



**HAL**  
open science

# Les marqueurs de l'apraxie visuo-constructive et/ou visuo-spatiale dans les bilans de première intention chez les patients atteints de la maladie d'Alzheimer

Linkie Expert-Calas

► **To cite this version:**

Linkie Expert-Calas. Les marqueurs de l'apraxie visuo-constructive et/ou visuo-spatiale dans les bilans de première intention chez les patients atteints de la maladie d'Alzheimer. Médecine humaine et pathologie. 2018. dumas-01827543

**HAL Id: dumas-01827543**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01827543>**

Submitted on 2 Jul 2018

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

MÉMOIRE DE RECHERCHE présenté pour l'obtention du  
**CERTIFICAT DE CAPACITE D'ORTHOPHONISTE  
ET DU GRADE DE MASTER 2 D'ORTHOPHONIE**

Présenté et soutenu le 21 juin 2018 par

**EXPERT CALAS Linkie**

**Née le 17 Juillet 1977**

**LES MARQUEURS DE L'APRAXIE  
VISUO-CONSTRUCTIVE ET/OU VISUO-SPATIALE  
DANS LES BILANS DE PREMIERE INTENTION  
CHEZ LES PATIENTS ATTEINTS DE LA  
MALADIE D'ALZHEIMER**

Directeur de Mémoire : **BARRES Philippe,**  
neurologue

Co-directrice de Mémoire : **GROS Auriane,**  
orthophoniste / ingénieure de recherche / docteure  
en neurosciences

Nice

**2018**

---

Université de Nice Sophia Antipolis - Faculté de Médecine  
Département d'Orthophonie

MÉMOIRE DE RECHERCHE présenté pour l'obtention du  
**CERTIFICAT DE CAPACITE D'ORTHOPHONISTE**  
**ET DU GRADE DE MASTER 2 D'ORTHOPHONIE**

Présenté et soutenu le 21 juin 2018 par  
**EXPERT CALAS Linkie**

Née le 17 Juillet 1977

**LES MARQUEURS DE L'APRAXIE**  
**VISUO-CONSTRUCTIVE ET/OU VISUO-SPATIALE**  
**DANS LES BILANS DE PREMIERE INTENTION**  
**CHEZ LES PATIENTS ATTEINTS DE LA**  
**MALADIE D'ALZHEIMER**

Directeur de Mémoire : **BARRES Philippe**, neurologue

Co-directrice de Mémoire : **GROS Auriane**,  
orthophoniste / ingénieure de recherche / docteure  
en neurosciences

Nice

2018



## REMERCIEMENTS

---

*Au Docteur Barres*

Merci pour vos conseils et de m'avoir laissée mener mon étude à ma guise. Mon modeste historique n'est certes pas à la hauteur de l'un des vôtres, néanmoins j'espère que mon petit hommage à Luria vous aura fait plaisir.

*A Mme Gros*

Merci pour votre écoute attentive et tous vos conseils avisés tant pour le « 180 secondes » que pour le « e-poster » et surtout pour la rédaction de ce mémoire. Vous avez été mon fil d'A(u)riane dans le labyrinthe de la recherche scientifique !

*A Mme T.C.*

Merci pour votre gentillesse, votre bonne humeur et votre élégante conversation.

*Au Docteur Roux*

Merci de m'avoir orientée vers les patients dont le profil correspondait à mes recherches.

*A Mme Gatineau*

Merci pour ton aide précieuse et surtout ne perds rien de tes talents de conciliatrice !

*A Mme S.M.*

Merci pour la joie que nous avons ressentie lorsque nous avons retrouvé vos perles.

*A M. Font*

J'aspire à devenir une bonne orthophoniste. Si j'atteignais un jour cet idéal, cela serait en grande partie grâce à vous : vous êtes mon mentor et j'espère que vous continuerez à me transmettre vos connaissances pendant encore de longues années. Merci.

*A Damien*

Je touche enfin mon rêve du bout des doigts : sans ton indéfectible soutien, rien de tout cela n'aurait été possible. Toi et les quatre morceaux de mon cœur êtes la lumière sur mon chemin, ma flamme de vie, mon mana.

# SOMMAIRE

---

Remerciements .....	3
Sommaire.....	4
Introduction .....	5
<b><u>CHAPITRE I : Apraxie visuo-constructive et/ou visuo-spatiale</u></b>	
A - De l'apraxie constructive à l'apraxie de construction .....	6
1. Un déficit visuel et moteur : l'apraxie constructive .....	6
2. Un déficit spatial : apraxie visuo-constructive et/ou visuo-spatiale.....	7
3. Un déficit visuo-spatial : l'apraxie de construction .....	7
B - Localisations anatomo-cliniques .....	8
1. Localisations latérales .....	8
2. Localisations bilatérales .....	9
3. Localisations chez les patients souffrant de la Maladie d'Alzheimer .....	10
C - Le modèle de traitement de l'apraxie constructive de Roncato et al. ....	11
D - Les marqueurs de l'apraxie visuo-constructive chez les patients Alzheimer.....	11
<b><u>CHAPITRE II : L'écriture</u></b>	
A - Comparaison des aires activées lors du dessin et de l'écriture.....	13
B - Le modèle cognitif <i>Oral and Written Spelling Impairments</i> de Margolin et Goodman-Schulman .....	15
C - Les marqueurs graphiques de la Maladie d'Alzheimer .....	16
D - L'agraphie apraxique.....	17
<b><u>CHAPITRE III : Etude de deux cas cliniques</u></b>	
A - Objectifs .....	19
1. Hypothèse de recherche .....	19
2. Objectifs principal et secondaire .....	19
B - Méthodologie.....	19
1. Population et critères de sélection .....	19
2. Matériel .....	20
3. Paradigme.....	20
C - Recueil des données.....	21
D - Description des cas cliniques .....	21
1. T.C.....	21
2. S.M. ....	22
E - Analyse qualitative des données .....	23
1. T.C.....	24
2. S.M. ....	25
F - Discussion .....	27
Conclusion.....	32
Bibliographie .....	33
Annexes .....	39

## INTRODUCTION

---

Dans cette étude, nous nous intéressons aux conséquences que l'apraxie visuo-constructive et/ou spatiale peut avoir sur l'acte d'écrire.

Notre hypothèse est qu'il est possible de repérer l'apraxie visuo-constructive grâce à des marqueurs graphiques spécifiques de ce trouble dès les bilans de première intention, sans passer par des tests de dessin.

Dans une première partie, théorique, nous nous efforcerons de caractériser notre propos à l'aide d'études et de recherches déjà conduites.

En premier lieu, nous décrirons l'apraxie visuo-constructive et/ou visuo-spatiale au moyen des différentes tentatives de définitions dont elle a fait l'objet et sa localisation anatomo-clinique mais également au travers du seul modèle théorique tentant d'expliquer ses processus cognitifs. En outre, nous recenserons les marqueurs de cette pathologie chez les patients atteints de la maladie d'Alzheimer.

Secondement, nous évoquerons le concept d'écriture. Tout d'abord, nous comparerons les bases neurales impliquées dans les actions de dessiner et d'écrire et nous définirons l'acte d'écriture en évoquant l'un des nombreux modèles théoriques qui cherche à en expliquer les procédures cognitives. Ensuite, nous détaillerons les marqueurs graphiques spécifiques de la maladie d'Alzheimer. Enfin, nous définirons ce qu'est l'agraphie apraxique.

Dans une seconde partie, nous présenterons notre recherche. Nous exposerons tout d'abord nos objectifs et notre méthodologie : population, paradigme et recueil de nos données seront ainsi détaillés. Nous décrirons ensuite nos cas cliniques et nous présenterons l'analyse des résultats. Enfin, nous proposerons une interprétation des faits observés en lien avec notre sujet d'étude ainsi que les limites afférentes et les perspectives éventuellement envisageables.

# Chapitre I

## APRAXIE VISUO-CONSTRUCTIVE ET/OU VISUO-SPATIALE

### A - De l'apraxie constructive à l'apraxie de construction

#### 1. Un déficit visuel et moteur : l'apraxie constructive

Le premier à avoir décrit l'apraxie est Jackson, en 1866 mais nous devons le terme même d'apraxie à Steinhal, qui l'emploie pour la première fois en 1871. A leur suite, Liepmann, en 1900, et Pick en 1905, rapportent des cas d'étude similaires aux leurs. Liepmann, en 1908 et surtout en 1920, mène plus loin ses investigations et distingue trois formes d'apraxies : idéatoire, idéo-motrice et motrice (Osiurak et Le Gall, 2012). En 1917, Poppelreuter, constate des difficultés d'exécution des gestes requis pour accomplir des activités artisanales. Il relève que ces troubles diffèrent de ceux observés dans les apraxies distinguées par Liepmann et qu'ils ne peuvent être classés dans ces catégories. Estimant que ce syndrome découle d'une déficience de guidance visuelle ou d'un manque de contrôle de l'exécution du mouvement, il propose de nommer cette pathologie « *optische apraxie* » (Goldenberg, 2009)

Les premières observations et descriptions de l'apraxie constructive en tant que forme singulière sont dues à Kleist et à son disciple Strauss, en 1922 puis en 1924. Déjà, ils signalent que les patients atteints de cette pathologie rencontrent des difficultés ou échouent à reproduire des modèles simples de mosaïques ou de briques, à copier des dessins et parfois même à écrire (Mayer-Gross, 1935). Ils la considèrent comme étant une incapacité à transcrire les informations visuelles perçues en une activité motrice adaptée. De leur point de vue, il s'agit plus d'un défaut d'ordre perceptuomoteur plutôt qu'une difficulté de perception visuelle. Ce trouble apparaît dès lors qu'il existe une lésion entraînant une rupture de liaison entre les procédures visuelles et kinesthésiques (Cermak, 1984). En 1934, ils la nomment « *konstruktive apraxie* » (Mayer-Gross, 1935).

Parallèlement, Van Der Horst, souligne plus particulièrement l'exécution de l'acte-même, arguant que l'apraxie constructive n'apparaît que lorsque l'action subit une interférence et plus spécifiquement lorsqu'il s'agit d'assembler les pièces d'un puzzle, de copier un dessin ou de fabriquer des constructions à l'aide de briques (Edwards, Baum et Deuel, 1991). En revanche, Strub et Black (1977) quant à eux, estiment qu'il s'agit d'un dysfonctionnement des mouvements appris pour réaliser des tâches de construction, excluant de cette définition à la fois la dimension de la perception visuelle mais également le caractère complexe des processus des capacités de construction (Cermak, 1984).

## **2. Un déficit spatial : apraxie visuo-constructive et/ou visuo-spatiale**

Dès 1935, Mayer-Gross émet l'hypothèse que l'apraxie constructive pourrait être une forme particulière de déficit spatial (Edwards, Baum et Deuel, 1991). Depuis lors, les débats n'ont de cesse de déterminer si l'apraxie constructive contient une part de spatialité. Par la suite, Hécaen (1960), souligne que l'apraxie constructive est une affection qui diffère de l'agnosie spatiale. En outre, en 1978, il affirme qu'elle est une incapacité de reconstitution des relations spatiales et ce, en dehors de tout trouble moteur. Plus récemment, Benton (1993) la définit comme une difficulté dans les activités de combinaison ou d'organisation qui requièrent que les détails soient précisément identifiés et les relations entre les parties et le tout clairement perçues. Lezac (1995), dans son ouvrage dédié aux évaluations neuropsychologiques, reprend à son compte cette définition. De même, Platz et Mauritz (1995), infèrent que ce type d'apraxie apparaît lorsque les lésions entraînent à la fois une perte des capacités de planification de la construction et la procédure de perception des relations spatiales (Petreska, 2007).

## **3. Un déficit visuo-spatial : l'apraxie de construction**

Bien que Luria n'a jamais vraiment étudié l'apraxie constructive pour elle-même, les remarques, observations et résultats qu'il a obtenus et retransmis dans un article écrit en collaboration avec Tsvetkova en 1964, ont eu un impact majeur dans ce domaine précis de recherche (Gainotti, 1989). En effet, il évoque cette pathologie sous l'appellation d'« *apractognosie* » et estime qu'elle est la conséquence de l'atteinte des « *synthèses visuo-spatiales* » (Seve-Ferrieu, 2014). Ainsi, Critchley en 1971, rédige une revue de littérature sur le sujet et en conclut que l'apraxie constructive est bien une forme clinique d'apraxie différente des autres genres déjà répertoriés.

Pour lui, elle est consécutive à un défaut d'exécution dans la sphère visuo-spatiale (Edwards, Baum et Deuel, 1991). De fait, Lanca et al. (2003), supputent que les troubles de la visuoconstruction sont une rupture dans la capacité d'agencement spatial des différentes parties d'un objet perçu ou imagé (Sommerville Ruffalo, 2004). Poussant le raisonnement plus loin, Mervis et al. affirment que la construction visuo-spatiale, est la capacité de percevoir tous les composants d'un objet ou d'une image puis, à partir de ces éléments, d'en reconstituer une copie (1999, in Biesbroeck et al., 2014). Biesbroeck précise que les tâches de visuoconstruction ne sont pas seulement déterminées par les propriétés constructives mêmes de la tâche mais également par d'autres fonctions telles que la perception spatiale, l'attention ou la capacité d'exécution (Biesbroeck et al., 2014).

Enfin, la définition la plus récente que nous ayons à ce jour est celle donnée par Moore et Davis (2017). Renommée « *construction apraxia* », elle se rencontre lors de tâches de construction ou d'assemblage de modèle et est la conséquence de difficultés de manipulation des stimuli physiques.

## **B - Localisations anatomo-cliniques**

### **1. Localisations latérales**

Initialement considérée comme imputable aux lésions occipito-pariétales gauches par Kleist et Strauss ou sur l'hémisphère dominant (ANNEXE 1), l'apraxie constructive a été rapidement identifiée comme apparaissant plus souvent et plus sévèrement lors de lésions de l'hémisphère droit (McFie et al., 1950 et Hécaen et al., 1951 in Hécaen, 1967).

