

Langage et nombre chez des sujets atteints de démence de type Alzheimer : aspects syntaxiques et lexico-sémantiques

Laurent LEFEBVRE*, Charlotte PRUVOST**

* Chargé de cours Service de sciences cognitives, Université de Mons, Place du Parc, 18
7000 Mons, Belgique. Tél. : + 32 6 5373127 Fax : + 32 6 5373132
Laurent.Lefebvre@umons.ac.be

** Neurologue, chercheuse Service de sciences cognitives, Université de Mons, Place du Parc, 18
7000 Mons, Belgique. Tél. : + 32 6 5373127 Fax : + 32 6 5373132
pruvost.charlotte@gmail.com

Résumé :

La démence de type Alzheimer est considérée comme une pathologie affectant plus particulièrement la sphère mnésique. Les troubles aphasiques associés restent quant à eux relativement peu investigués et tout particulièrement les compétences numériques. Or, langage et nombre partagent certaines caractéristiques, comme l'existence d'un lexique, d'une sémantique et d'une syntaxe, caractéristiques pouvant être sélectivement altérées dans les pathologies neurologiques.

La présente recherche vise à évaluer les habiletés langagières et numériques au travers d'une épreuve psychométrique originale, dans le but d'isoler d'éventuelles difficultés lexico-sémantiques et syntaxiques chez 20 patients atteints de démence débutante de type Alzheimer. Les résultats révèlent ainsi des difficultés sémantiques davantage marquées lors des épreuves numériques et des déficits plus importants et globaux lors des épreuves évaluant le langage verbal.

Ceci réinterroge les liens existants entre langage et nombre et montre l'intérêt tout particulier d'une approche multicentrique dans l'évaluation des aptitudes cognitives chez le patient Alzheimer.

Mots clés : maladie d'Alzheimer, langage, nombre, sémantique, syntaxe.

Language and number processing in patients with Alzheimer's disease : semantic and syntactic aspects

Summary :

Alzheimer's disease is commonly considered as a memory disease, and comparatively, its associated troubles, as aphasic troubles, are relatively little studied. It is particularly the case for numerical competences of Alzheimer's patients, rarely examined. However, language and number share some characteristics : they have a lexicon, a semantic and a syntax, which can be selectively impaired in neurological diseases.

The goal of the present study is to evaluate, and compare, language and numerical abilities of twenty Alzheimer's patients at an early stage of the disease using an original short psychometric task, in order to isolate possible lexico-semantic or syntactic deficits in both fields.

Results show specific semantic deficits when patients are confronted with numerical exercises but stronger and more global troubles when verbal items are used.

The results lead us to call in question the existing links between verbal language and number, and show the specific interest of a multicentric, comparative approach in order to increase the pertinence of Alzheimer's patients' cognitive evaluation.

Key words : Alzheimer's disease, language, number, semantic, syntax.

----- INTRODUCTION -----

L'incidence de la démence de type Alzheimer ainsi que son influence sur la société ne sont aujourd'hui plus à démontrer. On sait que parmi l'ensemble des personnes présentant une démence, plus de 70% d'entre elles présentent cette forme (Derouesné, 2006). Si les troubles de la mémoire ont été abondamment évalués et commentés, les troubles du langage et du calcul, bien que connus pour faire partie intégrante des processus dégénératifs, sont moins bien documentés. Ainsi, bien que des études aient démontré les aspects déficitaires des processus langagiers au sein de la démence de type Alzheimer, notamment dans ses aspects lexicaux et sémantiques (Huff et coll., 1986 ; Cardebat et coll., 1991), il faut constater la pauvreté des recherches concernant les troubles du calcul et du traitement du nombre sur de larges populations. Les principales études sur l'habileté numérique dans la démence de type Alzheimer portent sur la compétence de transcodage de nombres. Les résultats concernant ce type de tâche indiquent une grande proportion d'intrusions du code source dans le code cible (exemples : 326 -> 3 cent vingt 6) (Kessler, Kalbe, 1996 ; Thioux et coll., 1999 ; Tegner, Nybaëck, 1990 ; Della Sala et coll., 2000) ou bien encore de persévérations (exemple : 326 -> 326) (Thioux et coll., 1999 ; Macoir et coll., 2002). Les auteurs interprètent ces données comme un problème d'automatisme de production, le code arabe étant très régulièrement utilisé et donc surproduit (Tegner, Nybaëck, 1990), ou une manifestation des déficits exécutifs rencontrés dans la démence de type Alzheimer (Kessler, Kalbe, 1996 ; Thioux et coll., 1999 ; Macoir et coll., 2002). Seuls Thioux et coll. (1999) envisagent également un problème de transcodage en tant que tel, sans pour autant préciser son origine : sémantique, lexicale ou mnésique. Aucun ne propose un trouble du langage spécifique pour expliquer les problématiques rencontrées. Pour autant, la patiente décrite par Thioux et coll., YC, lorsqu'elle est confrontée au transcodage d'un nombre arabe vers un autre code, utilise des stratégies langagières palliatives, utilisant la transduction mot à mot. De même, une autre étude décrit le cas d'une patiente atteinte d'une démence de type Alzheimer présentant de graves troubles syntaxiques, ceux-ci l'amenant à une production terme-à-terme avec lexicalisation seulement partielle (Noël, Seron, 1995). Il semble donc possible que la compétence langagière soit liée aux erreurs produites lors d'exercices relatifs aux nombres.

