dicter le texte et vous écrirez comme vous le feriez d'habitude.

Cependant vous devrez utiliser le bic cristal noir qui est à votre disposition et écrire sur cette demi-feuille."

PLIER EN DEUX UNE FEUILLE FORMAT 21/29.7 cm ; LA PLACER VERTICALEMENT SUR UNE CHEMISE ORDINAIRE QUI SERT DE SOUS-MAIN (LA CHEMISE EST FERMÉE)

DISPOSER L'ENSEMBLE DEVANT LE SUJET.

"Je vais mesurer le temps pendant lequel vous écrirez, mais ce n'est pas une épreuve de vitesse et vous avez tout le temps que vous voulez."

METTRE EN ROUTE LE CHRONOMETRE QUAND LE SUJET COMMENCE À ÉCRIRE; L'ARRÊTER AU POINT APRÈS JEUDI.

IL FAUT DICTER LENTEMENT EN SUIVANT LA RAPIDITÉ DU SUJET, À LA FAÇON D'UN ENSEIGNANT.

IL FAUT DICTER LA PONCTUATION MAIS PAS LE RETOUR À LA LIGNE APRÈS FLEURS.

SI LE SUJET S'INTERROMPT POUR POSER UNE QUESTION, IL FAUT RECOMMENCER.

APRES L'ARRET DU CHRONOMETRE, DEMANDER AU SUJET DE SIGNER.

NOTER AU DOS, SUR L'AUTRE VOLET DE LA FEUILLE :

NOM, PRENOM

ADRESSE

DATE DE NAISSANCE

MAIN DOMINANTE (CELLE QUE LE SUJET CHOISIT SPONTANEMENT POUR ECRIRE)

TEMPS D'EXECUTION DE LA TACHE.

FAIRE EN SORTE QUE LES JUMENTS PASSENT LE TEST SEPARATEMENT (sans être informés du temps mis par l'autre, ou de son application à effectuer la tâche), ET REMPLISSENT LE QUESTIONNAIRE SANS SE CONCERTER.

NB: Si vous utilisez votre montre, demandez au sujet de vous donner lui même le "top" de départ quand il commence à écrire et demandez lui de prononcer un second "top" au point après jeudi.

Annexe R. Liste des paramètres de l'écriture pris en compte dans l'étude chez l'adulte.

| ABREVIATION | INTITULE | UNITE | DEFINITION |
|------------------|--|-----------------|--|
| M | importance des marges | cm ² | aire des marges |
| X | position gauche-droite du texte | cm | abscisse du centre du texte |
| Y | position verticale du texte | cm | ordonnée |
| L | longueur du fil graphique | cm | |
| LS | indice de linéarité-surface | cm ² | surface à l'intérieur des boucles fermées |
| PM | pression moyenne du texte | niveaux de gris | |
| P _{MAX} | pression maximum du texte | idem | |
| BL | importance des blancs dans le texte | cm ² | surface des blancs rapportée à la surface du texte |
| P | pâtosité | cm | largeur du trait |
| DLI | direction des lignes | degré | inclinaison par rapport à l'horizontal |
| DLE | direction des lettres | degré | inclinaison par rapport à la verticale |
| J | juxtaposition | | nbre de levées de l'outil |
| V | vitesse | mm/s | |
| R | rapidité | mot/mn | |
| XS | position gauche-droite de la signature | cm | abscisse de la signature |
| DS | direction de la signature | degré | |
| D | distance de la signature au texte | cm | |
| PMS | pression moyenne de la signature | niveaux de gris | |