Depuis lors, de nombreuses études ont été menées en vue de clore un débat qui s'éternise et ne semble pas proche d'obtenir une réponse claire : y a-t-il un lien entre apraxie visuo-constructive (qui serait localisée dans l'hémisphère gauche) et apraxie visuo-spatiale (qui serait localisée dans l'hémisphère droit) ? Doit-on considérer que ces deux troubles sont intimement liés, que l'un ne peut exister sans l'autre, qu'ils ne forment qu'une seule entité ? L'apraxie visuo-constructive ne serait-elle qu'une composante d'un trouble plus vaste, l'apraxie visuo-spatiale ou bien serait-elle une pathologie qui ne posséderait aucune part de spatialité en elle ? Ces questions ont entraîné des séries d'études incluant des patients, tâches et examens divers et variés, sur lesquelles nous ne nous attarderons pas, préférant nous attacher à rapporter quelques études parmi les plus récentes.

## 2. Localisations bilatérales

Platz et Mauritz (1995) ont mené une étude sur des sujets post-AVC étant tous atteints d'un type d'apraxie : idéative, idéo-motrice et constructive. Ils ont notamment effectué des IRM en vue de repérer les lésions et de les relier aux différents troubles. Ils ont ainsi pu mettre en lumière que « *la tête du noyau caudé, le crus anterior de la capsule interne, la partie latérale du globus pallidus, le putamen, le claustrum, l'extrémité de la capsule externe, l'insula, la corona radiata, la matière blanche frontopariétale au-dessus du cortex sensorimoteur primaire et les gyri temporaux transverses* » étaient lésés.

Trojano et son équipe (2014) se sont attachés à trouver et prouver les connexions qui existent entre les compétences visuospatiales et les compétences de construction. Ils ont mis en place un protocole strict, proposant un large éventail d'épreuves évaluant les fonctions de perception et de représentation. Ils ont ainsi pu affirmer que le côté lésé n'avait pas un impact moindre ou plus important sur les capacités constructives selon qu'il se situe à droite ou à gauche, démontrant par là-même qu'il n'existe pas de franche latéralisation de la fonction de construction.

M. Habib (2014), quant à lui évoque le fait que les patients ayant une lésion à droite rencontrent plus de difficultés dans les tâches spatiales que ceux étant lésés à gauche.

Biesbroeck et al (2014) ont mené une étude dont l'objectif était de délimiter les zones anatomiques impliquées dans la construction visuospatiale et de confirmer que des connexions entre la visuoperception et la visuoconstruction existent. A cette fin, ils ont établi une carte cérébrale « *lésion-symptôme* » en scannant l'activité de sujets cérébrolésés en train d'accomplir soit une tâche de copie de la figure de Rey (composantes visuoperceptive et visuoconstructive) soit une tâche de jugement d'orientation de lignes de Benton (composante visuoperceptive seule). Les images ont ainsi mis en évidence que les lésions sont majoritairement dans l'hémisphère droit : lobe frontal et lobe temporal supérieur ainsi que dans le gyrus supramarginal. Ils ont également pu démontrer que le pariétal droit inférieur et supérieur, les gyri angulaire et occipital moyen sont fortement impliqués dans la fonction de visuoconstruction, leur dégradation entraînant un déficit uniquement lors de la tâche de copie de figure (ANNEXE 2).

### **3. Localisations chez les patients souffrant de la Maladie d'Alzheimer**

Avant toute autre chose, il convient de préciser que, dès 1988, Grady et son équipe ont mis en exergue le fait que l'apraxie visuo-constructive est l'une des manifestations de la maladie d'Alzheimer qui apparaît le plus précocement dans l'évolution de la pathologie.

A l'instar de Grady et al., Förster et al. (2010) ont eu recours à la technique du FDG-PET pour caractériser les structures neuronales impliquées dans le mécanisme de l'apraxie visuo-constructive. Ces scientifiques ont souhaité établir une cartographie des aires cérébrales atteintes. Ils ont ainsi proposé une épreuve de dessin et de copie de figure à un groupe composé de malades Alzheimer et à un groupe contrôle. Les résultats obtenus en imagerie révèlent que certaines zones, notamment celles dévolues à la reconnaissance spatiale et visuelle des objets ainsi qu'à la planification, sont moins bien alimentées en glucose et sont, par conséquent, déficientes. Pour la tâche de dessin, les gyri temporaux inférieurs bilatéraux, le precuneus bilatéral, le cuneus droit, le gyrus supramarginalis droit et le gyrus temporal médian droit sont principalement concernés (ANNEXE 3a). Pour l'épreuve de copie, les aires moins soutenues sont les gyri fusiformes bilatéraux, le gyrus temporal inférieur droit, le gyrus cingulaire antérieur gauche, le gyrus parahippocampique gauche, le gyrus temporal médian droit et l'insula droite (ANNEXE 3b).

Un autre groupe de chercheurs, Serra et al. (2013) a obtenu des résultats similaires mais en utilisant la technique de l'IRM. Ils sont partis du principe que l'apparition de l'apraxie visuo-constructive chez certains malades d'Alzheimer était liée à une atrophie de la substance grise dans les zones notamment celles affectées à l'identification et à la détection de la position des objets. Ils ont soumis des personnes non malades, des malades Alzheimer non atteints d'apraxie constructive et des patients Alzheimer souffrant d'apraxie constructive à une IRM durant une tâche de copie de dessin puis ils ont comparé les images entre les différents groupes. Les signes de la Maladie d'Alzheimer étaient bien présents dans les deux groupes de malades mais les scientifiques ont pu noter des atrophies supplémentaires chez les malades souffrant d'une apraxie constructive. Ces atrophies concernent le précuneus (BA 7), le gyrus fusiforme (BA 37), le gyrus temporal médian (BA 21), le gyrus angulaire (BA 39), le cortex cingulaire postérieur (BA 23/31) et le cortex occipital (BA 18). (ANNEXE 4).

## **C – Le modèle de traitement de l’apraxie constructive de Roncato et al. (1987)**

Cette équipe de chercheurs est la seule, à notre connaissance, à avoir proposé un modèle spécifique à l’analyse des processus cognitifs impliqués dans les fonctions de copie et de construction (ANNEXE 5). Les auteurs postulent que la procédure de copie d’un dessin se fait selon 4 étapes successives : l’exploration visuelle du modèle, la préparation du tracé, le tracé et la comparaison avec le modèle (pour plus de détails : TABLEAU 1 en ANNEXE 5). Les deux premières étapes sont préparatoires et les deux dernières concernent l’exécution et le contrôle. Une telle complexité de planification implique que l’exploration, l’analyse et la reproduction d’un dessin soient réalisées selon différents degrés d’organisation que Roncato et al. délimitent à trois : l’image dans sa globalité, les formes qui constituent l’image et les détails ou les traits graphiques qui composent les formes. Bien que les auteurs, lors de leur étude, aient utilisé ce modèle principalement pour déterminer les différentes apraxies constructives, ils estiment qu’il pourrait également être efficace pour qualifier les erreurs commises par les patients.

## **D – Les marqueurs de l’apraxie visuo-constructive chez les patients Alzheimer**

Selon Grossi et Trojano, les patients atteints de cette pathologie présentent des symptômes singuliers. Leurs productions comportent moins d’angles, des désordres spatiaux, une perte de la perception de la profondeur et des simplifications que l’on ne retrouve pas chez les patients cérébro-lésés droite ou gauche. Ces déficits constructifs apparaissent très tôt et s’aggravent avec le temps. (Behrmann, 2001). Dans une autre étude, Trojano et Conson (2008) ainsi que Trojano et Gainotti (2016) évoquent des phénomènes de closing-in, de persévération et de rotation.

De Renzi (1959) a suggéré que le phénomène de closing-in intervient lorsque le patient s’efforce de trouver des repères pour l’aider à s’organiser dans l’espace inoccupé. Il ne serait pas à même de concevoir une configuration en deux dimensions dans l’espace de la feuille de copie (Denes et Pizzamiglio, 1999).

Il ne parvient pas à identifier une surface de reproduction et tente de recourir aux structures déjà présentes, telles que le contour de la figure cible ou le rebord de la feuille (in Trojano et Conson, 2008).

Gainotti (1972), quant à lui, a émis l'hypothèse que ce phénomène était un réflexe primitif déclenché par l'expansion de l'altération cognitive et qu'il peut être classé en trois catégories. Le chevauchement (« *overlap type* ») : le patient dessine sur la figure cible. L'accolement (« *adherent type* ») : le patient agglutine son tracé à celui de la figure cible voire utilise certains de ses traits pour former sa copie mais sans effectuer de chevauchement. Le rapprochement (« *near type* ») : le patient trace sa copie très près de la figure cible mais sans faire d'accolement (Midorikawa et al., 1996)

Le deuxième phénomène observable, la persévération, est définie par Trojano et Conson (2008) comme étant soit la reproduction de manière répétitive d'une même figure suite à l'exposition à un unique stimulus ou bien la réitération de certains composants du stimulus (« *continuous perseveration* »).

Enfin, lors de la manifestation d'une rotation, la figure sera dans l'ensemble bien reconstituée mais son inclinaison axiale sera différente de celle de la figure cible. On retrouve le plus souvent un basculement à 90° (Trojano et Conso, 2008)

## Chapitre II

# L'ECRITURE

Il existe différentes modalités d'écriture. Le mode spontané est un encodage du langage intérieur en un langage extériorisé à l'aide du système graphique. La copie est un transcodage, c'est-à-dire la conversion d'une information issue du système visuel en une information graphique. La dictée est le transcodage d'une information auditive en une information graphique (Weigl et Fradis, 1977).

# **A - Comparaison des aires cérébrales activées lors du dessin et de l'écriture**

L'apraxie visuo-constructive a, à notre connaissance, toujours été étudiée strictement dans le cadre du dessin et de la construction, jamais dans un contexte de tâches d'écriture. Nous disposons donc, pour en parler, uniquement des données relevées lors de tâches de dessin. Notre objectif est ici de comparer les aires cérébrales activées lors d'activités de dessin ou de construction (et lésées dans l'apraxie visuo-constructive) avec celles activées lors de tâches d'écriture afin de vérifier si certaines zones sont communes aux deux types d'actions mises en jeu et qui pourrait alors appuyer notre hypothèse selon laquelle l'apraxie visuo-constructive altérerait également les processus cognitifs dévolus à l'écriture.

Harrington et son équipe (2006) ont mené une étude dans laquelle ils ont effectué des IRMf en vue de déterminer quelles zones étaient activées lors de la réalisation de tâches de dessin et d'écriture.

Dans un premier protocole, ils ont entraîné leurs patients à imaginer qu'ils étaient en train de dessiner ou d'écrire puis ont cartographié leur activité cérébrale par IRMf pendant qu'ils visualisaient mentalement ces actions. L'imagerie a montré que les zones activées sont similaires. Pour les deux visualisations, l'activation dans l'hémisphère droit se situe au niveau gyrus frontal inférieur. L'activation bilatérale se produit dans le cortex frontal médian et inférieur, dans le pariétal et dans les gyri temporaux postérieurs inférieurs. L'activation est plus intense pour le dessin imaginé que pour l'écriture imaginée. De plus, la tâche de dessin imaginé possède des « clusters spécifiques » : les gyri du frontal supérieur de l'hémisphère droit (zone B9) et de manière bilatérale dans le cortex occipital (zone BA19) (ANNEXE 6 a).

Dans un second protocole, ils ont demandé à leurs patients de dessiner et d'écrire réellement (dans des conditions adaptées à la situation d'IRMf, puisqu'il fallait éviter les mouvements de la tête). Les résultats ont été analogues si ce n'est qu'une activation supplémentaire a été notée dans la zone BA4 (localisée dans le gyrus précentral) pour les activités de dessin et d'écriture réelles et dans l'aire BA6 dans le gyrus frontal supérieur pour le dessin (ANNEXE 6 b).

Dans un troisième temps et dernier temps, ils ont comparé et annoté les contrastes les plus manifestes entre le dessin et l'écriture imaginés et entre le dessin et l'écriture réels. Il s'avère que les variantes sont localisées majoritairement dans le cortex moteur primaire (ANNEXE 6 c).

Le dessin imaginé engendre une activité bilatérale plus dynamique en BA7 alors que le dessin réel génère plus d'intensité en région sensori-motrice. Tous deux présentent des modèles d'activation semblables. Les aires activées se superposent pour le dessin et l'écriture dans la zone postérieure de BA37. En revanche, seule l'activité de dessin active la région antérieure intermédiaire de BA37. En outre, les régions antérieure, médiane et postérieure moyennes de BA37 ont une activité plus forte pour la tâche de dessin comparée à celle d'écriture.

Dans l'hémisphère droit, l'écriture imaginée présente un « cluster d'activation » plus réduit relativement à la ligne de base près de la région postérieure intermédiaire de BA37 alors que celui du dessin imaginé se déploie de la zone postérieure vers la zone intermédiaire. Cette caractéristique est encore plus prégnante lorsque le dessin et l'écriture réels sont comparés entre eux.

On note également des traces significatives d'activité cérébrale dans d'autres parties du cerveau. L'aire de Broca (zone A44) s'active pour le dessin et l'aire BA 40 dans le cortex pariétal inférieur est nettement latéralisée à gauche pour les deux activités de dessin et d'écriture, avec toutefois plus d'intensité pour le dessin. Par ailleurs, l'aire BA7, considérée comme une zone essentielle pour le dessin et l'écriture, et donc fortement activée pour les deux activités, est plus active et moins latéralisée pour le dessin que pour l'écriture.

En résumé, les auteurs affirment que les aires actives lors des tâches de dessin et d'écriture sont l'aire motrice supplémentaire (plus pour le dessin), le gyrus prémoteur (plus particulièrement l'aire d'Exner, traditionnellement reconnue comme étant dévolue à l'écriture) et le frontal médian. A ces trois secteurs cérébraux, il faut ajouter le champ oculomoteur frontal (puisque ces activités nécessitent toutes deux des mouvements oculaires pour être réalisées).

## **B – Le modèle *Oral and Written Spelling* *Impairments* de Margolin et Goodman- Schulman (1992)**

Plusieurs auteurs ont proposé des modélisations des processus cognitifs impliqués dans l'activité d'écriture. Parmi ceux prenant en compte les actions motrices, visuelles et spatiales, nous avons choisi de présenter ce modèle en particulier (ANNEXE 7). Ces deux chercheurs ont amélioré l'organigramme qu'ils avaient initialement proposé en 1984. Cette nouvelle modélisation se focalise sur la section du modèle qui se rapporte à la caractérisation et à la sélection d'un signe graphique donné. Nous n'en décrivons que la partie gauche, celle-ci étant dévolue aux processus cognitifs de l'écriture.