Afin d'aborder la démence de type Alzheimer dans son rapport au langage, nous sommes partis d'une théorie, le modèle déclaratif/procédural (Ullman, 2001), selon laquelle l'utilisation du langage dépend de deux capacités, à savoir un lexique mental de mots mémorisés et une grammaire mentale de règles qui régissent la composition séquentielle et hiérarchique des formes lexicales vers des mots, expressions et phrases plus importantes et structurées. Ainsi, le modèle déclaratif/procédural postule que la distinction lexique/grammaire au sein du langage est liée à la distinction entre deux systèmes :

- premièrement, un système de mémoire associative (déclarative) qui stocke toutes les connaissances arbitraires concernant les mots, à savoir leur sens, leur forme sonore ainsi que leurs représentations grammaticales. Il contient la base des représentations de mots simples (non-dérivables), les morphèmes suffixes et les formes morphologiquement irrégulières. Ce lexique mental serait présent dans le lobe temporal médian gauche et l'hippocampe. D'ailleurs, il est important de rappeler que les structures de l'hippocampe soutiennent la consolidation des mémoires déclaratives pour que ces informations soient ensuite stockées dans les régions du lobe temporal ;

- deuxièmement, un système de règles (système procédural), à la base de l'apprentissage de nouvelles capacités, mais aussi du contrôle de celles déjà acquises. Ce système serait très important pour les apprentissages séquentiels. Il revêt un caractère implicite car l'apprentissage d'une connaissance (voire la connaissance elle-même) n'est en général pas accessible à la conscience. L'acquisition de règles nécessite des présentations multiples des stimuli et des réponses, contrairement aux apprentissages sous-tendus par la mémoire déclarative qui sont plus rapides. La mémoire procédurale aurait donc un rôle particulier concernant l'utilisation de la syntaxe. D'ailleurs, le système cérébral impliqué pour la mémoire procédurale sous-tendrait également la grammaire mentale (Ullman, 2001). Il serait composé d'un circuit liant le lobe frontal, les ganglions de la base et certaines parties du cortex pariétal.

Afin de différencier le lexique de la grammaire, une étude particulière a été réalisée sur les formes des mots morphologiquement complexes (Ullman, 2001). Les transformations morphologiques irrégulières (e.g. « go/went », « solemn/solemnity ») dépendraient de la mémoire déclarative. Celles-ci sont différenciées des transformations morphologiques régulières (e.g. « walk-walked », « happy-happiness »), considérées comme étant dépendantes des règles de grammaire favorisées par le système procédural. Cette affirmation est basée sur des études qui ont utilisé des approches psycholinguistiques et neurolinguistiques avec des enfants et des adultes.

L'hypothèse principale serait que le système de règles favorise une transformation morphologique productive et implique uniquement des opérations séquentielles (e.g. « look » + « ed » : « looked », « shirt » + « sleeve » : « shirt-sleeve »), alors que le système de mémoire déclarative favorise une transformation morpho-phonologique qui n'implique pas ce genre d'opération séquencée (e.g. « sing » : « sang »). Dans ce cas, si une forme est trouvée en mémoire déclarative, le traitement basé sur la règle est inhibé (Ullman, 2001).