Annexe S. Poids factoriels main dominante, main non dominante

| | Fact. 1 | Fact. 2 | Fact. 3 | Fact. 4 | Fact. 5 |
|------|---------|---------|---------|---------|---------|
| M | -0,03 | -0,73 | -0,41 | 0,25 | 0,12 |
| X | 0,14 | 0,40 | 0,20 | -0,14 | 0,05 |
| Y | -0,14 | -0,56 | -0,61 | 0,12 | 0,04 |
| PMS | -0,82 | -0,15 | 0,35 | 0,10 | 0,04 |
| PMAS | -0,81 | -0,15 | 0,24 | 0,16 | -0,09 |
| XS | 0,18 | 0,35 | 0,27 | 0,14 | 0,52 |
| DS | 0,11 | 0,13 | 0,05 | 0,46 | -0,46 |
| D | -0,07 | 0,31 | 0,09 | 0,30 | -0,23 |
| PM | -0,86 | -0,05 | 0,28 | 0,12 | 0,05 |
| PMAX | -0,83 | 0,06 | 0,16 | -0,16 | 0,00 |
| L | -0,20 | 0,84 | -0,37 | -0,21 | -0,06 |
| LS | -0,44 | 0,57 | -0,53 | -0,11 | -0,12 |
| BL | 0,53 | -0,02 | 0,72 | -0,04 | -0,07 |
| P | -0,73 | 0,12 | 0,11 | 0,08 | 0,14 |
| DLI | 0,15 | 0,15 | -0,14 | 0,45 | -0,29 |
| DLE | 0,24 | 0,32 | 0,23 | -0,08 | 0,22 |
| J | 0,04 | -0,01 | 0,26 | 0,03 | -0,67 |
| V | -0,05 | 0,73 | -0,26 | 0,50 | 0,14 |
| R | 0,15 | -0,02 | 0,14 | 0,87 | 0,28 |

POIDS FACTORIELS MAIN NON DOMINANTE

| | Fact.
1 | Fact.
2 | Fact.
3 | Fact.
4 | Fact.
5 |
|-------|------------|------------|------------|------------|------------|
| M2 | -0,86 | -0,19 | 0,24 | -0,07 | -0,17 |
| X2 | 0,29 | -0,40 | 0,32 | 0,16 | 0,28 |
| Y2 | -0,80 | 0,02 | -0,11 | -0,18 | -0,22 |
| PMS2 | -0,04 | -0,78 | 0,03 | 0,17 | -0,01 |
| PMAS2 | -0,04 | -0,57 | -0,18 | 0,10 | 0,00 |
| XS2 | 0,12 | -0,47 | -0,02 | 0,49 | 0,38 |
| DS2 | -0,47 | -0,05 | -0,52 | -0,04 | 0,00 |
| D2 | 0,38 | 0,27 | -0,01 | -0,42 | -0,34 |
| PM2 | 0,09 | -0,88 | 0,05 | -0,15 | -0,04 |
| PMAX2 | 0,23 | -0,77 | 0,02 | -0,20 | 0,23 |
| L2 | 0,91 | 0,08 | -0,31 | -0,03 | 0,09 |
| LS2 | 0,84 | -0,09 | -0,22 | -0,08 | -0,18 |
| BL2 | 0,00 | 0,65 | 0,10 | 0,27 | 0,30 |
| P2 | 0,09 | -0,75 | 0,01 | -0,24 | -0,28 |
| DLI2 | -0,56 | -0,30 | -0,57 | 0,02 | 0,08 |
| DLE2 | 0,03 | 0,10 | -0,71 | -0,25 | 0,19 |
| J2 | -0,47 | 0,08 | -0,35 | 0,17 | 0,32 |
| V2 | 0,71 | 0,02 | -0,35 | 0,43 | -0,36 |
| R2 | -0,27 | -0,09 | -0,09 | 0,64 | -0,63 |