Le buffer orthographique conserve les informations graphiques en lien avec l'orthographe des mots. Il est constitué de trois sous-systèmes.

L'unité de reconnaissance des lettres (« *abstract letters identities* ») permet le déchiffrement exact des mots et non-mots. Cette unité associée aux deux cellules composant le module « *physical letter codes* » permet de définir l'architecture physique des lettres. Le sous-système agencement des lettres (« *order of letters* ») détermine quelles combinaisons doivent ordonner les signes graphiques tandis que la cellule nombre de lettres (« *number of letters* »), en plus d'identifier le nombre de lettres nécessaires à la réalisation de la tâche d'écriture, a une forte incidence sur la programmation motrice.

Le module « *codage physique des lettres* » (« *physical letter codes* ») attribue leur forme aux lettres « *dans leur dimension spatiale* » (Lambert, 2010) en qualifiant le style (il précise si la tournure du signe graphique est cursif ou en caractère d'imprimerie) et la casse (cette unité définit la typographie majuscule ou minuscule de la lettre).

Les programmes moteurs graphiques sont activés dès que la lettre est identifiée et qualifiée : le système sélectionne le pattern grapho-moteur correspondant en vue de l'exécution motrice préprogrammée du geste d'écriture. Ces programmes « *correspondent au déroulement de la forme de la lettre dans sa dimension spatio-temporelle : activation des traits constitutifs d'une lettre taille relative, position, direction et ordre. Ce programme correspond à l'automatisation du geste d'écriture pour une forme donnée* » (Lambert, 2010)

En outre, c'est dans la structure dévolue aux détails graphiques que vont être définis les éléments écologiques à l'exécution motrice : la synchronisation temporelle (« *specify timing* »), la sélection effectrice (« *select effector* ») et l'ajustement de la force du geste (« *regulate force* »). La synchronisation temporelle et l'ajustement de la force du geste définissent l'échelle du signe graphique (taille absolue et relative de la lettre).

Enfin, ces trois composantes sont affectées par des variables plus élémentaires tels que le type et la taille du support, le type d'outil scripteur ou la distance à laquelle les signes graphiques sont déchiffrés.

## **C - Les marqueurs graphiques de la Maladie d'Alzheimer**

Croisile, dans son étude comparative de 2005, a mis en exergue des altérations graphiques qui diffèrent des dégradations habituellement observées lors du vieillissement dit normal. Dans le cadre de notre étude, nous n'énumérerons ici que les erreurs relevées par l'auteur sur la dimension graphique et spatiale de l'acte d'écriture. La famille constate un changement d'écriture alors que les professionnels remarquent plutôt les embarras liés à l'acte graphique tels que les biffures ou les retouches du tracé. Quant à l'agraphie allographique, elle se traduit par la combinaison de lettres en capitales et minuscules. Les dégradations spatiales sont discrètes au début de la maladie : on note quelques signes mal disposés ou une mauvaise orientation des lignes. Puis, avec l'évolution de la pathologie, les attributs spatiaux se dégradent engendrant un déficit de l'alignement, des mots éclatés, des textes éparpillés ou concentrés sur une portion du support.

Enfin, Croisile et son équipe ont effectué une analyse informatique des paramètres graphiques et spatiaux et ont relevé la présence d'une pression accentuée et un trait épaissi dès le stade léger de la pathologie, pour ce qui concerne les aspects graphiques. Ils ont également observé un texte situé plus bas sur le support et des levées de stylo plus fréquentes (elles brisent la continuité du tracé) sont observés dès le stade modéré pour ce qui se rapporte à la dimension spatiale.

## D - L'agraphie apraxique

Il nous faut également définir ce qu'est l'agraphie apraxique afin que les altérations que nous pensons relever dans notre paradigme ne puissent en aucun cas être attribuées à cette pathologie. Cray et Heilman (1988) la définissent comme étant un dysfonctionnement dans lequel l'écriture motrice est atteinte mais sans être associée à une apraxie des membres ou à une atteinte du graphisme non moteur. Otsuki et son équipe (1999) rappellent que le terme apraxique n'est pas vraiment approprié puisque cette agraphie particulière n'est pas associée à une apraxie des membres ou à des déficits constructifs mais que cet adjectif permet de la distinguer de l'agraphie. En effet, l'agraphie apraxique est une altération du graphisme, tout comme l'agraphie, mais elle ne présente pas de déficits du langage et surtout aucun trouble praxique majeur ni d'altérations des capacités visuo-constructives. Quant à Croisile (2005), il décrit ses symptômes comme étant : « *des erreurs de traits, des boucles inversées, des oublis ou des duplications de jambages, des lettres maladroites et éclatées finissant par être illisibles* ».

L'apraxie visuo-constructive est une pathologie réputée n'altérer que le dessin et les capacités de construction. Quant à l'agraphie apraxique, il s'agit d'une affection dénuée de toute altération des capacités visuo-constructives. Il semble donc peu probable que l'écriture puisse être atteinte et dégradée par une apraxie visuo-constructive. Et pourtant, nous avons pu observer un patient atteint de la maladie d'Alzheimer produire un closing-in de type chevauchement (« *overlap type* ») sur une phrase à copier. Cet événement nous a conduit à poser l'hypothèse que l'apraxie constructive peut influencer et aggraver l'altération du graphisme.

C'est pourquoi nous nous sommes efforcées de démontrer que les processus cognitifs relatifs à l'écriture et au dessin (donc de l'apraxie visuo-constructive) ont de nombreuses procédures en commun. Les modélisations présentées avancent toutes les deux que la copie d'un dessin ou d'une lettre nécessite une reconnaissance globale de l'objet puis des différentes formes qui composent sa charpente et enfin des traits qui constituent les détails de son architecture. Chacune allègue également qu'une étape de préparation du geste est requise avant de l'effectuer. Enfin, toutes les deux mettent en avant une dernière étape : celle du contrôle de l'action effectuée (comparaison ou ajustement). Enfin, diverses études et techniques d'imagerie mettent en exergue que les zones cérébrales activées pour les deux types d'activités sont pour la majorité identiques (bien qu'impliquées à des degrés moindres) et que ce sont précisément ces aires qui sont lésées dans la Maladie d'Alzheimer et dans l'apraxie visuo-constructive.

Notre objectif ici n'est pas d'établir quels processus cognitifs ou zones cérébrales altérées (et impliqués dans la réalisation du dessin ou de l'écriture) ont conduit ce patient à exprimer un tel symptôme. Notre étude n'a pas pour objectif de prouver que l'apraxie visuo-constructive est à l'origine du phénomène : nous ne possédons ni les compétences ni les qualifications requises pour cela. Nous partons simplement du postulat qu'elle l'est puisque nous l'avons observée, notre dessein est de démontrer qu'elle est décelable dans l'écriture - et donc dans les tests d'écriture - et qu'il n'est par conséquent nul besoin de pratiquer des épreuves supplémentaires de dessin pour la diagnostiquer.

# Chapitre III

## ETUDE DE DEUX CAS CLINIQUES

### A - Objectifs

#### 1. Hypothèse de recherche

Nous pensons qu'il est possible de repérer l'apraxie visuo-constructive grâce à des marqueurs graphiques spécifiques de ce trouble et ce, dès les bilans de première intention et sans avoir recours aux épreuves de dessin habituellement usitées.

#### 2. Objectifs principal et secondaire

Notre objectif principal consiste à repérer les marqueurs graphiques de l'apraxie visuo-constructive à un stade précoce de la maladie.

Notre objectif secondaire est de déterminer quelles épreuves et quels tests ont été les plus pertinents pour atteindre l'objectif principal.

Nous nous attendons à retrouver dans l'écriture de nos sujets des symptômes de l'apraxie visuo-constructive tels que, entre autres, phénomènes de closing-in, persévération et rotation.

### B - Méthodologie

#### 1. Population et critères de sélection

Critères d'inclusion :

- étendue d'âge de 65 à 90 ans
- score au MMSE : entre 16 et 29 (stades 3 et 4 : léger à modéré)
- diagnostic de Maladie d'Alzheimer ou apparentée
- apraxie visuo-constructive avérée

Critères de non inclusion :

- pas de déficit sensoriel (auditif, visuel) autres que ceux du vieillissement normal
- pas de déficit moteur
- pas d'autres pathologies neurodégénératives

## **2. Matériel**

Cette étude ne nécessite pas de création de matériel car elle s'appuie sur l'utilisation de tests déjà existants à savoir l'échelle d'écriture du HDAE (avec une légère modification sur le nombre de lettres de l'alphabet demandées et l'utilisation des lettres d'un des mots simples pour la copie de lettres) ainsi que l'épreuve d'écriture spontanée issue du MMSE (ANNEXE 8).

Bien que ces tests ont initialement été échelonnés pour tester le degré de gravité et le type d'aphasie ainsi que la mémoire, nous avons choisi de les utiliser dans un tout autre but, à savoir l'analyse qualitative du graphisme chez des patients atteints de façon légère et modérée de la maladie d'Alzheimer.

## **3. Paradigme**

Il s'agit d'une analyse qualitative du graphisme, nous envisageons donc de recueillir les données nécessaires à notre étude lors de tâches d'écriture.

Les mécanismes de l'écriture sont testés grâce à des épreuves :

- d'écriture semi-spontanée : le sujet doit écrire son nom et son adresse
- de copie de mots/phrases/lettres

L'évocation des symboles graphiques des lettres, des chiffres, des mots et des phrases est évaluée à l'aide de tâches :

- de séries automatiques : le sujet doit écrire les lettres de l'alphabet et les dix premiers chiffres de la suite numérique
- de dictées de lettres, de chiffres, de mots et de phrases : le patient doit retranscrire des lettres, des chiffres, des mots et des phrases entendus
- d'écriture spontanée : il s'agit d'écrire une phrase de manière spontanée, sans aucune contrainte autre que celle d'écrire une phrase entière.

Afin de prévenir d'éventuels biais occasionnés par la presbytie de vieillissement normal, les lettres/mots/phrases à copier ont été présentés à l'aide de caractères fortement agrandis et les plus sobres possibles (police Times New Roman, taille 48), assortis d'un espace substantiel afin de ne pas contraindre ou limiter le geste graphique. En outre, les deux participantes ont été invitées à porter leurs lunettes (que nous avons préalablement nettoyées et rendues vierges de toute trace).

De même, dans le dessein d'écartier de possibles travers engendrés par la presbyacousie de vieillissement normal, nous nous sommes positionnées bien en face des sujets, nous avons parlé fort et clair, en articulant correctement chaque son tout en les prononçant sur un débit légèrement ralenti. Ceci afin de faciliter la compréhension, notre intention étant que le sujet se concentre sur son graphisme et non sur des difficultés annexes.

## **C - Recueil des données**

Nous avons eu recours à trois méthodes distinctes pour procéder au recueil des données : un entretien informel avec les sujets avant la passation du test, le test en lui-même et une observation clinique continue lors des deux autres procédures.

## **D - Description des cas cliniques**

### **1. T.C.**

T.C. est une femme âgée de 88 ans au moment de la passation du test d'écriture.

Veuve depuis 6 ans, elle voyageait régulièrement de par le monde avec son époux avant le décès de celui-ci. Ancienne couturière, elle pratiquait la natation et marchait régulièrement en montagne avant d'être admise en EHPAD. Son admission en institution en date du 14 novembre 2017 est consécutive à une importante perte d'autonomie entre autres due à une pathologie de la hanche qui lui occasionne, en plus des douleurs dans le coccyx et les jambes, des troubles de la marche et de l'équilibre. La patiente se plaint également de l'impossibilité pour elle de retenir des informations nouvelles. En outre, le fait d'être institutionnalisée a eu des répercussions sur son moral : elle est déprimée et angoissée. Elle souffre également de presbytie et de presbyacousie de vieillissement normal.

Elle est la mère d'une fille avec laquelle elle s'entend parfaitement bien et qui passe la voir une fois par semaine.

Elle totalise un résultat de 21/30 au MMSE avec un score de 0/1 pour les praxies constructives.

Droitière, elle préfère la lecture (de romans notamment) à l'écriture et a exprimé des craintes à passer l'épreuve d'écriture, par peur de faire des fautes d'orthographe (et donc d'être jugée). Rassurée par le fait que le test ne s'attachait qu'à la qualité graphique de son tracé, elle s'est volontiers pliée au test et l'a même qualifié de facile et rapide. Elle n'a montré aucune lenteur ou raideur particulière lors de la passation du test.

Enfin, on note une tenue correcte du stylo, une bonne inclinaison de la feuille et un bon positionnement dans l'espace de celle-ci.

## **2. S.M.**

S.M. est une femme âgée de 89 ans au moment de la passation du test d'écriture.

Veuve depuis 35 ans, et bien qu'ayant vécu ses premières années de mariage dans un petit village en Afrique, elle a toujours résidé dans l'arrière-pays niçois et n'a que très peu voyagé. Son époux était alcoolodépendant puis tabac-dépendant, le décès de celui-ci étant intervenu conséquemment à ces deux assuétudes. Elle-même n'a jamais ni fumé ni bu. Elle a connu de nombreux drames familiaux tout au long de sa vie et n'a plus de contact avec sa sœur domiciliée aux Etats-Unis.

Elle est la mère d'une fille gravement malade à l'égard de laquelle elle est extrêmement protectrice. Bien que cette attitude engendre des relations conflictuelles entre elles, cette dernière n'a de cesse de prendre soin de sa mère et passe en outre la voir une à deux fois par semaine.

Son admission en institution en date du 16/12/2014 est consécutive à un glaucome et à un diagnostic de Maladie d'Alzheimer. La patiente se plaint de désorientation spatiale et d'oubli au fur et à mesure. Elle souffre également de presbytie et de presbyacousie de vieillissement normal.

Elle totalise un résultat de 17/30 au MMSE avec un score de 0/1 pour les praxies constructives.

