

Évaluation de l'orthographe dans la maladie d'Alzheimer

Bernard CROISILE¹, Patrice ADELEINE², Thierry CARMOI¹,
Gilbert AIMARD¹ et Marc TRILLET¹

Résumé. *Les aspects quantitatifs et qualitatifs d'une tâche de dictée ont été comparés chez 42 patients avec maladie d'Alzheimer et 30 sujets témoins appariés. Patients et témoins écrivent moins bien les mots non-réguliers que les non-mots et les mots réguliers, sans différence entre ces deux derniers types. Les patients font significativement plus d'erreurs que les témoins pour chacun de ces trois types de mots, mais de façon plus prononcée pour les mots non-réguliers. A côté de cet effet de régularité orthographique, il existe aussi un effet de la fréquence lexicale mais pas de la classe grammaticale. L'analyse des paragraphes montre que les témoins produisent surtout des erreurs phonologiquement correctes alors que les patients écrivent autant d'erreurs phonologiquement correctes qu'incorrectes. Ces dernières erreurs sont affectées par la longueur des items. Ces résultats suggèrent qu'il existe dans la maladie d'Alzheimer une perturbation plus marquée du lexique orthographique que de la voie phonologique qui pourrait dans certains cas compenser le déficit lexical. La dysorthographe est corrélée aux difficultés du langage, aux désordres visuo-constructifs et à la sévérité de la démence, mais elle n'est liée ni à l'âge, ni à la durée de la maladie, ni aux difficultés de mémoire.*

Mots clés : Maladie d'Alzheimer, écriture, orthographe, agraphie.

Key words: Alzheimer's disease, writing, spelling, agraphia.

1. Service de Neurologie, Hôpital Neurologique, 59 boulevard Pinel, 69003 Lyon, France.

2. Département de Statistique, Hospices Civils de Lyon, Lyon, France.

INTRODUCTION

La maladie d'Alzheimer est caractérisée par des difficultés progressives affectant plusieurs fonctions cognitives parmi lesquelles les plus touchées sont la mémoire, le langage et les habiletés gestuelles et visuo-constructives. Leur altération n'est pas parallèle dans le temps, de même que celle des différentes sous-composantes d'une fonction cognitive donnée. Ceci a été parfaitement démontré pour le langage oral, dont la détérioration progressive est caractérisée par une atteinte initiale des processus lexicaux et sémantiques, alors que l'atteinte syntaxique et phonologique est plus tardive (Bayles, 1982 ; Martin et Fedio, 1983 ; Hier et al., 1985 ; Murdoch et al., 1987).

Au niveau du langage écrit, Alois Alzheimer (1907) avait noté chez sa première patiente qu'«En écrivant, elle recommence la même syllabe à plusieurs reprises et en oublie d'autres et en général finit très vite par s'arrêter». Depuis cette première constatation, peu de travaux ont systématiquement évalué la dégradation des composantes linguistique, visuo-spatiale et grapho-motrice de l'écriture dans la maladie d'Alzheimer. Quelques analyses succinctes de l'expression écrite de patients ont démontré que l'agraphie était une manifestation précoce de la maladie, souvent plus prononcée que les difficultés du langage oral, et en général bien corrélée à la sévérité de la démence (Appell et al., 1982 ; Cummings et al., 1985 ; Faber-Langendoen et al., 1988). Par la suite, des épreuves de description écrite d'une scène imagée complexe ont montré que les productions des patients étaient plus courtes et moins informatives que celles de sujets témoins, et qu'elles contenaient en outre des persévérations et des intrusions sémantiques (Horner et al., 1988 ; Neils et al., 1989 ; Henderson et al., 1992 ; Croisile et al., 1995). Ces constatations indiquent une altération des capacités sémantiques appliquées au langage écrit (Cummings et al., 1985 ; Roeltgen, 1985 ; Roeltgen et al., 1986 ; Glosser et Kaplan, 1989 ; Rapcsak et Rubens, 1990). Lors de l'écriture d'une simple phrase, LaBarge et al. (1992) ont constaté que les troubles du graphisme des patients augmentaient avec la sévérité de la démence sans être corrélés à l'atteinte du langage oral ni aux performances motrices. La même épreuve de production d'une phrase écrite permet à Kemper et al. (1993) de montrer

que si la syntaxe apparaît simplifiée, il y a peu d'erreurs relevant d'une désorganisation des règles grammaticales.

L'orthographe et l'écriture sous dictée ont rarement été évaluées de façon systématique dans la maladie d'Alzheimer. Glosser et Kaplan (1989) ont étudié la dictée de 8 mots et 8 verbes chez 12 patients, l'analyse qualitative détaillée des fautes d'orthographe étant limitée à la constatation que les erreurs phonologiquement correctes étaient plus fréquentes que celles phonologiquement incorrectes. Le travail de Rapcsak et al. (1989) n'a aussi concerné que peu de patients (11), dont cinq n'ont pu être testés que par le biais de l'épellation orale, en raison d'une importante agraphie apraxique. Ces auteurs ont cependant eu le mérite de comparer la dictée de 30 mots réguliers, 30 mots irréguliers, 30 non-mots et 30 mots grammaticaux. Malgré l'absence d'une corrélation entre la dysorthographe et le MMSE, ces auteurs ont suggéré qu'il existait une altération du système lexical de la dictée (par perte des informations orthographiques) plus précoce que la perturbation de la voie phonologique de l'écriture. Au moyen d'un protocole comportant la dictée de 10 mots réguliers, 10 mots irréguliers et 10 non-mots, Platel et al. (1993) ont confirmé, lors d'une étude longitudinale sur un an chez 22 patients, l'existence d'une progression logique de la dégradation de l'orthographe, débutant par le système lexical et se poursuivant par l'altération du système phonologique qui ne peut plus compenser la dysorthographe. Dans aucun de ces travaux, l'effet de fréquence d'emploi des mots a été évalué.

Ces études de la dysorthographe de la maladie d'Alzheimer reposent sur le développement, lors de ces dernières années, de plusieurs modèles du traitement de l'écriture qui ont permis d'individualiser deux systèmes fonctionnels parallèles : un système lexical et un système phonologique (Morin et al., 1990). Grâce à un lexique orthographique dit de sortie, le système lexical permet l'écriture des mots familiers, qu'ils soient réguliers, irréguliers ou ambigus. Les mots réguliers ont l'orthographe la plus simple possible, parfaitement prédictible en terme de correspondance phonème-graphème, ou obéissant aux règles les plus fréquentes de cette correspondance (*opéra*). Les mots irréguliers contiennent une irrégularité dans la correspondance phonème-graphème (*femme*). Enfin, les mots ambigus pourraient s'écrire de plusieurs façons en raison de la présence de lettres muettes ou de phonèmes

ambigus (*gâteau*). L'interruption de cette voie lexicale entraîne une perte des représentations orthographiques et le tableau observé est classiquement celui d'une agraphie lexicale : les non-mots et les mots réguliers sont correctement écrits alors que de nombreuses erreurs surviennent lors de l'écriture des mots ambigus et irréguliers. Ces erreurs sont souvent phonologiquement correctes ("fame" pour *femme*) en raison d'une compensation par le système phonologique d'écriture (Beauvois et Déruesné, 1981 ; Hatfield et Patterson, 1983 ; Roeltgen et Heilman, 1984 ; Croisile et al., 1989). L'orthographe des substantifs et des mots grammaticaux est perturbée de façon similaire dans les agraphies lexicales. Le système phonologique est utilisé pour l'écriture des non-mots et des mots non familiers par l'intermédiaire des règles de conversion phonème-graphème. L'altération de ce système donne lieu à une agraphie phonologique dans laquelle les patients présentent des difficultés lors de l'écriture dictée des non-mots et des mots non familiers, alors que l'écriture des mots familiers est correctement réalisée par le système lexical intact (Shallice, 1981 ; Roeltgen et al., 1983 ; Roeltgen et Heilman, 1984).

Les modèles de l'écriture postulent ensuite que la voie lexicale et la voie phonologique de l'orthographe convergent vers un Buffer Graphémique dont le rôle est le stockage temporaire de la représentation orthographique d'un mot ou d'un non-mot avant la mise en route des processus périphériques d'épellation orale ou d'écriture (Miceli et al., 1985 ; Caramazza et al., 1987 ; Posteraro et al., 1988 ; Hillis et Caramazza, 1989). Les atteintes du Buffer Graphémique affectent aussi bien les mots que les non-mots, quelles que soient les modalités d'Input (écriture dictée, écriture spontanée, dénomination écrite) ou d'Output (épellation orale, écriture manuscrite, écriture avec lettres mobiles). Les erreurs sont plus fréquentes pour les mots longs mais elles ne sont pas affectées par les facteurs sémantiques, phonologiques ou lexicaux (fréquence, abstraction, classe grammaticale). Ces erreurs consistent habituellement en des omissions, des transpositions ou des substitutions de lettres aboutissant à des néologismes non prononçables.