Annexe T. Corrélations des paramètres entre la main dominante et la main non dominante

| | M2 | R2 | V2 | PM2 | PMAS2 | RS2 | DS2 | D2 | PM2 | PMAS2 | L2 | LS2 | BL2 | P2 | DL2 | DLAS2 | J2 | V2 | P2 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| M | 0,33 | -0,1 | -0,7 | -0,13 | -0,13 | -0,1 | -0,27 | -0,2 | -0,7 | -0,2 | -0,29 | -0,27 | -0,2 | -0,13 | 0,1 | 0,23 | 0,27 | -0,21 | 0,13 |
| X | 0,07 | 0,51 | 0,0 | 0,0 | 0,07 | 0,29 | 0,0 | 0,77 | 0,0 | 0,12 | 0,7 | 0,27 | 0,1 | 0,13 | 0,0 | 0,22 | 0,7 | 0,2 | 0,11 |
| Y | 0,13 | -0,03 | 0,78 | -0,14 | 0,0 | -0,21 | -0,0 | -0,01 | -0,0 | -0,12 | -0,7 | -0,24 | 0,03 | -0,11 | 0,17 | 0,7 | 0,22 | -0,0 | 0,13 |
| PM2 | -0,13 | -0,14 | -0,15 | 0,33 | 0,23 | -0,14 | 0,2 | 0,2 | 0,29 | 0,24 | 0,3 | 0,15 | -0,1 | 0,1 | 0,14 | 0,20 | -0,2 | 0,1 | -0,18 |
| PMAS | 0,07 | 0,15 | 0,0 | 0,14 | 0,25 | 0,29 | 0,2 | 0,77 | 0,28 | 0,12 | 0,0 | 0,3 | 0,15 | 0,1 | 0,15 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,18 |
| RS | -0,13 | 0,03 | -0,02 | 0,13 | 0,13 | 0,71 | -0,21 | -0,09 | 0,04 | -0,12 | 0,0 | 0,03 | -0,07 | 0,09 | 0,03 | -0,2 | -0,04 | 0,1 | -0,03 |
| DS | 0,08 | 0,08 | 0,0 | 0,13 | 0,01 | 0,71 | 0,78 | 0,0 | 0,22 | 0,21 | 0,22 | 0,12 | 0,1 | 0,19 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0,19 | 0,13 |
| D | -0,13 | -0,03 | -0,03 | -0,13 | -0,13 | -0,2 | 0,26 | 0,88 | -0,0 | -0,12 | 0,7 | 0,06 | 0,03 | -0,09 | 0,09 | 0,20 | 0,27 | 0,0 | -0,03 |
| PM | -0,07 | 0,15 | -0,14 | 0,14 | 0,23 | 0,29 | 0,2 | 0,49 | 0,28 | 0,12 | 0,0 | 0,1 | -0,1 | 0,15 | 0,12 | 0,27 | 0,1 | 0,2 | 0,12 |
| PMAS | 0,07 | 0,15 | 0,0 | 0,14 | 0,25 | 0,29 | 0,2 | 0,49 | 0,55 | 0,12 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,15 | 0,12 | 0,27 | 0,1 | 0,2 | 0,12 |
| L | 0,14 | 0,15 | 0,13 | 0,14 | 0,14 | 0,29 | 0,2 | 0,2 | 0,28 | 0,12 | 0,19 | 0,15 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,28 | 0,1 | 0,21 | 0,21 |
| LS | 0,13 | 0,13 | 0,14 | 0,13 | 0,13 | 0,29 | 0,2 | 0,2 | 0,28 | 0,12 | 0,19 | 0,15 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,29 | 0,1 | 0,2 | 0,13 |
| BL | 0,04 | -0,03 | -0,14 | 0,14 | -0,03 | 0,03 | 0,2 | -0,0 | 0,03 | -0,03 | -0,0 | 0,28 | 0,01 | -0,03 | -0,03 | 0,03 | -0,02 | -0,02 | 0,03 |
| P | -0,13 | 0,07 | -0,13 | 0,14 | 0,13 | -0,13 | 0,2 | 0,2 | 0,20 | 0,24 | 0,20 | 0,24 | -0,21 | 0,36 | -0,2 | 0,2 | -0,18 | 0,2 | -0,17 |
| DL | 0,07 | 0,15 | 0,0 | 0,14 | 0,14 | 0,29 | 0,2 | 0,2 | 0,28 | 0,12 | 0,19 | 0,15 | 0,1 | 0,25 | 0,18 | 0,2 | 0,1 | 0,14 | |
| DLAS | -0,13 | 0,15 | -0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,29 | 0,2 | 0,2 | 0,28 | 0,12 | 0,19 | 0,15 | -0,1 | -0,1 | 0,25 | 0,18 | 0,2 | 0,14 | |
| J | 0,13 | 0,13 | 0,14 | 0,13 | 0,13 | 0,29 | 0,2 | 0,2 | 0,28 | 0,12 | 0,19 | 0,15 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,29 | 0,1 | 0,2 | 0,13 |
| V | -0,23 | 0,04 | -0,13 | -0,13 | 0,24 | 0,20 | 0,2 | -0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,20 | 0,20 | -0,03 | -0,03 | 0,0 | -0,21 | -0,02 | 0,28 | 0,03 |
| R | 0,13 | -0,13 | 0,15 | -0,13 | 0,15 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | -0,1 | -0,12 | -0,1 | -0,1 | 0,1 | -0,1 | -0,1 | -0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,41 |