Droitière, elle a particulièrement conscience de ses troubles mnésiques et a en conséquence pris l'habitude de noter chaque jour dans un carnet diverses informations telles que le nom des personnes venant lui rendre visite ou les différents événements de la journée. Elle note également le coup de canon du midi (tradition niçoise) ce qui lui permet, d'un simple coup d'œil, de s'orienter temporellement dans la journée. Elle a également exprimé des réticences à passer l'épreuve d'écriture, elle aussi par peur de faire des fautes d'orthographe. Elle n'a montré aucune lenteur ou raideur particulière lors de la passation du test mais plutôt une application et une concentration appuyées.

Enfin, on note une tenue correcte du stylo, une bonne inclinaison de la feuille et un bon placement dans l'espace de celle-ci ainsi qu'une belle fluidité du geste graphique pour l'écriture cursive, avec très peu de levers de stylo.

## **E - Analyse qualitative des données**

Comme nous l'avons déjà spécifié, nous nous attacherons à constater uniquement les erreurs relevant du graphisme et non des processus lexicaux, grammaticaux et/ou orthographiques. Il n'existe pas, du moins à notre connaissance, d'échelles de mesure pure du graphisme adulte. Nous avons donc effectué notre analyse qualitative à l'aide des critères et manifestations rapportés par les différents auteurs cités précédemment. Bien que l'échelle E d'Ajuriaguerra, l'échelle BHK et l'échelle ADE soient destinées à mesurer l'atteinte du graphisme et le degré de dysgraphie chez les enfants et les adolescents, nous nous sommes également référées à celles-ci mais uniquement dans l'objectif d'affiner notre vocabulaire technique et d'obtenir une qualification en termes précis et appropriés des manifestations observées et en aucun cas pour établir une quelconque mesure ou quantification (puisque qu'absolument pas adaptées ni à l'âge ni à la pathologie de nos sujets, d'autant plus qu'on ne retrouve que peu de caractéristiques communes entre la dysgraphie infantine et l'agraphie de la personne âgée).

## 1. T.C.

L'analyse des productions de T.C. met en évidence une altération importante du graphisme. En effet, nous retrouvons chez elle de nombreuses manifestations de l'atteinte du geste graphique (selon les critères définis précédemment).

Nous constatons des retouches du tracé (a), des mots éclatés (b), des omissions/ajouts de lettres (c), des difficultés d'accolement des traits graphiques des lettres entre eux (d), un déficit de l'alignement des lettres (e), des ajouts de traits (f), la combinaison de lettres majuscules et minuscules (g), des lettres maladroites/malformées/ambiguës/cabossées (h), des erreurs de traits (i), des rotations (j), des difficultés de placement de traits (k), des persévérations (l) et des lettres superposées/collision de lettres/télescopages (m).

# LE CHIEN MARRON POURSUIT LE PETIT CHAT NOIR

*LE CHIEN MARRON POURSUIT LE PETIT CHAT NOIR*

*Pour suit LF*

*des fait*

Mots des et fait

*elle il*

Mots elle et il

*F G*

Lettres F et G

*K L*

Lettres K et L

*193 10865*

Chiffres 193 et 10865

*T*

Lettre T

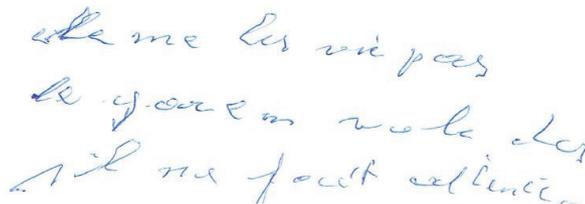
Quelques exemples tirés du test d'écriture de T.C.

Nous remarquons que, malgré l'importante quantité d'espace qui lui est attribuée pour produire ses écrits, T.C. a tendance à fortement rapprocher ses copies des modèles proposés.

V A T O I  
*v a t o i*

En outre, il semble que l'usage de l'écriture cursive lui soit plus naturel (type d'écriture spontanément employé sur les mots, phrases dictées et spontanée) et plus facile (augmentation de la rapidité des gestes, moins de retours/arrêts sur les lettres tracées, geste graphique moins raide, moins saccadé et le sujet produit moins de commentaires oraux).

A cela s'ajoute, un relâchement évident de l'écriture en dehors des épreuves de copie. Le relâchement est tel que les lettres sont maladroitement, mal formées et finissent par être totalement illisibles.



elle me les va pas  
de jouer en volé des  
il ne fait attention

D'autre part, nous relevons que les lignes ne sont pas planes mais fluctuantes, que le tracé est vacillant et que la trajectoire est instable.

Enfin, l'espace de la feuille est mieux utilisé, de manière plus équilibrée, en évocation/dictée/spontanée plutôt qu'en copie, malgré le fait que, sans le soutien d'un modèle visuel écrit, le déficit d'alignement des lettres entre elles et dans l'espace de la feuille est davantage atteint.

## **2. S.M.**

L'analyse des productions de S.M. met en évidence un graphisme relativement préservé avec de légères perturbations. Peu de manifestations sont ainsi relevées. Nous remarquons des retouches du tracé (a), des omissions/ajouts de lettres (b), des difficultés d'accolement des traits graphiques des lettres entre eux (c), la combinaison de lettres majuscules et minuscules (d) et des persévérations (e).

# LE CHIEN MARRON POURSUIT LE PETIT CHAT NOIR

le Chien Marron Poursuit le  
petit Chat Noir

ENTRÉE LT attention

Quelques exemples tirés du test d'écriture de S.M.

Tout comme pour T.C., on remarque que, malgré l'importante quantité d'espace qui lui est attribuée pour produire ses écrits, S.M. a tendance à fortement rapprocher ses copies des modèles proposés.

V A T O I  
v A T O I

De même, il semble que l'usage de l'écriture cursive lui soit plus naturel (type d'écriture spontanément employé sur les mots, phrases dictées et spontanée) et plus facile (augmentation de la rapidité des gestes, moins de retours/arrêts sur les lettres tracées, geste graphique moins raide, moins saccadé et le sujet produit moins de commentaires oraux). A la différence de T.C., S.M. utilise également ce style graphique en copie alors que les modèles proposés sont en majuscules d'imprimerie.

En outre, nous observons une instabilité de la trajectoire, des lignes non planes et fluctuantes ainsi qu'un tracé vacillant.

Enfin, l'espace de la feuille est mieux utilisé, de manière plus équilibrée, en évocation/dictée/spontanée plutôt qu'en copie.

Pour l'épreuve de copie de phrase, il convient toutefois de noter que T.C., bien qu'ayant encore assez de place, retourne à la ligne parce que le modèle (écrit dans un grand format de manière à pallier la presbytie de vieillissement), arrivant en bordure de page, retourne à la ligne.

## F - Discussion

Si l'on se réfère aux recherches de B. Croisile (2005), les phénomènes de retouche du tracé, la mauvaise orientation des lignes, le déficit d'alignement, les mots éclatés et les levers de stylos plus fréquents sont des marqueurs graphiques caractéristiques de la Maladie d'Alzheimer. De même, toujours selon ce chercheur, les combinaisons de lettres en capitales et en minuscules peuvent être attribuées à une agraphie allographique alors que les erreurs de traits et les lettres maladroites/éclatées sont imputables à une agraphie apraxique. Quant au relâchement constaté dans la formation des lettres, il est à attribuable au vieillissement normal. Enfin, les ajouts et omissions de lettres sont à rattacher à une atteinte de la mémoire tampon graphémique (Lambert, 2010).

Nous nous attendions également à observer, puisque nous les recherchions, des phénomènes de rotation, de persévération et de closing-in (ce dernier étant présent dans notre étude sous la forme « *near type* »), marqueurs graphiques spécifiques de l'apraxie visuo-constructive. Nous pouvons donc avancer que notre hypothèse de départ est confirmée par ses résultats.

Manifestations graphiques de la Maladie d'Alzheimer (selon Croisile)	Manifestations graphiques de l'Agraphie Apraxique (selon Croisile)	Manifestations graphiques de l'Apraxie Visuo-Constructive (selon Trojano et Conson, Trojano et Gainotti)	Manifestations graphiques d'une atteinte de la mémoire tampon graphémique (selon Lambert)	Autres manifestations graphiques relevées
<p><b>Générales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* changement d'écriture</li> <li>* biffures</li> <li>* retouches du tracé</li> </ul> <p><b>Spatiales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* signes mal disposés</li> <li>* mauvaise orientation des lignes</li> <li>* déficit d'alignement</li> <li>* mots éclatés</li> <li>* levers de stylo plus fréquents qui brisent la continuité spatiale</li> </ul>	<p><b>Allographique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* combinaison de lettres majuscules et minuscules</li> </ul> <p><b>Apraxique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* erreur de traits</li> <li>* boucles inversées</li> <li>* oubli/duplication de jambage</li> <li>* lettres maladroites/éclatées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* rotations</li> <li>* persévérations</li> <li>* closing-in</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* omission/ajout de lettres</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* ajout de traits</li> <li>* difficultés d'accolement des traits graphiques d'une lettre entre eux</li> <li>* mauvais placement de trait</li> </ul>

Tableau récapitulatif des manifestations graphiques par pathologie

Au surplus, nous constatons une grande différence dans le degré d'atteinte du graphisme des deux sujets. Nous supputons que l'écriture de S.M. est moins dégradée du fait qu'elle s'astreint, chaque jour, à consigner par écrit son emploi du temps.

Nous émettons l'hypothèse que l'entraînement est un facteur de protection et de maintien de la qualité du graphisme et diffère son altération. Les aires cérébrales dévolues à l'écriture et au dessin se superposant, nous conjecturons que le maintien des connexions dans la première peut aider au maintien des connexions dans la seconde, ralentissant ainsi l'apparition de l'apraxie visuo-constructive dans le graphisme.

D'autre part, nous avons relevé d'autres manifestations non attendues et qui sont, à notre connaissance, non encore référencées. L'anomalie qui revient le plus régulièrement est celle que nous avons dénommée « difficulté d'accolement des traits graphiques » entre eux afin de former une lettre unie. Selon Croisile (2005), les levers de stylo plus fréquents entraînent une discontinuité spatiale. Il serait raisonnable de supposer que ces erreurs graphiques ne sont rien de plus que la perte des repères spatiaux et de l'emplacement exact des traits graphiques générant des espacements ou des superpositions des tracés. Mais alors comment expliquer qu'elles se produisent également en écriture cursive, le type graphique qui nécessite le moins de levers de stylo ? Ou comment expliquer que les lettres telles que les *o* ou les *a* cursifs et les *B* et les *D* en majuscules d'imprimerie ne soient pas « fermées » malgré la continuité du trait (et donc sans aucun lever de stylo) ?

Ne pourrions-nous émettre l'hypothèse que ces troubles seraient également des manifestations attribuables à l'apraxie visuo-constructive ?

Notre modeste étude ne saurait répondre à ces dernières questions. En effet, face aux difficultés de recrutement rencontrées – le profil recherché assez peu commun (d'autant plus en EHPAD où les scores recueillis au MMSE sont généralement déjà très bas) - notre échantillon est trop faible pour être assez significatif et permettre d'affirmer que ces difficultés d'accolement des traits graphiques sont des marqueurs spécifiques de l'apraxie visuo-constructive. En outre, notre recherche admet des biais tels que l'angoisse ressentie par les sujets ou leur environnement (les patients demeurant en EHPAD souffrent généralement de pathologies associées) qui pourraient avoir eu une influence quelconque sur la qualité de leur graphisme.

C'est pourquoi nous pensons qu'il est nécessaire de pousser plus loin les investigations que nous avons entreprises.

En effet, notre projet initial prévoyait de mener une recherche au sein du CMRR de Nice, sur deux phases et en collaboration avec l'équipe de l'hôpital Broca de Paris (2017, 2018), dans un protocole créé conjointement par les deux centres : le protocole ALWRITE (ANNEXE 9).

Dans l'intention de corréler les résultats démontrant que l'apraxie visuo-constructive altère précocement le graphisme et d'obtenir plus de données quant à l'expression des difficultés d'accolement des traits graphiques (et aux fins de pouvoir plus précisément les qualifier et éventuellement de les rattacher à l'apraxie visuo-constructive), il nous semble particulièrement intéressant de proposer la mise en œuvre de ce projet princeps, que nous avons modifié en fonction des données recueillies dans la présente étude notamment en insérant des tâches prises dans le BIA et le MT 86 et des épreuves agissant sur les types d'écriture cursif et d'imprimerie (ANNEXE 10).

Une première phase aurait pour objectif de consolider nos résultats et de recueillir des données plus précises sur les difficultés d'accolement des traits graphiques observées. Les tests seraient administrés sur une population dont les critères de sélection seraient les suivants :

- nombre idéal = au minimum 20 patients par groupe
- 1 groupe expérimental : maladie d'Alzheimer et apraxie visuo-constructive avérées
- 1 groupe contrôle : maladie d'Alzheimer avérée, sans apraxie visuo-constructive
- critères d'inclusion :
  - étendue d'âge : de 65 à 90 ans
  - homme ou femme
  - score au MMSE : entre 16 et 29 (stades 3 et 4 = léger à modéré)
- critères de non inclusion :
  - pas de déficit sensoriel (auditif, visuel) ou moteur (faire passer les tests des PEGA et PEGV afin de s'en assurer)
  - pas d'autres pathologies dégénératives avérées

Les épreuves seraient effectuées sur des tablettes tactiles et analysées à l'aide du logiciel d'analyse graphique mis au point par l'équipe de l'hôpital Broca. Cela permettrait d'obtenir une analyse qualitative et quantitative rigoureuse. L'un des intérêts serait par exemple de pouvoir détecter si les difficultés d'accolement résultent d'une diminution de la pression ou du geste, si le mouvement s'interrompt normalement comme si la lettre avait été transcrite dans sa totalité ou tout autre fait non envisagé.

La deuxième phase aurait pour objectif d'expérimenter en aveugle la validité de notre test sur une population tout-venant en insérant ces épreuves dans les batteries d'épreuves habituellement administrées au Centre Mémoire de Ressources et de Recherche de Nice (le MMSE notamment) et en les corrélant avec les épreuves spécifiques de l'apraxie visuo-constructive également administrées lors d'une première consultation mémoire (Figure de Rey, épreuve de la BEC 96).

Certains critères doivent cependant être respectés afin de ne pas introduire de biais ou de contradictions dans notre recherche : l'étendue d'âge doit toujours se situer entre 65 et 90 ans, le sujet ne doit toujours être atteint d'aucun déficit sensoriel/auditif/moteur ni d'aucune autre pathologie dégénérative.