Plusieurs études sur des sujets adultes présentant une maladie neurodégénérative ont révélé une double dissociation entre la production de verbes anglais à désinences irrégulière et régulière (Ullman et coll., 1993 ; Ullman et coll., 1994 ; Ullman et coll., 1997). Il semble ainsi que les patients atteints de la maladie de Parkinson présenteraient des difficultés lorsqu'ils sont confrontés à des verbes réguliers, impliquant partiellement l'utilisation de règles, mais conserveraient une utilisation efficace des verbes irréguliers, mémorisés. Le pattern inverse est rencontré chez les patients atteints d'une démence de type Alzheimer. Ces auteurs ont dès lors lié les verbes irréguliers aux mots mémorisés et donc aux régions temporales. Les verbes réguliers, liés aux compétences syntaxique et motrice, seraient quant à eux produits suite à une activation des ganglions de la base.

En ce qui concerne la démence de type Alzheimer, la prédominance des perturbations lexico-sémantiques est bien documentée dans la littérature. En effet, la démence de type Alzheimer, dans sa phase débutante à tout le moins, est associée à une dégénérescence des régions temporales et temporopariétales, avec une relative préservation des régions corticales frontales et des ganglions de la base. Les dysfonctionnements lors de la récupération et de la reconnaissance des mots traduiraient le dommage temporal et temporopariétal (Grossman et coll., 1998). Par contre, le maintien de l'efficacité fronto-basale des patients atteints de la maladie d'Alzheimer expliquerait le niveau syntaxique correct lors du discours spontané (Hier et coll., 1985 ; Price et coll., 1993), mais aussi la préservation des performances motrices chez ces patients (Beatty et coll., 1988 ; Beatty et coll., 1994). Ainsi, une corrélation entre les

déficits en dénomination ou en mémoire épisodique et le taux d'erreurs dans la production des verbes irréguliers est relevée chez les patients Alzheimer (Ullman, 2001). Ceci confirme l'altération du système déclaratif, liée à des lésions temporales et temporo-pariétales.

La littérature concernant l'étude conjointe des habiletés numériques et langagières auprès de groupes de patients souffrant d'un processus dégénératif de type Alzheimer est quant à elle à notre connaissance inexistante. Or, certaines études plaident pour l'existence de processus sous-jacents communs aux deux habiletés cognitives considérées. Ainsi, des recherches récentes utilisant la technique des potentiels évoqués ont mis en évidence la présence d'une onde traditionnellement reconnue comme reflétant l'intégration sémantique du langage, la N-400 (Kutas, Hillyard, 1980), lors d'exercices arithmétiques (Jost et coll., 2004).

Dès lors, nous nous sommes employés à étudier ce phénomène en élaborant un outil capable de déterminer si ces processus sont parallèlement altérés, en se focalisant essentiellement sur des items favorisant les compétences lexico-sémantiques et syntaxiques. Nous avons pour ce faire mis en place un ensemble de tâches permettant d'évaluer à la fois le langage et le nombre et de révéler les possibles difficultés lexico-sémantiques et syntaxiques des patients dans ces deux domaines, et ainsi questionner l'existence d'un lien entre les aptitudes langagières et numériques au travers de l'analyse des patterns d'erreurs.

Ces patterns pourraient selon nous se traduire dans des pathologies particulières. Il nous a semblé dès lors intéressant d'investiguer les liens éventuels entre les processus langagiers et ceux relatifs au nombre au sein de la démence de type Alzheimer, dans leurs aspects syntaxiques et lexico-sémantiques et ce, chez les mêmes patients au même moment. Ainsi, une personne atteinte d'une démence de type Alzheimer, dont le déficit en phase débutante porte surtout sur les aspects lexico-sémantiques, produirait ce type d'erreurs tant dans le langage verbal que dans le nombre. Ceci devrait également se traduire, en regard du modèle de transcodage asémantique (Deloche, Seron, 1987), dans l'analyse des erreurs d'intrusions et de persévérations, celles-ci pouvant se caractériser tant par des difficultés de type lexico-sémantique que syntaxique.