La présente étude a analysé une tâche de dictée chez 42 patients avec maladie d'Alzheimer comparés à 30 sujet témoins appariés pour l'âge, l'éducation et le sexe. Le but de l'étude était d'évaluer l'influence sur la dictée des patients de différents paramètres tels que la difficulté

orthographique, la classe grammaticale, la fréquence d'emploi des substantifs et leur longueur. Dans un deuxième temps, nous avons analysé la nature des erreurs produites par chacun des deux groupes afin d'identifier des profils caractéristiques de la maladie. Enfin, nous avons déterminé les liens éventuels entre l'altération orthographique dans la maladie d'Alzheimer et différentes variables démographiques ou neuropsychologiques.

SUJETS

Quarante-deux patients et 30 sujets témoins âgés ont participé à cette étude. Les patients répondaient au diagnostic clinique de maladie d'Alzheimer probable selon les critères du NINCDS-ADRDA (Mac Khann et al., 1984). L'âge moyen des patients était de 68,9 ans ($\pm 7,4$; valeurs extrêmes = 52 à 85 ans). Le *sexe ratio* était de 18 hommes/24 femmes. La durée moyenne de scolarité était de 11,6 ans ($\pm 3,6$; valeurs extrêmes = 7 à 21). La durée moyenne de la maladie était de 3,3 ans ($\pm 1,7$; valeurs extrêmes = 1 à 7 ans). Le bilan biologique était normal chez tous les patients et le scanner cérébral ne montrait pas d'anomalie focale. Aucun des patients n'avait d'antécédent d'éthylisme ou d'atteinte cérébro-vasculaire, et le score de Hachinski ne dépassait jamais 4 (Hachinski et al., 1975). Les patients avaient un score toujours inférieur à 10 sur l'échelle de dépression de Hamilton (Hamilton, 1960). Les patients vivaient chez eux, étaient tous droitiers et tous de langue maternelle française.

Le groupe contrôle était constitué de 30 sujets volontaires, en bonne santé, appariés avec les patients pour les critères d'âge (68,1 ans $\pm 7,9$; valeurs extrêmes = 50 à 84 ans ; $F[1, 70] = .19$; $p = .66$) et d'éducation (11,5 ans $\pm 4,4$; valeurs extrêmes = 7 à 23 ans ; $F[1, 70] = .01$; $p = .91$). Le *sexe ratio* était de 9 hommes/21 femmes, sans différence significative entre les patients et les témoins ($X^2 = .75$; $p = .39$). Les témoins étaient tous droitiers et de langue maternelle française.

Tous les sujets ont été soumis à un examen neuropsychologique comprenant des épreuves mesurant l'efficacité cognitive globale, le langage, les praxies gestuelles, les capacités constructives, l'attention et

la mémoire. La sévérité de la démence a été évaluée par le Mini-Mental State Examination ou MMSE (Folstein et al., 1975). Le langage a été évalué par les tests suivants : (1) la Batterie d'Aphasie (Aphasia Battery ; Faber-Langendoen et al., 1988) ; ce test est une brève batterie d'évaluation dérivée de la Boston Diagnostic Aphasia Examination (BDAE, Goodglass et Kaplan, 1976) ; (2) la dénomination au moyen d'une liste simplifiée de 42 images (forme I) dérivée du test de dénomination de Boston (Huff et al., 1986) ; (3) la fluence verbale : les sujets devaient produire en une minute autant de mots que possible commençant par la lettre P, puis ensuite le plus grand nombre de mots en une minute dans la catégorie des animaux. Les deux scores ont été additionnés pour obtenir un score total de fluence verbale. L'évaluation des praxies gestuelles a été faite à l'aide d'une batterie de 24 gestes (8 gestes symboliques et 8 gestes non symboliques sur commande verbale, 8 postures sans signification sur imitation visuelle). Les capacités visuo-constructives ont été étudiées au moyen de la copie d'une figure complexe (Signoret et Whiteley, 1979). L'empan digital direct et l'empan digital inverse de l'échelle de mémoire de Wechsler (Wechsler et Stone, 1973) ont testé les capacités attentionnelles. La mémoire non verbale a été évaluée par le rappel immédiat de la figure précédemment copiée. La mémoire verbale a été testée au moyen du rappel immédiat d'une histoire complexe (Histoire du Lion - Barbizet et Duizabo, 1980). Le Tableau 1 résume les scores des deux groupes pour l'ensemble des tests ainsi que les résultats de leurs comparaisons par des analyses de variances qui révèlent des différences significatives pour tous les tests, au détriment du groupe des patients.

MÉTHODE

Les patients et leur famille ont été interrogés sur leur estimation personnelle des performances d'écriture depuis le début de la maladie. Dans la plupart des cas (35/42), ils ont reporté au moins un épisode de difficultés de l'écriture, le plus souvent lors de la rédaction d'un chèque qui combine une signature et l'écriture d'un nombre en chiffres puis en lettres. Depuis ce moment, beaucoup de patients sont devenus très réticents pour la réalisation de tâches écrites telles que la rédaction d'une

lettre. Même si les patients et leurs familles ont constaté des difficultés orthographiques inhabituelles, ils étaient davantage impressionnés par les changements de la calligraphie.

Tableau 1. Examen neuropsychologique des sujets: comparaison des moyennes (\pm écarts types) des deux groupes.

	Alzheimer (n = 42)	Témoins (n = 30)	ANOVA F[1, 70]	p =
MMSE	17,43 \pm 4,37	29,37 \pm 0,96	216.81	.0001
Batterie d'Aphasie	3,86 \pm 3,18	0,63 \pm 0,67	29.94	.0001
Dénomination	24,33 \pm 8,18	38,87 \pm 2,98	86.11	.0001
Fluence totale	13,81 \pm 7,17	35,10 \pm 10,15	108.89	.0001
Praxies gestuelles	22,17 \pm 1,95	23,93 \pm 0,25	24.24	.0001
Copie de la figure	20,64 \pm 5,33	23,53 \pm 1,01	8.58	.005
Empan direct	4,38 \pm 0,96	6,17 \pm 0,83	67.27	.0001
Empan inverse	2,14 \pm 1,55	4,30 \pm 1,42	36.21	.0001
Rappel de la figure	6,40 \pm 4,79	20,80 \pm 4,02	179.92	.0001
Rappel de l'histoire	3,50 \pm 2,58	14,80 \pm 3,49	250.15	.0001

Un score élevé correspond à de bonnes performances sauf dans le cas de la Batterie d'Aphasie.

Table 1. Mean scores (\pm SD) for Alzheimer and control groups on neuropsychological assessment. (High score represents good performance on all measures except Aphasia Battery.)

La tâche de dictée

Les patients et les sujets témoins ont été soumis à la dictée d'une liste de 54 substantifs, 12 mots grammaticaux et 18 non-mots. Les 54 substantifs correspondaient à 18 mots orthographiquement réguliers, 18 mots ambigus et 18 mots irréguliers. De façon à étudier l'effet de la fréquence sur les résultats de la dictée des substantifs, trois classes de fréquence ont été utilisées : $F < 1$, $1 \leq F \leq 30$, et $F > 30$ par million de

mots (Juilland et al., 1970). Chaque classe de fréquence comportait 6 des mots réguliers, 6 des mots ambigus et 6 des mots irréguliers. La longueur des mots (en nombre de lettres) a été contrôlée au niveau des trois catégories de difficulté orthographique et des trois classes de fréquence. Les 12 mots grammaticaux étaient des prépositions, des adverbes ou des conjonctions. Les non-mots avaient une structure phonologique typique du français et correspondaient à 6 monosyllabiques (*zim*), 6 bisyllabiques (*bitu*) et 6 trisyllabiques (*arépo*). La construction de ces listes de mots et de non-mots permettait de comparer la dictée des patients et des témoins selon différents paramètres : la difficulté orthographique, la classe grammaticale, la classe de fréquence des substantifs, la longueur des mots (nombre de lettres) et la longueur des non-mots (nombre de syllabes).