De plus, les résultats de la totalité des épreuves devront mettre en évidence un MMSE entre 16 et 29, une apraxie visuo-constructive attestée par l'échec aux tests de la figure de Rey et de la BEC 96 ainsi que la présence des marqueurs de l'apraxie visuo-constructive précédemment définis pour le graphisme afin de démontrer l'efficacité de notre protocole écrit et de le valider en vue d'une utilisation plus vaste, notamment dans les cabinets d'orthophonie.

D'autre part, nous avons relevé que l'activité graphique quotidienne de Mme S.M. semblait avoir un impact positif sur le maintien de son écriture. Dès lors, il serait également envisageable de mener une étude sur deux groupes de sujets dont l'un aurait été préalablement entraîné au geste graphique et l'autre non, impliquant une évaluation avant et après entraînement.

Détecter l'apraxie visuo-constructive très précocement permettrait de la rééduquer tout aussi précocement, à l'aide d'entraînements au graphisme et au dessin, afin de retarder le plus longuement possible l'altération de l'écriture, du dessin et peut-être de l'orientation dans l'espace.

## CONCLUSION

---

Dans cette étude, nous nous intéressons aux altérations que l'apraxie visuo-constructive peut générer sur l'acte d'écrire. Nous supposons qu'il est possible de déceler l'apraxie visuo-constructive grâce à des marqueurs graphiques spécifiques de ce trouble dès les bilans de première intention, sans passer par les traditionnels tests de dessin.

Dans un premier temps, nous nous sommes appuyées sur une revue de la littérature traitant du sujet que nous étudions afin de mieux le caractériser, puis, dans un second temps, nous avons mis en place un paradigme expérimental dont l'objectif était de confirmer ou d'infirmer notre hypothèse.

Nous nous attendions à observer dans des épreuves d'écriture des processus de closing-in, de rotations et de persévérations, manifestations habituellement spécifiques à l'apraxie visuo-constructive dans les tâches de dessin. Nos résultats ont mis en évidence ces trois phénomènes validant ainsi notre postulat de départ. Il semblerait également que l'entraînement quotidien au geste graphique soit un facteur de protection et de maintien de l'écriture. En outre, nous avons pu extraire d'autres données, qui n'ont encore, à notre connaissance, jamais été évoquées et surtout associées à l'apraxie visuo-constructive.

En conséquence de quoi nous proposons de mener une nouvelle étude, plus étendue, qui pourrait à la fois consolider notre hypothèse et vérifier si les nouveaux faits observés peuvent être inhérents à l'apraxie visuo-constructive.

## BIBLIOGRAPHIE

---

- AGNIEL, A., JOANETTE, Y., DOYON, B., & DUCHEIN, C. (s. d.). *Protocole d'Évaluation desgnosies auditives et visuelles PEGA-PEGV (test de)*. Ortho Editions.
- AJURIAGUERRA, J. de. (1997). *L'écriture de l'enfant. tome 1, tome 1,*. Neuchâtel: Delachaux et Niestlé.
- BEHRMANN, M. (2001). *Handbook of neuropsychology* (2nd ed). Amsterdam ; New York: Elsevier.
- BENTON, A., & TRAVEL, D. (1993). Visuoperceptual, visuospatial and visuoconstructive disorders. In *Clinical neuropsychology* (3rd éd., p. 165-214). Oxford University Press.
- BIESBROEK, J. M., VAN ZANDVOORT, M. J. E., KUIJF, H. J., WEAVER, N. A., KAPPELLE, L. J., VOS, P. C., ... Postma, A. (2014). The anatomy of visuospatial construction revealed by lesion-symptom mapping. *Neuropsychologia*, 62, 68-76.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2014.07.013>
- CERMAK, S. . (1984). Constructional apraxia. *The American Occupational Therapy Association*, 7(3), 1-4.
- CHARLES, M., SOPPELSA, R., & ALBARET, J.-M. (2004). *BHK : échelle d'évaluation rapide de l'écriture chez l'enfant*. ECPA.
- CRARY, M. A., & HEILMAN, K. M. (1988). Letter imagery deficits in a case of pure apraxic agraphia. *Brain and Language*, 34(1), 147-156.  
[https://doi.org/10.1016/0093-934X\(88\)90128-9](https://doi.org/10.1016/0093-934X(88)90128-9)
- CROISILE, B. (2005). Ecriture, vieillissement, Alzheimer, 3(3), 221.

- DENES, G., & PIZZAMIGLIO, L. (1999). *Handbook of Clinical and Experimental Neuropsychology*. Psychology Press.
- EDWARDS, D. F., Baum, C. M., & DEUEL, R. K. (1991). Constructional Apraxia in Alzheimer's Disease:: Contributions to Functional Loss. *Physical & Occupational Therapy In Geriatrics*, 9(3-4), 53-68. [https://doi.org/10.1080/J148V09N03\\_05](https://doi.org/10.1080/J148V09N03_05)
- FÖRSTER, S., TEIPEL, S., ZACH, C., ROMINGER, A., CUMMING, P., FOUGERE, C. la, ... BÜRGER, K. (2010). FDG-PET mapping the brain substrates of visuo-constructive processing in Alzheimer's disease. *Journal of Psychiatric Research*, 44(7), 462-469. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2009.09.012>
- GAINOTTI, G. (1989). Constructional apraxia in Luria's theory. *Journal of Neurolinguistics*, 4(1), 113-122. [https://doi.org/10.1016/0911-6044\(89\)90008-0](https://doi.org/10.1016/0911-6044(89)90008-0)
- GATIGNOL, P., JUTTEAU, S., & Oudry, M. (2012). *BIA: bilan informatisé aphasie*. Isbergues: Ortho éd.
- GAVAZZI Eloy, A. (2014). *Difficultés d'apprentissage de l'écriture chez l'enfant*.
- GOLDENBERG, G. (2013). *Apraxia: the cognitive side of motor control* (1st ed). Oxford: Oxford University Press.
- GOODGLASS, H., & KAPLAN, E. (1982). *Echelle d'évaluation de l'aphasie, adaptation française du Boston Diagnostic Aphasia Examination*. (J.-M. MAZAUX & J.-M. ORGOGOZO, Trad.). EAP/ECPA.
- GRADY, C. L., Haxby, J. V., HORWITZ, B., SUNDARAM, M., BERG, G., SCHAPIRO, M., ... RAPOPORT, S. I. (1988). Longitudinal study of the early neuropsychological and cerebral metabolic changes in dementia of the Alzheimer type. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 10(5), 576-596. <https://doi.org/10.1080/01688638808402796>

- GROSSI, D., & TROJANO, L. (2001). Constructional and visuospatial disorders. In *Handbook of neuropsychology Vol. 4 Disorders of visual behavior* (Elsevier, Vol. 4, p. 99 à 118). Amsterdam: Behrman Marlene.
- HABIB, M. (2014). *La constellation des dys [bases neurologiques de l'apprentissage et de ses troubles]*. Paris: De Boeck - Solal.
- HARRINGTON, G. S., FARIAS, D., DAVIS, C. H., & BUONOCORE, M. H. (2007). Comparison of the neural basis for imagined writing and drawing. *Human Brain Mapping, 28*(5), 450-459. <https://doi.org/10.1002/hbm.20286>
- HECAEN, H. (1967). Approche sémiotique des troubles du geste. *Langages, 2*(5), 67-83. <https://doi.org/10.3406/lgge.1967.2873>
- KAHINDO, C., GARCIA-SALICETTI, S., EL YACOUBI, M., CRISTACHO-LACROIX, V., KERHERVE, H., & RIGAUD, A.-S. (2017). Caractérisation de la Maladie d'Alzheimer à travers l'écriture manuscrite acquise sur Tablette graphique. In *Journées d'Etude sur la TéléSANTé, 6ème édition*. Bourges, France: Pôle Capteurs, Université d'Orléans. Consulté à l'adresse <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01564669>
- LAMBERT, J., DESCAT, C., & EUSTACHE, F. (2010). Les troubles des processus centraux et périphériques de l'écriture dans la maladie d'Alzheimer. *Revue de neuropsychologie, 2*(1), 70. <https://doi.org/10.3917/rne.021.0070>
- LAURA, S., LUCIA, F., ROBERTA, P., BARBARA, S., CAMILLO, M., DIANA, C., ... MARCO, B. (2014). Constructional Apraxia as a Distinctive Cognitive and Structural Brain Feature of Pre-Senile Alzheimer's Disease. *Journal of Alzheimer's Disease, 2*(2), 391-402. <https://doi.org/10.3233/JAD-130656>
- LEZAK, M. D. (1995). *Neuropsychological assessment* (3rd ed). New York: Oxford University Press.

- MARGOLIN, D. I. (1992). *Cognitive Neuropsychology in Clinical Practice*. Cary: Oxford University Press. Consulté à l'adresse <http://public.ebib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=4702342>
- MAURER, K., VOLK, S., & GERBALDO, H. (1997). Auguste D and Alzheimer's disease. *The Lancet*, 349(9064), 1546-1549. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(96\)10203-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(96)10203-8)
- MAYER-GROSS, W. (1935). Some Observations on Apraxia: (Section of Neurology). *Proceedings of the Royal Society of Medicine*, 28(9), 1203-1212.
- MIDORIKAWA, Y., FUKATSU, R., & TAKAHATA, N. (1996). [Closing-in phenomena observed in patients with Alzheimer's disease--analysis of drawing behavior and eye movements]. *Seishin Shinkeigaku Zasshi = Psychiatria Et Neurologia Japonica*, 98(3), 151-169.
- Mini Mental State Examination* MMSE : version consensuelle établie par le Groupe de Recherche et d'Evaluation des Outils Cognitifs (GRECO). (s. d.). Consulté à l'adresse <https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2012-04/mmse.pdf>
- MOORE, B., & DAVIS, A. S. (2016). Constructional Apraxia. In J. Kreutzer, J. DeLuca, & B. Caplan (Éd.), *Encyclopedia of Clinical Neuropsychology* (p. 1-1). Cham: Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-56782-2\\_1446-3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-56782-2_1446-3)
- NESPOULOUS, J.-L. (1992). *Protocole Montréal-Toulouse d'examen linguistique de l'aphasie MT 86 Module standard initial: M I  $\beta$* . Isbergues (Pas-de-Calais): L'Ortho éd.

- OSIURAK, F., & LE GALL, D. (2012). *Apraxia : clinical types, theoretical models and evaluation*. HEINBOCKEL T. Consulté à l'adresse [http://cdn.intechopen.com/pdfs/37147/InTech-Apraxia\\_clinical\\_types\\_theoretical\\_models\\_and\\_evaluation.pdf](http://cdn.intechopen.com/pdfs/37147/InTech-Apraxia_clinical_types_theoretical_models_and_evaluation.pdf)
- OTSUKI, M., SOMA, Y., ARAI, T., OTSUKA, A., & TSUJI, S. (1999). Pure apraxic agraphia with abnormal writing stroke sequences: report of a Japanese patient with a left superior parietal haemorrhage. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 66(2), 233-237. <https://doi.org/10.1136/jnnp.66.2.233>
- PETRESKA, B., ADRIANI, M., BLANKE, O., & BILLARD, A. G. (2007). Apraxia: a review. *Progress in Brain Research*, 164, 61-83. [https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(07\)64004-7](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(07)64004-7)
- PLATZ, T., & MAURITZ, K. H. (1995). Human motor planning, motor programming, and use of new task-relevant information with different apraxic syndromes. *The European Journal of Neuroscience*, 7(7), 1536-1547.
- RONCATO, S., SARTORI, G., MASTERSON, J., & RUMIATI, R. (1987). Constructional apraxia: An information processing analysis. *Cognitive Neuropsychology*, 4(2), 113-129. <https://doi.org/10.1080/02643298708252037>
- SEVE-FERRIEU, N. (2014). *Neuropsychologie corporelle, visuelle et gestuelle : du trouble à la rééducation*.
- SIGNORET, J.-L. (1996). *B.E.C. 96 - Evaluation des troubles de mémoire et des désordres cognitifs associés*. IPSEN.
- SOMERVILLE, RUFALO, J. (2004). *Visuoconstructional impairment : what are we assessing, and how are we assessing it ?* (Thèse pour le titre de Md Ph). Rhode Island. Consulté à l'adresse [http://digitalcommons.uri.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1399&context=oa\\_diss](http://digitalcommons.uri.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1399&context=oa_diss)

*Test de la figure complexe de Rey.* (2009). ECPA.