En sus, afin d'isoler les mécanismes cognitifs sous-tendant les habiletés lexico-sémantiques et syntaxiques, nous avons testé l'hypothèse d'un déficit plus marqué chez les patients concernant le système déclaratif par rapport au système procédural (Ullman, 2001).

----- MATERIEL ET METHODE -----

Echantillon

20 patients (17 femmes et 3 hommes) atteints de démence de type Alzheimer ont participé à cette recherche, les sujets se situant dans une fourchette d'âge allant de 70 à 92 ans ($m = 83$, $\sigma = 4,9$). Cette distribution en fonction du sexe est le reflet de la population considérée, la prévalence de la démence de type Alzheimer chez les femmes étant bien plus importante après 70 ans (Dartigues et coll., 2002).

Les patients ont été sélectionnés selon un état de démence léger à modéré évalué au moyen du Mini Mental State Examination, MMSE (scores des patients se situant entre 17 et 24 points) afin de pouvoir dégager de manière claire les principaux déficits rencontrés ainsi que les capacités préservées. Ce choix visait à observer des tableaux cliniques caractéristiques, en accord avec les critères diagnostiques attendus.

Les patients résidaient dans diverses maisons de retraite de la région de Mons (Belgique). L'évaluation se déroulait lors d'une rencontre de 45 minutes par patient dans une pièce isolée.

20 personnes sans antécédent d'accidents neurologiques, appariées au niveau de l'âge et du sexe, ont également été testées et ont constitué le groupe contrôle.

Tâches

Afin d'évaluer conjointement les compétences verbales et numériques, nous avons procédé à l'élaboration d'un ensemble d'épreuves. Afin d'évaluer les aspects lexico-sémantiques, une épreuve de dénomination et une autre de décision lexicale ont été proposées pour la sphère langage. Concernant le nombre, les épreuves de décision lexicale et de vérification de transcodages (avec distracteurs sémantiques) ont été administrées. Pour l'évaluation des aspects syntaxiques, une épreuve d'accord de formes (partie langage) et une épreuve de vérification de transcodages avec distracteurs syntaxiques (partie nombre) ont été comparées.

1. Langage

A. Epreuve de dénomination (issue de la partie « Expression orale » de l'examen de l'aphasie de Ducarne de Ribaucourt, 1989)

Cette tâche implique de demander au patient de reconnaître et dénommer les objets qui figurent sur des images qu'on lui présente (tableau 1). Cela permet de mettre en évidence d'éventuels manques du mot, paraphasies et persévérations.

Consigne : « Dites-moi le nom de ce qui est représenté sur l'image »

1. bébé	5. table	9. escargot	13. thermomètre	17. manger
2. infirmière	6. cravate	10. vache	14. nervures	18. plonger
3. boulanger	7. artichaut	11. lion	15. brosse à dents	19. se peigner
4. pain	8. escabeau	12. chat	16. courir	20. monter

Tableau 1: items présentés aux patients à l'épreuve de dénomination (Test pour l'examen de l'aphasie, Ducarne de Ribaucourt, 1989).

B. Décision lexicale

Cette épreuve a été conçue de manière à s'assurer que les éventuels déficits rencontrés lors de l'épreuve de dénomination ne sont pas consécutifs à des difficultés de production. Nous avons présenté aux patients cinq images issues du test EXa-De (Bachy-Langedock, 1989) associées à deux mots écrits (le mot représentant l'image présentée et un distracteur neutre, sémantique ou phonologique) (tableau 2). Les patients doivent donc pointer du doigt le mot correspondant à l'image.

Consigne : « *Je vais vous montrer une image, puis deux mots. Montrez quel mot correspond à l'image* ».

Images	Mots
Chaise	Chaise Table
Crayon	Fenêtre Crayon
Pantalon	Jupe Pantalon
Phare	Phare Part
Bobine	Babine Bobine

Tableau 2 : items présentés aux patients à l'épreuve "décision lexicale" (EXa-De de Bachy-Langedock, 1989).

C. Epreuve d'accord de formes (conjugaison, accords de noms au pluriel, transformation d'adjectifs en adverbes) (tableau 3).

▪ **Conjugaison**

Les patients doivent conjuguer différents verbes à la première personne du singulier au présent et au futur de l'indicatif.

