

---

# « Gauchers versus Droitiers : des adaptations pour l'écriture? »

---



Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Psychomotricienne

-Juin 2014 -



! ! ! ! !



# SOMMAIRE

---

<b>INTRODUCTION</b>	<b>4</b>
<b>PARTIE THEORIQUE</b>	<b>6</b>
<b>PARTIE 1 : L' HOMME GAUCHER?</b>	<b>7</b>
I- Qu'est-ce qu'un gaucher :	7
A/ Définition :	7
B/ Etymologie :	7
C/ Proportion des gauchers :	8
D/ Hétérogénéité de la population gauchère :	9
II- Pourquoi les gauchers n'ont-ils pas disparu ?	10
A/ Latéralisation hémisphérique	11
B/ Latéralité manuelle :	13
C/ Origine de la latéralité manuelle chez les gauchers	16
1) Les facteurs génétiques :	17
1- 1 Les modèles animaux :	17
1-2 Les études familiales :	18
1-3 Le modèle génétique :	20
2) Le rôle implicite de l'environnement :	20
2-1 Influences prénatales sur les asymétries :	20
2-2 Influences postnatales précoces :	21
2-3 Influences parentales précoces et rôle de l'imitation :	22
3) Les influences culturelles :	22
D/ Différences interindividuelles liées à la latéralité : Gauchers versus Droitiers	24
1) Latéralité & asymétries manuelles :	24
2) Latéralité & échanges interhémisphériques :	24
3) Latéralité & habileté :	25
<b>PARTIE 2 : ÉCRITURE</b>	<b>27</b>
I- Ecriture fonctionnelle : Systèmes effecteurs et mouvement scripteur	28
A/ Les modèles périphériques :	29
1) Le modèle oscillatoire d'Hollerbach (1981) :	29
2) Le modèle cinématique du mouvement rapide de l'écriture de Plamondon (1993) :	31

B/ Systèmes effecteurs & mouvement d'écriture	32
1) Le modèle de base du système effecteur : Les droitiers comme référence.	32
II- Comportement d'écriture : Posture, prise et organisation spatiale	35
A/ Posture :	35
B/ Prise de crayon :	37
1) Evolution des prises et classification :	37
1-1 Evolution :	37
1-2 Classifications des types de prises :	37
C/ Organisation spatiale :	38
D/ Comportements spécifiques dans l'écriture chez les gauchers :	40
<b>PARTIE 3 : GRAPHOMOTRICITÉ &amp; GAUCHER</b>	<b>44</b>
I- Composantes de la trace graphique liées au système effecteur :	44
II- Orientations préférentielles gauchers versus droitiers :	45
<b>PARTIE PRATIQUE</b>	<b>54</b>
<b>PARTIE 4 : EXPERIMENTATION</b>	<b>55</b>
I- Présentation de l'expérimentation :	55
A/ Objectifs :	55
B/ Population :	55
C/ Méthode & matériel :	56
II- Analyse globale du protocole :	57
A/ Le bruit moteur:	58
B/ La vitesse d'écriture :	60
III- Comparaison de deux cas :	62
B/ La vitesse :	66
C/ Conclusions & critiques du modèle expérimental :	68
IV - Etude de cas : Cyprien, 12 ans, dysgraphique:	71
<b>DISCUSSION :</b>	<b>80</b>
<b>CONCLUSION</b>	<b>82</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>84</b>
<b>ANNEXES :</b>	<b>86</b>



# **INTRODUCTION**

---

« Contrariés ou admirés, les gauchers, ces « gens à l'envers », ne laissent pas indifférents. Ils suscitent des réactions rarement objectives, parfois saugrenues et de nombreuses idées reçues» (Du Pasquier-Grall, 2001).

Étant moi-même gauchère, les sujets gauchers ont particulièrement suscité mon intérêt. J'ai donc formulé le souhait d'approfondir mes connaissances les concernant : Comment organisent-ils leur geste dans un domaine fait pour les droitiers? En effet, leur latéralité pose question à propos de l'écriture : Est-ce qu'un enfant gaucher aura plus de difficultés dans l'apprentissage de l'écriture qu'un enfant droitier?

Les différences entre gauchers et droitiers sont nombreuses, en termes de contraintes biomécaniques et d'organisation spatiale. Aussi, il paraît évident que l'enfant gaucher doit faire preuve d'une certaine adaptation afin de répondre au mieux aux demandes de l'environnement.

Le geste graphique du droitier se fait en abduction, c'est-à-dire, du corps du scripteur vers l'extérieur, la main est positionnée au-dessous de la ligne. En d'autres termes, le droitier « tire » le stylo. Par opposition, le gaucher a un mouvement inversé, de l'extérieur, vers son corps : le gaucher « pousse » le stylo. De ces contraintes, il pourrait découler des difficultés dans la production de formes graphiques. Aussi, la problématique de cet écrit a pour point de départ la latéralité du gaucher : Pouvons-nous envisager que les sujets gauchers présentent plus de difficultés dans la production des formes graphiques? Est-ce que les orientations préférentielles en Graphomotricité, parfois contraires au sens conventionnel de l'écriture, sont susceptibles d'entraîner des adaptations ou des répercussions néfastes dans l'écriture du gaucher?

Dans le cadre de mon stage en Centre Médico-Psychologique (CMP), de nombreux enfants sont suivis à la consultation pour des troubles des apprentissages, notamment des enfants présentant une dysgraphie. Un d'eux a tout particulièrement attiré mon attention. Ce dernier est gaucher et présente de grandes difficultés à organiser son geste graphique, le pénalisant dans ses apprentissages scolaires. Il est gêné par la posture, le choix de la prise du stylo, le positionnement de la feuille.

Je me suis alors demandée quels supports, quels outils, un psychomotricien est en mesure d'apporter à un enfant présentant ce type de difficultés ?

En effet, le psychomotricien est très souvent amené à rééduquer des enfants avec des troubles de l'écriture. Au moyen de tests standardisés, comme par exemple le BHK et BHK-Ado, un dépistage de la dysgraphie est possible. Le professionnel pourra ensuite, à partir des critères déficitaires, envisager une prise en charge spécifique à l'enfant.

Ainsi, dans une première partie, nous aborderons les généralités concernant le gaucher : les définitions existantes, les origines, les facteurs mis en jeu. Nous nous intéresserons à la latéralité et nous traiterons, en suivant, plus particulièrement l'écriture, les postures, les prises spécifiques de l'outil scripteur. Et pour finir, nous verrons la singularité du gaucher dans ce domaine, et, à partir d'études menées par différents chercheurs, nous déterminerons les spécificités graphomotrices de ce dernier, pouvant être à l'origine d'éventuelles difficultés lors de l'apprentissage de l'écriture.

Dans une seconde partie, plus expérimentale, sera exposée l'expérience réalisée sur la production graphique que j'ai menée, à partir de sujets gauchers et droitiers. Puis, suite à cette expérience, comme préalable à une nouvelle problématique : la possibilité d'une thérapeutique spécifique à la latéralité, et adaptée à l'enfant gaucher.

Dans cette perspective, le cas d'un enfant gaucher sera présenté, avec lequel j'ai tenté d'établir un ensemble d'exercices adaptés aux conditions inhérentes à sa latéralité.

# **PARTIE THEORIQUE**

---



# **PARTIE 1 : L' HOMME GAUCHER?**

---

## **I- Qu'est-ce qu'un gaucher :**

### **A/ Définition :**

Une personne gauchère est par définition quelqu'un qui écrit de la main gauche. Et s'il ne sait pas écrire ? Il tient son couteau de la main gauche. Et s'il ne se sert pas d'un couteau ?

La réponse semble donc assez simple : un gaucher est plus habile de la main gauche que de la main droite. Il n'existe pas de définition à proprement parler du terme gaucher, gauchère, excepté le fait qu'il soit dérivé du terme « gauche » dont l'origine reste incertaine et cette définition ne peut être dite indépendamment d'une activité particulière.

### **B/ Etymologie :**

Le terme « droite » n'a qu'un seul mot l'explicitant par langue, et ne possède qu'une seule origine commune et claire à toutes les langues. Ils sont tous construits sur le radical latin « deks ».

En revanche, la généalogie du mot « gauche » est plus floue. Il existe plusieurs mots par langue, certains ont été abandonnés, d'autres remplacés. Ils se retrouvent très peu d'une langue à une autre et souvent, il n'ont rien de commun.

En français, le mot « droit » vient du latin « dexter », devenu en français « dextre » puis « droite », vers le 16<sup>ème</sup> siècle. On note également que le terme « droit » s'emploie à la fois pour désigner le côté droit, ce qui est rectiligne, et à un niveau plus abstrait, ce qui est juste : « lever la main droite et dites : je le jure ».

Concernant le mot « gauche », la racine se trouve dans le terme contraire de « dextre » c'est-à-dire « senestre ». Ce dernier a donné à la fois le terme « senester » (gauche) et « sinister » (sinistre). On trouve ainsi une racine commune, qui recouvre un même contenu sémantique : « senestre » : au malheur, à quelque chose d'inquiétant et de sombre. Le terme « senestre » est remplacé, vers le 15<sup>ème</sup> siècle par le terme « gauche »

avec les notions de « tordu, chancelant » qui s'y rattachent, la main du côté du cœur étant ordinairement malhabile, « gauche ».

Ainsi, l'évolution du mot « droit » est rectiligne, ce qui est juste, légitime, alors que celle du mot « gauche » est empreinte d'une connotation péjorative, de maladresse. Rien qu'à travers l'histoire étymologique des mots en elle-même, on observe déjà le sort que devront subir souvent les gauchers face à la « prépondérance quotidienne » de la main droite.

### C/ Proportion des gauchers :

Le pourcentage de gauchers à la naissance est de 30%, 10% seulement le reste à l'âge adulte. Aujourd'hui 8% des personnes dans le monde sont considérées comme gauchères : la proportion variant de 1% pour quelques populations d'Extrême-Orient à environ 13% dans les pays occidentaux. Dans les pays développés le pourcentage a augmenté de façon constante par rapport au siècle passé, les pressions culturelles contre l'utilisation de la main gauche semblent diminuer. On dénombre 9 millions de gauchers en France.

Quelques études ont pu mettre en évidence que le pourcentage des gauchers pouvaient être plus important que celui décrit par la population mondiale.

#### - Étude Simon Mays & James Steele

Ces deux chercheurs ont tenté de quantifier la fréquence de gauchers et de droitiers dans les sociétés historiques et préhistoriques en appliquant une technique qui consiste à mesurer la taille des os du bras. En partant du constat de l'anatomiste Bo Ingelmark, que les os du bras ont tendance à grandir pour être un peu plus longs sur le côté de la main dominante. En effet, le mécanisme de croissance serait la réponse à cette utilisation répétée du bras qui induirait une augmentation de la densité osseuse sur le côté dominant. Pour conforter la théorie de l'anatomiste, une étude a été réalisée sur un échantillon d'adolescents. Au moyen de radiographie associée à la connaissance de la préférence manuelle, ils ont pu montrer cette différence de croissance avec le bras préférentiel. Cette hypothèse est également utilisée par les anthropologues médico-légaux

comme un indicateur de la préférence manuelle des personnes qu'ils cherchent à identifier.

Pour déterminer la prédominance manuelle, Simon et Steele étudient donc la longueur de l'humérus ou du radius sur 122 squelettes selon ce principe. Ils arrivent à la conclusion que parmi ces adultes examinés, 16 % des adultes étaient gauchers. La plupart ayant vécu entre le XI<sup>ème</sup> et XVI<sup>ème</sup> siècle. Il semble donc que les habitants de cette communauté médiévale avaient une distribution de la préférence manuelle qui était résistante à des pressions culturelles de conformité.

Une étude antérieure, faite par Schultz (1937) a abouti au même constat : en se basant sur des squelettes humains de régions du Globe différentes, il a montré que 79% des sujets avaient le bras droit plus long, 3% les os de même longueur, et 18 % avaient le côté gauche plus long. Résultats similaires à ceux constatées dans les études de Steele et Mays, et par Annett et Kilshaw.

- Marian Annett et Kilshaw (1983) ont étudié chez un groupe de 1480 adolescents et adultes, la répartition des compétences de manipulation, en utilisant une tâche simple de déplacement de chevilles. Les résultats montrent que 82 % étaient plus habiles avec la main droite, 3 % étaient également habiles avec les deux mains, et 15 % étaient plus habiles avec la main gauche.

#### D/ Hétérogénéité de la population gauchère :

La population gauchère est très hétérogène dans sa constitution, tout comme celle des droitiers. Cependant, on distingue des différences chez les gauchers :

- **le gaucher intégral** : Les gauchers qui appartiennent à cette catégorie sont gauchers de la main, de tout le membre supérieur, du pied et de tout le membre inférieur, mais aussi de la tête, oeil, oreille. Il s'agit d'une latéralisation intégrale et homogène.

- **le gaucher partiel ou « faux gaucher » ou encore latéralité croisée** : parfois, seul un membre, inférieur ou supérieur, s'est bien latéralisé à gauche.

- **le gaucher contrarié** : Sont appelés les « gauchers contrariés ceux que l'on contraint à utiliser préférentiellement la main droite alors qu'initialement et de façon spontanée, ils

se seraient latéralisés à gauche. Les différentes cultures ont fortement conditionné l'usage de la main gauche : en Inde, il est interdit de s'en servir pour manger, dans les pays islamiques, on s'en sert pour toucher des choses sales. Quant à l'Europe, cela fait 20 ans à peine que les enfants n'ont plus l'obligation d'écrire exclusivement de la main droite. Cependant, le terme de gaucher reste péjorativement connoté de maladresse.

- **le droitier lésé devenu gaucher** : Des droitiers ayant perdu leur main droite et dans l'obligation d'utiliser la main gauche pour écrire. Quelques données ont montré que l'adaptation à cette nouvelle latéralité manuelle était variable en fonction des individus. Certains sont capables de maîtriser l'écriture avec la main précédemment inexpérimentée, alors que d'autres, moins. Les comparaisons qualitatives faites de l'écriture produite avec la main gauche et avec la main droite, suggèrent que l'hémisphère gauche exerce toujours un contrôle sur la main gauche lors de l'écriture. La courbure des traits réalisés avec la main gauche, correspondant au miroir de ce que fait la main droite, laisse penser que l'hémisphère droit reçoit une copie en miroir de ce qu'à appris l'hémisphère gauche. Enfin on observe également chez les sujets cérébraux-lésés, à gauche, une réorientation de la latéralité manuelle. Ceci est possible grâce au phénomène de plasticité cérébrale.
- **l'ambidextre** : soit, celui qui se sert de manière indifférenciée du côté gauche ou du droit et est à différencier de l'ambilatéralité, qui elle correspond au fait qu'un individu peut être habile sur certaines activités de la main droite, et sur d'autres, de la main gauche. L'ambidextre, lui, est inhabile des deux mains.

## **II- Pourquoi les gauchers n'ont-ils pas disparu ?**

Que ce soit chez les gauchers ou les droitiers, la latéralisation existe depuis au moins 500 000 ans, à la préhistoire. L'être humain n'est pas le seul mammifère qui présente une préférence manuelle dans la manipulation d'objets ou d'aliments. En revanche, nous sommes la seule espèce où l'une des deux latéralisations possibles (droite ou gauche) est aussi majoritaire. Nous allons donc voir les différents processus

développementaux nécessaires à l'émergence de la latéralisation, puis nous aborderons les données qui influencent ce déterminisme, vers une préférence manuelle gauche.

### A/ Latéralisation hémisphérique

Les connaissances portant sur la latéralisation et la dominance hémisphérique ont été établies à partir de sujets présentant des lésions dans l'un des hémisphères.

La latéralisation hémisphérique indique le fait que certaines fonctions du cerveau vont être préférentiellement prises en charge au cours du développement, par l'un ou l'autre des hémisphères. C'est l'action qui prime dans cette définition : la latéralisation désigne les processus (évolutifs et développementaux, d'acquisition) qui vont entraîner une prévalence ou une spécialisation hémisphérique, d'une fonction cognitive.

La latéralisation est liée à l'idée de développement (maturation cérébrale) et de fonction.

La « latéralisation d'un comportement » n'a aucun sens puisque le fait de devenir latéralisé provient d'une combinaison de facteurs influant sur le développement cérébral et indirectement, sur les comportements : le fait de devenir gaucher, par exemple, correspond à une latéralisation gauche des fonctions motrices liées aux mains (qui entraîne une préférence de l'utilisation de la main gauche dans les comportements) (Fagard, 2004).

Le terme de latéralisation hémisphérique fut évoqué pour la première fois dans les travaux de Paul Broca (1861-1865). Il montre que le langage est progressivement latéralisé dans l'hémisphère gauche au cours du développement. De nombreuses recherches comme celles-là ont montré que le contrôle du langage se fait par l'hémisphère gauche pour les droitiers, mais dans 70% des cas, il se fait également par l'hémisphère gauche chez les gauchers. Seul 15% des gauchers ont le contrôle du langage dans l'hémisphère droit, et 15% présentent un contrôle bilatéral. De plus, de nombreux travaux ont montré que la latéralisation des fonctions cognitives est précoce. Elle apparaît dès les premiers mois de vie et restera ainsi à l'âge adulte. Ces recherches montrent simplement que le contrôle du langage semble plus diffus chez les gauchers et les ambidextres que chez les droitiers.

Le cerveau est symétrique dans sa structure. Il est composé de deux hémisphères, lesquels contrôlent la partie controlatérale du corps. Cependant, il ne s'agit que d'une symétrie de surface et le traitement des fonctions cognitives est asymétrique.

Aussi, les fonctions de l'hémisphère gauche ne se limitent pas seulement au langage. Il est également responsable de la fonction de communication intervenant dans la production et la compréhension du langage, de la reconnaissance des détails, de la pensée logique et rationnelle, de même que l'organisation du mouvement volontaire. L'hémisphère droit, quant à lui, va détenir les fonctions de tout ce qui attrait à l'intégration des informations de la perception visuelle spatiale, la vue globale, de l'attention.

<b>Fonction générale : Dominance hémisphérique gauche</b>	<b>Dominance hémisphérique droite</b>
Vision	
Audition	
Toucher	
Mouvement	
Mémoire	
Langage	
Capacité spatiale	

De la même manière, il est important de signaler que les gauchers n'ont pas une organisation neuronale inversée par rapport aux droitiers. Ces derniers ne doivent donc pas être assimilés à des répliques « en miroir » des droitiers. De nombreux constats, notamment grâce à la pratique sportive (sports d'oppositions), montrent que les gauchers

ne se comportent pas comme des « droitiers à l'envers ». En effet, la localisation des fonctions cognitives est plus difficile de par leur répartition plus diffuse entre les deux hémisphères. Les fonctions cognitives sont latéralisées, ce qui permet d'optimiser leur contrôle. Cependant, bien qu'on parle de dominance hémisphérique, l'hémisphère dit « non-dominant » ne reste pas passif mais va agir de façon complémentaire.

Les zones responsables de la motricité volontaire dans le cerveau exercent un contrôle du côté controlatéral du corps. Le contrôle moteur chez les gauchers se fait principalement grâce aux aires motrices 4 et 6 de l'hémisphère droit.

### B/ Latéralité manuelle :

Pendant la grossesse, grâce à l'échographie, il est possible d'observer des comportements moteurs asymétriques chez le fœtus, indicateurs d'une éventuelle préférence manuelle à venir, et ce, dès la vie intra-utérine avec la succion du pouce par exemple. Certains auteurs (Hepper, Shahidullah, & White, 1991, in Fagard, 2004) ont observé que dès la 15<sup>ème</sup> semaine de gestation, les bébés sucent plus souvent le pouce droit. Il en va de même pour les mouvements spontanés, survenant en l'absence de stimulation. Ces mouvements sont plus fréquents avec la main droite chez plus de 80% des fœtus entre la 15 et 18<sup>ème</sup> semaine de gestation (McCartney & Hepper, 1999, in Fagard 2004). Les asymétries sont également présentes dans les réflexes archaïques et semblent être plus fortes pour le côté droit, dès la naissance. Le réflexe d'agrippement, observable avec la tenue du hochet, révèle une saisie plus longue avec la main droite qu'avec la main gauche, pour la majorité des bébés. Dans le réflexe de Moro, Rönqvist et al. (in Fagard, 2004) ont révélé que le bras droit était plus rapide de 20ms que le bras gauche dans 82% des cas chez le nouveau-né. Enfin, les nouveaux-nés démarrent la marche automatique le plus souvent avec le pied droit. Quant aux mouvements spontanés, ils sembleraient aussi qu'il soient asymétriques. En effet, la main droite serait plus souvent apportée à la bouche.

Tous ces éléments suggèrent donc une latéralisation précoce à droite. Mais ces résultats sont à relativiser car ces observations concernent essentiellement des asymétries au niveau postural.

Aussi, la tendance latérale manuelle peut s'observer très tôt au cours du développement. Cependant, celle-ci est encore instable. En effet, les prémices de cette préférence manuelle est sous l'influence des asymétries posturales.

Dès la naissance, les bébés posés en décubitus dorsal tournent la tête d'un côté et tendent la main et jambe du côté ipsilatéral alors que le côté controlatéral est fléchi. C'est ce que l'on appelle le réflexe tonique asymétrique du cou qui s'explique essentiellement par le fait que les nouveaux-nés présentent des difficultés à maintenir leur tête face à la gravité. Ce réflexe s'accompagne donc très tôt d'une préférence pour un côté et, dans la majorité des cas, il s'agit du côté droit. De la même façon, Cioni & Pellegrinetti (1982), montrent la tendance inverse dans les familles où les parents sont gauchers. A noter que ce réflexe est un bon prédicateur de la latéralité future de l'enfant.

De même, en position asymétrique vers la droite, le nouveau-né a un contact visuel plus fréquent avec sa main droite et la sollicite plus que la main gauche. Mais si par un système miroir, on lui fait voir sa main gauche, il va se mettre à bouger plus cette main. Cette orientation représente sans doute un facteur primordial dans le développement sensoriel ipsilatéral.

En s'intéressant au développement de la préhension et à l'émergence d'une latéralité dans la motricité volontaire, et ce, à travers les gestes d'approche d'objets, de manipulations, les activités de pointage de cible..., on retrouve l'existence d'une plus grande stabilité pour la préférence manuelle à droite, au cours de la première année. Ainsi, c'est en augmentant son répertoire d'activités manuelles que le choix pour la main préférée devient de plus en plus net, et que les prémices d'une latéralité marquée émergent.

Concernant la prévalence manuelle, la question est de savoir si la latéralisation est influencée par deux composantes :

- la préférence manuelle, évaluée à l'aide de questionnaires ou de tests demandant de réaliser des séquences avec ou sans objet. Ces outils portent sur la main utilisée pour les activités de la vie quotidienne: écrire, couper ou planter...
- la performance, c'est-à-dire la main la plus rapide et la plus efficace pour des tâches spécifiques comme le pointillage, le positionnement de chevilles sur une planchette, le découpage ou bien des exercices d'opposition de doigts.



De Agostini et Doyen (2005) distinguent ainsi ces deux composantes à la latéralité manuelle. Celles-ci sont, d'après les auteurs, liées entre elles mais constituent également deux pans complémentaires à prendre en compte : on peut ainsi préférer utiliser une main pour les activités de la vie courante, sans pour autant être moins habile de l'autre main. Et cette main préférentiellement utilisée n'est pas forcément la plus performante dans toutes les activités.

Dans ses nombreuses études, Annett utilise la tâche de déplacement des chevilles pour mesurer la latéralité de performance. Elle fait le lien entre la latéralité de préférence et la latéralité de performance et observe ainsi que les gauchers et les droitiers sont plus rapides avec leur « main préférée », alors que les sujets ambilatéraux ne montrent aucune différence pour l'une des deux mains.