TROJANO, L., & CONSON, M. (2008). Chapter 19 Visuospatial and visuoconstructive deficits. In *Handbook of Clinical Neurology* (Vol. 88, p. 373-391). Elsevier.  
[https://doi.org/10.1016/S0072-9752\(07\)88019-5](https://doi.org/10.1016/S0072-9752(07)88019-5)

TROJANO, L., FRAGASSI, N. A., CHIACCHIO, L., IZZO, O., IZZO, G., CESARE, G. D., ... GROSSI, D. (2004). Relationships between Constructional and Visuospatial Abilities in Normal Subjects and in Focal Brain-damaged Patients. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 26(8), 1103-1112.  
<https://doi.org/10.1080/13803390490515522>

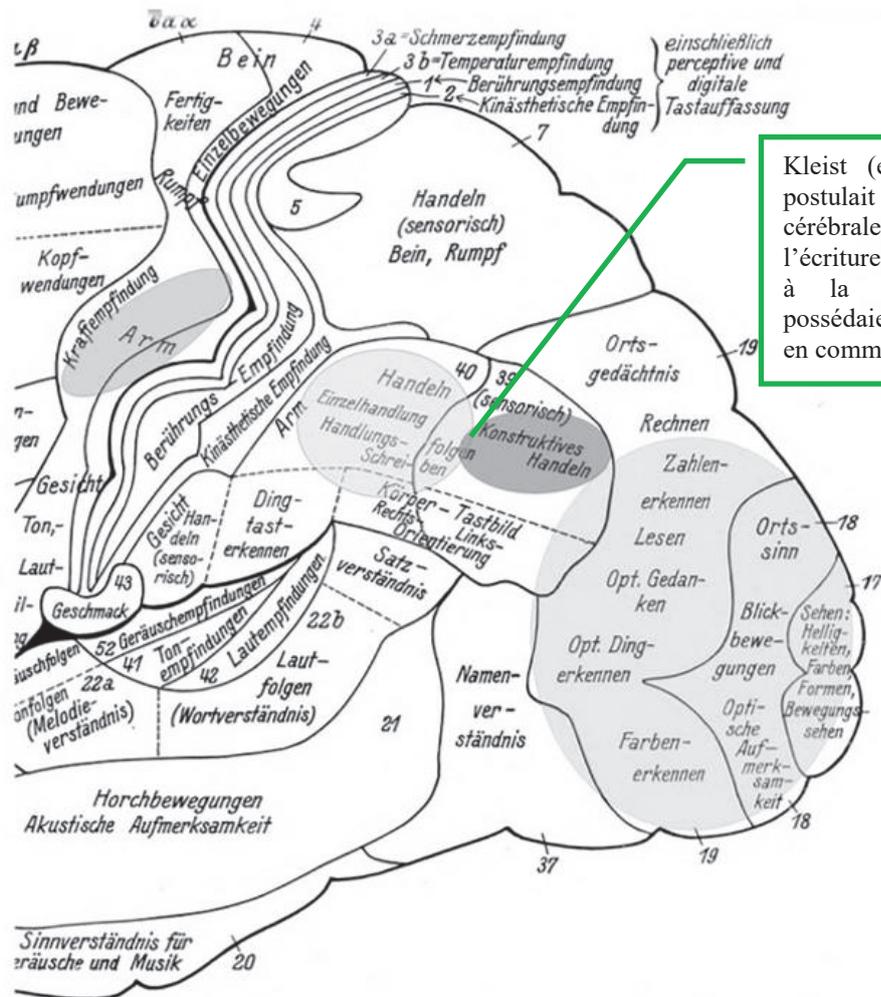
TROJANO, L., & GAINOTTI, G. (2016). Drawing Disorders in Alzheimer's Disease and Other Forms of Dementia. *Journal of Alzheimer's Disease*, 53(1), 31-52.  
<https://doi.org/10.3233/JAD-160009>

TROJANO, L., & GROSSI, D. (1998). « Pure » constructional apraxia - a cognitive analysis of a single case. *Behavioural Neurology*, 11(1), 43-49.

WEIGL, E., & FRADIS, A. (1977). The transcoding processes in patients with agraphia to dictation. *Brain and Language*, 4(1), 11-22.

# ANNEXES

## Annexe I



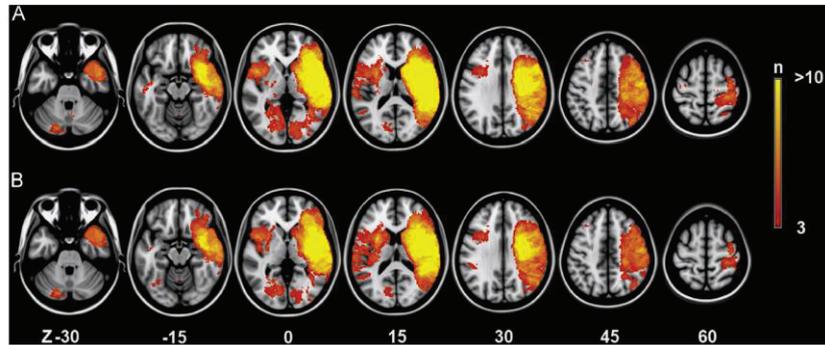
Une section de la carte du cerveau de Kleist montrant l'attribution putative de fonctions à des zones élargies du cortex cérébral. Les inscriptions décrivent les fonctions des zones intactes. L'apraxie kinétique est située en BA 6a, l'apraxie idéo-kinétique en BA 40 et l'apraxie de construction en BA 39. BA 6 : tronc et bras (incluant la main) et face.

BA 40 : action, action simple, séquence d'actions, écrire.

BA 39 : actions de construction.

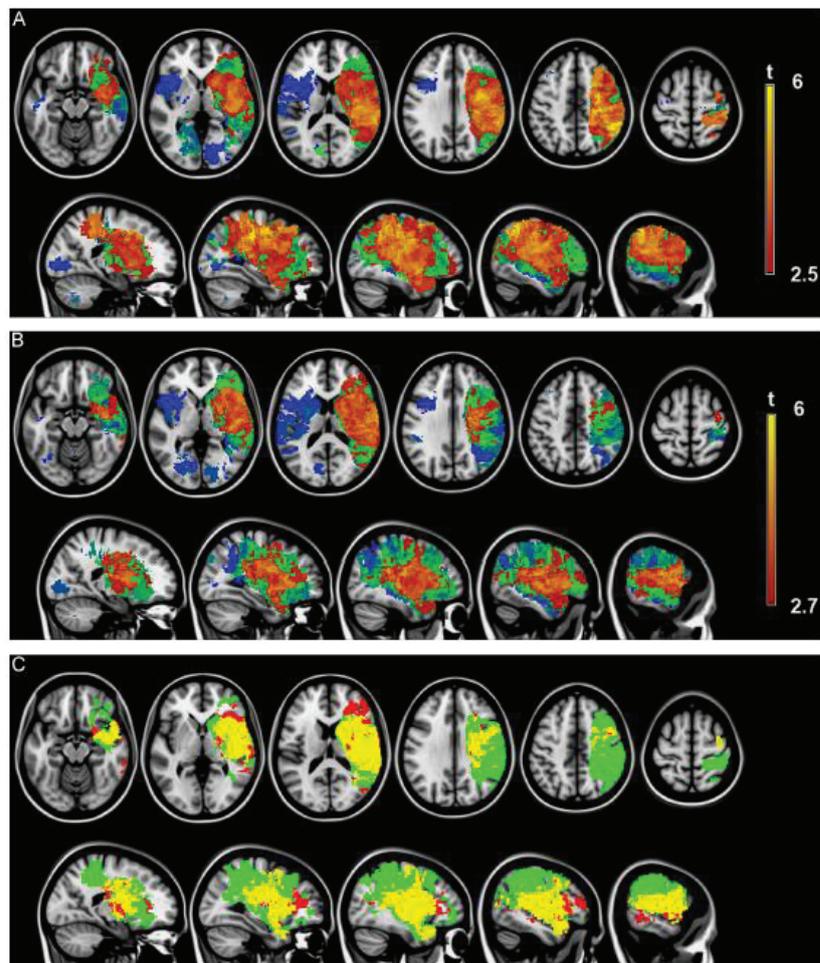
(adapté de Goldenberg)

## Annexe II



Distribution des lésions ischémiques. Les voxels endommagés chez au moins trois patients sont projetés sur le gabarit MNI-152 de 1mm (A: test de Rey-Osterrieth Complex Figure ; B: test d'orientation de jugement de ligne) . La barre indique le nombre de patients avec une lésion pour chaque voxel. L'hémisphère droit est représenté sur la droite.

(adapté de Biesbroek)

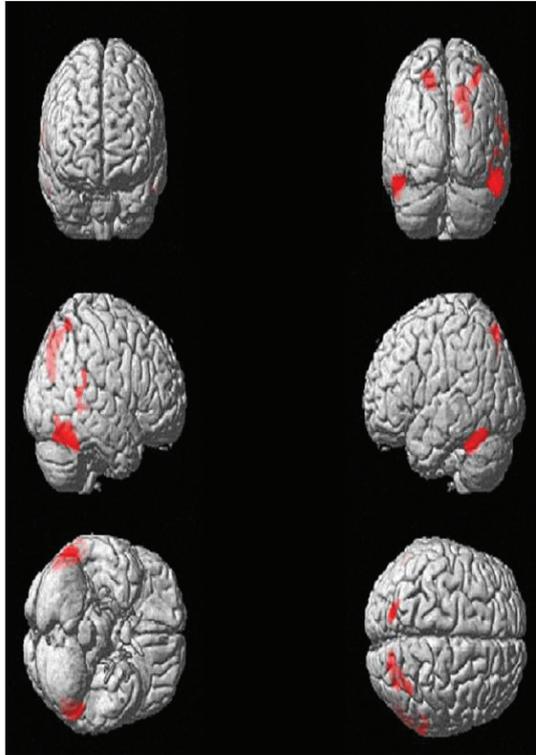


Résultats de la cartographie de la lésion-symptôme à base de voxels. Carte de l'association sage-voxel (t-statistique) entre la présence d'une lésion et la performance sur le Rey-Osterrieth Copie de copie de la figure complexe (ROCF) (A) et jugement de l'orientation de ligne (JLO) (B). Les voxels dépassant le seuil du faux taux de découverte ( $q \approx 0.01$  dans un seuil de  $t \approx 2.5$  pour ROCF et  $2,7$  pour JLO) sont rendus de rouge à jaune. Les voxels non significatifs sont rendus sur une échelle allant du bleu foncé ( $t=0$ ) au vert vif (valeur  $t$  juste en dessous du seuil). Les résultats ont été ajustés en fonction de l'âge, du sexe et du niveau d'éducation. Les valeurs  $t$  négatives (c'est-à-dire que la présence d'une lésion était corrélée à une meilleure performance) ne sont pas statistiquement importantes. C: les voxels avec une association inverse statistiquement significative avec la performance soit sur le ROCF (vert), le JLO (rouge) ou les deux (jaune) sont représentés. Les corrélats neuroanatomiques se chevauchent dans la plupart des régions, mais sont discordants dans le lobe pariétal supérieur. Veuillez noter que la soustraction présentée sous C représente une différence descriptive. Aucun test statistique interférentiel n'a été effectué ici. Les coupes axiales correspondent aux coordonnées Z MNI-152 15,0,15,30,45 et 60. Les coupes sagittales correspondent à MNI-152 X-coordonnées 20,30,40,50, et 60. L'hémisphère droit est représenté sur la droite.

(adapté de Biesbroek)

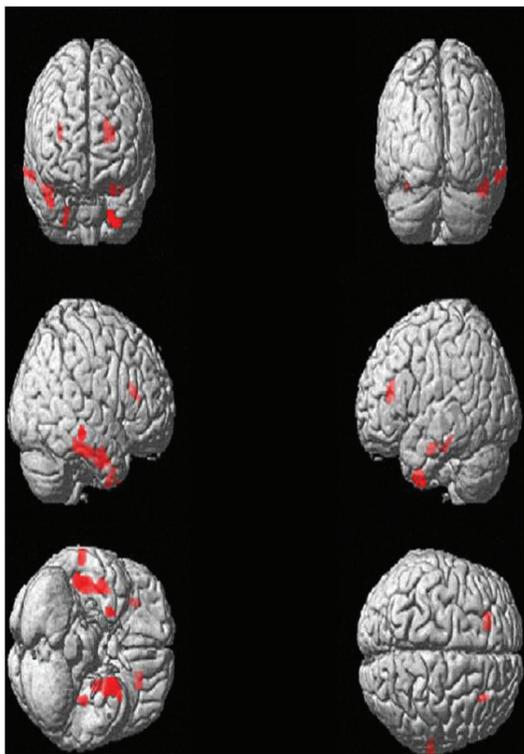
## Annexe III

a)



Corrélation de l'absorption du FDG avec les performances au test de dessin CERAD sur 29 sujets avec MA. Corrélations positives significatives entre l'absorption normalisée de FDG et la performance au test de dessin CERAD dans le gyri temporal inférieur bilatéral, le precuneus bilatéral, le cunéus droit, le gyrus supramarginal droit et gyrus temporal médian droit. Les cartes T SPM (T) sont illustrées en tant que projection de rendu de surface.  
(adapté de Förster)

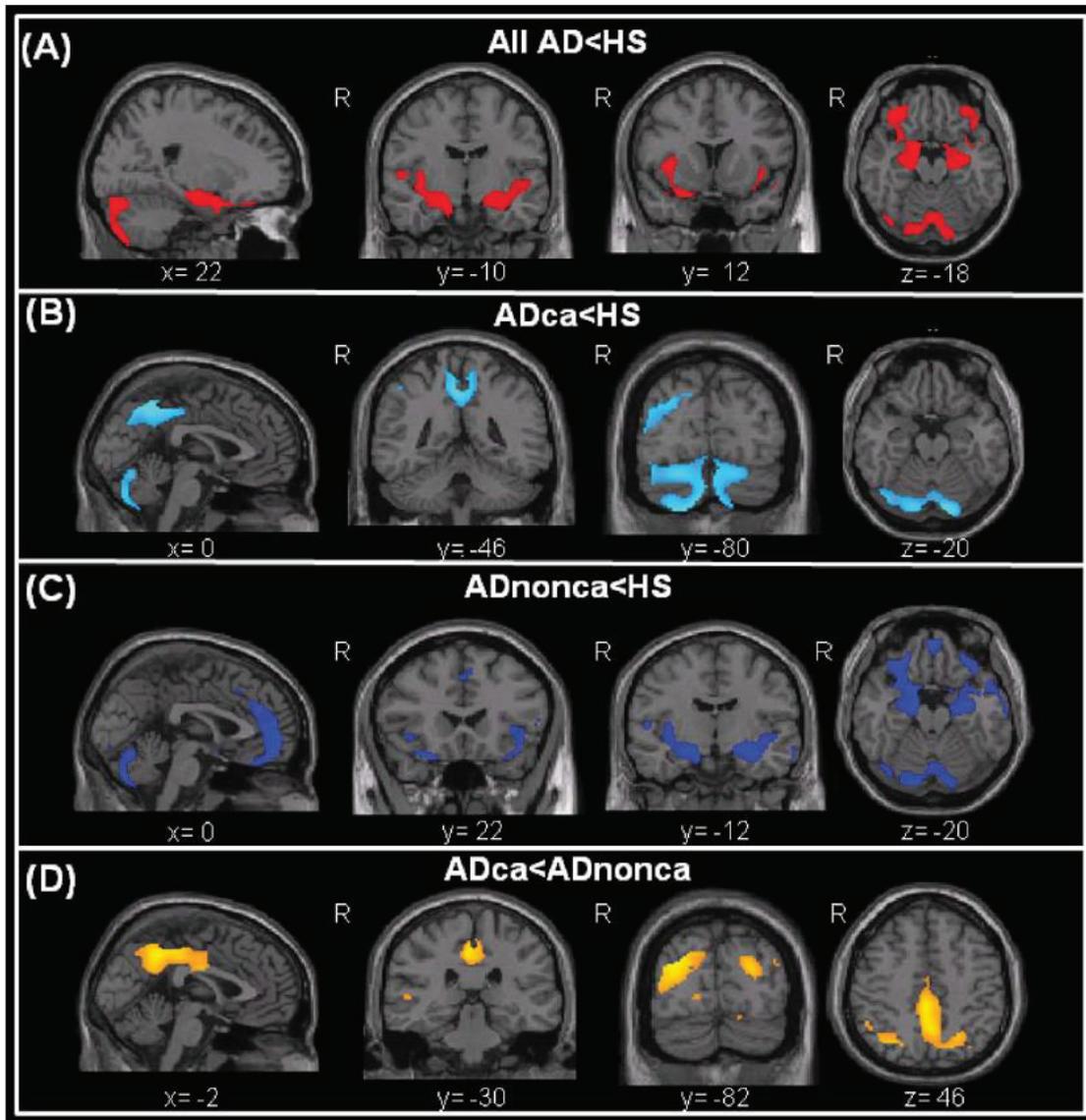
b)



Corrélation de l'absorption du FDG avec la performance du test RBANS Figure Copy sur 29 sujets avec MA. Corrélations positives significatives entre l'absorption normalisée de FDG et la performance au test RBANS Figure Copy dans le gyri fusiforme bilatéral, le gyrus temporal inférieur droite, le gyrus cingulaire antérieur gauche, le gyrus parahippocampique gauche, le gyrus temporal médian droit et l'insula droite. Les T-maps SPM (T) sont illustrées comme projection de rendu de surface.