Afin de vérifier qu'ils avaient bien entendu chacun des items cibles, tous les sujets ont dû répéter chaque mot ou non-mot avant de l'écrire : cette épreuve a été parfaitement réalisée par l'ensemble des sujets. La lecture à voix haute de la liste des mots et des non-mots a été évaluée après la tâche de dictée. Trente-cinq patients ont correctement lu les mots et les non-mots alors que les sept autres (qui avaient une dysorthographie marquée lors de la dictée) produisirent quelques rares paraphrasies à la lecture de certains non-mots ou de certains mots irréguliers.

Classification des paraphrasies

Les exemplaires d'écriture ont été analysés de façon indépendante par deux des auteurs (BC et TC) et les désaccords furent réconciliés. Après l'analyse quantitative des résultats de la tâche de dictée, une classification qualitative des erreurs a été réalisée à partir des paraphrasies obtenues lors de la dictée des 54 substantifs. Plusieurs classifications des paraphrasies ont été proposées dans la littérature (Caramazza et al., 1987 ; Ellis et Young, 1988 ; Sgaramella et al., 1991). Leur caractéristique commune est d'opposer les erreurs phonologiquement correctes (ou "phonologiquement plausibles") aux erreurs phonologiquement incorrectes (ou "phonologiquement non plausibles").

Nous avons choisi une classification des erreurs qui distingue : (1) les paraphrasies verbales, (2) les erreurs phonologiquement correctes et (3) les erreurs phonologiquement incorrectes. Les paraphrasies verbales

correspondent aux substitutions lexicales du mot cible par un autre mot partageant des relations sémantiques ("homme" pour *monsieur*) ou morphologiques ("remise" pour *chemise*). Les erreurs phonologiquement correctes ne respectent pas l'orthographe du mot cible mais conservent sa prononciation en remplaçant un graphème par un graphème phonologiquement équivalent ("fame" pour *femme*). Les erreurs phonologiquement incorrectes ne préservent pas la prononciation du mot cible ; elles peuvent être ensuite séparées en erreurs simples et en erreurs multiples de lettres. Les erreurs simples n'affectent qu'une seule lettre et correspondent aux erreurs de sélection d'une lettre (substitution, addition, omission ou transposition) ou aux omissions d'accents. Les erreurs multiples désorganisent beaucoup plus l'architecture orthographique du mot : elles correspondent à des erreurs qui affectent plusieurs lettres selon des combinaisons complexes qui rendent hasardeuses une subdivision plus poussée de ces erreurs. Il faut toutefois souligner que certaines des erreurs permettaient néanmoins une identification du mot cible ("élapan" pour *éléphant*), alors que d'autres paraphrasies étaient de réels néologismes ("amar" pour *canon*). Les rares mots incomplets ou illisibles étaient aussi inclus dans cette catégorie.

En ce qui concerne les non-mots, ont été retenues comme correctes les réponses qui ne modifiaient pas la prononciation de l'item cible ("arépo", "arépeau").

Analyse statistique

Les comparaisons statistiques ont été effectuées au moyen d'analyses de variances (ANOVA) à un ou deux facteurs, et de tests *t* de Student. Quand des différences significatives apparaissaient lors d'une ANOVA, des comparaisons post-hoc étaient réalisées selon la procédure de Scheffé ($p < .05$). Une analyse de corrélation a été réalisée dans le groupe de patients entre les résultats de la dictée des 54 substantifs et les variables démographiques et neuropsychologiques, afin d'examiner si la dysorthographie était liée à la sévérité globale de la maladie ou à des aspects plus particuliers de l'altération cognitive. Cette analyse de corrélation a été effectuée par le calcul de coefficients de corrélation de Pearson.

RÉSULTATS

Résultats quantitatifs de la tâche de dictée

Les Figures 1 à 4 présentent les résultats de la dictée des deux groupes, selon les différents paramètres de difficulté orthographique, de classe grammaticale, de classe de fréquence des substantifs, et de longueur des non-mots. Comme les patients n'avaient pas de différence entre la dictée des mots ambigus et celle des mots irréguliers ($F[1, 41] = 1.05$; $p = .31$), leurs résultats ont été additionnés sous le terme de mots non-réguliers pour la comparaison statistique des deux groupes.

Influence de la difficulté orthographique (Figure 1). Les pourcentages des réponses correctes ont été soumis à une ANOVA à deux facteurs : Groupe (patients, témoins) x Type de mots (non-mots, mots réguliers, mots non-réguliers). L'ANOVA met en évidence un effet significatif du groupe ($F[1, 70] = 20.41$; $p = .0001$) et du type de mots ($F[2, 140] = 18.39$; $p = .0001$), avec une interaction significative entre eux ($F[2, 140] = 6.82$; $p = .0015$). La décomposition de l'interaction dans chacun des groupes confirme l'effet significatif du type de mots, à la fois chez les patients ($F[2, 82] = 17.59$; $p = .0001$) et chez les témoins ($F[2, 58] = 10.05$; $p = .0004$). La poursuite de l'analyse par le test de Scheffé ($p < .05$) au sein de chacun des deux groupes montre que les patients et les témoins font plus d'erreurs lors de la dictée des mots non-réguliers que lors de celle des non-mots et des mots réguliers, alors qu'il n'y a pas de différence entre non-mots et mots réguliers. Enfin, la comparaison des deux groupes pour chacun des types de mots au moyen de tests t de Student montre que les patients font toujours plus d'erreurs que les témoins (non-mots : $t(70) = 5.31$; $p = .0001$ - mots réguliers : $t(70) = 4.02$; $p = .0002$ - mots non-réguliers : $t(70) = 5.20$; $p = .0001$). Ainsi, chacun des groupes a de meilleures performances lors de la dictée des non-mots et des mots réguliers que lors de celle des mots non-réguliers. Cependant, les patients avec maladie d'Alzheimer font toujours plus d'erreurs que les témoins quel que soit le type de mots, mais la différence est plus prononcée pour la dictée des mots non-réguliers.

Figure 1. Résultats de la dictée des non-mots, des mots réguliers et des mots non-réguliers chez les patients Alzheimer et les sujets témoins.

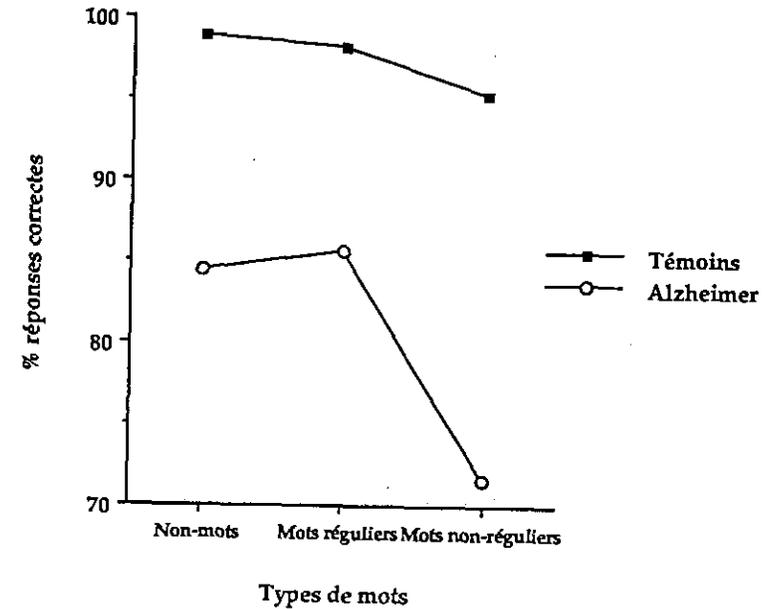


Figure 1. Results of the AD and control groups on spelling to dictation for each word type (nonwords, regular words, non-regular words).

Influence de la classe grammaticale (Figure 2). L'évaluation du rôle de la classe grammaticale sur les résultats de la dictée a été faite grâce à une ANOVA à deux facteurs : Groupe (patients, témoins) x Classe de mots (substantifs, mots grammaticaux). Il existe un effet significatif du groupe ($F[1, 70] = 18.50$; $p = .0001$), sans effet de la classe grammaticale ($F[1, 70] = 3.15$; $p = .081$), et sans interaction ($F[1, 70] = .03$; $p = .86$). Les patients font toujours plus d'erreurs que les témoins, mais les deux groupes ne produisent pas plus d'erreurs dans la classe des mots grammaticaux que dans celle des substantifs.

Figure 2. Résultats de la dictée des patients Alzheimer et des sujets témoins selon les deux classes de mots (substantifs et mots grammaticaux).