Annexe U. Carrés des distances de Mahalanobis aux centroïdes des groupes

| Classifications. incorrectes indiquées par un * | | | |
|---|-----------------|-----------|-----------|
| | Classif. | | |
| Paires | Observée | DZ | MZ |
| 10 | DZ | 6,41 | 18,83 |
| 75 | DZ | 5,52 | 8,58 |
| 59 | DZ | 7,21 | 16,54 |
| 24 | DZ | 3,89 | 11,35 |
| 55 | DZ | 5,74 | 18,42 |
| 74 | DZ | 8,32 | 25,23 |
| 54 | DZ | 4,00 | 11,07 |
| 33 | DZ | 8,82 | 26,86 |
| 34 | DZ | 9,07 | 27,42 |
| 36 | DZ | 7,96 | 22,02 |
| 76 | DZ | 9,80 | 13,96 |
| 64 | DZ | 13,78 | 46,73 |
| 78 | DZ | 7,65 | 27,54 |
| 37 | DZ | 15,29 | 17,84 |
| 38 | DZ | 11,11 | 24,55 |
| 40 | DZ | 3,79 | 22,94 |
| 79 | DZ | 6,55 | 31,33 |
| 73 | DZ | 11,01 | 20,73 |
| 71 | DZ | 4,07 | 24,34 |
| 53 | DZ | 8,91 | 27,38 |
| 56 | DZ | 13,83 | 32,68 |
| 4 | MZ | 22,14 | 8,86 |
| 5 | MZ | 25,20 | 20,84 |
| 7 | --- | 10,29 | 18,52 |
| 8 | --- | 32,81 | 15,22 |
| 9 | --- | 48,10 | 68,35 |
| 13 | MZ | 28,29 | 13,83 |
| 15 | MZ | 39,77 | 18,97 |
| 16 | MZ | 12,75 | 10,44 |
| 17 | MZ | 16,93 | 10,02 |
| 18 | MZ | 26,85 | 9,03 |
| 19 | MZ | 35,02 | 12,40 |
| 20 | MZ | 32,00 | 8,66 |
| 21 | MZ | 42,91 | 31,06 |
| 23 | MZ | 23,68 | 7,75 |
| 25 | MZ | 26,41 | 6,48 |
| 26 | MZ | 20,24 | 11,79 |
| 28 | MZ | 19,56 | 9,47 |
| 29 | MZ | 33,90 | 11,62 |
| 30 | MZ | 29,10 | 12,40 |
| 31 | MZ | 21,04 | 5,46 |
| 32 | --- | 18,82 | 13,94 |

| | | | |
|-----|----|-------|-------|
| 35 | MZ | 41,12 | 11,87 |
| *39 | MZ | 7,00 | 13,42 |
| 41 | MZ | 16,05 | 7,18 |
| 42 | MZ | 24,47 | 7,54 |
| 43 | MZ | 31,23 | 15,08 |
| 47 | MZ | 28,04 | 13,62 |
| 48 | MZ | 30,61 | 9,68 |
| 49 | MZ | 38,42 | 23,79 |