(adapté de Förster)

## ANNEXE IV



A) Schéma de l'atrophie GM régionale observée dans l'ensemble de la population de patients AD par rapport à HS. La distribution de l'atrophie GM est compatible avec celle rapportée dans la littérature.

B, C) Distribution de la perte GM chez les patients AD regroupés comme ceux avec (ADca) et sans (ADnonca) CA, respectivement. Le premier groupe montre un modèle plus postérieur de l'atrophie GM.

D) Différence entre les volumes GM régionaux entre ADca et ADnonca, qui se limite à une réduction postérieure dans le premier groupe. Nous avons rapporté seulement les régions > 2000 voxel avec les statistiques de pointe qui ont survécu après FDR à la correction au niveau du cluster pour des comparaisons multiples ( $P_{corrected} < 0,05$ ). Voir le texte pour plus de détails.

CA : apraxie constructive

GM : substance grise

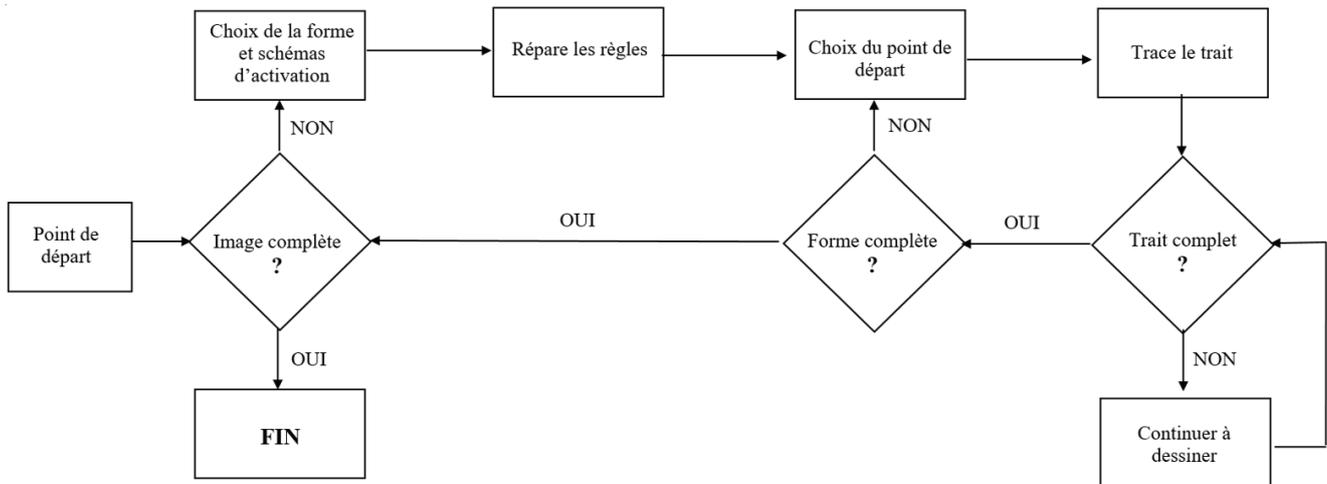
ADca : patients atteints de la maladie d'Alzheimer et de l'apraxie de construction

ADnonca : patients atteints de la maladie d'Alzheimer sans apraxie de construction

HS : sujets sains..

(adapté de Sera)

## ANNEXE V



Représentation schématique des processus impliqués dans la copie d'une figure présentée visuellement. Ces processus sont censés fonctionner après qu'une description propositionnelle a été réalisée et est utilisée pour guider la copie. (adapté de Roncato et al.)

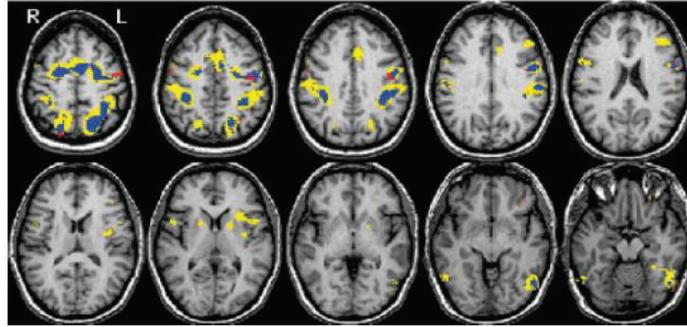
**TABLEAU 1**  
**Traitement des étapes impliquées dans la copie d'un modèle**

1. Exploration visuelle du modèle
  - 1.1 Segmentation des sous-parties
    - 1.1.1 Sur la base de la signification ou de la famille
    - 1.1.2 Sur la base de la taille
    - 1.1.3 Sur la base de l'emplacement
  - 1.2 Choix des sous-parties ou formes à dessiner en premier
  - 1.3 Codage de la mémoire de ces unités (c'est-à-dire « un cercle », « une voiture », etc.)
2. Préparation du plan de dessin
  - 2.1 Définir les limites (échelle)
  - 2.2 Définir les cadres de référence
    - 2.2.1 Cadre de la zone de dessin (contours)
    - 2.2.2 Axes central et orthogonal
    - 2.2.3 D'autres subaxes
3. Plan de dessin
  - 3.1 Choix de la première forme à reproduire
  - 3.2 Choix de l'emplacement et de la dimension dans le plan de dessin
    - 3.2.1 Exploration du modèle
    - 3.2.2 Encodage de la localisation spatiale et de l'échelle de la forme
  - 3.3 Dessin de la forme
    - 3.3.1 Activation du schéma de construction de la forme
    - 3.3.2 Récupération des informations dimensionnelles et de localisation
    - 3.3.3 Exécution
4. Test de comparaison
  - 4.1 Encoder les informations figuratives, dimensionnelles et d'emplacement des parties correspondantes du modèle et de la copie
  - 4.2 Comparaison entre les deux
  - 4.3 S'il y a correspondance, dessin d'une autre partie (ou « fin »)

(adapté de Roncato et al.)

## Annexe VI

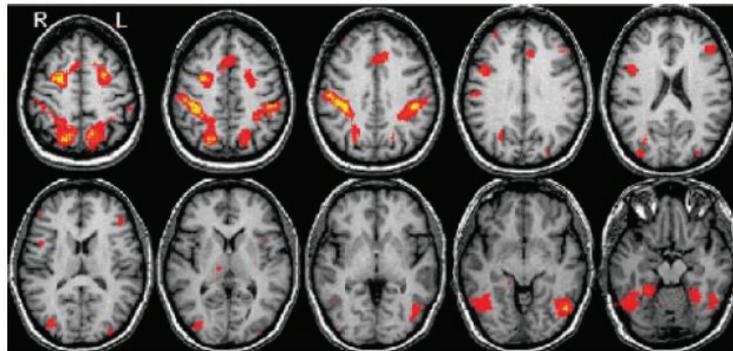
a)



Analyse de groupe : dessin imaginé et écriture imaginée. Les coupes axiales sont en vue radiologique, Talairach coordonne Z 50 à Z 13, écart de 7 mm. Touches de couleurs : jaune = zones actives pour seulement dessin vs repos, rouge = zones actives pour l'écriture vs rapport au repos, bleu = chevauchement d'activation de la condition de dessin et d'écriture

(adapté de Harrington)

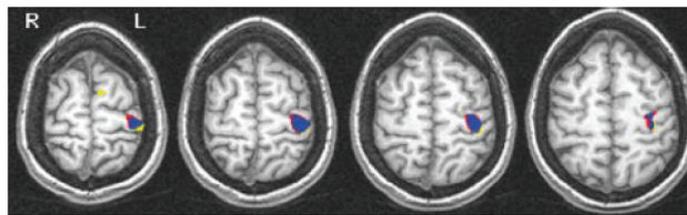
b)



Analyse de groupe : dessin imaginaire vs écriture imaginée. Les coupes axiales sont en vue radiologique, Talairach coordonne Z 50 à Z - 13, écart de 7 mm. Toutes les activations représentent dessin > écriture. Rouge =  $P < 1 \times 10^{-4}$ , orange / jaune =  $P < 1 \times 10^{-6}$ .

(adapté de Harrington)

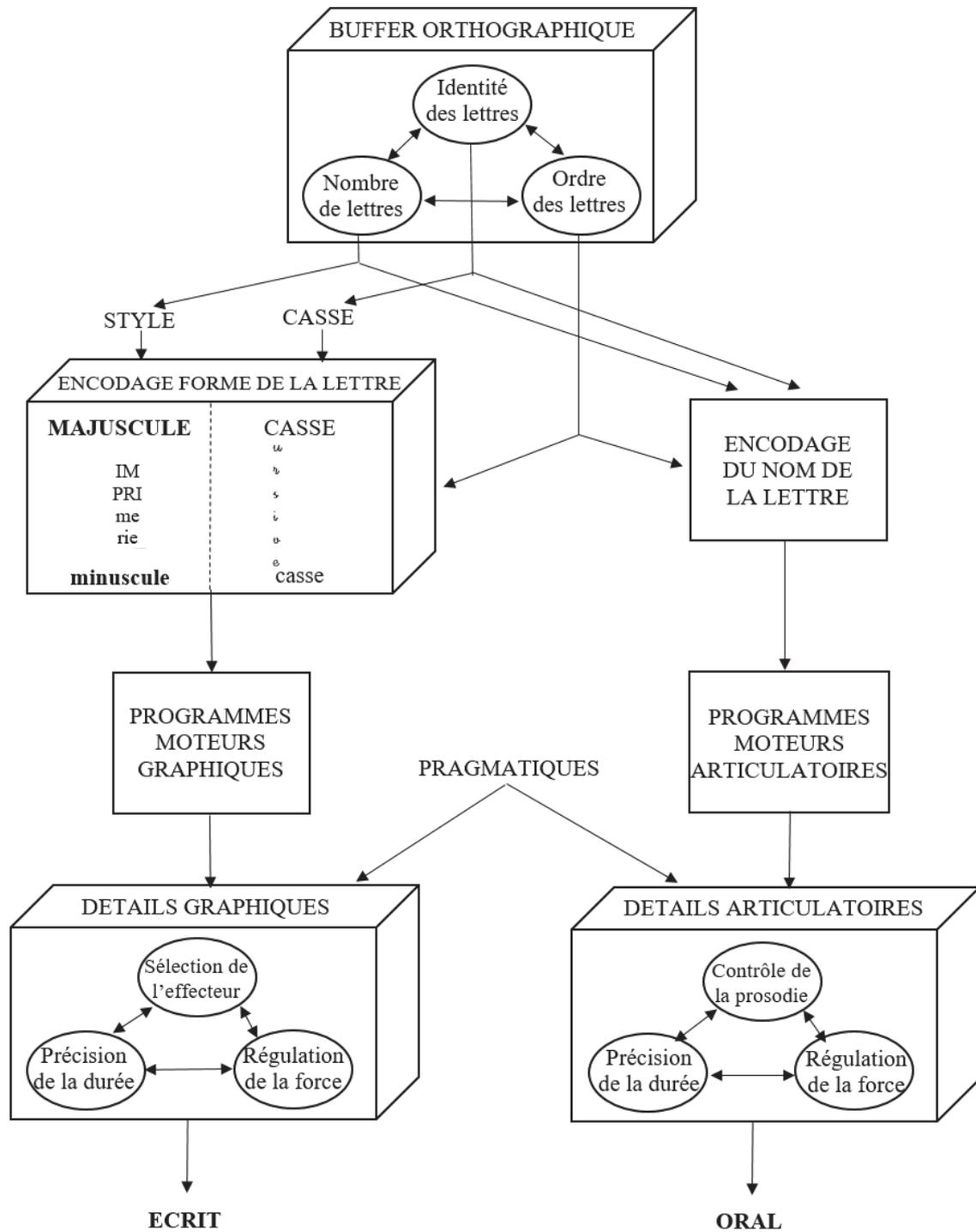
c)



Analyse de groupe: réelle vs imaginaire. Comparaison de groupe pour les sujets participant aux deux expériences. Les coupes axiales sont en vue radiologique, Talairach coordonne z? 64 à z? 52, écart de 4 mm. Jaune= zones actives pour le dessin réel vs dessin imaginé, rouge = zones actives pour seulement l'écriture réelle vs l'écriture imaginée, bleu = chevauchement d'activation à la fois réel vs imaginaire.

(adapté de Harrington)

## Annexe VII



Modèle orthographique révisé – le buffer orthographique et plus  
(adapté de Margolin et Goodman-Schulman)

## Annexe VIII

### Tests d'écriture pour l'examineur

#### I - Mécanismes de l'écriture (exploration du graphisme)

Demander au patient :

- d'écrire son nom et son adresse (en cas d'échec, lui écrire et lui demander en copie)
- de recopier :
  - > lettres : V A T O I (issus de la dictée élémentaire des mots simples)
  - > mots : COU, BEBE, ENTRE (issus de la dictée élémentaire des mots simples)
  - > phrase : LE CHIEN MARRON POURSUIT LE PETIT CHAT NOIR.