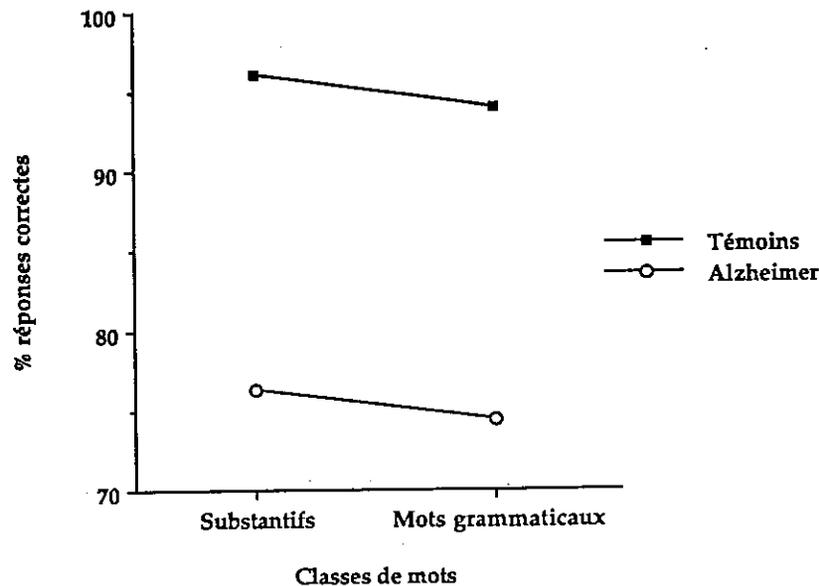


Figure 2. Results of the AD and control groups on spelling to dictation according to the 2 word classes (nouns and functors).

Influence de la fréquence des substantifs (Figure 3). L'influence de la fréquence d'utilisation des substantifs sur les résultats de la dictée a été évaluée par une ANOVA à deux facteurs : Groupe (patients, témoins) x Classe de Fréquence ($F < 1$, $1 \leq F \leq 30$, $F > 30$). Cette ANOVA a indiqué un effet significatif du groupe ($F[1, 70] = 18.23$; $p = .0001$) et de la fréquence ($F[2, 140] = 32.25$; $p = .0001$), avec une interaction significative entre les deux ($F[2, 140] = 6.32$; $p = .002$). La décomposition de l'interaction révèle un effet significatif de la fréquence, présent à la fois chez les patients ($F[2, 82] = 29.17$; $p = .0001$) et chez les témoins ($F[2, 58] = 9.33$; $p = .0003$). Le test de Scheffé ($p < .05$) montre que, chez les patients, les résultats des trois classes de fréquence diffèrent tous les uns des autres : les mots de basse

fréquence sont plus mal écrits que ceux de fréquence intermédiaire et que ceux de fréquence élevée, et les mots de fréquence intermédiaire sont plus mal écrits que ceux de fréquence élevée. Les témoins ont un profil un peu différent : si les mots de basse fréquence sont plus mal écrits que ceux de fréquence intermédiaire et élevée, il n'y a pas de différence entre les mots de fréquence intermédiaire et ceux de fréquence élevée. Enfin, la comparaison des deux groupes par des tests t de Student pour chacune des fréquences testées montre que les patients font toujours plus d'erreurs que les témoins (basse fréquence : $t(70) = 4.69$; $p = .0001$ - fréquence intermédiaire : $t(70) = 4.19$; $p = .0001$ - fréquence élevée : $t(70) = 3.41$; $p = .0011$), et l'interaction indique que cette différence est plus marquée pour les mots de basse fréquence.

Figure 3. Résultats de la dictée des patients Alzheimer et des sujets témoins selon les trois classes de fréquence des substantifs.

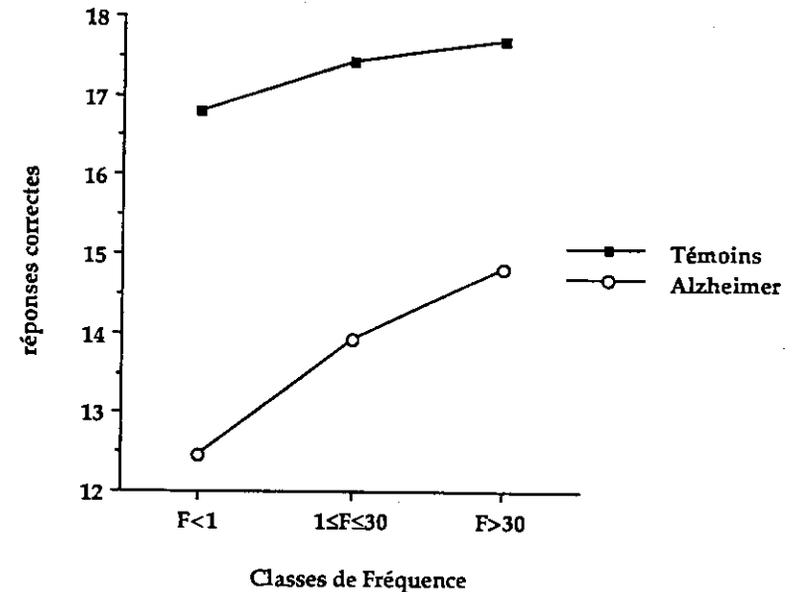


Figure 3. Results of the AD and control groups on noun spelling to dictation according to the 3 classes of frequency.

Influence de la longueur des substantifs. L'effet de longueur des substantifs n'a été calculé que pour les erreurs phonologiquement incorrectes afin d'évaluer l'éventuelle association d'un déficit du Buffer Graphémique. Comme ces erreurs sont minimales chez les témoins, cet effet n'a été calculé que chez les patients avec maladie d'Alzheimer. Trois groupes de longueur de substantifs ont été individualisés : groupe A = [3, 4 et 5 lettres] ($n = 20$ mots), groupe B = [6 lettres] ($n = 14$ mots), groupe C = [7, 8, 9 et 10 lettres] ($n = 20$ mots). Le pourcentage de survenue d'erreurs phonologiquement incorrectes est : groupe A = 9,4%, groupe B = 8,5%, groupe C = 15,2%. Les erreurs sont plus fréquentes dans le groupe C (des mots les plus longs) que dans les groupes A ($X^2 = 9.86$; $p = .0017$) et B ($X^2 = 10.78$; $p = .001$), alors que les groupes A et B ne diffèrent pas ($X^2 = .19$; $p = .66$). Ainsi, les erreurs phonologiquement incorrectes des patients surviennent davantage lors de la dictée des substantifs longs que courts.

Influence du nombre de syllabes des non-mots (Figure 4). Une ANOVA à deux facteurs : Groupe (patients, témoins) \times nombre de syllabes des non-mots (mono, bi, trisyllabiques) a été menée de façon à évaluer l'influence du nombre de syllabes sur les résultats de la dictée des non-mots. L'ANOVA met en évidence un effet significatif du groupe ($F[1, 70] = 20.8$; $p = .0001$) et du nombre de syllabes ($F[2, 140] = 6.13$; $p = .0028$) ainsi qu'une interaction significative entre eux ($F[2, 104] = 4.07$; $p = .002$). La décomposition de l'interaction révèle un effet significatif du nombre de syllabes chez les patients ($F[2, 82] = 7.54$; $p = .001$), mais pas chez les témoins ($F[2, 58] = 1.53$; $p = .23$). Chez les patients, le test de Scheffé montre que les non-mots monosyllabiques sont mieux réussis que les bisyllabiques et les trisyllabiques alors que les bisyllabiques et les trisyllabiques ne diffèrent pas ($p < .05$). Enfin, la comparaison des deux groupes par des tests t de Student pour chacun des nombres de syllabes montre que les patients font toujours plus d'erreurs que les témoins (monosyllabiques : $t(70) = 2.14$; $p = .0359$ - bisyllabiques : $t(70) = 4.79$; $p = .0001$ - trisyllabiques : $t(70) = 3.81$; $p = .0003$). L'interaction indique que cet effet de longueur est plus marqué pour les bisyllabiques et les trisyllabiques que pour les monosyllabiques.

Figure 4. Résultats de la dictée des patients Alzheimer et des sujets témoins selon le nombre de syllabes des non-mots.