On peut donc penser que la performance manuelle participe au choix d'une main préférentielle. Selon Bishop (1989) par exemple, « la préférence serait déterminée par la différence de vitesse, de précision ou de force entre les deux mains, autrement dit, par ce qui contribue à l'asymétrie de performance ».

En conclusion, la dominance latérale manuelle se fait entre 3 et 7 ans pouvant même aller jusqu'à 9 ans selon certains auteurs. Même si l'asymétrie manuelle apparaît précocement au cours du développement de l'enfant, elle se renforce d'autant plus avec l'expérience propre à chaque sujet et/ou à l'environnement, non seulement pendant l'enfance mais aussi tout au long de sa vie. De plus, grâce aux composantes « préférence » et « performance », on distingue trois grands groupes de sujets: les gauchers, les droitiers et les individus présentant une dominance mixte (ambilatéralité ou ambidextrie).

Dans le domaine de l'écriture, la dominance latérale ne révèle aucune différence entre gauchers et droitiers à l'âge adulte, et ce, que ce soit sur la qualité de l'écriture ou la vitesse d'inscription. Absence de différence également retrouvée dans l'étalonnage du BHK et BHK-Ado. Cependant lorsqu'on distingue des sujets ayant une écriture rapide et précise, de ceux qu'on qualifie de dysgraphique, les gauchers sont largement représentés dans le deuxième groupe, alors que les droitiers sont majoritaires dans le premier (Vlachos & Bonoti, 2004).

Une étude est menée en 2010 par Bhushan, Suar et Mandal à partir de trois groupes de sujets adultes, classés en fonction de leur quotient de latéralité : les gauchers, les droitiers et les sujets à dominance mixte. Ils sélectionnent différents critères pour appuyer leur analyse et trouver d'éventuelles différences entre ces trois groupes. Les critères retenus sont : l'inclinaison de lettres « hampes », la marge de droite et de gauche, l'espacement entre les lettres, la taille des lettres troncs. Dans les résultats de cette étude, on observe peu de différence entre les gauchers et droitiers scripteurs. Les gauchers présentent néanmoins une marge de gauche plus large et une écriture plus serrée. Les sujets à dominance mixte quant à eux présentent une inclinaison des lettres beaucoup plus variable.

Un autre aspect à souligner est la posture adoptée par le sujet lors de l'écriture. Une première distinction est à faire concernant la tenue du crayon. La majorité des droitiers tiennent leur crayon sous la ligne d'écriture, alors que chez les gauchers, on retrouve deux tenues : une comparable à celle du droitiers, qui est dite « inversée » et une non inversée. Ces postures seront décrites ultérieurement dans une partie relative aux spécificités du gaucher dans l'écriture.

Enfin, comme le souligne Rönqvist (in Fagard, 2004, p.4), « nous sommes toujours incapables d'expliquer précisément ce qui amène les hommes à préférer utiliser une main plutôt que l'autre, ni pourquoi dans toutes les populations humaines ce biais favorise la main droite et non la gauche ». Nous allons quand même essayer de l'expliquer via les différents facteurs influençant cette préférence.

### C/ Origine de la latéralité manuelle chez les gauchers

Les individus gauchers sont omniprésents dans les civilisations humaines passées, et observables dès la préhistoire (peintures murales). Ils présentent toutefois des variations dans leur localisation géographique .

De nombreuses théories ont été proposées pour expliquer la persistance de ce polymorphisme, mais la vraie raison reste encore très floue. En effet, les gauchers pourraient être favorisés par l'apparition moins fréquente de ce type, utile dans la survie de l'espèce (avantage stratégique dans les interactions de combats, comportement imprévisible). Quels sont les mécanismes de sélection des gauchers? Quels facteurs,

qu'ils soient développementaux, environnementaux, culturels, ou encore génétiques, entrent en jeu dans la préférence manuelle? Nous passerons en revue les différentes informations disponibles sur les multiples possibilités qui influencent la sélection et la persistance de la population gauchère.

### 1) Les facteurs génétiques :

La latéralité manuelle est possiblement un trait héréditaire. Ainsi, dans la partie suivante, nous examinerons le déterminisme et la transmission de la préférence de la main chez l'homme. Les mécanismes exacts n'ont pas encore été clairement caractérisés, cependant, plusieurs facteurs influents ont été identifiés.

Les études génétiques faites sur la question révèlent deux idées générales : il existe un lien familial. Il n'existe pas de gènes de gauchers ou de droitiers. Les études sur la latéralité vont tenir compte de deux indices : la direction qui va nous indiquer si le sujet est gaucher ou droitier, et le degré qui lui va mesurer si ce dernier est fortement ou faiblement latéralisé. Cependant, les deux mécanismes biologiques qui sous-tendent ces deux composantes de la latéralité ne semblent pas être les mêmes.

#### 1- 1 Les modèles animaux :

Les études faites par Collins ont porté sur les animaux, notamment les souris, et orientent la question du degré de latéralité vers un déterminisme génétique. Par contre les processus influents dans la direction semblent davantage se diriger vers des facteurs environnementaux.

Aussi, Corballis et Morgan (1978), affirment que la détermination de la latéralité est liée à un gradient maturationnel latéral de la gauche vers la droite. L'asymétrie rencontrée au niveau fonctionnel dépend d'une asymétrie structurelle cérébrale elle-même découlant d'une asymétrie au niveau cellulaire, privilégiant le développement du côté gauche. Ce modèle explique donc le développement précoce de l'hémisphère gauche ayant pour conséquence une prévalence plus importante de sujets droitiers. Ainsi, il existe une différence de rythme dans la maturation cérébrale qui peut expliquer en partie les mécanismes fondamentaux par lesquels les facteurs génétiques réalisent des

spécialisations fonctionnelles différentes entre les deux hémisphères et des différences dans l'organisation des réseaux neuronaux. Ce mécanisme va également orienter la sensibilité de l'individu en fonction des stimulations environnementales.

Aussi, en s'appuyant sur les travaux de Collins, Marian Annett (1978) affirme que la direction vers la droite est génétiquement transmise dans l'espèce humaine.

### 1-2 Les études familiales :

Plusieurs méthodes permettent d'envisager que la préférence manuelle a une explication génétique dans la transmission de ce caractère dans les familles, au fil des générations.

- **la méthode de corrélation familiale** : on étudie les membres d'une même famille. Cela n'implique pas forcément la transmission génétique mais l'héritabilité c'est-à-dire l'estimation du degré d'influence des facteurs génétiques pour un phénotype donné, ici en l'occurrence « la gaucherie familiale ».

McManus & Bryden, en 1992, montrent que le pourcentage pour des parents droitiers d'avoir un enfant gaucher est plus faible (8%) que si l'un des parents est gaucher ou même les deux (20%). De plus, ils ajoutent que le fait que la mère soit gauchère a un impact plus important sur la latéralité et la manipulation chez les bébés de 10 mois. Aussi, il existe une prévalence plus élevée de gauchers chez les enfants des hommes droitiers et les femmes gauchères, que les hommes gauchers et les femmes droitiers. Annett (1973) et McManus (1991) soulignent ainsi l'impact important des effets maternels sur leur descendance. Cet impact peut résulter d'un effet génétique lié au sexe, ou d'une plus grande influence sociale susceptible d'être exercée par la mère à l'enfant.

Mc Keever (2000) a observé que cet effet maternel est beaucoup plus prégnant sur les garçons que les filles. Par contre, l'effet paternel a plus d'impact chez les filles que les garçons. On peut supposer un déterminisme génétique hypothétique lié au chromosome X concernant la préférence manuelle.

Enfin, de manière générale, de nombreux auteurs ont montré que le fait d'avoir dans sa famille un gaucher, augmente la probabilité de la transmission à la descendance.

Aussi, en ce qui concerne le degré de latéralité, il n'est pas démontré de lien dans la famille. Bryden (1987) révèle que les parents fortement latéralisés ont une probabilité plus importante d'avoir une descendance fortement latéralisée, mais sans forcément indiquer la direction, c'est-à-dire qu'un ascendant fortement latéralisé à droite peut avoir un descendant fortement latéralisé à gauche.

Dans les études suivantes, la distinction entre l'environnement et le caractère génétique est abordé:

- **Les études d'adoption** : cette méthode d'adoption permet de regarder le fonctionnement biologique en le comparant à un fonctionnement environnemental modifié (adoption).

Très peu d'études ont été réalisées et le nombre restreint de sujets utilisés dans celles-ci remettent en cause la fiabilité des résultats. Cependant ces dernières révèlent une plus forte ressemblance pour la direction de la latéralité entre parents et enfants biologiques que parents adoptifs et enfants adoptés. En effet pour les enfants souvent adoptés tardivement, l'influence des parents biologiques est plus prégnante que celle des parents adoptifs.

- **Les études des jumeaux** :

Les études des jumeaux soulèvent trois questionnements :

1. Est-ce que la fréquence de la sénestralité est supérieure ou identique chez les jumeaux qu'à l'intérieur des fratries?
2. Il y a-t-il une différence dans la prévalence entre les jumeaux monozygotes et dizygotes?
3. La concordance pour la latéralité est-elle la même entre les deux types de jumeaux?

Ainsi, en réponse à ces questionnements:

La comparaison de la sénestralité entre jumeaux et fratries n'est pas partagée de façon unanime. Elle serait supérieure chez les jumeaux quelque soit leur degré de zygosité, alors que d'autres auteurs le contestent. En effet la sénestralité est souvent associée à des naissances difficiles, les grossesses gémellaires étant à risque, la prévalence de gauchers chez les jumeaux serait donc supérieure. Cependant grâce aux progrès de prise

en charge des grossesses à risque, les incidents liés à la naissance sont amoindris et donc la différence entre jumeaux et non-jumeaux tend à s'estomper.

Quant à la différence de l'incidence entre jumeaux monozygotes et dizygotes, la méta-analyse de Sicotte et al. en 1999 (In Fagard, 2004) ne révèle pas de différence notable quelque soit le degré de zygosité.

Les études faites à ce sujet tendent à montrer que la concordance de la sénestralité est plus évidente chez les jumeaux monozygotes.

Enfin, concernant la concordance de la latéralité entre les deux types de jumeaux, aucun consensus n'a été trouvé entre les différentes études permettant de confirmer ou d'infirmer une influence du patrimoine génétique sur la latéralité.

### **1-3 Le modèle génétique :**

Le modèle génétique selon Annett (1985) repose sur l'hypothèse que la dominance latérale est sous l'influence de deux allèles (RS+ et RS-, RS pour « right shift », qui signifie un déplacement vers la droite). Le gène RS+ est dominant et prédispose donc à une dominance de l'hémisphère gauche pour le langage ainsi qu'à une préférence manuelle à droite. L'absence du gène, c'est-à-dire RS- entraîne une détermination de façon plus aléatoire de la dominance hémisphérique. Les génotypes RS+/+ et RS+/- présentent tous deux un déplacement de leur distribution normale vers la droite (seuls les degrés de latéralité diffèrent) alors que RS-/-, donne une distribution plus aléatoire du degré de latéralité, sans pour autant se diriger vers la gauche. Ce modèle génétique est donc plus en faveur d'une tendance à la dominance manuelle droite chez l'Homme.

### **2) Le rôle implicite de l'environnement :**

#### **2-1 Influences prénatales sur les asymétries :**

Previc (1991) fait l'hypothèse selon laquelle la latéralité prend sa source dans les expériences sensorielles faites in utero. Lors des dernières semaines de gestation, les foetus ont de moins en moins de place pour bouger et se retrouvent donc orientés latéralement, tête vers le bas, un bras contre la paroi abdominale et l'autre vers l'intérieur

du bassin (orientation occipito-illiaque). Selon Previc cette position entraîne des asymétries auditives et vestibulaires lors du déplacement de la mère. Ainsi se développent de façon indépendante, les asymétries hémisphériques et motrices.

Le fœtus engagé en position occipito-illiaque gauche se retrouve donc avec le bras gauche contre la colonne vertébrale et le bras droit contre la paroi abdominale. Par conséquent ce bras droit est plus libre de ses mouvements. Par un test de préhension, fait quelques mois plus tard, on observe une préférence manuelle à droite. Celui en position occipito-illiaque droite se retrouve plus ambidextre ou gaucher (Grapin & Perpere, 1968). Ce modèle présente des limites car on observe des asymétries cérébrales dès la 31<sup>e</sup> semaine de gestation. Toutefois, il peut être un facteur à prendre en compte dans la détermination d'une tendance latérale.

De plus le côté droit (ou gauche), plaqué contre la colonne vertébrale reçoit plus de vibrations provenant de la colonne vertébrale de la mère lors de ses mouvements et est plus stimulé. Cette position favorise un développement de l'hémisphère droit (gauche) orientant le développement la motricité à gauche (droite).

On évoque également les variations hormonales dans le déterminisme du développement hémisphérique. Geschwind et Galaburda (1985), démontrent l'influence des stéroïdes notamment la testostérone qui inhibe le développement de l'hémisphère gauche.

Ainsi, même si ces études ont obtenu des résultats plus ou moins convaincants, elles présentent des limites et peuvent être prise en compte dans la détermination d'une tendance latérale.

## **2-2 Influences postnatales précoces :**

Comme vu précédemment, la position en décubitus dorsal des nouveaux-nés, avec la tête tournée vers la droite, favorise l'utilisation préférentielle de la main droite. On remarque que les nourrissons présentant un réflexe tonique asymétrique du cou à droite (dans 75% des cas), voient plus leur main droite et bougent plus celle-ci. Si on utilise un système miroir leur permettant de voir leur main gauche, la tendance s'inverse à gauche (van der Meel, van der Weel & Lee, 1995, in Fagard 2004). Les bébés en décubitus ventral montrent moins d'asymétries manuelles à 9 mois que les bébés en décubitus

dorsal. Ils utilisent de façon coordonnée les deux mains, bien qu'ils aient une préférence manuelle plus marquée sur le dos.

### **2-3 Influences parentales précoces et rôle de l'imitation :**

Deux études ont évalué le rôle de l'imitation précoce dans l'utilisation préférentielle d'une main : celle de Michel (1992) et celle de Harkins et Uzgiris (1991). Ces dernières portent sur des bébés âgés entre 8 et 12 mois et toutes les deux constatent une forte corrélation de la même main utilisée par la mère et celle de son bébé.

L'hypothèse est que l'utilisation maternelle de la main droite influence celle de l'enfant par imitation. Lorsque l'enfant observe sa mère effectuer un geste, un système de « neurones miroirs » s'active. Si celle-ci utilise sa main droite, ce sont les neurones miroirs de l'hémisphère gauche de l'enfant qui s'activent. N'ayant pas encore la notion de réversibilité, c'est donc le système hémisphère gauche - main droite qui est facilité.

Ainsi, l'observation de la latéralité sur des enfants adoptés, en rapport à celle de leurs parents biologiques ou adoptifs permet la distinction entre le rôle des gènes et l'environnement familial. En effet, ce dernier ne semble pas avoir d'influence sur la latéralité des enfants adoptés, ce qui n'est pas le cas pour les enfants non adoptés et leurs parents biologiques. Cette absence de l'effet de l'environnement familial chez les sujets adoptés peut s'expliquer par le fait qu'il arrivent plus tardivement dans la famille.

### **3) Les influences culturelles :**

« Sinistre, gauche, se lever du pied gauche..., on sait le langage révélateur de l'attitude que les sociétés ont à un moment donné ou à un autre adopté à l'égard des gauchers » (citation de Fagard, 2004). La pression morale dans certaines sociétés semble être un des facteurs qui participe au choix de la main préférée (confère « théorie fonctionnelle » développée par Janssen, 2000).

Le regard porté sur les gauchers a beaucoup évolué au cours du temps dans les pays occidentaux. En effet, jusqu'à la fin du Moyen Age, les gauchers étaient considérés comme une curiosité. Ensuite est apparue une répression à l'égard de ce derniers : elle semble liée à l'avènement des codes de bonnes conduites à la Renaissance.



C'est au siècle des lumières, qu'une forme de tolérance vis-à-vis des gauchers refait son apparition. On dénombre plus de paysans gauchers que de citoyens (existence de nombreux outils agricoles pour gauchers). A l'époque de l'ère industrielle, l'argument scientifique reprend le pas sur la morale. Les gauchers sont « des pervers et des criminels ». C'est à ce moment là qu'apparaissent les « gauchers contrariés » et les troubles associés comme le bégaiement ou autres troubles du langage (Harris 2003). Avec l'acceptation des gauchers dans la société occidentale actuelle, le nombre de ces derniers s'est vu augmenté dans la population générale. En effet, en un demi-siècle, le pourcentage de gaucher est passé de 4 à 12%.

Ainsi, la pression sociale et les variations inter-culturelles influencent le pourcentage de gauchers. Dans les pays occidentaux, l'utilisation restrictive de la main gauche visait essentiellement l'écriture. Dans d'autres cultures, la main gauche est encore considérée comme celle réservée aux activités sales et la main droite aux activités plus nobles et publiques. La restriction peut aller de l'interdiction de l'utilisation de la main gauche pour se nourrir, se laver, jusqu'à l'ensemble des activités unimanuelles y compris l'écriture. Ainsi en Côte d'Ivoire (De Agostini & al., 1997), le pourcentage de personnes indiquant avoir subi des pressions pour changer de main varie de 79,3% pour la main utilisée pour manger, à 10% pour celle utilisée pour se peigner. Ces interdits sont souvent basés sur des textes religieux ou leurs interprétations. Enfin, de manière générale, les pays pour lesquels l'utilisation de la main gauche est prohibée sont surtout les pays asiatiques et musulmans.

En résumé, on observe depuis la fin du 19<sup>ème</sup> siècle, dans les pays occidentaux, une augmentation de l'utilisation de la main gauche. En parallèle, la fréquence des gauchers en Asie et en Afrique tend à diminuer. La pression sociale toujours aussi forte dans ses régions « isole » les gauchers. Toutefois on ne répertorie aucune société majoritairement gauchère et bien que ce taux augmente, il ne dépasse jamais les 20%. Ce déterminisme tient compte des facteurs environnementaux explicites comme la culture et la pression de la société droitrière, mais aussi de l'environnement familial, de façon plus implicite. Ces influences s'ajoutent à un déterminisme génétique qui favorise l'utilisation de la main droite, en l'absence de latéralité déterminée.

## D/ Différences interindividuelles liées à la latéralité : Gauchers versus

### Droitiers

Les gauchers évoluent dans un monde de droitiers. Ils doivent organiser leur vie pratique en anticipant l'utilisation de la main droite. Ainsi, les contraintes environnementales favorisent la plasticité chez le sujet gaucher.

Les sujets gauchers ne sont plus stigmatisés comme ils ont pu l'être. On peut entendre encore de nombreux clichés à leurs propos : les gauchers seraient maladroits, plus créatifs, globalement différents des droitiers. Quel est donc le vrai qui se cache derrière ces divers stéréotypes? Les gauchers sont-ils réellement différents des droitiers?

#### 1) Latéralité & asymétries manuelles :

Les droitiers sont plus latéralisés que les gauchers. C'est-à-dire, que les sujets qui écrivent de la main droite, utilisent de façon constante cette main pour les autres activités manuelles, alors que les sujets qui écrivent de la main gauche se servent de façon plus variable de la droite ou de la gauche (Doyen, Duquenne, Nuque & Carlier, 2001).

D'un point de vue cinématique, sur une tâche de dessin synchrone entre les deux mains, le mouvement du bras préféré est en avance par rapport au non-préférent et cette asymétrie est plus importante chez les droitiers que chez les gauchers, sans pour autant dire que les gauchers sont moins performants (Swinnen, Jardin & Meulenbroeck, 1996). D'après Michel, la constance des droitiers, en termes d'utilisation de la main, s'observe dès les premières manifestations de la latéralité manuelle. En revanche les gauchers, dans l'obligation de s'adapter à un monde fait pour les droitiers, présentent une plus grande souplesse pour l'utilisation de leurs deux mains. Ces différences d'un point de vue fonctionnel pourrait expliquer l'organisation cérébrale quelque peu différente des gauchers.

#### 2) Latéralité & échanges interhémisphériques :

En partant de l'hypothèse que les gauchers sont moins asymétriques que les droitiers. On suppose que les échanges interhémisphériques sont plus denses chez les gauchers.

Galaburda en 1991, par son expérience chez les rats, montre que les zones plus symétriques sont reliées par un réseau de fibres calleuses plus denses que les zones asymétriques. Plusieurs arguments découlent de cette hypothèse :

- le corps calleux : structure de connexion entre les deux hémisphères, présente une variation de son volume en fonction du degré de latéralité. Les gauchers, ou plus généralement les personnes peu latéralisées, ont un corps calleux plus large que les droitiers ou les sujets parfaitement latéralisés. Par ailleurs, d'autres études utilisant l'imagerie, ont montré que le volume du corps calleux est inversement proportionnelle au degré de latéralisation du sujet. Les gauchers, ambidextres ou droitiers peu latéralisés, présentent un volume en moyenne plus important que les droitiers bien latéralisés (Habib, 1993, cité par Fagard en 2004).
- les échanges interhémisphériques sont plus développés chez les gauchers. En effet, il y a plus d'intégration sensorielle entre les deux mains chez ces derniers et ils présentent une meilleure coordination bimanuelle (Fagard, Hardy, Kervella & Marks, 2001, cité dans Fagard 2004).

### 3) Latéralité & habileté :

La tendance est à penser qu'être gaucher est synonyme de maladresse. Des études ont montré effectivement une différence d'habileté en fonction du degré de latéralité. Les enfants droitiers sont plus habiles mais ceci concerne surtout les enfants latéralisés précocement (Kaufman, Zalka & Kaufman, 1978). Or, les gauchers sont souvent sur-représentés dans certains groupes de sportifs de haut niveaux. Cela concerne principalement les sports d'opposition, ceux où la rapidité de réaction à la réponse manuelle joue un rôle important comme par exemple le tennis, l'escrime. Plusieurs raisons à cela sont avancées :

- une explication d'ordre neuropsychologique, selon laquelle les gauchers seraient plus rapides car ils seraient comme les droitiers latéralisés sur le plan hémisphérique fonctionnel. C'est-à-dire que chez ces gauchers un même hémisphère, le droit contrôle le bras gauche, traite les informations spatiales et contrôle l'attention. Les droitiers ont le bras droit contrôlé par l'hémisphère gauche alors que l'hémisphère droit lui contrôle

les fonctions spatiales et attentionnelles. C'est grâce à cette organisation cérébrale que le gaucher peut être avantagé de quelques millisecondes dans les prises de décision en compétition (Bisiacchi, 1985 in Hagermann 2009).

- une explication plus stratégique serait de dire que les droitiers sont plus déstabilisés face à des adversaires gauchers que l'inverse et ainsi, le fait d'être un gaucher est un réel atout dans les situations d'opposition. De même, le fait que les gauchers cherchent à s'adapter depuis toujours à la norme du monde de droitiers est une expérience qui les rendrait particulièrement apte à exceller en compétition (Guiard, 1982).

## ***PARTIE 2 : ÉCRITURE***

---

L'écriture est un outil de communication, support de l'expression du langage et de la pensée universellement reconnue et utilisée dans de nombreuses sociétés. De nos jours, sa pratique a beaucoup évolué, abandonnant cet aspect de « trace écrite, figée dans le temps et l'espace » pour une utilisation plus pragmatique, avec un rôle social primordial dans l'insertion scolaire et professionnelle. Aujourd'hui, l'écriture prend une forme plus éphémère: sur un bout de papier, post-it, sous forme de notes prises à la hâte, privilégiant ainsi l'aspect temporel et fonctionnel (vitesse de production) au détriment de la contrainte spatiale (lisibilité et qualité d'écriture).