Consigne : « *Je vais vous donner une liste de verbes à l'infinitif et je vais vous demander de les conjuguer à la première personne du singulier au présent et au futur. Par exemple, si je vous donne le verbe « laver », vous devez me dire « je lave » pour le présent et « je laverai » pour le futur* ».

▪ **Accords de noms au pluriel**

Les patients doivent accorder différents mots au pluriel.

Consigne : « *Je vais vous donner un mot et vous aller devoir me le dire au pluriel. Par exemple : une table, vous me dites des tables, avec « s »* ».

▪ **Transformation d'adjectifs en adverbes**

Les patients doivent transformer des adjectifs en adverbes.

Consigne : « *Je vais vous dire un adjectif et vous allez devoir me dire quel est l'adverbe correspondant. Par exemple, je vous dis « lourd », vous me dites « lourdement »* ».

Verbes réguliers	Verbes irréguliers	Pluriels	Adverbes
passer	savoir	cheval	tendre
aimer	envoyer	bijou	triste
finir	bouillir	carnaval	brillant
offrir	acquérir	cou	courant
marcher	venir	bal	ardu

Tableau 3 : items présentés aux participants à l'épreuve d'accord de formes.

2. Nombre

A. Epreuve de transcodage (annexe 1)

Nous nous sommes limités ici aux six transcodages qui impliquent un changement de code, à savoir :

- verbal écrit → verbal oral (e.g. six → « six »)
- verbal écrit → arabe (e.g. deux → 2)
- verbal oral → verbal écrit (e.g. « un » → un)
- verbal oral → arabe (e.g. « trois » → 3)
- arabe → verbal écrit (e.g. 5 → cinq)
- arabe → verbal oral (e.g. 8 → « huit »)

Six items par type de transcodage étaient proposés.

Les mécanismes évalués sont ceux de compréhension et de production, spécifiques aux codes utilisés en entrée et en sortie. Le matériel proposé est le suivant : des numéraux de structure et de difficulté égales dans le but de comparer entre eux les différents transcodages (e.g. « six », « 9 », trois), des items permettant de spécifier les aspects syntaxiques et les aspects lexicaux des traitements (e.g. « 4023 » et « 3 »), des items en modalité verbale permettant d'évaluer la gestion des multiplicateurs (e.g. « cent », « mille ») dans leurs différentes relations (relation de somme : « cent cinq » ou de produit : « cinq cents ») et, en notation arabe, d'évaluer le traitement des zéros intercalaires (e.g. dans 1005, 1050 ou 1500).

B. Epreuve de vérification de transcodages (annexe 2)

Nous présentons au patient deux formes numériques dans des codes différents et il doit décider si elles sont équivalentes numériquement (e.g. « 14 » et « quatorze »). Par rapport au transcodage classique, la vérification n'implique pas dans ce cas la composante de production.

Les items proposés conservent la même structure que dans l'épreuve précédente.

- verbal écrit → verbal oral (e.g. cent six → « cent six » ou « six cents » ?)
- verbal écrit → arabe (e.g. un → 1 ou 6 ?)

- verbal oral → verbal écrit (e.g. « treize » → trente ou treize ?)
- verbal oral → arabe (e.g. « cinquante-sept » → 57 ou 54 ?)
- arabe → verbal écrit (e.g. 200 → deux mille ou deux cents ?)
- arabe → verbal oral (e.g. 8404 → « huit mille quatre cent quatre » ou « quatre-vingt mille quarante-quatre » ?)

C. Epreuve de décision lexicale

Cette tâche vise à relever les éventuelles difficultés concernant la compréhension des formes numérales lors des activités de transcodage et de déterminer si ces difficultés concernent les aspects syntaxiques ou lexico-sémantiques des traitements. Nous présentons donc au patient des stimuli pour lesquels il doit décider s'il s'agit ou non d'un numéral. Le matériel est constitué d'une tâche de décision lexicale arabe (chiffres arabes et autres symboles visuellement proches, à savoir lettres, caractères alphanumériques, chiffres en miroir, etc.), d'une tâche de décision lexicale de numéraux verbaux oraux et d'une tâche de décision lexicale de numéraux verbaux écrits. Les items sont présentés en ligne sur une feuille. L'examineur propose éventuellement un item à la fois, cachant les autres, si la personne éprouve des difficultés à suivre l'alignement.