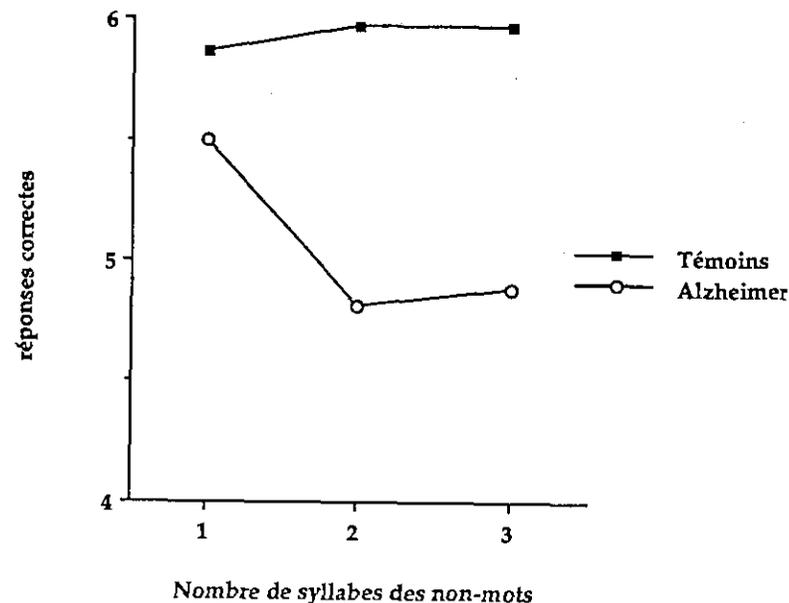


Figure 4. Results of the AD and control groups on spelling to dictation of non-words according to the number of syllables.

Nature des erreurs de la dictée

Analyse des erreurs des substantifs. Outre les différences quantitatives observées entre les deux groupes, une analyse de la nature des paraphrasies obtenues lors de la dictée des 54 substantifs fait apparaître certaines différences.

Les témoins ne font aucune paraphrasie verbale alors que les patients en ont produit un total de huit, malgré une répétition toujours correcte des mots cibles. Cinq de ces réponses sont phonologiquement liées au mot cible ("hauteur" pour *odeur*), deux n'ont aucun lien ("soif" pour *anchois* ; "encre" pour *hangar*), et une erreur est un mot réel qui peut

aussi être obtenu par la substitution d'une lettre ("neuf" pour *nerf*). Il n'y a eu aucune paraphrasie sémantique.

La comparaison des erreurs phonologiquement correctes et incorrectes a été faite par un test *t* de Student dans chacun des deux groupes (Figure 5). Les erreurs des témoins sont plus souvent phonologiquement correctes qu'incorrectes ($t(29) = 4.63$; $p = .0001$), alors que les patients produisent un nombre équivalent d'erreurs phonologiquement correctes et incorrectes ($t(41) = .47$; $p = .64$).

Figure 5. Dictée des substantifs: distribution des erreurs phonologiquement correctes et incorrectes dans les deux groupes.

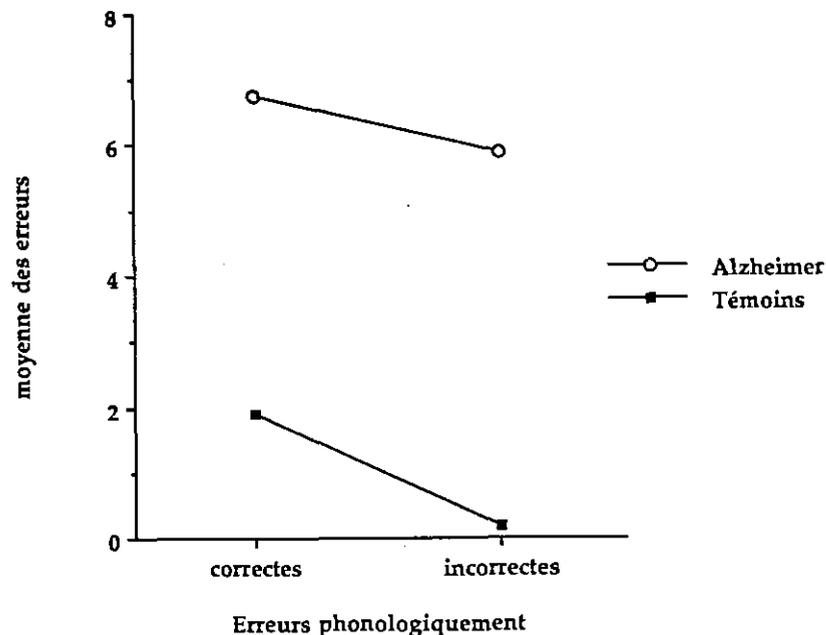


Figure 5. Noun dictation: distribution of phonologically accurate and inaccurate errors in the AD and control groups.

La distribution des erreurs phonologiquement incorrectes en erreurs simples et en erreurs multiples (Figure 6) a ensuite montré que les témoins font autant d'erreurs simples que d'erreurs multiples ($t(29) = .57$; $p = .57$) alors que les patients font plus d'erreurs multiples que d'erreurs simples ($t(41) = 3.26$; $p = .0022$). Au niveau des erreurs simples, les témoins n'ont fait que des substitutions, alors que les patients ont produit cinq types de réponses : principalement des substitutions (48,0%) mais aussi des omissions (21,9%), des additions

Figure 6. Dictée des substantifs: distribution des erreurs simples et des erreurs multiples dans les deux groupes.

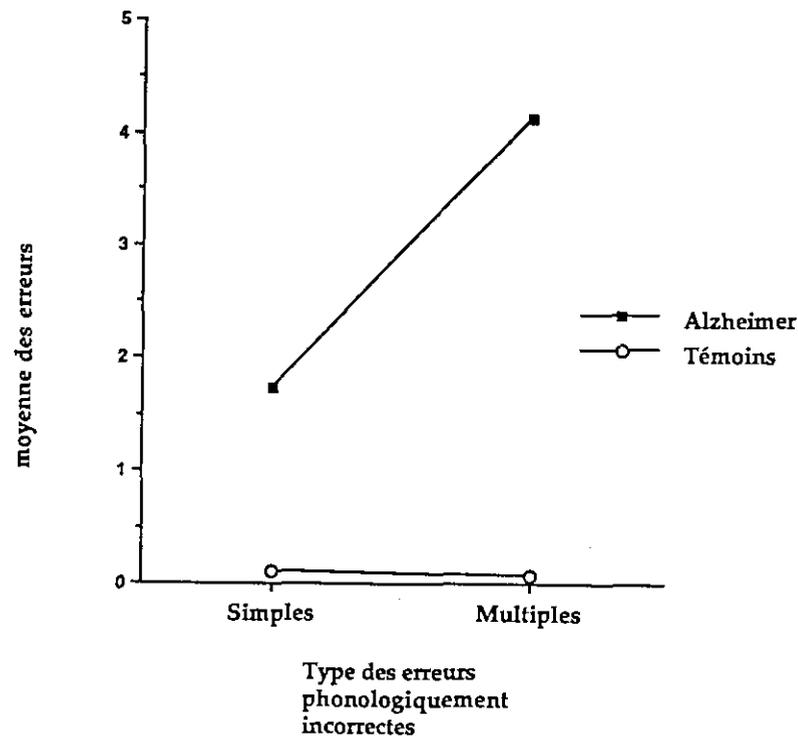


Figure 6. Noun dictation: distribution of single and multiple errors in the AD and control groups.

(20,6%) et des transpositions (4,1%) de lettres, ainsi que des omissions d'accent (5,4%). Enfin, l'analyse de la distribution des erreurs multiples montre que les témoins ne produisent jamais de néologismes, ni de réponses illisibles ou incomplètes, mais uniquement des erreurs avec combinaison d'erreurs de lettres. Les patients font principalement des erreurs avec combinaison d'erreurs de lettres (81,6%), puis des néologismes (17,2%), et des réponses illisibles ou incomplètes (1,2%).

Analyse des erreurs des non-mots. Les erreurs des témoins sont toujours d'autres non-mots prononçables qui ont le même nombre de syllabes que le non-mot cible. Malgré une répétition parfaite des non-mots, les patients avec maladie d'Alzheimer produisent des erreurs qui sont le plus souvent d'autres non-mots prononçables (88,1% ; par exemple "tamor" pour *tamaro*). Les autres erreurs sont des substitutions verbales (5,1% ; par exemple "en fuite" pour *zim*) et des non-mots non prononçables (6,8% ; par exemple "trt" for *tida*). Ces non-mots non prononçables ont été écrits par deux patients ayant une dysorthographe sévère. Les erreurs des patients ont le plus souvent le même nombre de syllabes que le non-mot cible (97,1%), suggérant que le déficit n'est pas au niveau de la segmentation des non-mots en syllabes mais plutôt dans l'application des règles de conversion phonème-graphème.