Quelque soit les conditions de son apprentissage ou de sa pratique, l'écriture est une activité motrice parmi les plus complexes et les plus rapides de notre répertoire moteur. Activité que, très tôt, l'enfant doit apprendre à maîtriser. Cette dernière demande une activité coordonnée de nombreux muscles et articulations du membre supérieur, afin de pouvoir produire rapidement une succession de formes graphiques et suffisamment précises pour pouvoir être reconnues (Van Emmerick & Newell, 1989).

D'un point de vue fonctionnel, l'écriture est la correspondance d'un phonème (petite unité sonore) à un graphème (petite unité écrite). L'écriture ne peut se résumer qu'à une simple mise en action de muscles. Ce mouvement est la résultante de nombreux processus cognitifs et linguistiques, découlant eux-mêmes de la mise en place de programmes moteurs. Selon les théories traditionnelles du contrôle moteur, le système nerveux central sélectionne un programme moteur et envoie l'ordre au système effecteur des caractéristiques du mouvement à produire (Schmidt, 1988). Ce programme moteur définit les constantes spatio-temporelles du mouvement à produire, permettant ainsi de réduire les variables motrices. Dans un mouvement comme l'écriture, il faut aussi pouvoir identifier les différentes unités de base de ce comportement, qui va du simple trait à une lettre ou bien de l'association de lettres (digrammes, trigrammes), qui s'enchaînent pour pouvoir produire le mot désiré (Van Galen, 1991, cité par Benoit C. & Soppelsa R., 1996). Le modèle présente une structure hiérarchisée, de type « Top-Bottom », c'est-à-dire du cortex vers la périphérie. Il est dit modulaire car chaque sous-système traite l'information indépendamment des autres et donne ses résultats à la partie immédiatement inférieure

qui la traite à son tour. De ce fait, les unités traitées diminuent de taille en fonction de leur niveau dans la hiérarchie. Plus le traitement est périphérique et plus la taille de l'unité diminue.

Les théories dynamiques permettent de comprendre comment des systèmes composés d'un nombre plus ou moins important de sous-systèmes, s'harmonisent pour organiser des coordinations motrices. Ces théories s'intéressent à l'identification des différents processus à l'origine de cette organisation. Et ces coordinations motrices s'adaptent aux contraintes, qu'elles soient environnementales, cognitives (Sallagoïty, 2004). Le système effecteur s'organise à son tour pour produire une coordination motrice à une tâche spécifique comme l'écriture, et la production du geste fait intervenir tout un système neuro-musculo-squelettique. Pour réaliser ce mouvement, il est nécessaire que tous ces éléments se coordonnent entre eux, c'est-à-dire le déplacement des différentes articulations impliquées entraînant le mouvement des différents segments corporels, la contraction et l'innervation de l'ensemble des muscles nécessaires à la mobilisation... En tenant compte des contraintes comportementales et environnementales, ces systèmes complexes ont la capacité de s'auto-organiser et de se paramétrer dans le temps et l'espace pour assurer une stabilité du mouvement ( Sallagoïty, 2004). Cette auto-organisation existe grâce à la production de patrons moteurs stables qui représentent une organisation collective entre les différents éléments du système. Chaque individu possède un ensemble de patrons de coordinations, plus ou moins stables, et également plus ou moins préférentiels (Danna, 2011).

Les théories dynamiques, ont permis d'identifier les patrons mis en place par le système effecteur, leur capacité de modification et d'adaptation, en réponse à une variation des contraintes (comme la vitesse par exemple dans le geste d'écriture).

## **I- Ecriture fonctionnelle : Systèmes effecteurs et mouvement scripteur**

Dans cette partie sont abordés : l'approche dynamique du mouvement dans le domaine de l'écriture, les différents systèmes impliqués, l'évolution normale de la posture, la prise de crayon dans l'écriture, ainsi que les spécificités des gauchers dans l'écriture.

## A/ Les modèles périphériques :

### 1) Le modèle oscillatoire d'Hollerbach (1981) :

Ce modèle considère l'écriture comme la résultante des oscillations des deux axes du plan d'écriture, associée au mouvement de translation horizontal de la gauche vers la droite. Il assimile les mouvements d'adduction et abduction du poignet et de flexion-extension des doigts, à deux paires d'oscillateur :

- Une oscillation antéro-postérieure, correspondant aux mouvements des articulations digitales impliqués dans la prise de l'outil scripteur.
- Une oscillation latérale dans le sens transversal de la feuille correspondant aux mouvements du poignet.

Dans ce modèle, on part du principe que les muscles se comportent comme des ressorts (Feldman, 1986), et que le système poignet-doigts génère l'écriture par l'action de deux systèmes d'oscillation subissant une masse. Pour la composante verticale, la masse correspond à celle du stylo et des doigts tandis que la masse horizontale correspond à la masse du stylo et de la main. Ce modèle concorde avec un système d'équations décrites à partir du profil de vitesse de chaque composantes (horizontale et verticale) :

$$\dot{x} = a \sin(\omega_x (t - t_0) + \varphi_x) + c$$

$$\dot{y} = b \sin(\omega_y (t - t_0) + \varphi_y)$$

#### Dans l'équation ci-dessus :

- a et b correspondent respectivement aux amplitudes des oscillateurs (horizontaux et verticaux),
- $\omega_x$  et  $\omega_y$  sont leurs fréquences,
- t est le temps écoulé par rapport au début du mouvement  $t_0$ ,
- $\varphi_x$  et  $\varphi_y$  sont les phases des oscillateurs horizontaux et verticaux,
- c est une constante de déplacement représentant la progression gauche-droite de l'avant-bras qui permet l'enchaînement des lettres et des mots produits.

En utilisant ces équations et en variant les paramètres, on peut obtenir les différentes formes graphiques constitutives de l'écriture. Le schéma qui suit reprend les différentes formes possibles :

- La colonne A représente le comportement de chaque oscillateur  $x$  (rouge) et  $y$  (bleu) en fonction du temps.
- La colonne B correspond à la trace produite par la combinaison des deux oscillations.
- La colonne C correspond à la même trace produite que la colonne B excepté que la constante  $c$  y est ajoutée, c'est la progression gauche-droite.

Les deux premières lignes du schéma correspondent à la production de boucles horaires (pour la première ligne) et boucles anti-horaires pour la seconde. La dernière ligne montre qu'en l'absence d'un décalage temporel entre les deux oscillateurs, on obtient un trait oblique vers la droite, correspondant à la lettre « u » de l'écriture cursive lorsqu'on rajoute la constante  $c$ .

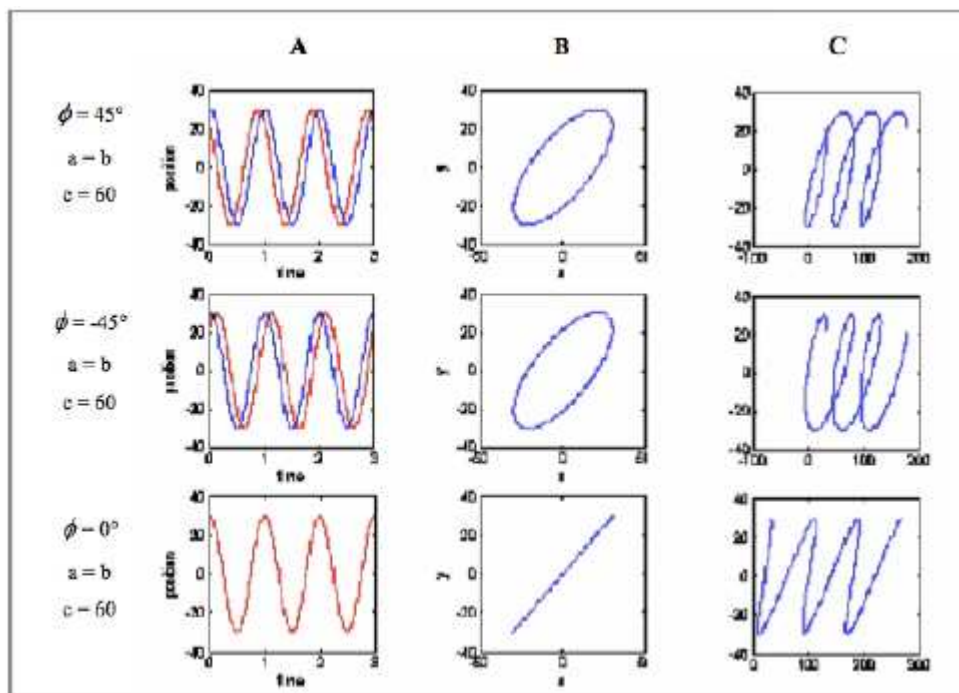


Figure : Exemple de traces produites à partir du modèle de Hollerbach (1981)

A partir de ce modèle, Hollerbach a montré que les lettres produites résultent seulement des deux systèmes d'oscillations horizontaux et verticaux. L'ajout d'une translation de vitesse vers la droite permet uniquement une séparation spatiale des lettres mais cette translation n'entre pas dans la production de formes graphiques constitutives



des lettres cursives de notre alphabet. La forme et l'inclinaison des lettres sont les variations d'amplitudes des constantes a et b ou bien des phases relatives.

L'avantage de ce modèle est qu'il permet avec un petit nombre de paramètres (amplitude, vitesse, fréquence) de décrire comment le mouvement d'écriture est généré. Cependant l'une des limites de la construction de ce modèle est que Hollerbach postule une indépendance entre ces deux composantes oscillatoires. En effet, le changement de forme se fait grâce à l'intermédiaire d'un ajustement indépendant des paramètres de chaque oscillateur. Cependant, des études ont montré l'impossibilité d'indépendance entre ces deux composantes, mais plutôt une co-variation très forte allant dans le sens d'un couplage entre les deux oscillateurs (x et y) (Maarse & Thomassen, 1983 in Albaret, Kaiser et Soppelsa, 2013).

Une autre limitation de ce couplage linéaire implique que toutes les combinaisons entre les deux oscillateurs sont produites de façon aussi précise les unes que les autres. Or, des études comme celles menées par Meulenbroeck & Thomassen 1991, ou encore Van Sommers en 1984, ont montré que certains traits sont produits de manière plus précise et sont plus fréquemment employés que d'autres (cf. schéma de Van Sommers sur les directions préférentielles entre adultes gauchers et droitiers).

## 2) Le modèle cinématique du mouvement rapide de l'écriture de Plamondon (1993) :

Ce modèle représente actuellement la théorie la plus précise en ce qui concerne la reconstruction de la trace écrite. Il se base sur les théories cinématiques des mouvements rapides et décrit les propriétés globales des réseaux neuromusculaires impliqués dans une action. Il s'appuie sur le principe d'un contrôle pro-actif: il n'y a aucun retour sensoriel pour influencer le mouvement, le programme moteur est mis en place avant l'initiation de ce dernier. Il insiste également sur les caractéristiques neuromusculaires de l'exécutant: la vitesse de mouvement correspond à la différence entre l'activité du groupe musculaire des muscles agonistes et l'activité décalée et plus faible des antagonistes.

Ainsi, l'unité fondamentale de l'écriture est défini, d'un point de vue cinématique, par le vecteur vitesse. D'un point de vue graphique, elle correspond à un arc de cercle de courbure et de taille variable en fonction des paramètres du vecteur vitesse. Dans ce modèle, le système nerveux central contrôle uniquement l'amplitude et l'orientation de

chaque vecteur vitesse pour produire chaque trait. Ainsi, la réponse motrice n'est pas le fruit d'une instruction centrale et la part du système nerveux central réside dans l'organisation, sur un plan spatio-temporel, des réponses motrices, et de donner l'amplitude de l'activation d'un signal, afin de générer les traits et leur succession.

Cependant, comme la majorité des modèles « Bottom-Up », ce modèle décrit les systèmes statiques, sans aucune capacité d'adaptation à des changements importants de l'environnement. Ce modèle ne peut pas expliquer les déformations présentes dans les mouvements d'écriture en réponse à une modification de contraintes et de l'environnement.

## B/ Systèmes effecteurs & mouvement d'écriture

D'un point de vue fonctionnel, le geste d'écrire correspond à une contraction de l'ensemble des muscles déterminés de la main et du bras. Ce groupe musculaire est innervé au préalable par une planification et une pré-programmation. Le tonus postural va interagir pour réguler le déséquilibre que crée le mouvement.

En allant plus loin dans l'analyse, on va s'intéresser à la préhension de l'outil scripteur qui va tenir compte de deux composantes qui fonctionnent de façon concomitante : la saisie puis la manipulation. L'activité d'écriture se compose d'une mise en activité des muscles agonistes, pour l'exécution du mouvement, et des muscles antagonistes, qui vont venir freiner et réguler ceux-ci.

### 1) Le modèle de base du système effecteur : Les droitiers comme référence.

Le système effecteur de l'écriture comprend un ensemble d'articulations qui sont l'épaule, le coude, le poignet et les articulations des doigts de la main. C'est grâce à ces articulations que sont réalisés les mouvements, et la participation relative de chacune dépend de l'amplitude des gestes.

Ce système possède 26 degrés de liberté et implique au minimum l'action de 43 muscles. Cependant, ils ne sont pas tous utilisés pour l'activité d'écriture mais chacun contribue de façon variable au déroulement de l'écriture. Le coude, l'épaule et le tronc participent à moindre mesure lors de l'écriture. Ils assurent un rôle dans le

repositionnement et la stabilité du stylo le long de la ligne sur la feuille, le transfert vers une nouvelle ligne, mais également dans le maintien de la posture. Ces articulations ne jouent pas un rôle prépondérant dans la production de formes graphiques. Selon Teuling, Thomassen & Maarse (1989), seules les articulations du poignet et des doigts sont principalement responsables de la diversité des traces graphiques produites.

Bien que le système effecteur main-doigts possède un certain nombre de degré de liberté, l'écriture peut être réduite à deux degrés (Teuling, 1996) :

- Un degré de liberté est issu de la flexion-extension de toutes les articulations des doigts impliquées dans la prise du crayon, d'où résultent les mouvements d'aller-retour du stylo vers la paume de main.
- Un degré de liberté correspond à la rotation de l'ensemble de la main autour du poignet : combinaison d'une flexion-extension palmaire, flexion dorsale-abduction radiale et d'abduction ulnaire en fonction du niveau de pronation de l'avant-bras (Teuling, Thomassen & Maarse, 1989).

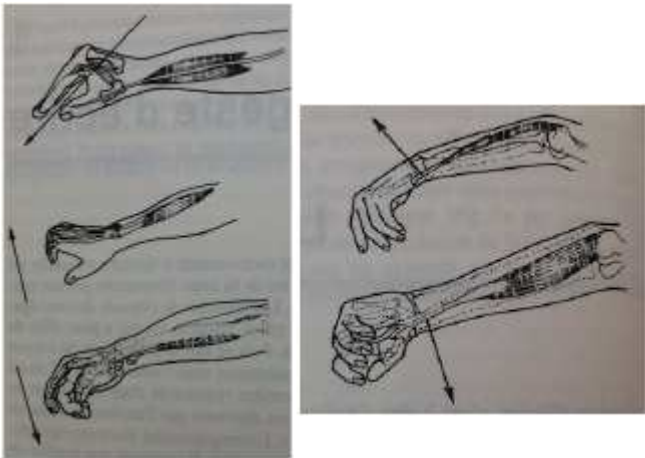
Les mouvements d'écriture sont principalement générés par la coordination du système poignet-doigts, accompagnés d'un ensemble de muscles intervenant dans la mobilisation de ceux-ci. Les muscles de la main intervenant dans la prise du crayon sont :

- l'Interosseux dorsal, constitué d'un ensemble fibre de type I (fibres musculaires toniques qui résistent à la fatigue lors d'une contraction prolongée),
- les Lombricaux,
- le Long Fléchisseur du Pouce.

Les muscles dits de « l'écriture » sont ceux qui correspondent aux muscles entraînant les mouvements du poignet :

- les oscillations graphiques verticales sont dues au Fléchisseur Commun Profond, à l'Extenseur Commun et à l'Extenseur de l'Index. Ces muscles sont constitués par des fibres à dominance type II (fibres sensibles à la fatigue mais qui interviennent dans les mouvements rapides).
- les oscillations longitudinales : le Grand Palmaire (inclinaison radiale), le muscle cubital (inclinaison cubitale)

- le mouvement circulaire : l'Extenseur Commun des Doigts, le Grand Palmar, le Fléchisseur Profond, le Cubital Antérieur (in Zeziger, 1995).



*Figure :*

*En haut : la prise du crayon est assurée par l'interosseux dorsal et long fléchisseur du pouce.*

*Au dessous : oscillations graphiques vers le haut, par les muscles extenseurs, vers le bas, par les muscles fléchisseurs.*

*En bas : oscillations longitudinales assurées par les muscles grands palmaires*

L'écriture est un mouvement balistique complexe. On le qualifie de:

- « en rampe ». Il va recruter de façon variable des fibres de motoneurones et subit un rétrocontrôle permanent avec l'image produite afin de confirmer si elle correspond à celle préprogrammée.
- « topocinétique ». Tout ce qui à trait à l'organisation spatiale de la feuille est sous le contrôle visuel: qualité des tracés, pression (tremblement...), taille et forme des lettres.
- « morphocinétique ». L'écriture est le résultat de la représentation cognitive interne et détaillée. Les muscles produisent un mouvement aboutissant aux représentations établies par les circuits centraux préprogrammés (homotétrie de l'écriture et isochronie invariance espace-temps): ainsi, l'écriture est identique et reste propre à chaque individu. Par les programmes moteurs centraux préétablis, l'écriture devient un mouvement automatique, se faisant en boucle ouverte, n'impliquant plus aucun feedback visuel.

Excepté les programmations motrices qui sont générales à tous, les composantes cinétiques de l'environnement, la spécification des muscles utilisés, la force du geste et la direction de la trajectoire, les variables prises en compte avant la contraction des muscles sont différentes chez les scripteurs gauchers.

## **II- Comportement d ' écriture : Posture, prise et organisation spatiale**

Toutes les données connues quant à l'évolution chez un individu apprenant, de la posture, les différentes prises de crayon, le positionnement de la feuille sur la table, sont généralement issues d'études effectuées sur des sujets droitiers. Elles permettent néanmoins d'établir une comparaison avec le sujet apprenant gaucher.

### **A/ Posture :**

Au cours du développement, certains aspects psychomoteurs vont influencer les acquisitions lors de l'apprentissage. La posture d'écriture de l'enfant évolue et se modifie. Elle libère le système effecteur « global », impliqué dans le geste d'écriture (système épaule/bras/poignet/doigt), et spécialise de plus en plus les effecteurs distaux (poignets/doigts). La prise de l'outil scripteur est une composante à prendre en compte également. Comment arriver à une prise mature déterminante dans les apprentissages et dans les différences de qualité de production de l'écrit ? On observe déjà des différences interindividuelles, sans tenir compte de la dominance latérale. Mais qu'en est-il entre les gauchers et les droitiers?

Une étude a été faite par Ajuriaguerra, Auzias et Denner (1971) portant sur différents aspects de la motricité graphique chez 180 enfants français droitiers, âgés de 5 à 14 ans. A l'aide d'une grille d'observation et en traçant les contours des membres scripteurs au cours de la production, ils ont pu observer une évolution allant dans le sens d'un redressement progressif de la tête, du tronc et une diminution de l'appui du tronc, de l'avant bras et du poignet sur la table.

Le tonus est impliqué dans le contrôle postural et la stabilité du tronc, ce qui libère le membre scripteur. Il permet donc les mouvements et le maintien des appuis relatifs à l'écriture. Les ajustements posturaux participent à l'anticipation, indispensable à l'activité d'écriture.

Parallèlement, les mouvements d'écriture impliquent de plus en plus les articulations distales. Elles libèrent ainsi le membre supérieur afin d'appréhender une prise

du crayon plus mature augmentant l'efficacité du sujet dans les gestes d'écriture ainsi que dans la qualité de la trace graphique.

Ces travaux amènent Ajuriaguerra à insister sur l'importance de la posture dans l'acte d'écrire. Il décrit une posture idéale où le corps doit être droit ou bien légèrement incliné vers l'avant, mais sans toucher le bord de la table. La tête doit être dans le prolongement de l'axe du corps et la position des coudes doit favoriser la chute des épaules, avec un sur-élévage des jambes si celles-ci sont pendantes.

Selon Lurçat (1968), la posture lors de l'écriture est le facteur qui affecte le plus l'inclinaison de la ligne d'écriture. Wallis Myers quant à lui pense qu'un plan de travail incliné (comme les anciens pupitres) améliore la posture et la qualité de l'écriture, favorisant l'alignement optimal de la main, du bras et du stylo.

En 1988, Blöte et al. effectuent une étude traitant des comportements d'écriture de 220 enfants allemands âgés de 5-6 ans avant leur entrée à l'école primaire. Ils distinguent 4 groupes dont 2 sont majoritaires.

- Un groupe adopte une attitude en flexion du corps vers l'avant (le corps recouvre la feuille. Le tonus musculaire et les efforts sont importants).
- L'autre groupe majoritaire a une attitude droite (le corps est redressé mais la maturité dans le contrôle des mouvements du bras est très variable selon les individus).
- Les deux autres groupes adoptent des attitudes plus variables et intermédiaires aux deux précédemment citées, qui sont surtout caractérisées par la position de l'avant-bras (perpendiculaire ou parallèle à la ligne d'écriture), élément d'immaturité qui doit disparaître vers l'âge de 6 ans.

Ainsi, cette étude montre qu'à ses âges, les différences inter-individuelles liées au développement sont encore importantes tant sur le plan de la posture que de la prise du crayon. Cependant, Blöte et al. pensent aussi que la position d'écriture et l'organisation générale de la posture n'affectent pas le mouvement d'écriture.

De plus, Blöte (1987) révèle que la position de la feuille sur la table et de l'organisation spatiale de l'écriture sur la feuille peuvent influencer le choix de la posture. Plus la feuille est éloignée du corps et plus l'enfant risque de fléchir le tronc pour écrire. On observe chez certains enfants, des déplacements de la feuille vers le haut lorsqu'il écrivent en bas.

## B/ Prise de crayon :

### 1) Evolution des prises et classification :

#### 1-1 Evolution :

L'évolution de la prise du crayon se fait grâce à la libération du membre supérieur. D'après Ajuriaguerra et al., (1964), le redressement postural participe à la diminution des appuis du tronc et du membre supérieur sur la table. Il contribue à une meilleure dissociation entre les différents segments impliquant une plus grande souplesse dans la tenue du crayon (in Albaret, Kaiser, Soppelsa, 2013).

Au début de l'acquisition de la motricité manuelle, les mouvements chez l'enfant sont initiés par l'épaule. Les déplacements sur la feuille de la gauche vers la droite sont réalisés par l'ensemble du corps. Ce n'est que vers 6-7 ans que les enfants sont en capacité de pouvoir alterner entre stabilité et mobilité pour les différentes articulations, permettant un meilleur contrôle du geste lors de l'écriture.

Le développement de la motricité fine plus particulièrement de la dextérité manuelle et de la dextérité digitale (mouvements fins et dissociés des doigts) contribuent au développement de la prise de l'outil scripteur. Au départ de l'utilisation de l'outil scripteur, il y a une prise palmaire à type d'empoignement avec l'avant-bras en pronation. Cette prise est caractérisée comme étant immature (2 ans et demi), car elle induit l'initiation du mouvement du membre supérieur par l'épaule mais pas des mouvements intrinsèques des doigts. Elle évolue ensuite vers une prise transitoire, c'est-à-dire une prise de l'outil scripteur à trois ou quatre doigts. Celle-ci implique des mouvements de flexion et d'extension du poignet. La prise immature va aboutir à une prise mature entre 4 ans et 6 ans. Aussi, Selin (2003) montre dans son étude, que c'est à partir de 6-7 ans que la prise du crayon se stabilise et ne se modifie quasiment plus.