#### II - Evocation des symboles graphiques

##### 1 - Ecriture automatique

Demander au patient d'écrire :

- les 26 lettres de l'alphabet (au lieu des 13 du HD&E afin de pouvoir vérifier l'effet de fréquence des lettres)
- les chiffres de 1 à 10

##### 2 - Dictée élémentaire

Demander au patient d'écrire :

- lettres : B K L R T
- chiffres : 7 15 42 193 1865

#### III - Evocation graphique des mots (dictée de mots)

Demander au patient d'écrire : soif, melon, soupe, force, oncle, liberté, théâtre, particulier, physicien, conscience

#### IV - Dictée de phrases

Demander au patient d'écrire :

- elle ne les voit pas
- le garçon vole des gâteaux
- s'il ne fait pas attention, il va tomber du tabouret

#### V - Ecriture spontanée (test du MMSE)

« Ecrivez une phrase, ce que vous voulez, mais une phrase entière »

### Test d'écriture

#### I - Mécanismes de l'écriture

Noms et adresse

Copie

V A T O I

COU BEBE ENTRE

LE CHIEN MARRON POURSUIT LE  
PETIT CHAT NOIR

#### II - Evocation des symboles graphiques

Lettres

Chiffres

Lettres

Chiffres

#### III - Evocation graphique des mots

#### IV - Dictée de phrases

#### V - Ecriture spontanée

# Annexe IX

ASSISTANCE PUBLIQUE HÔPITALUX DE PARIS | PARIS CENTRE | LUSAGE | UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES | TÉLÉCOM SUD PARIS

## ALWRITE: Etude de l'identification de paramètres de l'écriture, la voix et la marche chez des patients MCI et MA stade débutant

Victoria Cristancho-Lacroix (PhD)  
Hélène Kérhervé (PhD)  
Pr Anne-Sophie Rigaud  
Hôpital Broca – Laboratoire Lusage

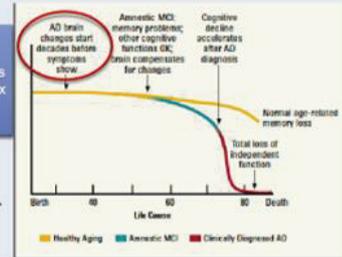
Pr Mounim A. El-Yacoubi  
Pr Sonia Garcia  
Christian Muvingsi (Doctorant)  
Télécom Sud Paris – Université Paris Saclay

universitÉ PARIS-SACLAY | Soutenir la recherche pour améliorer les soins

## Maladie d'Alzheimer (MA)

- Début progressif et insidieux\*
- Trouble de la mémoire épisodique → 85% des cas (Dubois, 2012)
- Formes non-amnésiques (Lopez et al., 2011; McKhann et al., 2011)

- Quels facteurs prédictifs?
- Quels paramètres comportementaux sont discriminants?



## Le Langage dans la MA débutante

- **Manque du mot:** noms propres, dates, mots moins familiers+++
- Circonlocutions, paraphrasies.
- Habitudes de lecture et **écriture affectées** Ex. chèque
- **Erreurs dans la compréhension** de l'intention de l'interlocuteur (sarcasme, métaphores)

Fonctions exécutives, praxiques, langagières, mémoire sémantique,...

Macoir et al (2014)  
Berkat-Defradas et al (2006)  
Crossle (2005)

## Speech in Alzheimer's Disease: Can Temporal and Acoustic Parameters Discriminate Dementia?

Juan José G. Mellán\*, Francisco Martínez-Sánchez\*, Juan Carro\*, Dolores E. López\*, Lymanie Millán-Monsté\*, José M. Arana\*

\*Instituto de Neurociencias of Castilla y León, University of Salamanca, Salamanca, and \*University of Murcia, Murcia, Spain

**30 MA** : âge:78,66 (9,88); MMSE :18,07 (3,86).

**36 PA contrôle** : âge:74,06 (9,74); MMSE:27,97(1,15)

**Tâche:** Lecture de phrases affichées sur un écran.

**Résultats:** Paramètres discriminant **84.8% des MA vs PAc** (Analyse linéaire discriminante)

- Fréquence d'interruptions de la parole,
- Nb périodes de voix
- Nb fois voix coupée
- Altération de l'amplitude de la voix (shimmer)

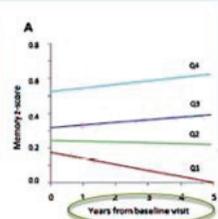
## La marche et le vieillissement cognitif

Chung et al (2012):

- 9 MA + 3 sujets âgés sains
- MA réalise significativement de pas plus courts et ralentis
- Pas de différence significatives: Nb des pas, cadence moyenne.  
→ Altération du schéma moteur

Mielke et al (2013) :

- 1478 participants âgés entre 70-89 ans
- Bilan complet à M0 et M15
- Corrélation **entre performance mnésique et vitesse de la marche** →



## Objectif principal

- Identifier des indicateurs discriminant trois groupes : PA sans trouble cognitif, MCI et MA débutant.

## Objectifs secondaires

- **Évaluer la corrélation** entre les paramètres d'écriture, voix et marche et les performances neuropsychologiques.
- **Mesurer la valeur prédictive** des indicateurs à M0 par rapport aux modifications des performances cognitives et aux modifications des mesures multimodales à M12

## Méthode

- Etude **multicentrique**, longitudinale, exploratoire.
- **3 groupes** de 100 personnes:



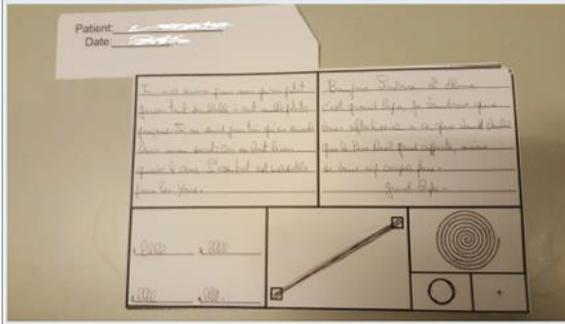
- **M0 – M12-M24** : Protocole d'évaluation de l'écriture, de la voix et de la marche (~1h) + bilan neuropsychologique HDJ

## Protocole d'acquisition d'écriture et de voix

1. 4 séries de 4 lettres *l* cursives
2. Recopier un texte imposé de quelques lignes.
3. Lire le même texte imposé.
4. Écrire un texte spontané et non connu a priori.
5. Lire un texte spontané et non connu a priori
6. Tracer des cercles, une spirale, des lignes, et maintenir sur un point fixe le stylo durant quelques secondes.



## Exemple d'acquisition de données manuscrites



7. Remplir sur la tablette une simulation de chèque et de courrier postal.



## Protocole d'acquisition (gestes fins et marche)

9. Marcher sur le tapis GAITRite selon le protocole de Broca

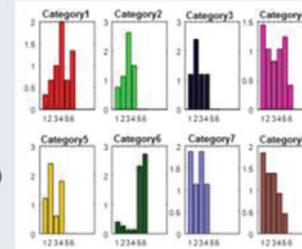


## Etude expérimentale: Influence de âge sur l'écriture

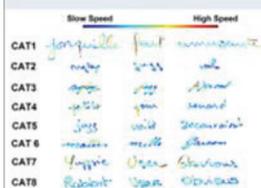
- Base de données IRONOFF + Broca

- 6 groupes d'âges considérés
- Paramètres de l'écriture
  - Vitesse, accélération, jerk
  - Levés de stylo, pression
  - Inclinaison, courbure, etc.
  - Vecteur de dimension = 55
- Regroupement (Clustering)
  - 8 clusters (catégories) dégagés

Category	Age Range	Num. of Writers
Teenagers (A1)	13-17 Y.O.	60
Young Adults (A2)	18-25 Y.O.	600
Mid Age Adults (A3)	26-50 Y.O.	100
Old Adults (A4)	51-65 Y.O.	60
Seniors (A5)	66-75 Y.O.	10
Elders (A6)	76-90 Y.O.	8



## 3 profils de personnes âgées dégagés



- **Catégorie 6**: Surtout des personnes âgées
  - Style d'écriture lent et trop soigné
  - Vitesse et accélérations les plus faibles
  - Ecriture la plus stable
  - Beaucoup de levés de stylo
- **Catégorie 1**: Personnes âgées + adultes (51-61)
  - Style d'écriture très fluide.
  - Vitesse, accélération et jerk les plus élevés
  - Instabilité très élevée.
- **Catégorie 4**: Personnes âgées + tous les autres âges
  - Vitesse moyenne, jerk faible
  - Nombre moyen de pen-ups
  - pression moyenne
  - Nombre de levés de stylo moyen.
- **Catégories 2, 3, 5, 7**: Pas de personnes âgées
  - Forte pression
  - Vitesse verticale très élevée

## Variables contrôlées

- **Pour tous les groupes**
- Les pathologies actuelles pouvant altérer la motricité fine ou globale, l'articulation, l'audition ou la vision.
- L'état psychoaffectif dans les derniers 3 mois (anxiété, dépression)
- La prise de médicaments (dosage et famille)
- La fréquence de l'écriture et la lecture dans le dernier mois
- Le niveau socioculturel

# Annexe X

**Tests d'écriture - examinateur**

**I - Mécanismes de l'écriture (exploration du graphisme)**  
 Demander au patient :  
 • d'écrire son nom et son prénom (en cas d'échec, lui écrire et lui demander en copie)  
 • de recopier :  
 > lettres d'imprimerie : V A T O I (BD&E)  
 > lettres cursives : m, i, f, r, u (BIA)  
 > mots en lettres d'imprimerie : COU, BEBE, ENTRE (BD&E)  
 > mots en lettres cursives : trou, librairie, cheminée (M,T,86)  
 > phrase en lettres d'imprimerie : LE CHIEN MARRON POURSUIT LE PETIT CHAT NOIR (BD&E)  
 > phrase en lettres cursives : la jeune femme du boulanger a déchiré son manteau (M,T,86)

**II - Evocation des symboles graphiques (BD&E)**  
**1 - Ecriture automatique**  
 Demander au patient d'écrire :  
 • les 26 lettres de l'alphabet : les 13 premières en imprimerie, les 13 dernières en cursives  
 • les chiffres de 1 à 10

**2 - Dictée élémentaire (BD&E)**  
 Demander au patient d'écrire :  
 • lettres d'imprimerie : B K L R T  
 • lettres cursives : b, s, i, t, l (BIA)  
 • chiffres : 7 15 42 193 1865

**III - Evocation graphique des mots (dictée de mots) (BD&E)**  
 Demander au patient d'écrire en lettres d'imprimerie : soif, soupe, oncle, théâtre, physicien  
 Demander au patient d'écrire en lettres cursives : melon, force, liberté, particulier, conscience

**IV - Dictée de phrases (BD&E)**  
 Demander au patient d'écrire en lettres d'imprimerie : elle ne les voit pas, le garçon vole des gâteaux  
 Demander au patient d'écrire en lettres cursives : le bébé pleure, il est arrivé sans souci (BIA)

**Test d'écriture - patient**

**I - Mécanismes de l'écriture**  
 Nom et prénom

Copie

V A T O I m i f r u

COU BEBE ENTRE trou librairie cheminée

LE CHIEN MARRON POURSUIT LE PETIT CHAT NOIR

La jeune femme du boulanger a déchiré son manteau

**I - Evocation des symboles graphiques**  
 Ecriture automatique  
 Lettres

Chiffres

**Dictée élémentaire**  
 Lettres

Chiffres

**III- Evocation graphique des mots**

**IV- Dictée de phrases**

**V - Ecriture spontanée**

---

EXPERT CALAS Linkie

**Les marqueurs de l'apraxie visuo-constructive et/ou visuo-spatiale dans les bilans de première intention chez les patients atteints de la maladie d'Alzheimer**

52 pages, 48 références bibliographiques

Mémoire d'orthophonie – UNS / Faculté de Médecine – Nice 2018

RESUME

L'apraxie visuo-constructive, qui est caractérisée par une difficulté de réalisation des dessins et des constructions, est habituellement testée et diagnostiquée à l'aide de tâches de dessin et de construction. Le but de cette étude est de démontrer qu'il est possible de repérer l'apraxie visuo-constructive, grâce à des marqueurs graphiques spécifiques de cette atteinte, dans les bilans de première intention et sans utiliser ce type de tests. Nous avons utilisé des épreuves d'écriture issues de batteries d'examen déjà existantes afin d'expérimenter notre hypothèse. L'analyse qualitative des échantillons collectés sur deux cas cliniques a mis en exergue des phénomènes de closing-in, de rotation et de persévération qui sont des marqueurs graphiques spécifiques de l'apraxie visuo-constructive. Ces résultats suggèrent que cette pathologie est donc bien décelable précocement dans la maladie d'Alzheimer au moyen de simples tâches d'écriture.

MOTS-CLES

apraxie visuo-constructive, apraxie visuo-spatiale, apraxie de construction, maladie d'Alzheimer, écriture, bilan, closing-in, rotation, persévération, accollement, traits graphiques, marqueurs graphiques

Directeur DE MEMOIRE  
Philippe BARRES

CO-Directrice DE MEMOIRE  
Auriane GROS

## ABSTRACT

Visual-constructional apraxia, which is characterized by a difficulty in making drawings and constructions, is usually tested and diagnosed using drawing and construction tasks. The aim of this study is to demonstrate that it is possible to identify visual-constructional apraxia, thanks to graphic markers specific to this damage, in first-line assessments and without using this type of test. Writing tests from existing test batteries were used to try on our hypothesis. The qualitative analysis of the samples collected in two clinical cases highlighted closing-in, rotation and perseveration phenomena, which are specific graphic markers of visual-constructional apraxia. Therefore, these outcomes suggest that this pathology is very early detectable in Alzheimer's disease by using mere writing tasks.

## KEY-WORDS

visual-constructional apraxia, Alzheimer's disease, writing, assessment, graphic markers, closing-in phenomenon, rotation phenomenon, perseveration phenomenon