Troubles du graphisme

Lors de l'épreuve de dictée, des difficultés du graphisme ont été objectivement perceptibles aux auteurs dans 26 cas : un patient a écrit deux mots totalement illisibles, alors que les 25 autres ont présenté d'occasionnelles ratures ou des reprises du trait de réalisation de certaines lettres sans en empêcher toutefois la reconnaissance. La comparaison par des tests *t* de Student du sous-groupe de 16 patients sans troubles du graphisme et du sous-groupe des 26 patients avec troubles du graphisme montre que ces derniers ont un MMSE plus bas (respectivement, $20,12 \pm 3,30$ contre $15,77 \pm 4,13$; $t(40) = 3.57$; $p = .001$) et qu'ils réussissent moins bien la dictée des substantifs (respectivement, $48,06 \pm 7,81$ contre $36,96 \pm 14,77$; $t(40) = 2.77$; $p = .0085$).

Corrélations entre la dictée des substantifs chez les patients et les variables démographiques ou neuropsychologiques

Le Tableau 2 montre l'existence de corrélations entre les résultats de la dictée des 54 substantifs chez les patients et la sévérité de la démence évaluée par le MMSE, ainsi qu'avec les tests de langage, la copie de la figure et les deux empan. La dysorthographe n'est pas corrélée avec l'âge, la durée de la démence et son âge de début, ni avec le score d'apraxie gestuelle ou les scores des tests de mémoire. On peut suspecter dans ce dernier cas la présence d'un effet plancher empêchant l'émergence d'une corrélation. La corrélation entre la dysorthographe et la Batterie d'Aphasie n'a pas été calculée puisqu'elle comporte un sous-score d'orthographe.

Tableau 2. Corrélations entre les résultats de la dictée des 54 substantifs et les variables démographiques et neuropsychologiques chez les patients avec maladie d'Alzheimer.

Variables	r	p
Age	.24	.062
Durée de la démence	.23	.072
Age de début	.14	.379
MMSE	.46	.001
Dénomination	.31	.021
Fluence totale	.44	.002
Praxies gestuelles	.22	.083
Copie de la figure	.50	.0001
Empan direct	.38	.007
Empan inverse	.31	.043
Rappel de la figure	.13	.201
Rappel de l'histoire	.12	.216

Table 2. Correlations between overall word spelling performance and demographic or neuropsychological variables in Alzheimer patients.

DISCUSSION

Les rares travaux qui ont bien étudié l'agraphie dans la maladie d'Alzheimer se sont principalement concentrés sur la désorganisation de la description écrite plutôt que sur celle de l'orthographe. Nos résultats montrent une altération significative de l'orthographe lors d'une épreuve de dictée de mots chez un groupe de patients avec maladie d'Alzheimer par comparaison à un groupe de sujets témoins : les patients font plus d'erreurs que les témoins lors de la dictée de mots réguliers, de mots non-réguliers et de non-mots. Un effet de régularité orthographique est observé dans chacun des deux groupes puisque la dictée des mots réguliers est toujours meilleure que celle des mots non-réguliers, avec toutefois un effet plus prononcé chez les patients. En outre, la dictée des non-mots est mieux réalisée que celle des mots non-réguliers, sans différer toutefois de la dictée des mots réguliers. Un effet de fréquence est présent à la fois chez les témoins et chez les patients, mais beaucoup plus marqué chez ces derniers lors de la dictée des mots de basse fréquence. Enfin, il n'y a pas de différence entre la dictée des substantifs et celle des mots grammaticaux, indiquant une absence d'effet de classe grammaticale. Au niveau de l'analyse qualitative des erreurs, si les patients produisent quelques paraphrasies verbales, ils font surtout beaucoup d'erreurs phonologiquement correctes et incorrectes. Ces dernières sont plus souvent des erreurs multiples de lettres que des erreurs de lettres individuelles.

Ces résultats démontrent ainsi qu'il existe, dans la maladie d'Alzheimer, une fragilité particulière des représentations orthographiques des mots, plus prononcée pour les mots non-réguliers et les mots de basse fréquence. Cette accentuation de l'effet de régularité orthographique et de celui de fréquence, ainsi que l'absence d'effet de classe grammaticale, sont en faveur d'une altération spécifique du lexique orthographique dans la maladie d'Alzheimer. En outre, l'effet plus marqué de la fréquence suggère une perte de la représentation des mots du lexique orthographique plutôt qu'une simple difficulté d'accès à ces représentations (Rapcsak et al., 1989). Ainsi que cela a déjà été suggéré sur des séries plus restreintes de mots ou de patients (Glosser et Kaplan, 1989 ; Rapcsak et al., 1989 ; Platel et al., 1993), le profil de cette dysorthographe est en accord avec le diagnostic d'agraphie lexi-

cale. Par opposition au système lexical, le système d'écriture phonologique serait plus solide, ainsi que l'attestent les meilleurs résultats de la dictée des non-mots par rapport à celle des mots non-réguliers. La relative intégrité de cette voie phonologique permettrait aussi de compenser dans certains cas les difficultés de l'écriture lexicale : ce rôle compensateur peut s'apprécier à la fois par la meilleure dictée des mots réguliers et par la constatation de nombreuses paraphrasies phonologiquement correctes lors de la dictée des mots non-réguliers. De nombreux auteurs ont montré que l'atteinte du langage oral dans la maladie d'Alzheimer est caractérisée par une perturbation initiale des aspects lexicaux et sémantiques, contrastant avec la relative préservation des composantes syntaxiques et phonologiques (Bayles, 1982 ; Martin et Fedio, 1983 ; Hier et al., 1985 ; Murdoch et al., 1987). Nos résultats confirment ainsi, dans la modalité écrite, la vulnérabilité sélective des capacités lexicales orthographiques par opposition au système d'écriture phonologique de la conversion phonème-graphème.

La présence d'erreurs chez les témoins doit bien sûr faire prendre en compte la possibilité de difficultés orthographiques pré-existantes à leur maladie chez certains patients. Par ailleurs, il serait intéressant de déterminer si le processus pathologique de la maladie d'Alzheimer affecte d'une manière particulière la structure orthographique des mots ou s'il n'est responsable que d'une simple augmentation des erreurs "habituelles" communes aux sujets ayant, de façon constitutionnelle, de mauvaises capacités orthographiques. Une telle évaluation se heurte cependant au très faible taux d'erreurs des témoins, ce qui ne permet pas une comparaison convaincante des différentes sous-catégories d'erreurs. Malgré cela, on ne peut s'empêcher de remarquer quelques différences qualitatives entre les paraphrasies des témoins et celles des patients. En effet, les témoins ne font jamais de paraphrasies verbales et leurs représentations orthographiques erronées respectent pratiquement toujours la prononciation des mots cibles. Les paraphrasies des patients sont ainsi davantage éloignées des mots cibles que celles des témoins.

La présence d'erreurs phonologiquement incorrectes chez les patients est un des arguments qui suggèrent l'inefficacité du système phonologique de l'écriture, mais il est aussi possible d'envisager devant ces erreurs l'altération du système du Buffer Graphémique, d'autant plus

que ce système est sensible aux difficultés attentionnelles dont on connaît la fréquence dans la maladie d'Alzheimer. La présence d'un effet de longueur des mots pourrait confirmer une atteinte du Buffer Graphémique. Toutefois, les erreurs des patients diffèrent de celles considérées comme spécifiques d'une atteinte du Buffer Graphémique, en particulier, les erreurs des non-mots et une grande partie des erreurs phonologiquement incorrectes sont principalement des néologismes prononçables. Ces caractéristiques sont en défaveur d'une altération isolée du Buffer Graphémique, mais on ne peut éliminer la possibilité de minimales difficultés de ce type surajoutées aux déficits lexical et phonologique de la dictée, principalement chez les patients les plus agraphiques dont les troubles attentionnels sont les plus marqués. Des difficultés plus périphériques des processus de l'écriture sont aussi suggérées par les modifications de la calligraphie, les occasionnelles ratures et les reprises du trait de réalisation de certaines lettres. Ces difficultés grapho-motrices sont plus fréquentes chez les patients à la démence évoluée et à la dysorthographe avancée. Cette intrication des atteintes linguistiques et grapho-motrices lors de l'évolution de la maladie a déjà été soulignée par Platel et al. (1993).