#### 1-2 Classifications des types de prises :

Quatre prises dites matures ressortent régulièrement dans les différentes études. Même si la prise la plus fréquemment retrouvée est la prise tripodique, les autres n'en sont

pas moins matures car on observe aucune différence dans les productions écrites que ce soit en terme de qualité ou de vitesse :

- Prise tripodique : les doigts sont en flexion, l'outil scripteur se trouve dans la première commissure et posé sur le bord latéral du majeur, la pulpe de l'index et le pouce en adduction stabilise le crayon.
- Prise latérale avec orientation verticale de l'outil scripteur : le crayon est posé sur la première phalange de l'index et le pouce en adduction.
- Prise tridigitale : les pulpes de l'index et du majeur sont posées sur l'outil scripteur se trouvant dans la première commissure. L'annulaire et l'auriculaire ne sont pas forcément fléchis.
- Prise quadripodique : similaire à la prise tridigitale ou tripodique. Dans le premier cas, la pulpe de l'index est posée sur le crayon ou dans le second cas, le crayon est posé sur la première phalange de l'annulaire.

Ces positions peuvent aussi inclure des variations de position du pouce, il peut passer au dessus de l'index voire même du majeur ou simplement passer au dessus de l'outil scripteur. Les dernières phalanges des doigts mobiles peuvent être soit en hyper-extension, soit neutre ou alors en légère flexion.

### C/ Organisation spatiale :

Lorsque l'enfant passe du dessin à l'écriture, il est capable de recopier des formes géométriques et des traits orientés. Il commence à intégrer certaines règles nécessaires à l'apprentissage de l'écriture. Être capable de tracer des traits, courbes et cercles, constitue la base pour écrire l'ensemble des lettres en capitale. De plus, en rajoutant les ellipses, il en va de même pour les lettres cursives. En associant ces capacités graphiques à un mouvement de translation de la gauche vers la droite, on passe au mouvement d'écriture.



L'organisation spatiale de la feuille va se faire selon des règles observées et définies par Goodnow et Levine en 1973 qu'ils ont désignées sous le terme de « grammaire de l'action ». Sept règles ont été établies :

- commencer par le point le plus haut
- commencer par le point le plus à gauche
- commencer par une ligne verticale
- commencer en haut et descendre par un trait oblique à gauche lorsque la figure comporte un sommet,
- dessiner les lignes horizontales de gauche à droite
- dessiner les lignes verticales de haut en bas
- dessiner avec des lignes continues en évitant de lever le crayon.

Goodnow et Levine (1973) ajoutent qu'avec l'âge ces principes de bases sont de plus en plus observés. Ces résultats sont néanmoins nuancés par d'autres études comme celles de Simner (1981), qui montre que lorsque la formation de lettres générées ne va pas dans le sens des règles de grammaire de l'action comme le « G » ou le « M », les enfants utilisent des procédures qui leurs sont propres.

Ainsi, l'écriture manuscrite a des contraintes différentes de celles du dessin, comme la progression gauche/droite. Aussi, les préférences dans la manière d'écrire et de dessiner évoluent au cours du temps. Par exemple, le sens de production des boucles et cercles est préférentiellement en sens horaire pour les enfants préscolaires, il devient ensuite en sens anti-horaire pour les enfants plus âgés (Meulenbroek, Vinter et Mounoud, 1993 ; Zesiger, 1995). Ces modifications s'appliquent en retour au tracé des dessins (Van Sommers, 1984).

Par ailleurs, Van Sommer montre qu'en fonction du point de départ du dessin, la rotation se fait différemment. En effet, si l'enfant démarre à un point aux alentours de 11h (sens horaire), il aura tendance à effectuer une rotation dans le sens anti-horaire. Par contre, s'il commence à un point aux alentours de 5h, la rotation s'oriente plutôt dans le sens horaire. Ces règles ne sont pas systématiquement utilisées, cependant plus elles sont intégrées et plus l'écriture est conforme aux attentes conventionnelles.

Au fur et à mesure que l'enfant grandit, il améliore son expertise. Il commence à adopter une posture qui lui est propre pour écrire, que ce soit dans sa posture générale, sa tenue du crayon, mais également dans son positionnement de la feuille. De manière générale, que ce soit pour les gauchers ou les droitiers, la feuille est légèrement décalée par rapport à l'axe du corps du côté de la main scriptrice. Enfin, à partir du collège, l'enfant commence à personnaliser son écriture, une orientation oblique de la feuille lui permet d'avoir une meilleure vue d'ensemble sur ce qu'il est en train d'écrire, mais aussi lui permet d'augmenter sa vitesse d'écriture.

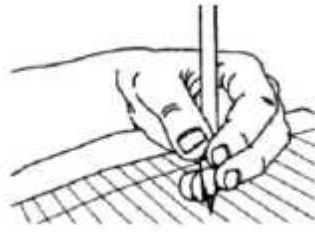
#### D/ Comportements spécifiques dans l'écriture chez les gauchers :

Les différentes recherches menées n'ont pas trouvé de corrélation entre la latéralité, ou la posture de la main du sujet, avec la qualité de l'écriture. Athènes et collaborateurs (1992, 1991, 1990) suggèrent que les enfants doivent choisir une posture de main, qu'elle soit inversée (la main est placée en dessus de la ligne d'écriture avec un poignet en crochet) ou non-inversée (la main se trouve en-dessous de la ligne d'écriture, dans l'axe de l'avant bras).

Meulenbrock & Thomassen (1991) et Athènes (1992) débattent sur la relation entre les postures adoptées lors de l'écriture et les contraintes biomécaniques de celles-ci, explicitant les deux postures spécifiques chez le gaucher comme étant des adaptations fonctionnelles à la tâche (Geschwind et Galaburda , 1985, Meulenbroek & Van Galen, 1989).

Ainsi, chez les gauchers, deux postures prédominent : la posture inversée et la non-inversée. Il convient de noter que ces dernières sont des adaptations biomécaniques à un sens d'écriture faite pour les droitiers (Annett , 1967 et Geschwind et Galaburda , 1985) :

- Posture inversée : le poignet est cassé, en flexion, les doigts sont mobiles quasi en extension. La main est placée au dessus de la ligne d'écriture et la pointe du stylo est orientée vers le bas de la feuille. L'écriture dans cette posture se fait principalement grâce aux mouvements d'adduction et d'abduction du poignet. Cette position est similaire à celle adoptée par le droitiers (Athènes et Guiard, 1990 ; in Zesiger, 1995) .



- Posture non-inversée : Le poignet est plus ou moins fixe ou fait de petits mouvements. Ce sont principalement les doigts qui, par des mouvements de flexion et d'extension participent à la formation des lettres (Athènes et Guiard, 1990 ; in Zesiger, 1995).



L'émergence de la préférence pour l'une ou l'autre posture est visible dès le cycle primaire (Athènes & Guiard, 1984). Les gauchers se différencient des droitiers vers la classe du CM2, mais on note que la posture continue d'évoluer jusqu'à l'âge adulte.

Aussi, la posture inversée est plus souvent retrouvée chez les sujets gauchers adultes masculins, et peu chez les sujets droitiers (Meulenbroek & Van Galen, 1989).

Ainsi, à l'âge adulte, la latéralité manuelle ne semble pas affecter la performance graphique en termes d'efficacité. Cependant, Suen (1983), rapporte des différences de lisibilité des productions gauchers - droitiers: les gauchers étant moins lisibles. Ces résultats sont à relativiser car cette expérimentation n'a pas été reproduite ultérieurement.

De même, pour ce qui est de la posture du sujet gaucher, on rapporte que le geste d'écriture avec la main gauche rapproche le membre supérieur du corps, pouvant créer ainsi une crispation et une tension de la nuque et du dos. Ces tensions peuvent nuire à la concentration et à la qualité du travail de l'enfant. Pour faciliter l'écriture, le cahier est donc

légèrement décalé de l'axe du corps vers la gauche et penché vers la droite, et la feuille est positionnée dans le prolongement du bras qui écrit.

Guiard & Millerat en 1984, explicitent dans leur étude les stratégies adoptées par les gauchers inversés et non-inversés dans le positionnement de la feuille. Ainsi, le sujet inversé incline sa feuille dans le sens anti-horaire alors que le sujet non-inversé incline sa feuille dans le sens horaire.



*Schémas issus de la thèse de S. Athènes (1992), représentant les deux postures les plus adoptées chez les sujets gauchers et l'orientation préférentielle de la feuille.*

En outre, les enseignants ont souvent une vision relativement Manichéenne de l'élève gaucher et de son écriture. Rappelons que cela fait seulement 20 ans, qu'en France, les élèves ne sont plus obligés d'écrire uniquement avec la main droite. La posture inversée questionne parfois les enseignants et certains se trouvent démunis face à la gestuelle graphique des gauchers.

Aussi, un Bulletin Officiel de l'Éducation Nationale n° 1 du 14 février 2002 suggère qu'il faut offrir des réelles alternatives aux élèves :

*« C'est en étant attentif à ses comportements dans différentes activités qu'on peut vérifier si un enfant va devenir droitier ou gaucher et qu'on peut donc l'aider à structurer cette composante importante de sa motricité. Il convient de lui offrir de réelles alternatives et de lui faire prendre conscience des résultats qu'il obtient en fonction du geste et de la main qu'il mobilise. Qu'il soit droitier ou gaucher, il doit apprendre à tenir ses instruments sans crisper la main (en utilisant la pince du pouce et de l'index et le support du majeur), à disposer la surface qu'il utilise dans le prolongement de l'avant-bras (correctement placé) tout en adoptant une posture adéquate. »*

A propos de l'élève gaucher, il manque encore quelques éléments pour que ces principes puissent fonctionner: un matériel adapté et des lignes directrices pour que les enseignants puissent s'y appuyer.

Pour palier à ce déficit d'information, Michel Galobardès, médecin et chercheur en pédagogie à l'Université de Toulouse a créé en 2006 des classes pilotes . Les enseignants intègrent dans leur programme les principes pédagogiques indispensables pour mettre sur un pied d'égalité les élèves gauchers et les élèves droitiers. Ce dernier a publié d'ailleurs un ouvrage « Comprendre et accompagner l'élève gaucher » (Hachette éducation, 2007).

En conclusion, les postures décrites précédemment ne sont qu'un exemple de posture adoptée, ou du moins celles qui sont les plus fréquemment retrouvées. Les gauchers doivent redoubler d'imagination pour s'adapter à un sens d'écriture fondamentalement fait pour les droitiers: orientations de feuilles, prises de crayon.... Ces techniques d'adaptation permettent, comme pour les droitiers, de s'intégrer dans un cursus scolaire, de suivre un apprentissage et d'être tout aussi performant qu'un homologue droitier.



## **PARTIE 3 : GRAPHOMOTRICITÉ & GAUCHER**

---

Les pré-requis graphiques constituent un stade primordial dans la préparation et l'apprentissage de l'écriture. Ceux-ci, aux travers de différentes formes : traits horizontaux, verticaux, diagonales, courbes, boucles... vont permettre la construction de bases solides pour pouvoir écrire, chez tous les scripteurs, indépendamment de leur latéralité. Des préférences dans l'écriture sont observables dans la qualité de production et, en ce qui concerne la production du trait, les préférences motrices sont décrites en fonction des deux composantes principales du système effecteur : le poignet et les doigts. Ces composantes vont pouvoir expliquer la présence d'orientations, de formes et de sens de rotation préférentiels et vont se distinguer entre sujets gauchers et droitiers.

### **I- Composantes de la trace graphique liées au système effecteur :**

Les déplacements du stylo lors du mouvement d'écriture peut correspondre à une trajectoire en 2D. Ainsi les déplacements verticaux de la mine du stylo sont générés par les mouvements de flexion et d'extension des doigts. Les déplacements horizontaux du stylo sont produits par les mouvements d'adduction et d'abduction du poignet. Dans un système en 2D, le poignet intervient dans les mouvements horizontaux (axe x) et les doigts interviennent dans les mouvements verticaux (axe y) (Hollerbach, 1981; Dooijes, 1983; Bullock, Grossberg & Mannes, 1993). Ces auteurs font une correspondance entre les composantes de déplacement x et y et les composantes biomécaniques du système effecteur.

Meulenbroek, Thomassen, Van Lieshout, et Swinnen (1998) comparent la stabilité de la coordination entre les déplacements verticaux et horizontaux du stylo avec celles des mouvements de flexion- extension des doigts et d'adduction-abduction du poignet lors de la production d'un cycloïde « e ». Les résultats montrent une corrélation entre les mouvements d'abduction-adduction du poignet et les déplacements horizontaux du stylo. Par contre, la correspondance entre les mouvements de flexion- extension des doigts et les déplacements verticaux du stylo, est plus variable. Cette étude confirme, mais de façon partielle, une correspondance entre les composantes spatiales de la trace

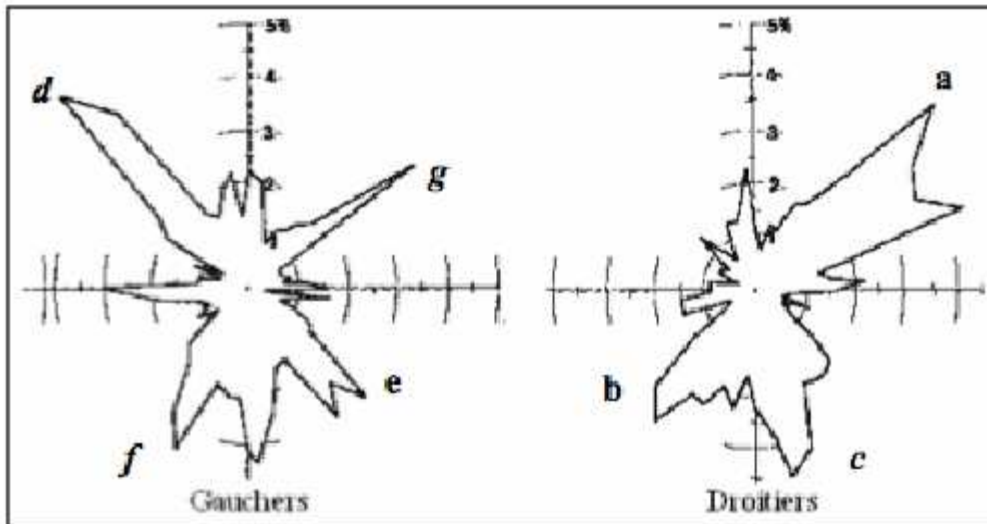
graphique et les composantes du système poignet-doigts. Cependant si les formes graphiques de l'écriture cursive sont principalement produites par la coordination des composantes du système effecteur, d'autres éléments vont intervenir dans la production de l'écriture.

Aussi, de son côté, Teuling (1996) répertorie les caractéristiques des traits en fonction des articulations mobilisées lors de la production. Il montre que les mouvements du poignet produisant des traits obliques, vers la droite, sont plus précis et plus rapides que les mouvements des doigts qui produisent des traits obliques, à gauche. Les tracés produits par les mouvements du poignet sont 1,3x plus rapides, 1,5x plus grands et presque 2x plus précis, que ceux produits par les mouvements des doigts. La coordination des deux composantes du système effecteur (poignet, doigts) amène à des trajectoires moins précises et beaucoup plus aléatoires que les mouvements effectués par les composantes isolées. Cette étude pourrait nous amener à nous questionner quant à la meilleure posture du crayon à choisir pour les gauchers. En effet, si on suit ces résultats, les gauchers dits « inversés » vont plus vite que les « non-inversés », pourtant aucune différence en termes de vitesse n'est à relever entre gauchers inversés ou non-inversés.

## **II- Orientations préférentielles gauchers versus droitiers :**

Des études ont rapporté que lors de la production de l'ensemble des formes graphiques présentes dans l'écriture, on retrouve la présence d'orientations préférentielles en fonction du mode de coordination du système effecteur choisi par le sujet (gaucher ou droitier): production de traits, d'ellipses, de formes géométriques. Trois sont principalement décrites par : Van Sommers, 1984 ; Meulenbroek & Thomassen, 1991 et Dounskaïa et al., 2000.

Van Sommers (1984), dans son étude sur la trace écrite et la graphomotricité, analyse la répartition des orientations spontanément utilisées lors de la production de formes géométriques, comme les traits et les ellipses, et les caractères des différents systèmes d'écriture (hébreu,...). Cette étude compare des adultes gauchers à des adultes droitiers et révèle des différences d'orientations préférentielles, certainement liés aux contraintes biomécaniques du système effecteur.



**Figure :** Orientations préférentielles de droitiers et de gauchers (extrait de van Sommers, 1984).

Ainsi, la figure ci-dessus illustre la fréquence de production libre de traits pour l'ensemble des directions (360°) chez les gauchers et les droitiers. A noter que plus le trait est long, plus il indique la direction choisie. On retrouve que le sujet droitier préfère tracer des traits et des ellipses dans trois directions spatiales (sens horaire) : 2h (a), 5h (c) et 7h30 (b). Les orientations préférentielles des gauchers (à préciser que dans cette étude, Van Sommers ne fait pas la distinction entre les gauchers inversés et non-inversés), sont globalement en miroir de celles des droitiers. L'orientation (d) des gauchers correspond à l'orientation (a) des droitiers. L'orientation (f) et (e) chez les gauchers correspondent respectivement aux orientations (c) et (b) chez les droitiers. Les traits dans les directions (d) et (a) sont tracés, pour les gauchers comme les droitiers, par les mouvements du poignet. Même si on peut constater une répartition schématiquement en miroir des orientations préférentielles des gauchers comparées aux droitiers, une orientation supplémentaire est à observer vers 2h (sens horaire): l'orientation (g). Cette direction supplémentaire a été interprétée comme la résultante des contraintes imposées par l'écriture conventionnelle. En effet, la progression de la gauche vers la droite impose une orientation préférentielle nouvelle chez les gauchers qui ne se retrouve pas en symétrie chez les droitiers.

Pour conclure, l'orientation préférentielle chez les gauchers résulte de contraintes liées au système effecteur, et de contraintes imposées par l'écriture conventionnelle.



Meulenbroek & Thomassen (1991) étudient les mouvements, et plus particulièrement les préférences directionnelles, dans l'espace graphique (la feuille) induits par les caractéristiques des formes géométriques et anatomiques des systèmes effecteurs. Ils tentent d'évaluer l'effet de la position du bras et les différents systèmes effecteurs impliqués (poignet et doigts) dans la production du mouvement. Ils s'appuient sur 10 sujets droitiers, 7 sujets gauchers inversés et 7 non-inversés. Cette étude va permettre de tester si les exigences de la tâche sont responsables de la posture d'écriture inversée des gauchers, à savoir la main au dessus de la ligne d'écriture.

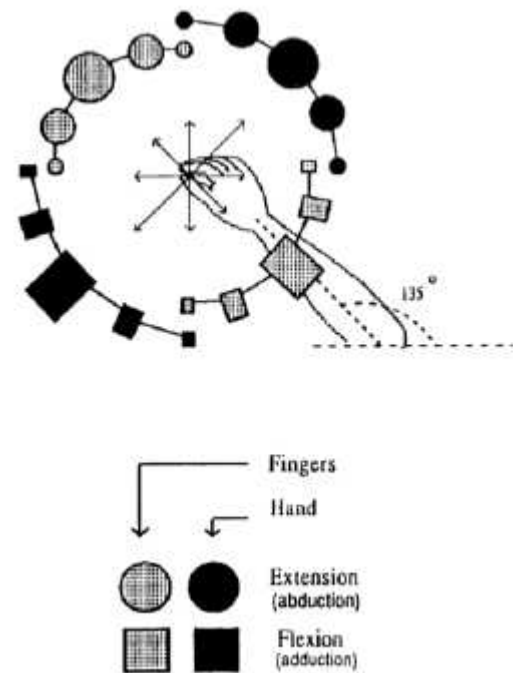
A cette fin, Meulenbroek et Thomassen utilisent une tâche de dessin simple, sans production d'écriture (les directions imposées par l'écriture sont plus restreintes). Ils demandent donc aux sujets de produire une série de traits dans différentes cibles et dans toutes les directions. Cette expérimentation sert à vérifier si les directions préférentielles lors de l'exécution de la tâche sont liées à la structure anatomique. Si tel est le cas, les directions seront différentes pour les droitiers, gauchers inversés et non-inversés. Ils ajoutent que les orientations obliques résultent des contraintes liées à l'effecteur alors que les orientations cardinales sont préférentielles au niveau perceptif. Aussi, afin de déterminer si les préférences spatiales sont liés à la pratique de l'écriture ou à la position anatomique, l'avant-bras est bloqué dans un manchon à deux angles différents par rapport au bord de la table ( $120^\circ$  et  $150^\circ$  pour les droitiers et  $30^\circ$  et  $60^\circ$  pour les gauchers). Cette contrainte va sans doute entraîner des variations de préférences dans l'écriture ou le dessin, entre les droitiers et les gauchers, et peut être même pouvoir préciser des différences entre gauchers inversés et gauchers non-inversés.

Cette étude met en évidence une adaptation biomécanique dans les habitudes posturales pour les tâches motrices graphiques et non une adaptation neurologique comme le démontrent Lévy et Reid (1976).

Les résultats obtenus affinent notre compréhension de l'élaboration des comportements graphiques. En effet, on observe une tendance générale pour les droitiers à produire des lignes horizontales de la gauche vers la droite et une tendance plus ou moins inversée

chez les gauchers, mais qui tend à s'apparenter à celui des droitiers de part les règles conventionnelles de l'écriture.

Le schéma ci-contre représente un modèle anatomique simplifié des directions de mouvements dans l'écriture et le dessin, chez le droitier. Les cercles noirs représentent l'abduction du poignet et les rectangles noirs l'adduction. Les cercles gris représentent l'extension des doigts et les rectangles gris, la flexion. La taille des cercles et des rectangles est proportionnelle à l'implication du système effecteur. La juxtaposition de deux cercles ou de deux rectangles représente la coordination congruente (direction verticale) des mouvements des doigts et de la main; les juxtapositions des cercles avec les rectangles: la coordination incongruente (direction horizontale) des mouvements des doigts et du poignet. La longueur des flèches partant du centre indique l'étendue du mouvement.



Les mouvements du poignet sont utilisés pour produire des lignes en haut à droite et en bas à gauche, tandis que les mouvements des doigts sont nécessaires à la production des lignes, en haut à gauche et vers le bas à droite. Les lignes d'orientation intermédiaires imposent la commande combinée des deux systèmes : poignet et doigts. La combinaison des deux sous-systèmes anatomiques réduisent la stabilité lors de l'exécution de ce mouvement (Teuling, Thomassen & Maarse, 1989).

Ainsi, pour les directions verticales, les scripteurs droitiers effectuent une abduction du poignet combinée à une extension des doigts vers le haut, ou bien une adduction du poignet avec flexion des doigts vers le bas. Les directions horizontales nécessitent l'abduction du poignet et la flexion des doigts pour les lignes allant vers la droite, et l'adduction du poignet et l'extension des doigts pour les lignes allant vers la gauche. Le degré de rotation de la paume de la main est également une composante dans l'orientation des directions diagonales effectuées uniquement par les mouvements du poignet ou des doigts isolées.

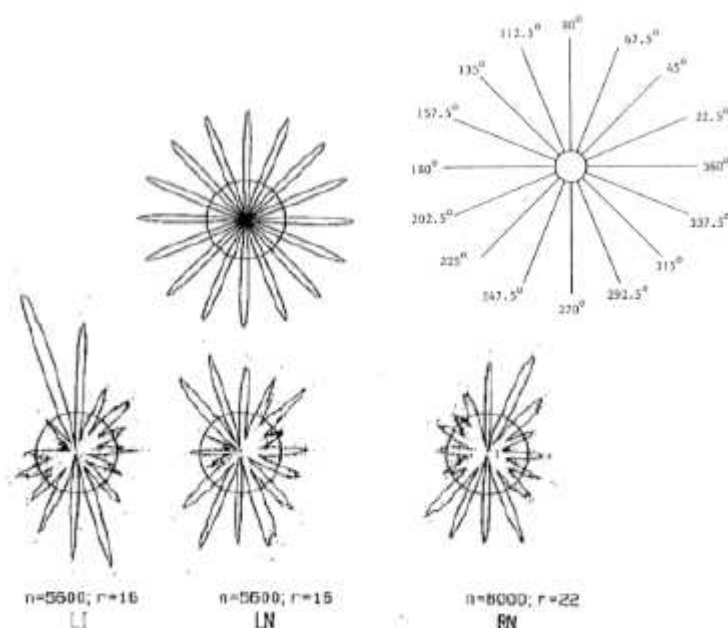
Dans l'expérience de Meulenbroeck et Thommassen (1991), les sujets droitiers produisent un séquence de mouvements rapides dans un ensemble limité de directions. Les mouvements diagonaux sont influencés par la position du bras, tandis que les mouvements verticaux et horizontaux ne le sont pas. De plus, cette étude s'étend aux effets de la position du bras et des préférences de directions des gauchers inversés et non inversés. Les disparités de posture impliquent une différence des préférences directionnelles.

Meulenbroek et Van Galen (1989) ont étudié les caractéristiques spatiales et cinématiques de l'écriture cursive des droitiers, gauchers inversés et non-inversés sans contrainte. Les sujets adoptent la position qu'ils souhaitent. Ils constatent que les sujets gauchers inversés comme les droitiers tracent les traits verticaux du haut vers le bas. Les gauchers non-inversés cependant, montrent des tendances plus variables dans le tracé.

Dans l'étude proposée par Meulenbroeck et Thommassen, les sujets exécutent une tâche de dessin libre où la consigne est de tracer un maximum de traits et dans toutes les directions. Les sujets n'ont aucun feedback visuel : le stylo utilisé ne laisse aucune trace sur la surface. Le bras d'écriture des droitiers est fixé à un angle moyen de 135 ° par rapport au bord avant de la table, et celui des gauchers à un angle moyen de 45 °.

La figure 4 montre la répartition globale des traits produits par l'ensemble de sujets gauchers et droitiers. La figure en haut à droite représente les angles des 16 directions.

L'image en haut à gauche correspond aux 16 directions attendues par les chercheurs. Les figures en dessous représentent les distributions réelles choisies par les sujets. Les sujets n'ont pas sélectionné toutes les directions de façon égale, comme on peut l'observer dans les trois distributions au bas de la figure 4.



**Fig. 4.** Top: polar frequency distribution if subjects had fully complied with the instructions, i.e., selected the 16 target directions accurately and equally often. Bottom: raw (dots) and filtered (solid lines) polar-frequency distributions of LI, LN, and RN subjects. The solid circles reflect the frequencies if directions were chosen completely arbitrarily ( $r = 16$  for LI and LN;  $r = 22$  for RN; see text). The coordinate system is specified as follows: right = 0°, top = 90°, left = 180°, and bottom = 270°.

- LI correspond à la répartition de la distribution des gauchers inversés;
- LN celles des non-inversés;
- RH celles des droitiers.

Ainsi, les droitiers se déplacent vers le haut à droite et les gauchers vers le haut à gauche. Les sujets gauchers inversés exécutent les tracés obliques par abduction du poignet, et les gauchers non-inversés par l'extension des doigts. Dans l'expérience, la position du bras ne permet pas l'inversion de la main d'écriture. Le groupe des gauchers inversés est favorisé dans les tracés obliques, en haut à gauche, par rapport au groupe des gauchers non-inversés. En effet, ils ont une très forte préférence pour la direction  $112,5^\circ$  (voir schéma ci-dessus). Les gauchers non-inversés exécutent des mouvements dans des directions plus variables, comme par exemple la direction en haut à droite. Cette direction a tendance à être évitée chez les gauchers inversés. A noter que les résultats des préférences directionnelles sont similaires à celles retrouvées par Van Sommer (1984). L'étude de Meulenbroeck & Thomassen (1991) vient compléter celle menée par Van Sommers car ils distinguent les deux postures des gauchers et montrent qu'il y a bien une différence entre les gauchers inversés et non-inversés quant aux préférences de directions.

De manière générale la position imposée du bras sur la table va affecter tous les sujets (gauchers et droitiers) plus pour les tracés des diagonales que pour les tracés horizontaux et verticaux.

Les schémas ci-après représentent les effets des variations de la position des bras et les directions préférentielles choisies (figure 6) et les sens choisis lors des tracés. Les gauchers privilégient ainsi la production dans le sens horaire et les droitiers dans le sens anti-horaire.

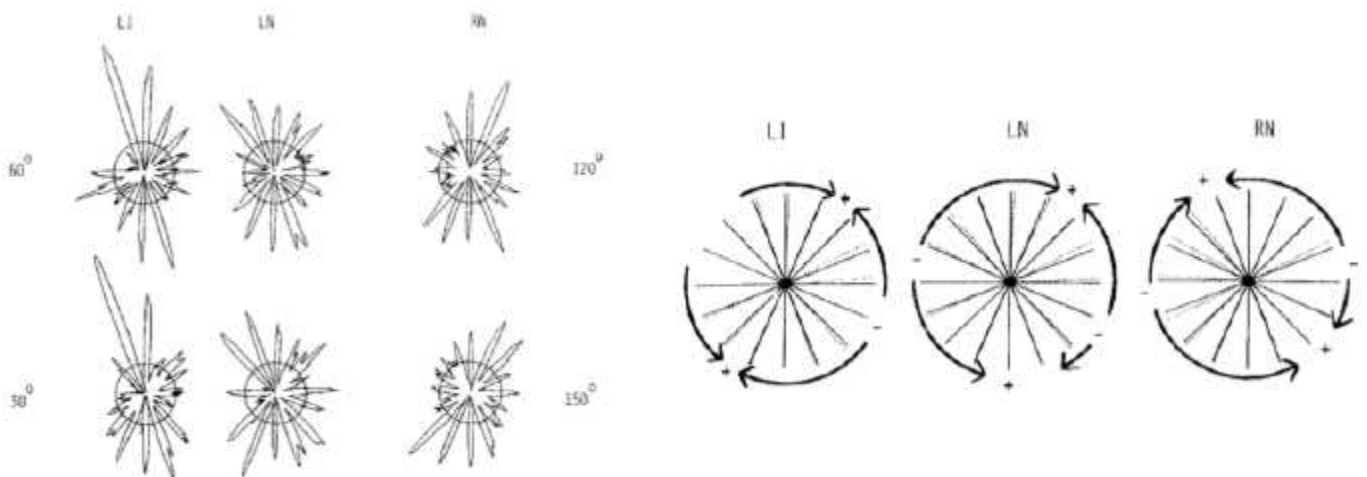


Fig. 6. Filtered polar-frequency distributions of LI, LN, and of RN subjects as a function of arm position (top row: 60° and 120°; bottom row: 30° and 150°). Solid circles reflect expected frequencies if directions were chosen completely arbitrarily. (See also Table 2).

Cette étude menée par Meulenbroek & Thomassen (1991) permet de constater les effets de la position du bras dans la fréquence des tracés concernant les 12 diagonales et 4 directions cardinales. Les résultats montrent que, dans les trois groupes, les directions obliques sont plus affectées par les changements de position du bras que les directions cardinales.

En conclusion, on distingue les directions de courses dites « anatomiques », à savoir les diagonales, des directions de courses dites « géométriques », qui correspondent aux directions horizontales et verticales. Les directions diagonales sont réalisées soit par des mouvements isolés du poignet ou des doigts et les directions verticales exigent une coopération congruente entre les mouvements du poignet et des doigts. Les directions horizontales, nécessitent une coopération incongruente du poignet et des doigts.

Ainsi, la contrainte imposée de la position du bras a permis une analyse anatomique de la production de sens du mouvement dans le dessin. A partir de cela, une déduction des différences générales dans les directions préférentielles entre les sujets droitiers et gauchers est possible. L'explication des différences de préférence entre les gauchers inversés et non-inversés concerne l'effet de transfert de l'écriture sur le dessin. Les gauchers inversés utilisent les mouvements d'adduction et d'abduction du poignet pour

réaliser l'écriture cursive. Ces sujets ont tendance à déplacer leurs mains vers le haut dans une tâche de dessin. Les gauchers non-inversés utilisent les mouvements de flexion et d'extension pour produire l'écriture, et par conséquent, une préférence pour les mouvements vers le haut à droite peut être attendue chez ces sujets. Les gauchers non-inversés utilisent les mouvements des doigts pour les traits verticaux dans l'écriture cursive. Ceci peut expliquer une plus grande variabilité dans l'orientation de l'écriture, les articulations des doigts ayant un nombre de degrés de liberté supérieur à l'articulation du poignet (Teulings, 1988; Thomassen & Maarse, 1989).

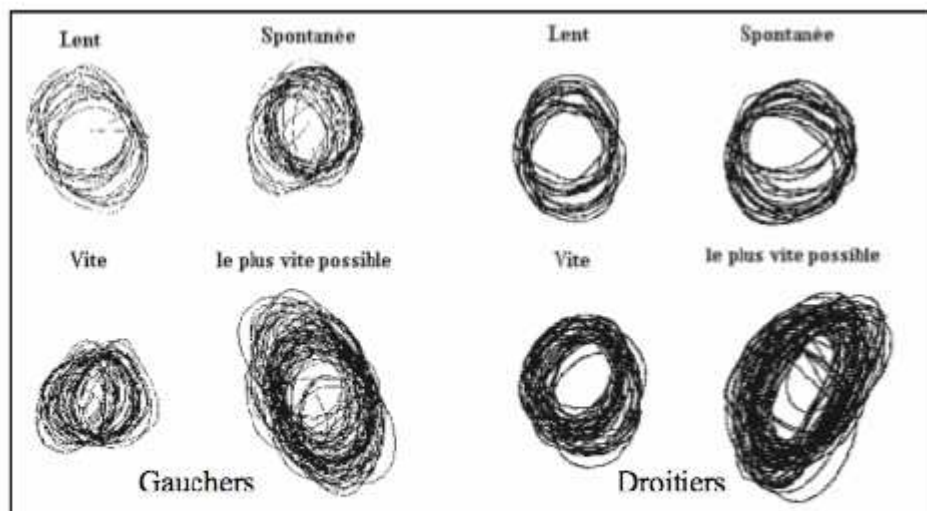
La position de la main inversée est donc une adaptation fonctionnelle, biomécanique à la direction conventionnelle de l'écriture (de la gauche vers la droite). Cette posture permet aux gauchers d'accroître la contribution du poignet par des mouvements d'abduction et d'adduction dans la production de traits verticaux et obliques, similaires aux mouvements effectués par les droitiers.

Il existe donc plusieurs systèmes de référence (anatomique et géométrique) qui sont impliqués dans le contrôle de la direction du mouvement :

- les caractéristiques anatomiques du système effecteur induisent des préférences pour les directions de mouvement en diagonale dans l'espace de travail
- les caractéristiques géométriques des formes sont responsables des préférences pour les directions des mouvements horizontaux et verticaux.

Dounskaïa et al. (2000) (in Albaret, Kaiser & Soppelsa, 2013), tentent de démontrer que la production de traits et d'ellipses dans diverses directions est dépendante de l'implication des sous-systèmes anatomiques utilisés dans le mouvement. Dans son expérimentation, ils comparent gauchers et droitiers dans différentes conditions faisant varier la vitesse d'exécution. Ils ont montré que ces orientations préférentielles sont accentuées et plus prégnantes lorsque la vitesse du mouvement est augmentée. La production de cercle évolue en ellipse lorsque la vitesse d'exécution augmente. Cette ellipse s'oriente vers la direction préférentielle du sujet (confère la figure ci-dessous).

!



**Figure 1-4 :** Illustration de formes produites par des droitiers (à droite) et gauchers (à gauche) lors d'un essai en fonction de la vitesse de mouvement imposée (adapté de Dounskaïa *et al.*, 2000).

En résumé, l'existence d'orientations préférentielles est indiscutable. Elles correspondent à la coordination entre les composantes principales du système graphomoteur (Dounskaïa *et al.*, 2000). Au regard des résultats cités précédemment, les contraintes biomécaniques du système effecteur jouent un rôle prépondérant dans la production de l'écriture. Meulenbroek & Thommassen (1991), ou encore Van Sommers (1984) ont montré que ces orientations préférentielles ne sont imputables qu'au facteur biomécanique. Ils ont analysé la performance de sujets gauchers, rendant ainsi compte des effets de la position du bras sur les directions préférentielles et plus particulièrement lors des directions obliques.

Cet apport théorique nous révèle des différences variables entre les sujets gauchers et droitiers. En ce basant sur ces études, nous allons dans la partie suivante, tenter de vérifier si du fait des disparités et adaptations observées précédemment il découle des différences dans une tâche de tracé, comportant entre autre des composantes obliques. Ainsi, en fonction des contraintes liées à l'expérience, nous nous attendons à un certains nombre de résultats sur lesquels nous pourrions nous appuyer pour justifier une prise en charge spécifique chez un sujet gaucher.

# **PARTIE PRATIQUE**

---



# **PARTIE 4 : EXPERIMENTATION**

---

## **I- Présentation de l'expérimentation :**

### **A/ Objectifs :**

Je suis partie de l'hypothèse qu'il n'y avait pas de différence significative dans l'écriture entre les gauchers et les droitiers (Meulenbroek & Van Galen, 1989). Par contre, des différences pourraient possiblement s'observer lors de la formation de formes géométriques s'apparentant aux pré-requis graphiques, observés avant l'apprentissage de l'écriture, comme par exemple lors de la formation de boucles.

En se reportant sur les études menées par Van Sommers (1984) relatives aux directions préférentielles de tracés de gauchers et droitiers, ainsi que sur les contraintes biomécaniques imposées aux gauchers par le sens d'écriture de la gauche vers la droite, on accepte l'existence d'un mouvement plus contraignant à l'origine d'une difficulté plus élevée à produire des boucles dans le sens anti-horaire pour les gauchers.

Ce bouclage anti-horaire correspond pourtant à la majorité des mouvements nécessaires à la production de lettres dans l'écriture conventionnelle. À l'inverse, le bouclage en sens horaire s'exécute de manière plus fluide chez les gauchers.

Aussi, on suppose que suite à l'apprentissage, on ne noterait plus de différence significative entre les scripteurs, quelque soit leur latéralité.

Ainsi, des différences avancées plus haut pourraient découler une spécificité d'un accompagnement pédagogique pour les enfants gauchers, avant ou en cours d'apprentissage de l'écriture.

### **B/ Population :**

La population concernée dans le cadre de ce travail est celle d'étudiants entre 20 et 40 ans, et plus précisément des étudiants en psychomotricité. Ces sujets sont considérés comme « experts en écriture ». De même, pour cette expérimentation, j'ai fait appel à 7 gauchers et 10 droitiers.

En parallèle, j'ai décidé également de proposer cette expérimentation à un enfant pris en charge sur mon lieu de stage et avec lequel j'ai tenté de mettre en place une rééducation en tenant compte de sa spécificité de gaucher. Le but ici est d'observer si il existe des différences dans les variables « bruit » et « vitesse » entre un sujet dysgraphique non-expert et un sujet expert, non dysgraphique, présentant la même posture que lui. Ces variables sont-elles une indication pour l'existence de caractéristiques dysgraphiques?

### C/ Méthode & matériel :

Ce travail va utiliser des productions graphiques proches de l'écriture comme les boucles horaires et anti-horaires. En effet, ces mouvements possèdent certaines caractéristiques communes à l'écriture, impliquant les mêmes articulations et les mêmes instruments, dont le but vise à construire une trace spatiale. L'utilisation de graphomotricité dans ce travail, permet une analyse plus « épurée ». Elle partage les mêmes propriétés que l'écriture : la forme des lettres et la progression gauche-droite. Outre l'utilisation de mouvements graphiques, nous allons également nous appuyer sur l'écriture d'un mot ayant les mêmes caractéristiques.

A partir de cette base théorique, nous allons essayer de démontrer que les différences de production entre droitiers et gauchers, qui tendent à disparaître avec l'écriture, restent encore perceptibles dans les pré-requis graphomoteurs, et notamment sur les boucles horaires. Ces différences correspondraient aux phases d'accélération et décélération lors de la formation des boucles, ainsi qu'à la vitesse d'exécution.

*Observe-t-on des différences entre gauchers et droitiers? Si oui, lesquelles?*

La procédure est individuelle. Le sujet est assis face à une table sur laquelle lui est présentée une tablette graphique « WACOM intuos5 » et un stylo électronique sans fil (la pointe du stylo est sensible à la pression). Au préalable, une feuille est posée au dessus de la tablette pour garder une trace des productions de chacun. La tablette est reliée à un ordinateur disposant d'un logiciel spécifique. Ce logiciel permet l'enregistrement des données tracées à partir de la tablette.

La méthode se décompose en trois temps : le sujet doit dans un premier temps tracer trois séries de sept boucles dans le sens horaire, puis trois séries de boucles en sens anti-horaire, et enfin, écrire le mot « cellule » en lettres cursives.

Le nombre de sept boucles est choisi en rapport au nombre de boucles effectué lors de l'écriture du mot « cellule » qui est composé de sept boucles.

## **II- Analyse globale du protocole :**

Dans cette expérience, nous avons tenté d'évaluer l'évolution du geste graphique et les différences perceptibles entre gauchers et droitiers. Au moyen de la tablette digitale, nous avons pu recueillir un certain nombre d'informations nécessaires à l'analyse :

- les coordonnées en X et en Y du la pointe du stylo tout au long de l'inscription sur la tablette permet d'analyser son déplacement pendant l'exécution, y compris les mouvements en l'air quand le stylo n'est pas en contact avec cette dernière. Toutefois les mouvements parasites ont été gommés pour n'observer que les déplacements en contact sur la tablette. Les mesures relevées dans cette expérimentation sont les coordonnées X. Elles correspondent à des points pris entre deux mesures successives pendant la production totale de la trace graphique lors de la succession de boucles anti-horaire, de boucles horaires et entre deux formations successives de lettres dans le mot « cellule ».
- le « bruit » correspond à la variation de l'accélération au cours du tracé. Ceci correspond à chaque moment où l'accélération passe par 0. Il nous informe sur la fluidité du mouvement au cours de la tâche demandée.
- la vitesse (moyenne ou maximale). D'un point de vue cinématique, elle permet de renseigner sur la rapidité du geste. Dans l'expérience qui va suivre, on s'intéresse à la vitesse moyenne d'exécution pour les valeurs X, c'est-à-dire, la vitesse d'enchaînement dans la formation des boucles. Cette vitesse moyenne est mesurée dans le groupe des

gauchers et dans celui des droitiers pour les boucles anti-horaires, les boucles horaires et l'écriture du mot « cellule ». Elle s'exprime en pixel/millisecondes et cette vitesse est mesurée toutes les 60 millisecondes pour obtenir une vitesse instantanée.

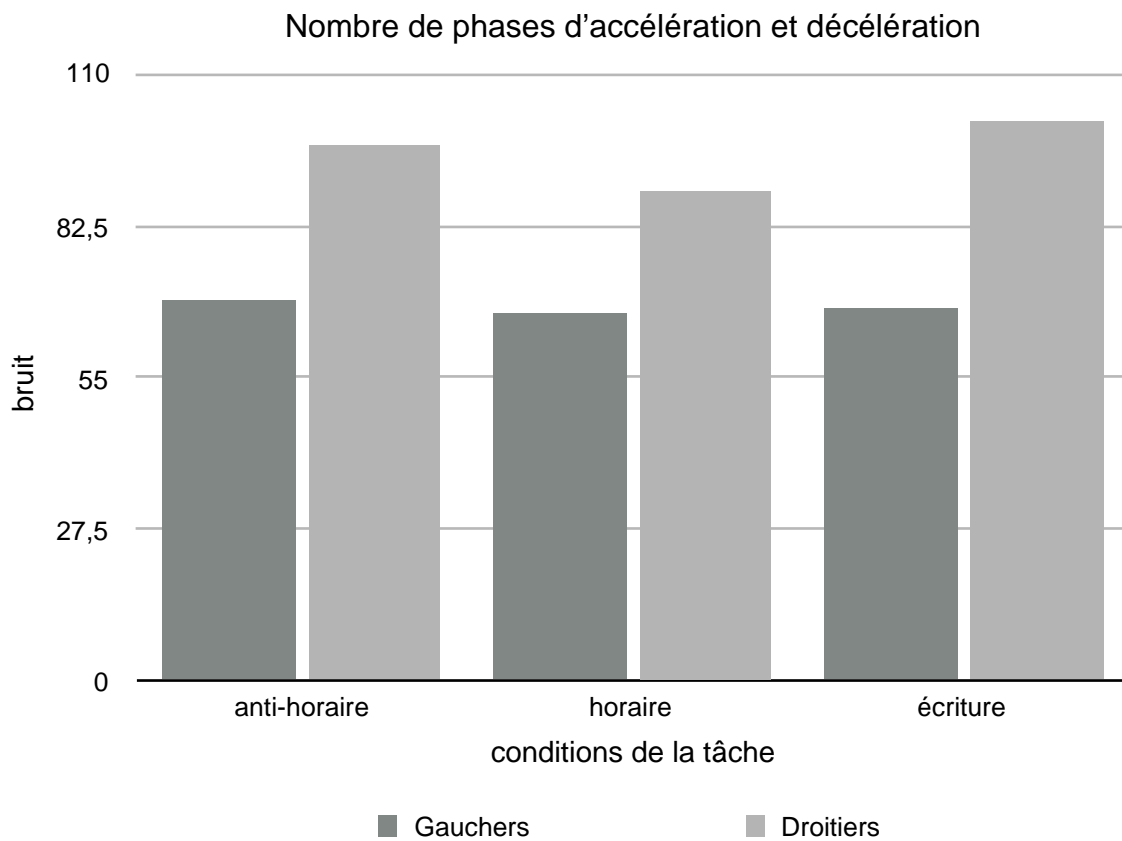
Les résultats de chacun des sujets ont été calculés et une moyenne générale a été établie pour chaque groupe de mesure: une pour les gauchers et une pour les droitiers, dans chacune des variables observées, et dans les différentes conditions.

Sans tenir compte de la latéralité, nous avons effectué des statistiques et deux différences significatives en sont ressorties :

- entre la vitesse du bouclage en sens anti-horaire et la vitesse d'écriture.  $F(1,15) = 0,16$  ;  $p < 0,08$ . Soit, l'effet de l'apprentissage de l'écriture influe sur la vitesse pour une tâche qui au départ est similaire dans le geste biomécanique et cinématique.
- entre le bruit en sens horaire et anti-horaire.  $F(1,15) = 0,16$  ;  $p < 0,48$ . Le sens de rotation horaire est relativement inconfortable quelque soit la latéralité. L'effet de l'apprentissage de l'écriture rejetant ce sens de rotation à conduit les sujets à présenter plus de difficultés lors du tracé des boucles en sens horaire comparé aux tracés des boucles en sens anti-horaire.