En raison de la complexité cognitive du langage écrit qui associe plusieurs fonctions linguistiques et extra-linguistiques, la dysorthographe de la maladie d'Alzheimer pourrait s'intégrer dans le cadre de la détérioration cognitive globale de cette affection. Dans quelle mesure la dysorthographe est-elle en effet liée aux performances des patients lors des autres épreuves neuropsychologiques ? Les erreurs de la dictée apparaissent significativement corrélées à la sévérité de la démence (évaluée par le MMSE) ainsi qu'à la détérioration des tests de langage et des habiletés visuo-constructives, alors qu'il n'y a pas de corrélation avec l'âge, la durée de la maladie, l'âge de début de la maladie, les praxies gestuelles ou les difficultés de mémoire. Dans le cas de la description écrite, Henderson et al. (1992) ont observé que la sévérité de la démence et les difficultés visuo-constructives étaient les facteurs prédictifs les plus importants des perturbations descriptives, avec une contribution significative de toutes les autres fonctions cognitives. Horner et al. (1988) ont déjà noté l'absence de corrélation entre la durée de la démence et un score global d'appréciation de la description écrite. La corrélation significative entre le MMSE et la dysorthographe

de nos patients n'est pas retrouvée par Rapcsak et al. (1989). Toutefois, leur étude comprend seulement 11 patients dont le MMSE moyen est plus bas que celui de nos patients, évoquant un effet plancher qui empêcherait d'observer une éventuelle corrélation entre les deux mesures. Plusieurs travaux ont suggéré que les patients avec maladie d'Alzheimer à début précoce auraient des difficultés plus marquées au niveau du langage que les formes plus tardives (Seltzer et Sherwin, 1983 ; Chui et al., 1985), mais cette notion a été critiquée par d'autres auteurs (Cummings et al., 1985 ; Murdoch et al., 1987 ; Selnes et al., 1988). En ce qui concerne l'écriture, nous n'avons pas retrouvé de corrélation entre la dysorthographe et l'âge de début de la maladie. En raison des corrélations variables entre la dictée et les autres fonctions cognitives, on peut envisager, comme Eustache (1993), que l'évolution de la dysorthographe dans la maladie d'Alzheimer est en partie indépendante de celle des autres fonctions cognitives et de l'atteinte diffuse de la maladie. Cette constatation incite à suspecter le rôle important de l'altération des régions cérébrales participant à l'élaboration du langage écrit. Les agraphies lexicales des lésions vasculaires sont en relation avec des atteintes pariétales gauches, plus précisément au niveau du gyrus angulaire (Roeltgen et Heilman, 1984), alors que les lésions du gyrus supra-marginal gauche caractérisent les agraphies phonologiques (Roeltgen et al., 1983). Les perturbations de l'écriture et de l'orthographe observées dans la maladie d'Alzheimer pourraient ainsi spécifiquement refléter la présence des lésions neuropathologiques au sein des systèmes neuronaux spécifiques, à la fois fonctionnels et anatomiques, impliqués dans les processus de l'écriture. La distribution des lésions neuropathologiques (Hansen et al., 1988 ; Moosy et al., 1989) et des anomalies des débits sanguins cérébraux ou des perturbations métaboliques lors de la tomographie d'émission de positons (Foster et al., 1983 ; Celsis et al., 1987 ; Haxby et al., 1990) a démontré que le cortex associatif temporo-pariétal gauche est une des régions atteintes de façon privilégiée par les processus dégénératifs de la maladie d'Alzheimer. La nature de la dysorthographe correspondrait plus à des lésions déjà focalisées qu'à la diffusion du processus démentiel. Ceci serait bien démontré par la constatation, chez des patients avec maladie d'Alzheimer, d'une corrélation entre, d'une part, l'agraphie lexicale et un hypométabolisme du gyrus angulaire gauche mesuré par la tomogra-

phie d'émission de positons, et, d'autre part, l'agraphie phonologique et un hypométabolisme du gyrus supra-marginal gauche (Eustache, 1993).

Même si des travaux récents révèlent une hétérogénéité cognitive dans la maladie d'Alzheimer, caractérisée par des profils différents et parfois opposés des performances des patients, il est certain que la majorité des patients suit un profil comparable (Joanette et al., 1992 ; Ritchie et Touchon, 1992). Notre échantillon de patients ne peut échapper à cette hétérogénéité et il comprend des patients avec différents degrés de gravité de la dysorthographe, caractérisés par une dégradation plus marquée du lexique orthographique que de la voie phonologique. Cette constatation a été confirmée par l'étude longitudinale de Platel et al. (1993). Enfin, la dysorthographe ne doit pas être isolée du contexte général de l'altération de l'écriture dans la maladie d'Alzheimer. Les difficultés sémantiques de la description écrite ont été bien démontrées et elles pourraient être les premiers indices de l'altération du langage écrit, avant l'apparition de la dysorthographe. Cette dysorthographe démontre une perturbation lexicale spécifique qui pourrait précéder la survenue des troubles du graphisme puisque nos patients avec difficultés graphiques ont une dysorthographe plus prononcée que ceux sans troubles graphiques. On peut supposer que les processus lexicaux, plus fragiles, seraient atteints avant la désorganisation des processus périphériques de l'écriture (LaBarge et al., 1992). Des études longitudinales plus complètes pourraient éclairer davantage notre connaissance de la déstructuration du langage écrit dans la maladie d'Alzheimer.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le Pr Lecours (Montréal) et le Pr Laurent (Saint-Etienne) pour leurs lectures critiques, ainsi que le Pr Michel, le Pr Rousset et le Dr Thomas-Antérion (Saint-Etienne) pour leur aide lors de la réalisation de cette étude.

ABSTRACT

Quantitative and qualitative aspects of writing to dictation were compared in 42 patients with Alzheimer's disease (AD) and 30 matched control subjects. Patients and controls wrote nonwords and regular words significantly better than non-regular words, without difference between nonwords and regular words. Patients made more errors than controls, and this effect was more pronounced for non-regular words. Spelling was also affected by word frequency but not by word class. Analysis of paraphasias showed that controls mainly produced phonologically plausible errors whereas patients wrote equivalent numbers of phonologically plausible and non plausible errors. These latter errors were affected by the length of the target words. This study suggests in AD a progressive impairment of lexical spelling followed by a less pronounced deficit of phonological spelling. Spelling errors were correlated with language difficulties, visuo-constructional disorders and increased severity of dementia, but was not affected by age, duration of illness, or memory difficulties.

REFERENCES

- Alzheimer, A. (1907). Über eine eigenartige Erkrankung der Hirnrinde. *Allgemeine Zeitschrift für Psychiatrisch und Psychischgerichtlich Medizin*, 64, 146-148.
- Appell, J., Kertesz, A., & Fisman, M. (1982). A study of language function in Alzheimer patients. *Brain and Language*, 17, 73-91.
- Barbizet, J., & Duizabo, P. (1980). *Neuropsychologie* (2ème éd.). Paris: Masson.
- Bayles, K.A. (1982). Language function in senile dementia. *Brain and Language*, 16, 265-280.
- Beauvois, M.F., & Derouesné, J. (1981). Lexical or orthographic agraphia. *Brain*, 104, 21-49.
- Caramazza, A., Miceli, G., Villa, G., & Romani, C. (1987). The role of the Graphemic Buffer in spelling: evidence from a case of acquired dysgraphia. *Cognition*, 26, 59-85.
- Celsis, P., Agniel, A., Puel, M., Rascol, A., & Marc-Vergnes, J.P. (1987). Focal cerebral hypoperfusion and selective cognitive deficit in dementia of