#### A/ Le bruit moteur:

Les résultats montrent de manière générale que les droitiers font plus de « bruit » que les gauchers. Le groupe des droitiers montrent une plus grande variabilité de l'accélération lors du tracé que ce soit pour la série de boucles anti-horaire, horaire ou de l'écriture du mot « cellule ». On note au cours du mouvement, beaucoup plus de phases d'accélération puis décélération chez ce groupe. Les zones de bruit, pour les trois tâches demandées, se situent essentiellement au niveau des zones ascendantes, lors du début de la formation des boucles, puis dans les phases descendantes, c'est-à-dire entre deux boucles ou deux lettres successives. Et ceci, quelque soit le type de latéralisation.



Graphique 1 : Moyennes du nombre de fois où les sujets gauchers et droitiers sont passés par 0 lors de l'accélération, calculée en fonction des trois séries effectuées et pour chacune des conditions.

Bruit (nombre de phases d'accélération et décélération)

	69,3	66,6	67,6
--	------	------	------

Tableau 1 : Données chiffrées correspondant au graphique ci-dessus

**Les résultats ne sont pas significatifs (Annexe 1):**

- Bruit moteur des boucles sens anti-horaire :  $F(1, 15) = 0,16$  ; NS
- Bruit moteur des boucles sens horaire :  $F(1, 15) = 0,16$  ; NS

- Bruit moteur de l'écriture :  $F(1, 15) = 0,16$  ; NS

L'expérience décrit dans le groupe des droitiers une plus grande variabilité de l'accélération. L'ajustement de la vitesse lors du tracé est beaucoup plus aléatoire au sein des droitiers. En effet, ils ne présentent pas une aussi bonne adaptation du mouvement que les gauchers, que ce soit pour le bouclage anti-horaire, horaire ou même lors de l'écriture.

Aussi, les données ci-dessus, indiquent qu'en moyenne, les droitiers présentent un plus grand nombre de phases d'accélération et décélérations lorsque cela concerne l'écriture. En moyenne, ils passent 101 fois par la valeur 0 pour l'écriture, 97 fois lors des séries de bouclages anti-horaire et 89 fois pour le bouclage horaire.

En parallèle, les gauchers présentent une plus grande stabilité comparée aux droitiers. Quelque soit la tâche demandée: bouclage anti-horaire, horaire ou l'écriture, les variations sont similaires. Le nombre de passage à 0 chez les sujets gauchers ne dépassent pas les 70 fois. Or, lors de la tâche du bouclage anti-horaire, le nombre de phases d'accélération suivi de phases de décélération, est en moyenne de 69,3, lors du bouclage horaire, il est de 66,6 et pour l'écriture de 67,6. Aussi, le nombre de fois où les sujets passe par l'accélération 0 lors de la série anti-horaire est inférieur aux autres séries.

Cependant on ne peut faire du lien avec l'hypothétique direction préférentielle des gauchers pour le sens horaire, car il y a très peu de différence avec les autres séries. De même, ce petit nombre se retrouve aussi chez les droitiers. Ainsi, le fait que les sujets gauchers soient plus stables que les droitiers est peut être en lien avec leur capacité d'adaptation accrue, et ce, depuis le début de l'apprentissage, ce qui implique une plus grande aisance et facilité d'ajustement, quelque soit la tâche graphique demandée.

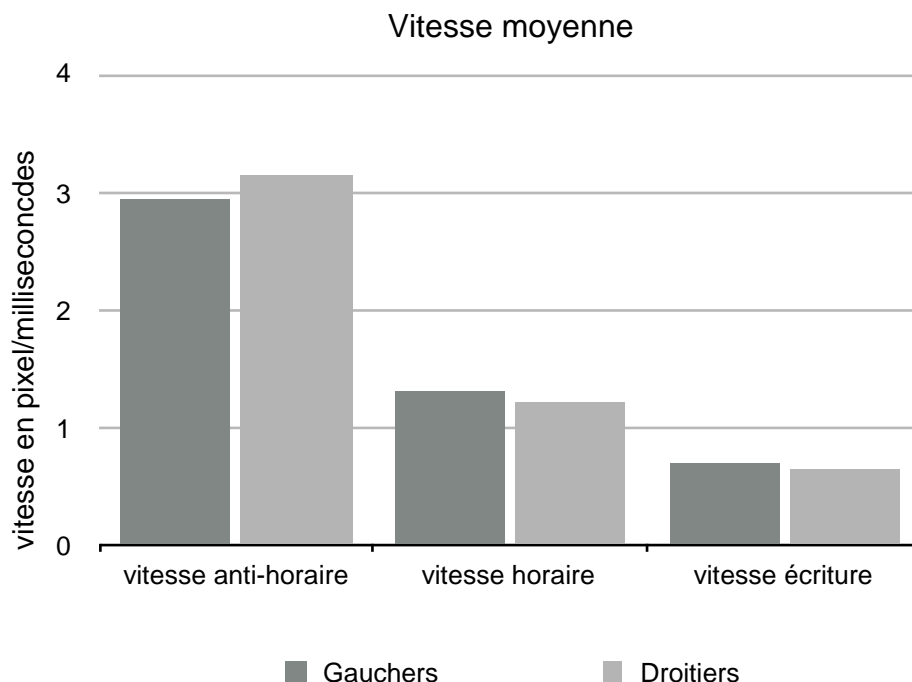
### B/ La vitesse d'écriture :

La variable vitesse révèle des résultats quelques peu inattendus. Contrairement aux hypothèses posées au départ, et aux éventuelles difficultés supposées chez les gauchers.

**Les résultats sont eux aussi non significatifs :**

- Vitesse des boucles sens anti-horaire :  $F(1, 15) = 0,16$  ; NS

- Vitesse des boucles sens horaire :  $F(1,15) = 0,16$  ; NS
- Vitesse de l'écriture :  $F(1, 15) = 0,16$  ; NS



Graphique 2 : Mesure des vitesses sur les différentes tâches pour chaque groupe de mesure.

69,3	66,6	67,6
------	------	------

Tableau 2 : données chiffrées correspondant au graphique 2

Pour le bouclage anti-horaire (sens de l'écriture), ce sont les droitiers qui sont le plus rapides, même si ceux-ci effectuent plus de variations d'accélération au cours du tracé. Pour le bouclage en sens horaire (sens contraire à l'écriture), les gauchers sont plus rapides. On explique cela, car les droitiers ne semblent pas à l'aise. Ceci a été noté par observation clinique: plusieurs droitiers ont tourné le crayon dans le vide pour se remémorer le sens. On peut supposer encore une fois une meilleure adaptation spatio-temporelle des gauchers, notamment pour l'organisation du mouvement avant exécution

(positionnement du crayon) et un sens de rotation moins entravé par les contraintes biomécaniques: aisance et souplesse dans l'enchaînement des boucles.

Aussi, on note que les gauchers sont plus rapides dans la tâche d'écriture. Ils présentent une plus grande souplesse dans le mouvement et un meilleur ajustement ayant permis aux gauchers de développer une vitesse d'écriture légèrement plus élevée que celle des droitiers. Aussi, en 1985, Yves Guiard et Sylvie Athènes ont trouvé que les sujets au dessus de la ligne étaient plus rapides que les autres gauchers non-inversés et droitiers. Dans cet échantillonnage, si petit soit-il, on dénombre cinq sujets gauchers en position inversée, expliquant sans doute que le groupe des gauchers soit plus rapide que celui des droitiers. Cependant, les résultats n'étant pas significatifs, ils se basent essentiellement sur des observations cliniques et sont donc à relativiser.

### **III- Comparaison de deux cas :**

Au cours de cette expérimentation, nous n'avons pu montrer de différence significative entre les sujets gauchers et droitiers. En revanche, nous allons tenter de comparer deux gauchers d'âges différents.

Les sujets sélectionnés :

- adulte gaucher, étudiant en 3e année de psychomotricité, âgé de 21 ans et présentant une position inversée;
- enfant de 12 ans (Cf. étude de cas), en 5e, gaucher inversé.

Une différence est notée entre ces deux sujets: notre adulte ne présente aucune difficulté dans le domaine de l'écriture, le garçon est dysgraphique.

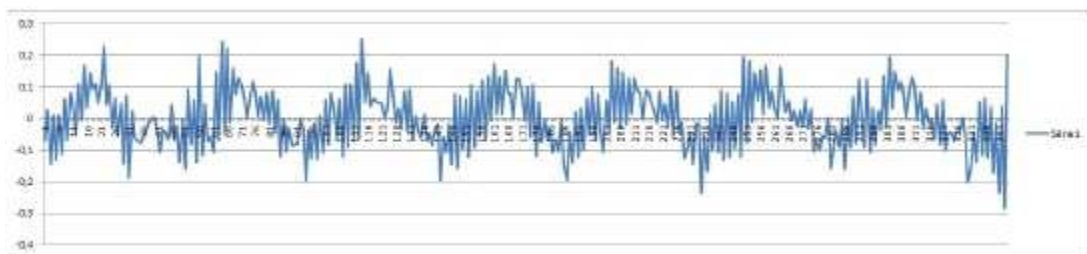
Existe-t-il des différences entre eux concernant les variables étudiées, leur âge, et sont-elles des caractéristiques réutilisables dans la détermination de la dysgraphie?

A/ Le bruit :

Le graphique 3 ci-après concerne l'adulte gaucher inversé. Ce dernier montre une certaine stabilité dans le tracé, on peut distinguer les 7 phases d'accélération les plus importantes pour la formation de chacune des boucles. On perçoit sur le graphique les phases ascendantes et descendantes des accélérations lors de la formation des boucles.

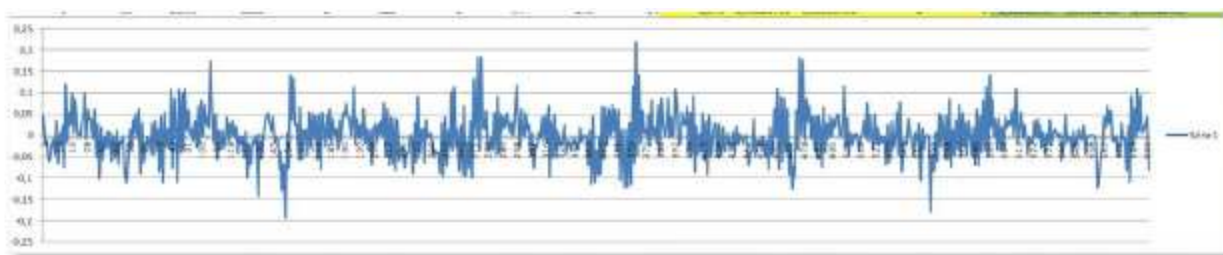


Sur les trois premières boucles, on remarque un pic d'accélération plus important, et des variations d'accélération qui n'est plus présent par la suite. Cependant, il fait partie des adultes qui produisent le moins de « bruit » sur toute l'étude: il passe 59 fois par 0 alors que la moyenne des gauchers pour le bouclage anti-horaire est de 69,3.



*Graphique 3 : graphique représentant les accélérations et décélérations lors du tracé de boucle anti-horaire, adulte gaucher inversé. Les flèches montrent les phases d'accélération et de décélération de la formation de chacune des boucles en sens anti-horaire.*

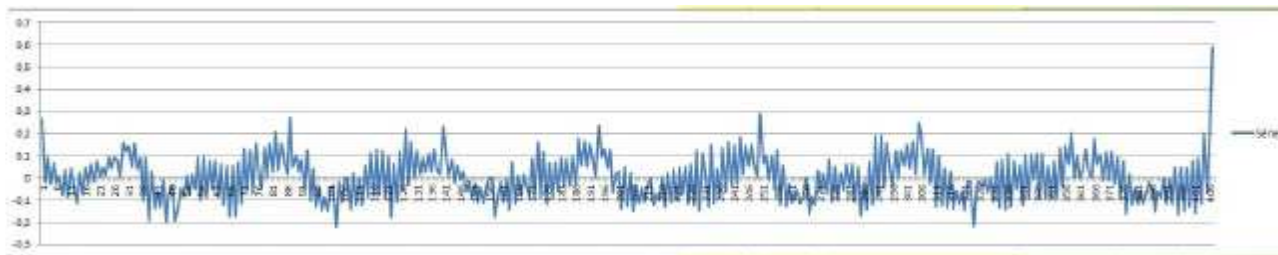
Le graphique 3bis de l'enfant gaucher inversé ne montre pas les différentes phases ascendantes et descendantes. Les fluctuations ici sont beaucoup plus importantes que pour le graphique 3. Il effectue 191 fois un passage de l'accélération par 0, soit trois fois plus que l'adulte gaucher inversé. Les pics d'accélération sont inférieurs à ceux de l'adulte et on en perçoit difficilement 6. De plus, ces pics ont des distances plus variables dans le tracé global.



*Graphique 3bis : accélérations et décélérations lors du bouclage anti-horaire, enfant gaucher inversé.*

Lors du bouclage horaire (graphique 4), l'amplitude des variations de l'accélération sont moins importantes. On retrouve toujours un dessin stable pour la trace de l'adulte gaucher inversé. Lors de cette tâche ce dernier a produit moins de bruit que lors du bouclage anti-horaire. Il passe seulement 56 fois par l'accélération (la moyenne des

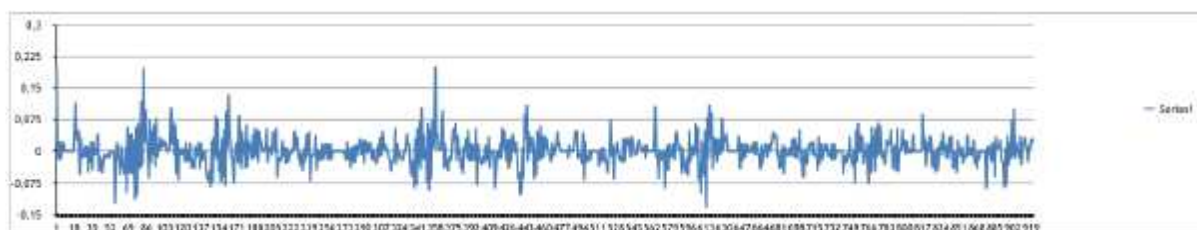
gauchers est de 66,6 fois). Ces conditions, en sens contraire à l'écriture, ne dérangent pas cet adulte gaucher qui s'adapte très bien à cette contrainte.



Graphique 4 : accélération et décélération lors de bouclage horaire, adulte gaucher inversé.

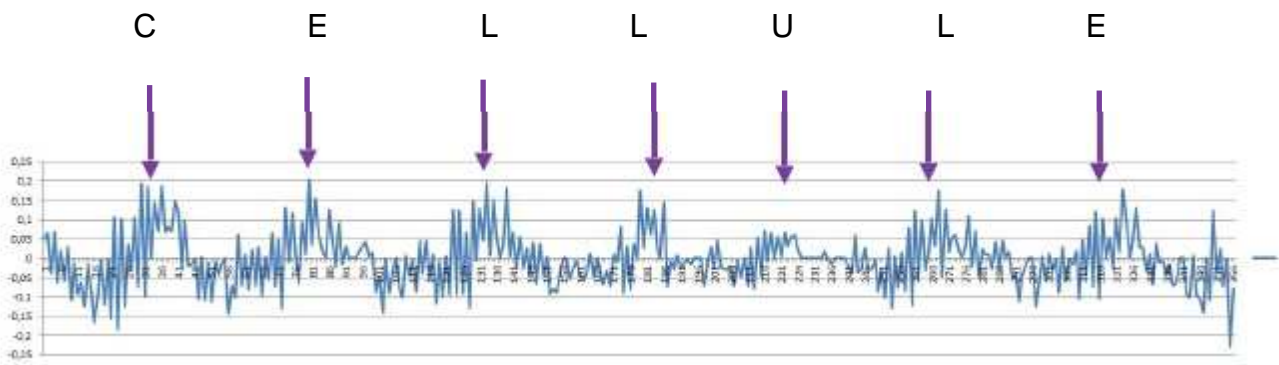
Pour l'enfant gaucher, lors du traçage de la série des boucles observe de faibles amplitudes d'accélération. On ne distingue pas les ascendantes et descendantes d'accélération des formation des boucles. on retrouve un grand nombre de variations d'accélération, en effet, ce passe 283 par l'accélération 0, ce qui est 4 fois plus important que l'adulte gaucher.

horaires, on  
p h a s e s  
Pas contre,  
dernier



Graphique 4bis : accélération et décélération bouclage horaire, enfant gaucher inversé

En ce qui concerne l'écriture, le graphique ressemble sensiblement à celui du bouclage horaire: les pics d'accélération sont présents et un pic plus faible, lors de l'écriture de la lettre « u », est visible. Cette lettre de taille moins importante nécessite une moins grande accélération. Cependant, on observe de plus grandes variations d'accélération en lien avec la contrainte de l'écriture, ainsi qu'à la formation des lettres. Il passe 91 fois par l'accélération 0, et les pics d'accélération précédent et suivant la lettre « u » sont légèrement inférieurs aux autres



Graphique 5 : accélération et décélération lors de la tâche d'écriture, adulte gaucher inversé

En analysant le tracé de l'enfant, les accélérations sont quasi-nulles: il n'y a aucune amplitude pouvant nous indiquer les différents pics d'accélération lors des formations des lettres. On remarque un pic d'accélération isolé à la fin de la 5e seconde. Pendant l'écriture, il passe 293 fois par l'accélération 0: c'est-à-dire quasiment une fois toutes les 3 millisecondes. Or ce dernier présente une dysgraphie, et c'est peut être celle-ci qui s'exprime dans les résultats ci-dessous. Ces difficultés d'ajustement rendent son mouvement moins souple.



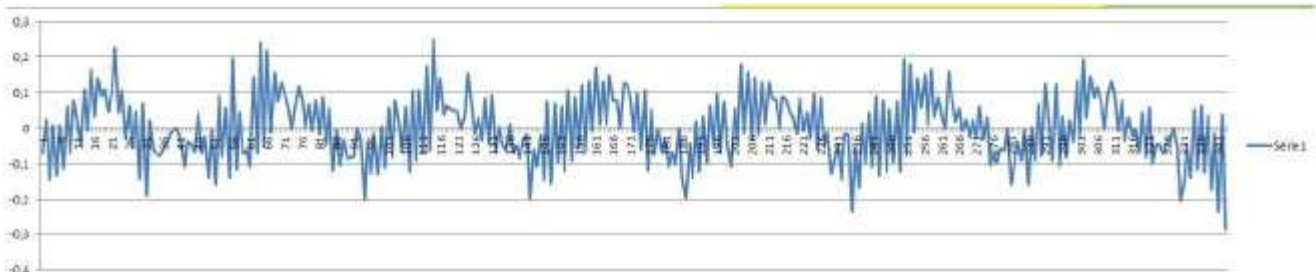
Graphique 5bis : accélération et décélération pendant la tâche d'écriture, enfant gaucher inversé

En résumé de cette comparaison du bruit moteur des différentes tâches : le sujet adulte présente des phases beaucoup plus stables et régulières avec des amplitudes plus importantes en phase ascendante et descendante. Ces résultats sont moins visibles sur

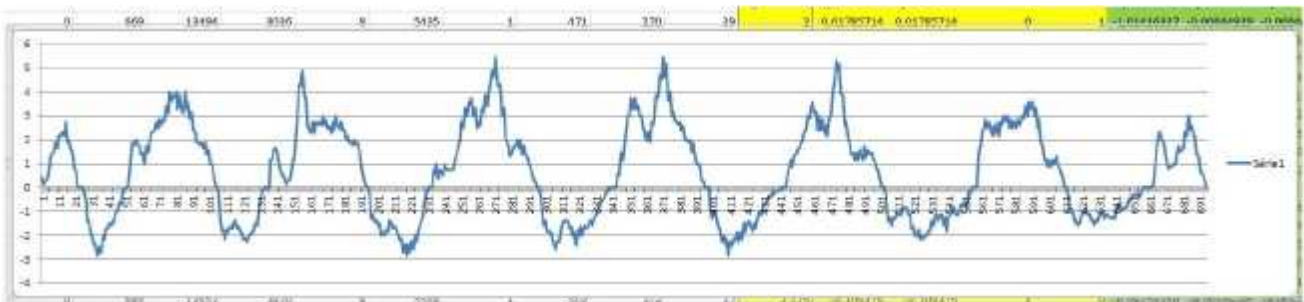
les graphiques de l'enfant. D'ailleurs, lors de la tâche d'écriture, il ne présente quasiment pas d'accélération, excepté un pic isolé.

### B/ La vitesse :

Lors de l'exécution du bouclage en anti-horaire, l'enfant gaucher met quasiment deux fois plus de temps à effectuer le tracé que l'adulte. On peut distinguer 7 pics de vitesse, dans les deux cas. Sur le graphique de l'enfant, au sommet de chaque pic, on distingue deux pics de vitesse. Le tracé du graphique est plus saccadé, les variations d'accélération sont présentes à tous les moments du tracé, alors que sur le graphique de l'adulte, malgré des variations, cela reste beaucoup plus fluide et stable.

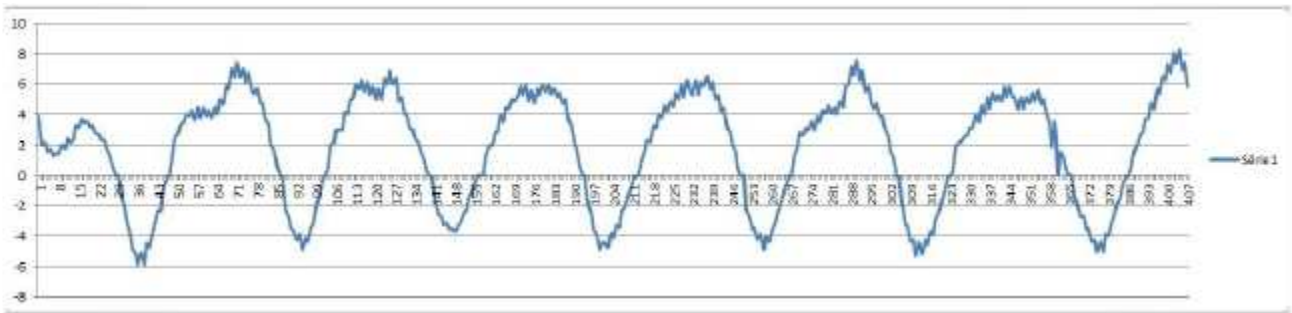


*Graphique 6 : vitesse anti-horaire, adulte gaucher inversé*

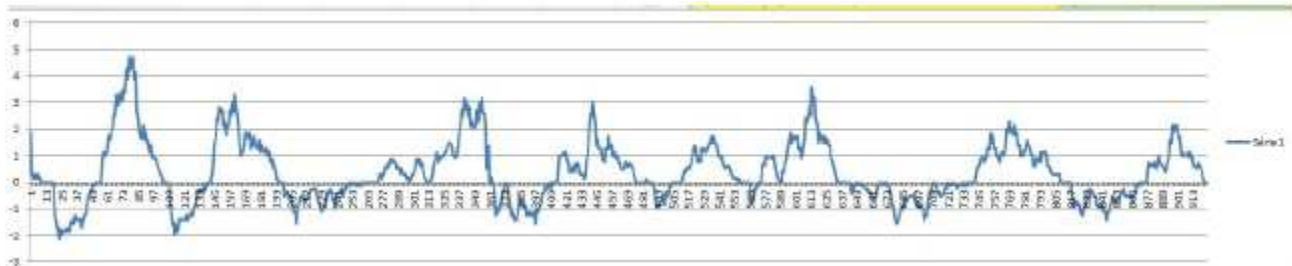


*Graphique 6bis : vitesse anti-horaire, enfant gaucher inversé*

Il en va de même pour la vitesse horaire: le temps d'exécution est quasiment doublé pour l'enfant (graphique 7bis). Pour l'adulte (graphique 7), on remarque que les zones de bruit se trouvent essentiellement au sommet des phases ascendantes, ou à la base des phases descendantes. La vitesse chez l'enfant est beaucoup plus variable tout au long du tracé, moins fluide, que celui de l'adulte gaucher et il a tendance à ralentir sa vitesse en fin de tracé.

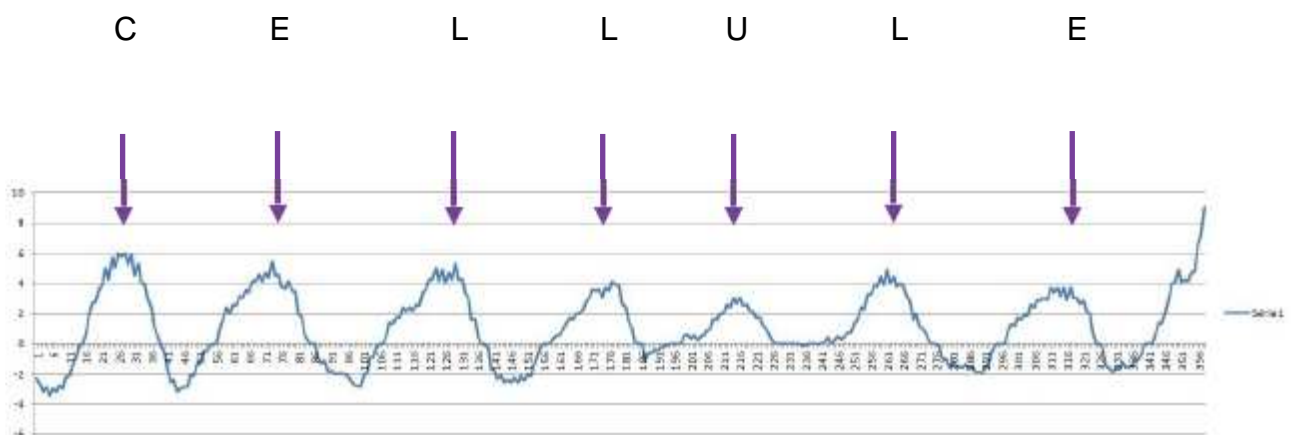


Graphique 7 : vitesse horaire, adulte gaucher inversé



Graphique 7bis : vitesse horaire, enfant gaucher inversé

La vitesse d'écriture révèle donc de grandes différences entre le sujet adulte étudié ici et l'enfant. Pour ce dernier, la vitesse est plus faible, et surtout les fluctuations de vitesse sont beaucoup moins stables au cours du tracé: un pic isolé s'observe tout comme pour le graphique 5bis, à la fin de la cinquième seconde.



Graphique 8 : vitesse écriture adulte gaucher inversé



Graphique 8bis : vitesse écriture, enfant gaucher inversé

C/ Conclusions & critiques du modèle expérimental :

Les résultats obtenus n'ont pas permis de démontrer de différences significatives entre le groupe des gauchers et celui des droitiers. Les deux variables choisies : vitesse et bruit (variation de l'accélération) n'ont pas affiché de résultats significativement interprétables.

Remarque : pour qu'il y ait une différence significative, il faut que les résultats de la dernière colonne du tableau ci-dessous soient inférieurs à 0,05.

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Vitesse	Between Groups	,188	1	,188	,156	,699
	Within Groups	10,082	15	1,206		
	Total	10,280	16			
Bruit	Between Groups	5,608E-03	1	5,608E-03	2,546	,131
	Within Groups	2,305E-02	15	2,203E-03		
	Total	3,865E-02	16			
Vitesse	Between Groups	2,515E-03	1	2,515E-03	,042	,841
	Within Groups	,004	15	6,024E-02		
	Total	,006	16			
Bruit	Between Groups	2,845E-03	1	2,845E-03	1,729	,208
	Within Groups	2,468E-02	15	1,645E-03		
	Total	2,753E-02	16			
Vitesse	Between Groups	5,632E-02	1	5,632E-02	,124	,729
	Within Groups	6,803	15	,454		
	Total	6,859	16			
Bruit	Between Groups	6,731E-02	1	6,731E-02	,604	,448
	Within Groups	1,672	15	,111		
	Total	1,739	16			

Cependant, cette expérimentation malgré un petit échantillonnage a permis de montrer que les sujets gauchers, quelque soit la tâche demandée (bouclage anti-horaire, bouclage horaire ou écriture), effectuent moins de variations d'accélération (bruit) au cours du tracé graphique. De plus, ils s'avèrent plus rapides pour le bouclage horaire et l'écriture, alors que les droitiers le sont pour le bouclage anti-horaire. Cela en accord avec la base théorique (Cf. Modèle de Van Sommers, 1984).

Les limites de cette expérimentation s'expliquent par le fait qu'avant de s'intéresser aux différences liées à la latéralité, on aurait dû s'intéresser en premier lieu aux différences perceptibles de vitesse entre bouclage anti-horaire et bouclage horaire, elle-même différente de la vitesse de l'écriture. Ensuite, il aurait été possible de formuler des caractéristiques en termes de zones de bruit, puis envisager par la suite, une expérience comparant les gauchers et les droitiers.

Les variables choisies au départ sont apparues comme pertinentes. Le bruit moteur permet de donner une idée de la fluidité lors de l'exécution des différentes productions graphiques. Ainsi, cette variable est intéressante que ce soit pour la comparaison entre les sujets gauchers et droitiers. Elle permet de nous indiquer si les gauchers ont plus de difficulté dans le tracé du bouclage anti-horaire, et les droitiers, dans le bouclage horaire. Elle est une donnée non négligeable également lors de la comparaison entre l'adulte et l'enfant gaucher de la présente étude. L'individu adulte gaucher inversé comme modèle, cette variable donne un aperçu des difficultés de régulation des fluctuations d'accélération chez l'enfant gaucher dygraphique. Sachant que la vitesse est une constante demandée tout au long du cursus scolaire, particulièrement à partir du collège.

Aussi pour observer une différence significative, il aurait sans doute fallu l'appliquer à un groupe d'enfants d'âge scolaire, en pré-apprentissage de l'écriture, pour apprécier les effets réels de la latéralité sur les bouclages. Il est vrai, avec l'effet d'apprentissage toutes les différences visibles se retrouvent quasiment « lissées ». Aussi, l'effectif de l'échantillonnage se voudrait plus étendu pour des résultats statistiquement plus significatifs.

Dans ce mémoire, j'ai donc tenté de montrer que du fait de sa spécificité de gaucher, ce dernier pouvait se trouver en difficulté malgré lui, à cause de ses adaptations à la tâche d'écriture. L'expérience avait pour but principal de montrer la possibilité de percevoir des différences dans le bouclage anti-horaire (sens de l'écriture) et le bouclage horaire (sens contraire de l'écriture). De part les contraintes biomécaniques inhérentes aux gauchers, ces derniers étaient attendus comme moins performants pour les tâches de bouclage anti-horaire par rapport au bouclage horaire. Les résultats obtenus n'ont cependant pas pu vérifier cette hypothèse de façon significative.

En effet, les résultats de l'expérience précédente n'ont pu mettre en évidence, ni valider, qu'il existe une différence significative entre gauchers et droitiers dans le tracé. En considérant les adaptations biomécaniques des gauchers et de la théorie de Van Sommers (1984) sur les directions préférentielles, les contraintes relatives au bouclage anti-horaire chez les gauchers ne sont pas visibles. Inversement, on ne repère pas de difficultés dans le tracé en sens horaire pour les droitiers.

De plus, lors de la deuxième partie de l'expérience, en prenant pour référence un adulte gaucher inversé, que l'on dit « expert », on a pu déterminer des tracés conformes et attendus pour les tâches demandées. En les comparant avec ces tracés avec ceux d'un enfant gaucher inversé dysgraphique, les différences observables pourraient montrer certaines caractéristiques de la dysgraphie. Aussi, les deux variables employées permettent de mesurer d'une part la fluidité de l'écriture (bruit moteur), et d'une autre part, la vitesse. Cette dernière représente un critère incontournable de réussite dans le cursus scolaire. De même, plus on avance dans la scolarité, plus la vitesse est une donnée importante. Ainsi, en considérant que cet enfant gaucher inversé à 12 ans est censé avoir une posture plus ou moins similaire à celle de l'âge adulte, on peut en déduire que les différences observées lors de cette étude, sont révélatrices de la dysgraphie.

Par ailleurs, contrairement aux résultats attendus et bien que cela ne soit pas significatif, il a été repéré une meilleure adaptation, une meilleure fluidité et parfois une meilleure rapidité du mouvement des gauchers comparé à celui des droitiers. Cependant, cette expérience ne peut prétendre qu'à une place de préalable à des études supplémentaires et plus approfondies qui pourraient aboutir à des résultats significatifs allant dans le sens de l'hypothèse, et permettre l'accès à un certain nombre de données cinématiques sur la dysgraphie.

Dans tous les cas, il paraît évident, malgré les résultats non significatifs de l'expérience, en se basant sur les observations cliniques de cette dernière et sur les apports théoriques spécifiques des gauchers, de mettre en place une prise en charge adaptée pour un enfant dysgraphique gaucher. Les enfants gauchers, au cours de l'apprentissage, mettent seuls en place des mécanismes et stratégies leurs permettant d'acquiescer la fonction d'écriture. Le travail du psychomotricien auprès d'enfant dysgraphique, et plus particulièrement gaucher, est de l'aider à induire et stimuler ces adaptations qui



normalement s'organisent d'elles même lors l'apprentissage de l'écriture et même avant celle-ci, avec les pré-requis graphiques.

#### **IV - Etude de cas : Cyprien, [REDACTED], dysgraphique:**

Lors de mon stage en CMP, la rencontre avec un enfant gaucher particulièrement en difficulté sur le plan de l'écriture m'a amenée à me poser beaucoup de questions quant à la spécificité éventuelle d'une prise en charge: *peut-on le rééduquer comme un enfant dysgraphique droitier?* Mais surtout: *quels sont les outils que nous pouvons lui apporter en tant que professionnel de réadaptation?*

On dit souvent qu'il est essentiel d'appréhender l'enfant dans sa globalité pour élaborer un projet thérapeutique adéquat : *pourquoi ne prendrions-nous pas en compte la latéralité ces enfants lors de la rééducation en Graphomotricité? Les éléments de prise en charge pour un enfant droitier sont-ils adaptables à la rééducation d'un enfant gaucher, et vice et versa?*

Dans cette partie, je vais présenter cet enfant gaucher et dysgraphique qui a lui aussi été soumis à l'expérience et à qui j'ai proposé une prise en charge se voulant adaptée à sa spécificité de scripteur gaucher, tout en essayant de lui apporter les outils nécessaires pour qu'il puisse écrire avec plus d'aisance.

##### Présentation de l'enfant

Cyprien est âgé de [REDACTED]. Il est actuellement en classe de 5ème et n'a jamais redoublé. Il est suivi à la consultation au CMP [REDACTED] pour un trouble de l'attention avec impulsivité et une dysgraphie sévère. En milieu scolaire, il présente de grandes difficultés à l'écrit ainsi que pour la gestion de son cartable et de son agenda (ne prend pas ses cahiers, ne note pas les exercices à faire...). Ceci empêche la réalisation adéquate des devoirs à la maison.

À l'école, Cyprien est un garçon plutôt solitaire, à l'écart de ses camarades de classe et souvent sujet à des moqueries, en lien avec sa dysgraphie. Ce dernier vit mal cette « marginalisation », qu'il subit. On note qu'il change de collège lors du passage en 5e, ce qui lui fut profitable. En effet, depuis, il bénéficie d'aménagements tels que la permission de photocopier les cours, et les livres sont doublés afin d'éviter le transport, les oublis et

les pertes. Néanmoins, on note que Cyprien compense à l'oral ses difficultés. En effet, il intervient de façon adaptée et pertinente à l'oral, lorsqu'il est interrogé ou parle de manière spontanée. Depuis la rentrée de [REDACTED], les professeurs notent un bon début de trimestre, avec moins d'oublis. En effet, Cyprien est moins sujet aux punitions. Dans un travail de groupe, il interagit avec ses pairs de façon adaptée et peut même écrire un court instant. De manière générale, Cyprien a gagné en autonomie: il note ses devoirs et la qualité de son écriture s'est améliorée. Certains professeurs affirment même qu' « il serait dans l'excellence, s'il arrivait à passer à l'écrit ». Ce dernier fait de nombreux efforts pour pouvoir suivre et écrire en cours, même si le temps à l'écrit reste encore très inférieur par rapport à ses camarades. À noter également que lors des évaluations, il fait l'effort d'écrire tout le long, malgré un rendu assez aléatoire.

### Bilans & Suivi au CMP :

Cyprien est suivi une fois par semaine [REDACTED]. Il vient seul à ses prises en charge, qu'il a très bien investit par ailleurs. En particulier la psychomotricité où il se montre très participant et volontaire, est à l'écoute de toutes les remarques et conseils qu'on peut lui faire, et acteur de sa propre rééducation.

[REDACTED], lors du précédent bilan, le Lincoln-Ozeretsky révéla des difficultés dans le facteur vitesse poignet-doigt (42,5%), une main droite plus performante que la gauche au facteur motricité manuelle (87,5% Main droite contre 62,5 % pour la gauche).

Dernièrement, afin d'évaluer son niveau en termes de motricité manuelle et d'écriture, la passation des items de dextérité manuelle du M-ABC (tranche d'âge: 12 ans) et le BHK ADO lui sont proposés.

Les résultats obtenus au Mouvement-ABC « dextérité manuelle » le situe au dessus du 15ème centile :

- Dextérité manuelle 1 « retourner les cheville le plus rapidement possible »: Cyprien se montre un peu lent dans l'exécution et les performances sont quasi similaires entre les deux mains 25 secondes pour la main gauche et 30 secondes pour la droite. On note cependant cliniquement plus de difficultés avec la main droite: il fait de grands mouvement de bras, le coude, en l'air s'accompagne d'une moins bonne précision. Le

haut du corps est hypertonique rendant le mouvement beaucoup moins fluide et plus coûteux.

- Dextérité manuelle 2 « découper l'éléphant »: Cyprien utilise sa main gauche et se sert d'une paire de ciseaux pour droitier (refuse les ciseaux pour gaucher et affirme ne pas avoir l'habitude de s'en servir). La découpe est réalisée en 6 minutes et aucun dépassement n'est observable. On remarque là encore que le haut du corps est hypertendu.
- Dextérité manuelle 3 « tracé de la fleur »: Cyprien le réalise sans dépassement. On repère cependant une forte pression exercée sur le stylo. De plus, Cyprien fait de nombreuses pauses pour ne pas échouer.

D'après les résultats obtenus au M-abc, Cyprien ne semble pas présenter de difficultés en termes de dextérité manuelle.

Résultats obtenus au BHK-Ado :

Cyprien est très ambivalent quant à la tenue de l'outil scripteur. Sa prise est quadripodique, le pouce passe au dessus de l'index et du majeur verrouillant ainsi leur mobilité, et rendant le geste plus crispé. Lors de la passation du test, il change de position à la 6ème ligne, adoptant ainsi une prise tripodique qu'il maintiendra peu de temps avant de revenir à la prise initiale. Il réessayera cette démarche un peu plus loin mais changera immédiatement.

Concernant la posture et le positionnement de la feuille, on retrouve ici une grande variation au cours de l'épreuve : au départ, Cyprien adopte une prise inversée, c'est-à-dire la main au-dessus de la ligne d'écriture avec la feuille face à lui mais légèrement inclinée vers la droite. A la 7ème ligne, juste après le changement de la tenue du crayon, il va inverser l'inclinaison de la feuille pour adopter une orientation similaire à celle des droitiers c'est-à-dire inclinée vers la gauche mais en maintenant la posture inversée.

Positionnement de feuille qu'il changera lors du passage à la ligne du dessous. La main droite, quant à elle tient tout le long de l'épreuve la feuille.

Le score total au BHK-Ado est de 21 points, soit -1,3 DS (Déviation Standard). Plusieurs critères sont dégradés :

- variation de la hauteur des lettres troncs
- stabilité des mots

- stabilité des « t »

La fréquence d'inscription est de 207 mots pour cinq minutes, soit -2,44 DS. Ces résultats sont en faveur du dysgraphie, du fait d'une lenteur sévère.

Il effectue de fréquents retours au modèle, quelques ratures sont à remarquer, on repère une faute d'orthographe. On remarque également que se met en place un début de personnalisation de l'écriture. Les lignes quant à elles sont relativement planes.

### Déroulement général des séances :

Cyprien est suivi depuis quatre ans à la consultation. Sa prise en charge est axée aujourd'hui principalement sur l'écriture. A noter que d'autres domaines (attention notamment) sont toujours d'actualité mais dans le cadre de cet écrit, nous nous focaliseront essentiellement sur les exercices relatifs au domaine de l'écriture. Avant de commencer la prise en charge, j'ai demandé à Cyprien s'il était prêt à travailler avec moi pour trouver des solutions à ses difficultés. Très investit et désireux de trouver des solutions, il m'a dit oui sans hésiter.

Le travail a donc débuté par un réajustement de la prise du crayon. Ne sachant pas comment tenir son outil (variations de prises fréquentes), nous avons réalisé des exercices de graphomotricité (traits verticaux, horizontaux, obliques, courbes et boucles), puis d'écriture avec les deux tenues. Avant une décision finale, il utilisait déjà majoritairement la prise quadripodique, mais il était à mon sens important qu'il se rende compte par lui-même, en premier lieu, quelle tenue était la plus efficace pour lui. Avec cette prise, il lui semblait que d'écrire était moins fatigant et engendrait moins de douleur. Surtout, il se sentait capable d'écrire plus longtemps. Il adopte donc une prise quadripodique, avec le pouce qui passe au dessus de l'index et du majeur. L'index est en hyperextension et la position du pouce gêne à la mobilité des doigts lors de l'écriture, et lors d'un effort prolongé d'écriture, sa main se crispe, provoquant des douleurs dans les doigts et le poignet.

J'ai ensuite questionné Cyprien quant à la posture la plus efficace à adopter: inversée ou non-inversée, ainsi que le positionnement de la feuille. Spontanément, il positionne sa main au dessus de la ligne et la feuille est inclinée vers la gauche. Depuis, lors de travaux d'écriture, nous essayons d'adopter cette posture.

Après avoir recueilli ces informations, je me suis questionnée quant aux exercices à proposer lors des prises en charge: quels moyens, quels outils pouvons-nous lui apporter pour améliorer son geste d'écriture et son aisance, en séance comme en milieu scolaire? Le but était de le faire travailler sur la prise du crayon et la posture, et ce, sans la contrainte de l'écriture. Cette dernière serait intégrée au fur et à mesure. La prise en charge de l'écriture a donc été scindée en 3 parties distinctes:

La première partie consiste, à chaque début de séance, en des exercices de déliement digital afin de travailler la mobilité des doigts et qu'ils soient moins hypertendus. Cette partie de la prise en charge va servir à faire travailler le mouvement digital de manière isolé, pour ensuite arriver à un mouvement plus coordonné des doigts.

Il paraissait important de travailler sur le mouvement digital afin que Cyprien affine sa prise de l'outil scripteur et harmonise le mouvement de ces derniers lors de la tâche d'écriture.

En se reportant sur les mouvements du système effecteur lors de l'écriture chez les sujets gauchers inversés, des exercices adaptés sont proposés. Ils vont de se baser sur :

- des exercices de déliement digital, pour dissocier la mobilité des chacun des doigts et décriper le mouvement. Il est à noter que ces exercices peuvent également être réalisés avec un enfant droitier.
- des exercices de flexion et d'extension des doigts tenant l'outil scripteur. L'intérêt est de perfectionner la précision des mouvements nécessaires à la formation des lettres.
- des exercices d'adductions-abductions du poignet car cette mobilisation est observée chez les scripteurs inversés et il est donc impératif de s'y attarder pour gagner en souplesse et rapidité.

#### **. Exercices de déliement digital :**

Les marches : index-majeur, le lapin, dromadaire...

Evolutions possibles : ajout d'obstacles à franchir, parcours plus ou moins sinueux dessinés sur une feuille...

Le pianotage : la main est posée sur la table, les doigts sont numérotés de 1 à 5 en partant du pouce. Des séquences sont données afin de mobiliser les doigts énumérés.

Evolutions possibles : alterner l'ordre, faire des séquences plus longues (attention), exécution de séquences rapides.

Exercices impliquant l'outil scripteur : Sur le même principe de la tâche d'opposition des doigts, on ajoute seulement un crayon entre le pouce et les autres doigts. Le but de cet exercice est d'alterner l'opposition sans faire tomber le crayon.

Evolution possible : exécution des oppositions pouce-doigts dans le désordre.

Exercices faisant travailler les extrémités des doigts : effectués avec des objets ronds plus ou moins gros et rigides:

-balles de ping-pong : la main au dessus de la table forme une « cage » autour de la balle, la paume est face à celle-ci. Sans bouger la main ouvrir pour libérer la balle et la rattraper au rebond.

Evolutions possibles : varier le nombre de rebond, la hauteur du lâché.

-pâte à modeler : faire des petites billes en manipulant uniquement la pâte avec les doigts mobilisés lors de l'écriture, sans trop appuyer pour ne pas déformer ces dernières.

-perles : sollicite la mobilisation des doigts tenant le crayon et la stabilisation des doigts ulnaires (annulaires et auriculaires). Prendre un petit nombre de perles dans sa main. Sans les faire tomber, avec le pouce, en sélectionner une et la faire rouler le long de l'index et du majeur. Une fois celle-ci se trouvant à la pulpe des doigts (index, majeur et pouce), l'insérer dans une bouteille.

Evolutions possibles : varier la taille des perles, d'abord grosses puis de plus en plus petites. Utiliser les billes de pâte à modeler pour reproduire cet exercice, cela oblige l'enfant à avoir un comportement moins crispé de sa main pour ne pas les aplatir

### **. Exercices de flexion et d'extension des doigts**

Ces exercices sont proposés avec des crayons ou des outils s'y apparentant

Exercices de la scie : maintenir l'outil comme en posture d'écriture et effectuer des mouvements de flexion et d'extension des doigts.

Evolutions possibles : varier l'outil de manipulation (gros crayon, baguette, stylo,...), faire avancer l'outil après chaque extension, inclure une rotation de l'outil entre l'extension et la flexion.

## . Exercices d'adduction et d'abduction du poignet

Exercices de pointage : placer une feuille à l'horizontale, séparé en deux par une ligne verticale, devant l'enfant légèrement décalée à gauche. Le but : sans bouger son avant-bras (posé sur la table) mais uniquement le poignet, effectuer une tâche de pointage de part et d'autre de la ligne

Evolutions possibles : variation de l'amplitude du mouvement, de la vitesse

Exercices de distribution : l'avant-bras ne doit pas bouger. Distribuer un tas de carte. Dans le même principe, faire des exercices de transvasement d'objets d'un récipient vers un autre.

Exercice de rotation : La main est placée au dessus d'une feuille, le bras n'est pas en contact avec la table. Effectuer seulement au moyen de la rotation du poignet des cercles sur la feuille.

Ces exercices mobilisent d'un point de vue fonctionnel la main et les doigts afin de mieux la préparer au passage à l'écriture. L'intérêt de cette partie a été, au travers d'exercices ludiques, de faire travailler la main scriptrice pour obtenir un mouvement plus souple, plus coordonné entre les doigts et une prise du crayon permettant une plus grande mobilité digitale.