- the Alzheimer type. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 50, 1602-1612.
- Chui, H.C., Teng, E.L., Henderson, V.W., & Moy, A.C. (1985). Clinical subtypes of dementia of the Alzheimer type. *Neurology*, 35, 1544-1550.
- Croisile, B., Trillet, M., Laurent, B., Latombe, D., & Schott, B. (1989). Agraphie lexicale par hématomate temporo-pariétal gauche. *Revue Neurologique (Paris)*, 145, 4, 287-292.
- Croisile, B., Ska, B., Brabant, M.J., Duchêne, A., Lepage, Y., Aimard, G., & Trillet, M. (1995). Comparative study of oral and written picture description in patients with Alzheimer's disease. *Brain and Language* (sous presse).
- Cummings, J.L., Benson, D.F., Hill, M.A., & Read, S. (1985). Aphasia in dementia of the Alzheimer type. *Neurology*, 35, 394-397.
- Ellis, A.W., & Young, A.W. (1988). Spelling and writing. In *Human cognitive neuropsychology*. London: Lawrence Erlbaum Associates Ltd.
- Eustache, F. (1993). Langage, vieillissement et démences. In F. Eustache & B. Lechevalier (Eds.), *Langage et aphasie* (pp. 205-227). Bruxelles: De Boeck.
- Faber-Langendoen, K., Morris, J.C., Knesevich, J.W., LaBarge, E., Miller, J.P., & Berg, L. (1988). Aphasia in senile dementia of the Alzheimer type. *Annals of Neurology*, 23, 365-370.
- Folstein, M.F., Folstein, S.E., & Mc Hugh, P.R. (1975). "Mini-mental state": a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12, 189-198.
- Foster, N., Chase, T., Fedio, P., Patronas, N., Brooks, R., & Di Chiro, G. (1983). Alzheimer's disease: focal cortical changes shown by PET. *Neurology*, 33, 961-965.
- Glosser, G., & Kaplan, E. (1989). Linguistic and nonlinguistic impairments in writing: a comparison of patients with focal and multifocal CNS disorders. *Brain and Language*, 37, 357-380.
- Goodglass, H., & Kaplan, E. (1976). *The assessment of aphasia and related disorders*. Philadelphia, PA: Lea and Febiger.
- Hachinski, V.C., Iliff, L.D., Zilkha, E., DuBoulay, G.H., McAllister, V.L., Marshall, J., Russell, R.W.R., & Symon, L. (1975). Cerebral blood flow in dementia. *Archives of Neurology*, 32, 632-637.
- Hamilton, M.A. (1960). A rating scale for depression. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 23, 56-62.
- Hansen, L.A., De Teresa, R., Davies, P., & Terry, R.D. (1988). Neocortical morphometry, lesion counts, and choline acetyltransferase levels in the age spectrum of Alzheimer's disease. *Neurology*, 38, 48-54.

- Hatfield, F.M., & Patterson, K.E. (1983). Phonological spelling. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 35A, 451-468.
- Haxby, J.V., Grady, C.L., Koss, E., Horwitz, B., Heston, L., Schapiro, M., Friedland, R.P., & Rapoport, S.I. (1990). Longitudinal study of cerebral metabolic asymmetries and associated neuropsychological patterns in early dementia of the Alzheimer type. *Archives of Neurology*, 4, 753-760.
- Henderson, V.W., Buckwalter, J.G., Sobel, E., Freed, D.M., & Diz, M.M. (1992). The agraphia of Alzheimer's disease. *Neurology*, 42, 776-784.
- Hier, D.B., Hagenlocker, K., & Shindler, A.G. (1985). Language disintegration in dementia: effects of etiology and severity. *Brain and Language*, 25, 117-133.
- Hillis, A.E., & Caramazza, A. (1989). The graphemic buffer and attentional mechanisms. *Brain and Language*, 36, 208-230.
- Horner, J., Heyman, A., Dawson, D., & Rogers, H. (1988). The relationship of agraphia to the severity of dementia in Alzheimer's disease. *Archives of Neurology*, 45, 760-763.
- Huff, F.J., Collins, C., Corkin, S., & Rosen, T.J. (1986). Equivalent forms of the Boston Naming Test. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 8, 556-562.
- Joanette, Y., Ska, B., Poissant, A., & Béland, R. (1992). Neuropsychological aspects of Alzheimer's disease: evidence for inter- and intra-function heterogeneity. In F. Boller, F. Forette, Z. Khachaturian, M. Poncet, & Y. Christen (Eds.), *Heterogeneity of Alzheimer's disease*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Juillard, A., Brodin, D., & Davidovitch C. (1970). Frequency of French words. In A. Juillard. (Ed.), *The Romance languages and their structures*. The Hague: Mouton.
- Kemper, S., LaBarge, E., Ferraro, F.R., Cheung, H., Cheung, H., & Storandt, M. (1993). On the preservation of syntax in Alzheimer's disease. Evidence from written sentences. *Archives of Neurology*, 50, 81-86.
- LaBarge, E., Smith, D.S., Dick, L., & Storandt, M. (1992). Agraphia in dementia of the Alzheimer type. *Archives of Neurology*, 49, 1151-1156.
- Martin, A., & Fedio, P. (1983). Word production and comprehension in Alzheimer's disease: the breakdown of semantic knowledge. *Brain and Language*, 19, 124-141.
- Mc Khann, G., Drachman, D., Folstein, M., Katzman, R., Price, D., & Stadlan, E.M. (1984). Clinical diagnosis of Alzheimer's disease: report of the NINCDS-ADRDA Work Group under the auspice of Department of Health and Human Services Task Force on Alzheimer's disease. *Neurology*, 34, 939-944.

- Miceli, G., Silveri, M.C., & Caramazza, A. (1985). Cognitive analysis of a case of pure dysgraphia. *Brain and Language*, 25, 187-212.
- Moosy, J., Zubenko, G.S., Martinez, A.J., Rao, G.R., Kopp, U., & Hanin, I. (1989). Lateralization of morphologic and cholinergic abnormalities in Alzheimer's disease. *Archives of Neurology*, 46, 639-642.
- Morin, P., Viader, F., Eustache, F., & Lambert, J. (1990). *Les agraphies*. Paris: Masson.
- Murdoch, B.E., Chenery, H.J., Wilks, V., & Boyle, R.S. (1987). Language disorders in dementia of the Alzheimer type. *Brain and Language*, 31, 122-137.
- Neils, J., Boller, F., Gerdeman, B., & Cole, M. (1989). Descriptive writing abilities in Alzheimer's disease. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 11, 692-698.
- Platel, H., Lambert, J., Eustache, F., Cadet, B., Dary, M., Viader, F., & Lechevalier, B. (1993). Characteristics and evolution of writing impairment in Alzheimer's disease. *Neuropsychologia*, 31, 1147-1158.
- Posteraro, L., Zinelli, P., & Mazzucchi, A. (1988). Selective impairment of the graphemic buffer in acquired dysgraphia: a case study. *Brain and Language*, 35, 274-286.
- Rapcsak, S.Z., Arthur, S.A., Bliklen, D.A., & Rubens, A.B. (1989). Lexical agraphia in Alzheimer's disease. *Archives of Neurology*, 46, 65-68.
- Rapcsak, S.Z., & Rubens, A.B. (1990). Disruption of semantic influence on writing following a left prefrontal lesion. *Brain and Language*, 38, 334-344.
- Ritchie, K., & Touchon, J. (1992). Heterogeneity in senile dementia of the Alzheimer type: individual differences, progressive deterioration or clinical sub-types? *Journal of Clinical Epidemiology*, 45, 1391-1398.
- Roeltgen, D.P. (1985). Agraphia. In K.M. Heilman & E. Valenstein (Eds), *Clinical Neuropsychology* (2nd edition). Oxford: Oxford University Press.
- Roeltgen, D.P., & Heilman, K.M. (1984). Lexical agraphia. Further support for the two-system hypothesis of linguistic agraphia. *Brain*, 107, 811-827.
- Roeltgen, D.P., Rothi, L.G., & Heilman, K.M. (1986). Linguistic semantic agraphia: a dissociation of the lexical spelling system from semantics. *Brain and Language*, 27, 257-280.
- Roeltgen, D.P., Sevush, S., & Heilman, K.M. (1983). Phonological agraphia: writing by the lexical-semantic route. *Neurology*, 33, 755-765.
- Selnes, O.A., Carson, K., Rovner, B., & Gordon, B. (1988). Language dysfunction in early-and late-onset possible Alzheimer's disease. *Neurology*, 38, 1053-1056.

- Seltzer, B., & Sherwin, I. (1983). A comparison of clinical features in early- and late-onset primary degenerative dementia: one entity or two? *Archives of Neurology*, 40, 143-146.
- Sgaramella, T.M., Ellis, A.W., & Semenza, C. (1991). Analysis of the spontaneous writing errors of normal and aphasic writers. *Cortex*, 27, 29-39.
- Shallice, T. (1981). Phonological agraphia and the lexical route in writing. *Brain*, 104, 413-429.
- Signoret, J.L., & Whiteley, A. (1979). Memory Battery Scale. *International Neuropsychological Society Bulletin*, 2-26.
- Wechsler, D., & Stone, C.P. (1973). *Manual: Wechsler Memory Scale*. New York, NY: Psychological Corporation.

Article reçu le 6/5/94

Accepté le 26/1/95