La deuxième partie de cette prise en charge, réside dans l'exécution de divers exercices graphomoteurs, reprenant les pré-requis graphiques notamment ceux vus lors de l'expérience. L'utilité ici est de faire travailler Cyprien, encore une fois sans l'utilisation de l'écriture, les éléments de base graphique nécessaires à cette dernière. Tout en s'apparentant aux gestes d'écrire avec une translation de la gauche vers la droite, on reprend les différents éléments : traits, traits orientés, courbes, boucles sens anti-horaire (formation des « e ») et sens horaire, ponts à « l'endroit » (formation des « m » et « n »), ponts à « l'envers » (formation des « u »). Il est important de préciser que lors de cette partie, Cyprien s'exerce avec des tâches graphomotrices à la posture et la tenue du crayon qu'il va adopter lors du passage à l'écriture.

La troisième partie de la prise en charge est réservée à des exercices d'écriture. Au fil des séances, Cyprien va expérimenter la posture choisie. Sur ce temps, il doit veiller à : la bonne tenue du crayon, la posture et au positionnement de la feuille, avec en prime les contraintes de l'écriture, c'est-à-dire la formation des lettres, les liens entre elles, la variation des hauteurs... Au départ, on accentue son attention sur la qualité du mouvement. Une fois les habitudes plus automatisées, son attention va se porter sur la quantité, en augmentant le rythme d'écriture et la vitesse, avec des exercices de copie et d'expression libre.

Cyprien a, dès le départ, manifesté un grand intérêt pour la prise en charge et les exercices proposés. L'aspect ludique de certains l'a amené à retrouver le même matériel pour reproduire les exercices seul à la maison, et même à m'en proposer des nouveaux de sa propre initiative. Cet engouement mais surtout le fait qu'il soit acteur de sa prise en charge a participé à l'amélioration nette de ses capacités dans le domaine de l'écriture. Procéder par étape, scinder en différentes parties et augmenter les contraintes et la difficultés de façon graduelle, ont permis de ne pas bloquer Cyprien et de le mettre systématiquement en situation d'échec.

Aussi, dans ce projet de rééducation de l'écriture adaptée au gaucher, il a été intéressant de repartir de la base. Réfléchir sur la posture la plus adaptée pour Cyprien, travailler la mobilité et le déliement des doigts, pour ensuite envisager une tâche impliquant des mouvements et une mobilisation de la main et des doigts similaire à l'écriture, et, enfin terminer par la mise en pratique dans des situations d'écriture. Cela, en tenant compte de toutes ces contraintes que ce soit pour le geste en lui même, mais également sur les caractéristiques de l'écriture en termes de formation de lettres (variation des hauteurs des lettres, différence entre les lettres troncs et non-tronc, liaison entre les lettres, espacement des mots...).

Ecarter l'activité d'écriture pendant un temps lors de la rééducation a permis à Cyprien de se familiariser et d'expérimenter les adaptations trouvées pour cette dernière.

Un re-test avec le BHK-Ado a été effectué :

On retrouve que le score qualité a sensiblement évolué: il est de 19 soit une DS de - 0,98 DS (au lieu de - 1,3 DS au test préalable). L'amélioration se retrouve également dans la



fréquence d'inscription. En effet, il a réussi à augmenter le nombre de lettres écrites soit 251 lettres en 5 minutes soit - 2 DS (au lieu de - 2,44 DS). De plus, suite à un entretien avec le médecin du CMP, les parents de Cyprien ont reporté une amélioration significative à l'école : les temps de rédaction s'allongent et il essaye d'écrire à tous les cours. La vitesse de l'écriture reste inférieure à celle de ses camarades, ce qui le pénalise encore dans la rédaction des devoirs sur table. Cependant Cyprien se montre motivé et met en pratique ce qui lui a été donné au cours de la prise en charge. Le travail continue...

En conclusion, on ne peut pas affirmer que les exercices proposés, spécifiques à la posture adoptée par Cyprien, ont seuls permis cette amélioration. Cependant on peut les mettre en lien avec le perfectionnement et la mise en place d'adaptations nécessaires afin que Cyprien puisse acquérir plus d'aisance lors de l'écriture, et qu'il puisse s'y appuyer d'avantage en classe.

## ***DISCUSSION :***

---

La réalisation de ce mémoire m'a confronté à quelques difficultés d'un point de vue théorique. Il existe peu d'écrits concernant le sujet gaucher, sa latéralité et leurs spécificités, notamment dans le domaine de l'écriture. En effet, les articles traitant de l'écriture font généralement cas des droitiers au détriment des gauchers. De plus, les éléments qui concernent les gauchers ne sont qu'hypothétiques et appuient sur la différence avec le droitier. Quelques auteurs se sont cependant penchés sur le sujet comme Van Sommers, Meulenbroeck ou encore Thomassen.

Concernant, l'expérience faite dans le cadre de ma partie pratique, on retrouve quelques limites qui sont à préciser:

- L'échantillon utilisé était trop petit, il aurait fallu mesurer les effets sur un plus grand nombre de personnes.
- Les conditions de passation n'ont pas été reproductibles à chaque mesure. En effet, pour certaines, il y avait monde gravitant autour, limitant la concentration sur la tâche en cours. D'autres fois, les sujets ont modifié la posture au cours de l'expérimentation.
- 
- Un intérêt préalable concernant les différences significatives entre bouclages horaire et anti-horaire toute latéralité confondue, aurait été judicieux en amont de cette expérience.
- Afin de mesurer au plus près les effets de la tendance latérale sur les productions graphiques, il aurait été intéressant de mener cette expérience auprès de jeunes enfants d'âge pré-scolaire, ne sachant pas encore écrire ou alors au début de l'apprentissage. Et ce, afin ne pas avoir l'effet de l'apprentissage de l'écriture, réduisant ces différences entre gauchers et droitiers par des adaptations, si différence il y a.
- Avec un plus grand échantillon de sujet gauchers, il aurait été intéressant de comparer également les droitiers avec les gauchers en position inversée mais aussi avec les gauchers en position inversée. Cette distinction aurait permis de comparer les deux postures prédominantes chez les sujets gauchers. En s'appuyant sur des résultats significatifs dans les productions de formes graphiques, on peut déterminer si l'une des

deux postures est plus efficace que l'autre, et si la position inversée du gaucher s'apparente à celle du droitier dans la composition du geste d'écrire et des directions préférentielles.

Cependant, les variables choisies : la vitesse et le bruit moteur, étaient pertinentes pour l'analyse, et des différences ont été pointées entre les gauchers et droitiers. Ces dernières ne sont malheureusement pas suffisamment significatives pour définir réellement des différences gauchers/droitiers. Cette étude demeure néanmoins un travail préalable qu'il peut être intéressant de reprendre pour des analyses plus approfondies et plus inscrites sur la durée, afin de dégager des éléments plus pertinents quant aux capacités scriptrices de la population gauchère par rapport à la population droitère.

Relatif à l'étude de cas, on pourrait également mettre en place un recueil d'exercices pensé et réfléchi pour les enfants gauchers, afin des les accompagner à trouver un bon ajustement postural.

En effet, lorsqu'ils se trouvent en difficulté concernant la prise du crayon par exemple, il faut les laisser explorer et expérimenter toutes celles qui lui permettent d'écrire à un rythme convenable sans trop le crisper ni lui créer de douleur. Des exercices plus spécifiques à leur déliement digital, mobilisation devraient être étudiés, car en effet, les mouvements d'écriture, n'impliquent pas les mêmes mobilisations de muscles entre les droitiers, les gauchers inversée et non inversées.

# CONCLUSION

---

Ce mémoire s'est voulu être une réflexion autour du sujet gaucher. La partie pratique théorique a été réalisée dans le but d'apporter des connaissances spécifiques relatives à l'individu gaucher. On sait désormais que la préférence manuelle gauche est sous l'influence de facteurs génétiques. En effet nous avons constaté qu'il y a un lien familial à la latéralité gauche. Des familles ayant en leur sein des individus gauchers ont beaucoup plus de probabilité d'avoir des descendants gauchers. Or, il a été montré également que c'était particulièrement le degré de latéralité qui était transmis par la famille. Les facteurs environnementaux comme les influences prénatales, postnatales et le rôle de l'imitation contribuent également à ce déterminisme.

Néanmoins qu'elle se fasse à gauche ou à droite, la latéralité se développe de la même manière. Le cerveau du gaucher n'est pas le miroir de celui du droitier, et les fonctions cognitives sont latéralisées de la même façon que les gauchers. Seules les fonctions motrices sont inversées. Chez le gaucher, le contrôle moteur est sous l'influence de l'hémisphère droit contrairement au droitier qui est à gauche. De plus, la seule différence observable est qu'au niveau cérébral, les fonctions sont plus diffuses dans les deux hémisphères chez les gauchers, ce qui peut entraîner des difficultés de localisation topographique.

Dans le domaine, de l'écriture : différentes études ont apporté que les postures adoptées par les individus gauchers, et plus particulièrement les positions inversées et non-inversées, sont des adaptations biomécaniques aux contraintes que leur imposent l'écriture latine, soit le sens de l'écriture de la gauche vers la droite, en faisant d'elle une activité plus adaptée pour les droitiers.

De façon plus précise, dans les activités graphomotrices, des chercheurs se sont penchés sur les directions préférentielles, les orientations des productions graphiques... On retrouve que celles des gauchers sont différentes de celles des droitiers et vont souvent dans le sens contraire de celui de l'écriture. Cependant avec l'effet d'apprentissage, ces orientations préférentielles tendent à disparaître. Les gauchers ont donc de grandes capacités d'adaptation leur permettant de compenser les contraintes mécaniques pour réaliser le geste graphique complexe : L' ECRITURE.

Ce mémoire avance donc qu'être gaucher n'est pas une « tare », et peut même présenter de réels avantages dans la vie quotidienne. Cependant, lorsqu'en thérapie psychomotrice, le praticien est amené à prendre en charge un enfant gaucher, il doit prendre en compte sa spécificité, lors de la rééducation de l'écriture particulièrement. Pour ce faire, des études plus approfondies concernant cette population sont nécessaires à la compréhension et à l'adaptation de l'environnement soignant. Population qui, ne l'oublions pas, représente pas moins de 13, 6% de la population française.

# **BIBLIOGRAPHIE**

---

Albaret, J.-M., Kaiser, M.-L., Soppelsa, R. (2013). *Trouble de l'écriture chez l'enfant : des modèles à l'intervention*. Edition De boeck Solal.

Azémar, G. (2003). *L'homme asymétrique : Gauchers et droitiers face à face*. Edition CNRS.

Benoit, C. & Soppelsa R. (1996). Mise en pratique de l'analyse neuropsychologique de l'écriture dans la rééducation. *Evolutions Psychomotrices*, 8, 33, 120-124.

Danna, J (2011). *Dynamique de coordination dans la formation de la trace écrite chez l'adulte et l'enfant*. Thèse de doctorat de l'Université Toulouse III.

Fagard, J. (2004). *Droitiers/Gauchers : Des asymétries dans tous les sens*. Edition Solal.

Fagard, J. (2001). *Le développement des habiletés de l'enfant : Coordination bimanuelle et latéralité*, 96 , 133-155, 215-227. Edition CNRS.

Galaburda, A. M. (1991). Asymetries of cerebral neuroanatomy. *Ciba Found Symp*, 162, 219-226.

Guiard, Y., Athènes S. (1985), *Main droite et main gauche dans l'écriture : la question de la posture « inversée » chez le scripteur gaucher, dans Maîtrise du geste et pouvoirs de la main chez l'Enfant*. Colloque international, UNICEF, Paris Flammarion, Médecine-Sciences, p. 67-73

Hollerbach J. M. (1981). An oscillation theory of handwriting. *Biological Cybernetics*, 39. p. 139-156.

Haecan, H. (1984). *Les gauchers : Etude neuropsychologique*. Paris : Puf.

Hagemann, N. (2009). The advantage of being left-handed in interactive sports. *Attention, Perception & Psychophysics*. 71(7), p. 1641-1648

McManus, I.C. (2009). The history and geography of human handedness. *Language Lateralization and Psychosis*. ed. Iris E. C. Sommer and René S. Kahn. Published by Cambridge University Press. p. 38-57

Meulenbroek, R. G. J., & Thomassen, A. J. W. M. (1992). Effect of handedness and arm position on stroke-direction preferences in drawing. *Psychological Research*. 54, 194–201.

Pasquier-Grall, M. A. du. (2001). *Les gauchers*. Paris : Le cavalier Bleu.

Sallagoïty, I. (2004). *Dynamique de coordination spontanée de l'écriture*. Thèse de doctorat de l'Université Toulouse III.

Serratrice, G. & Habib, M. (1993). *L'écriture et le cerveau, mécanismes neurophysiologiques*. Edition Masson.

Steele, J. & Simon, M. (1995). New findings on the frequency of left- and right-handedness in medieval Britain.

Van Sommers, P. (1984). *Drawing and Cognition : Descriptive and experimental studies of graphic production processes*, Cambridge : Cambridge University Press. p.1-29

Teulings, H. L., Thomassen, A. J. W. M., & Maarse, F. J. (1989). A description of handwriting in terms of main axes. In *Plamondon, R., Suen, C. Y. & Simner, M. L.(Eds.), Computer Recognition and Human Production of Handwriting* (pp. 193-211). Singapore: World Scientific.

Zesiger, P. (1995). *Ecrire: approche cognitive, neuropsychologique et développementale*. Paris : Puf.

## ***ANNEXES :***

---



# Annexe 1

!

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Vitecriture	Between Groups	6,765	14	,483	9664,786	,008
	Within Groups	5,000E-05	1	5,000E-05		
	Total	6,765	15			
vitephase	Between Groups	55,948	14	3,996	17,285	,187
	Within Groups	,231	1	,231		
	Total	56,179	15			

*Tableau de comparaison entre la vitesse du bouclage en sens anti horaire avec la vitesse de l'écriture et du bouclage en sens horaire*

!

ANOVA

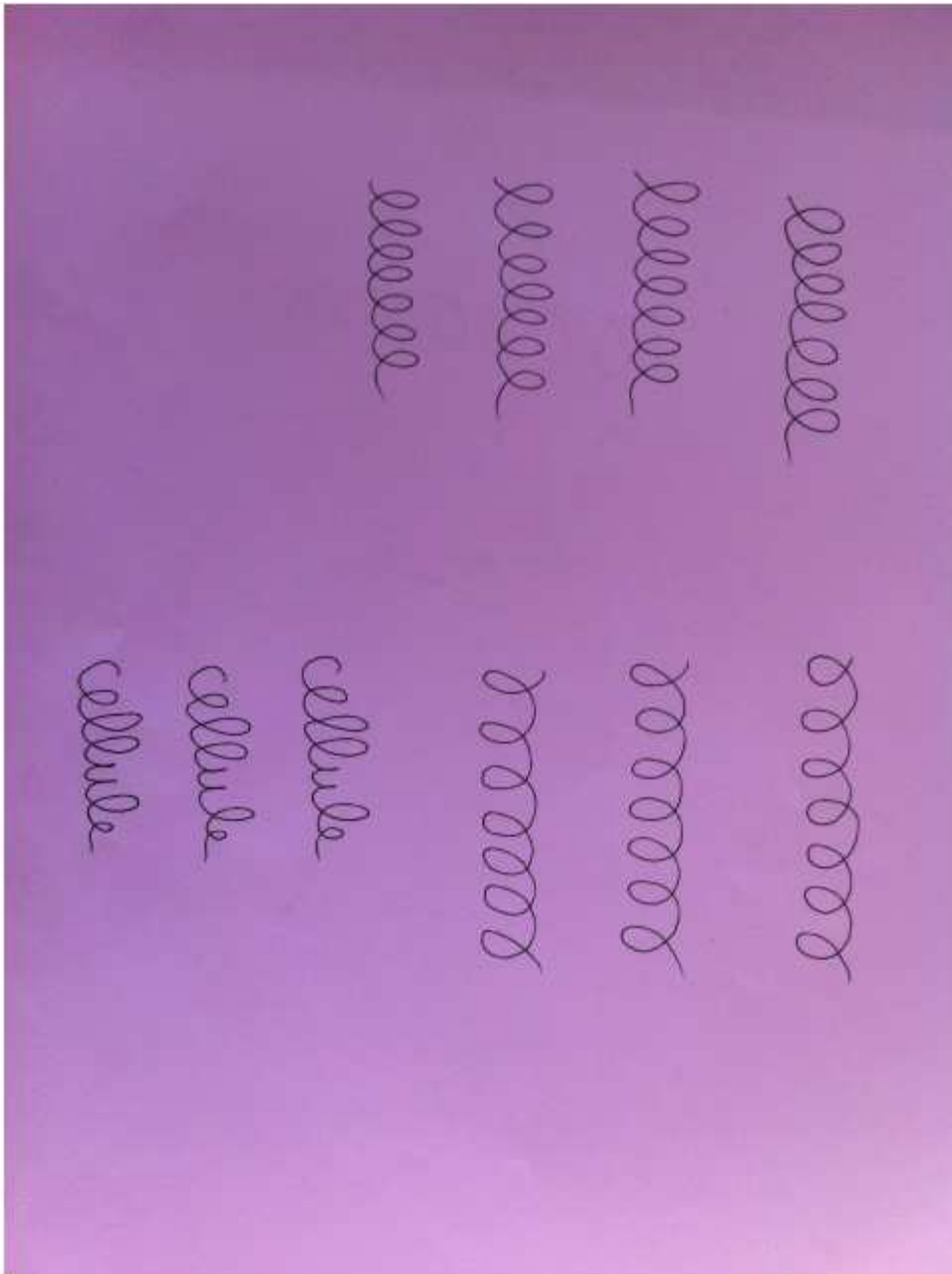
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
bruecriture	Between Groups	,103	15	6,860E-03	,953	,678
	Within Groups	7,200E-03	1	7,200E-03		
	Total	,110	16			
Brphase	Between Groups	15,935	15	1,062	262,305	,048
	Within Groups	4,050E-03	1	4,050E-03		
	Total	15,939	16			

*Tableau de comparaison entre le bruit du bouclage en sens anti horaire avec le bruit moteur de l'écriture et du bouclage en sens horaire*

!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!

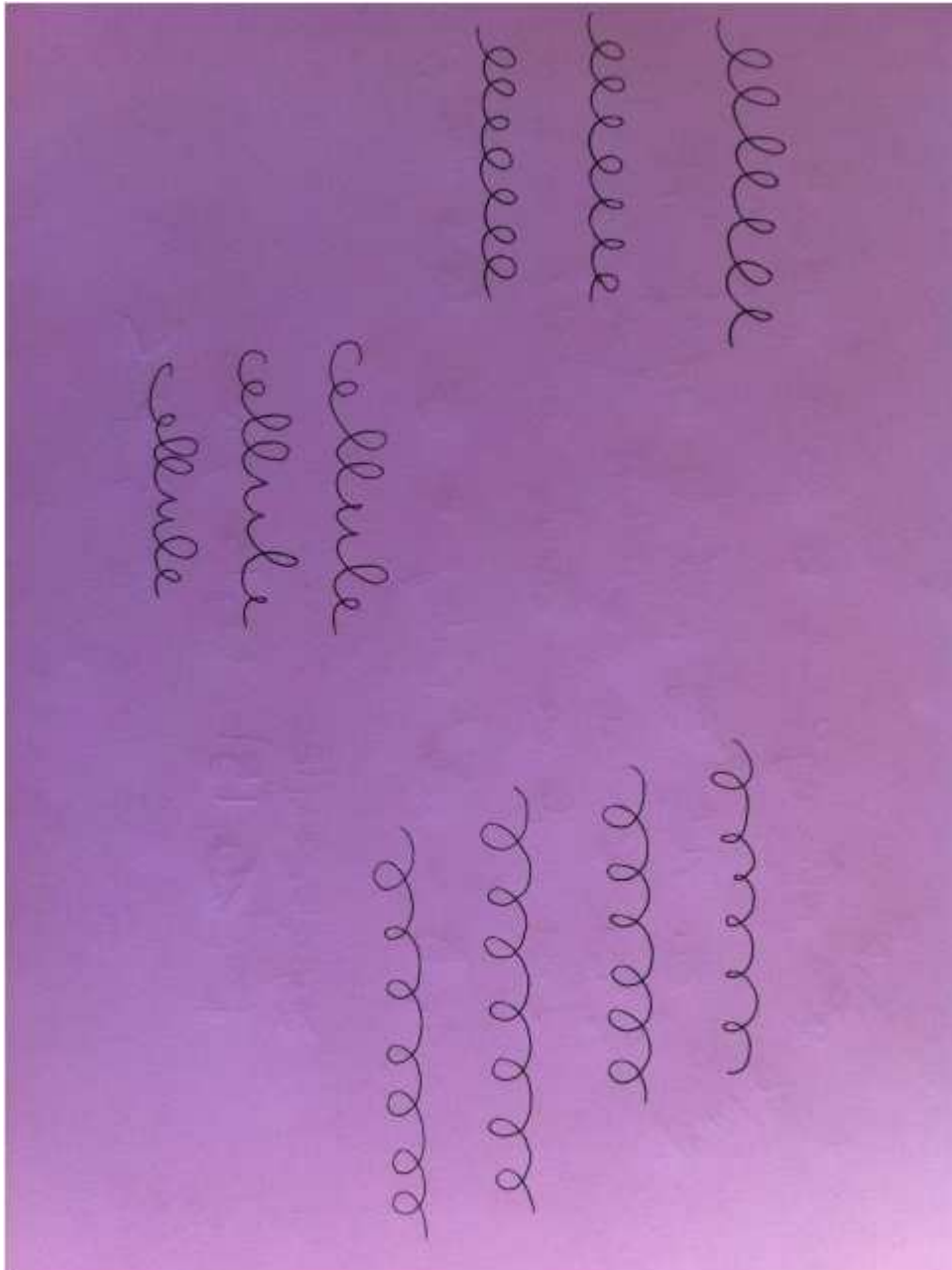
## Annexe 2

Trace écrite, adulte gaucher inversé



# Annexe 3

Trace écriture, enfant gaucher inversé



# Résumé

!

Ce mémoire est une étude relative aux gauchers. Dans une première partie, l'apport théorique révèle que la prise du crayon et la posture des sujets gauchers sont des stratégies d'adaptations mises en jeu au cours de l'écriture. D'un point de vue graphomoteur, les gauchers ont des directions et des orientations préférentielles du tracé parfois en contradiction avec le sens inhérent à l'écriture, pourtant, grâce à l'apprentissage, ces différences sont peu visibles.

Dans une seconde partie, une expérience sur des sujets gauchers et droitiers adultes a été réalisée comme tentative de mesurer l'impact de la latéralité sur le sens de productions graphiques préalables à l'écriture. Enfin une étude de cas sur un enfant gaucher et dysgraphique est présentée comme exemple à la possibilité d'adapter la rééducation psychomotrice de l'écriture en prenant compte des spécificités et contraintes, liées à la latéralité.

Mots clés : Gauchers, Graphomotricité, Ecriture, Adaptations, Spécificités, Dysgraphie

# Abstract

This report is a study about left-handers. In the first part, the theoretical contribution reveals that pencil-taking and posture issues could be submitted to strategies while writing. From the point of view of graphomotricity, lefties have preferential directions in the trace that are often in contradiction with the general writing directions. Yet, thanks to the learning effect of writing, these differences are no more visible.

In a second part, an experiment on left- and right- handed adults was made in an attempt to measure the impact of handedness on the direction of graphic form's production. Finally, a case study on a lefty and dysgraphic child is approached as an exemple to present the possible adaptations that could be made during the psychomotor rehabilitation, according to his specificity as a left-hander.

Keys words : Left-handers, Graphomotricity, Writing, Adaptations, Specificity, Dysgraphia