▪ **Décision lexicale arabe**

Consigne : « *Je vais vous présenter une série de symboles. Je vais vous demander de me dire lesquels sont des chiffres* ».

1 ¶ R £ U € 2 S © V % 3 E ∫ B ə ω 4 O Ω G e 5 A W ∞ 6 ™ H M √ 7 X
 ≈ R ∂ 8 L * J 9 # ¶ N Z £

▪ **Décision lexicale de numéraux verbaux oraux**

Consigne : « *Je vais vous dire une série de mots et vous allez me dire lesquels sont des chiffres* ».

Huit, donze, quatre, deux mille, quarante-douze, dix, vingt-neuf, treize, quintre, sept, vingtante, nonante-quinze, size, trente-deux, neuve, cinq, neutre, cent, nonante-trois.

▪ **Décision lexicale de numéraux verbaux écrits**

Consigne : « *Je vais vous présenter une série de mots. Je vais vous demander de me dire lesquels sont des chiffres* ».

**CINQ QUONZE TROIS SETTE SIX KATRE SEIZE DEUZANTE VINGT
 TROIZANTE SEPT QUARANTE VINDEU MILLE DEUX MIL AIN HUITRE
 DEUZ DIX**

----- ANALYSE DES DONNEES -----

Les différentes erreurs relevées sont les suivantes :

Erreurs lexico-sémantiques

Afin d'évaluer l'intégrité de la mémoire sémantique, à savoir l'accès à la représentation de l'item qui lui est présenté, nous avons relevé les erreurs sémantiques, les éventuelles paraphrasies visuo-sémantiques lors des épreuves de dénomination (e.g. « chien » au lieu de « lion »), les erreurs traduisant une incompréhension des formes numériques lors des épreuves visant à évaluer les capacités numériques (e.g. « 56 » et « trente-sept »), l'acceptation de distracteurs phonologiques ou orthographiques (e.g. « quonze », « troizante », « katre ») ou des formes verbalisables et non verbalisables (e.g. « N » et « ≈ »). Chaque item correctement dénommé ou sélectionné était noté 1, un mot mal dénommé ou la sélection d'un distracteur était noté 0.

Erreurs syntaxiques

Dans le cadre de l'évaluation de l'habileté syntaxique, nous avons relevé les erreurs de régularisation de verbes, d'adverbes ou de pluriels (e.g. « j'envoie » - « j'envoierai » ; « ardu » - « arduement » ; « un bal » - « des baux ») concernant les capacités langagières.

En ce qui concerne les habiletés numériques, nous nous attachons aux erreurs de classe (e.g. « 14 » et « quarante »), aux inversions de structure (e.g. « 104 » et « quatre cents »), aux erreurs sur les multiplicateurs (e.g. « 400 » et « quatre mille ») ou encore aux erreurs résultant de lexicalisations partielles ou terme à terme (e.g. « cinq mille trois cents » et « 510003100 »). Ici également, chaque item correctement dénommé ou sélectionné était noté 1, un mot mal dénommé ou la sélection d'un distracteur était noté 0.

Persévérations

Nous nous sommes intéressés aux persévérations lors des épreuves de « dénomination » et de « décision lexicale de mots » de la partie Langage. Ces erreurs consistaient à produire de nouveau une réponse déjà formulée précédemment.

Dans la partie Nombre, nous recensons comme persévérations les erreurs où le participant recopiait l'item cible à l'épreuve de transcodage (e.g. « quarante-cinq » → « quarante-cinq » au lieu de « 45 »).

Intrusions ou violations de code

Il est question ici d'introduire le code source dans le code cible lors de l'épreuve de transcodage (e.g. « 5300 » → « 5mille 3cents »).

----- RESULTATS -----

Le groupe contrôle ayant réussi l'ensemble des tâches sans erreur, nous nous concentrerons sur les résultats des patients atteints de la maladie d'Alzheimer.

Afin de présenter une vue d'ensemble des résultats, nous les avons synthétisés dans deux tableaux. Le premier (tableau 4) donne un aperçu des moyennes obtenues en fonction du type d'erreur selon la partie (Langage ou Nombre). Le second tableau (tableau 5), présente la significativité des corrélations effectuées en fonction du type d'erreur et de la partie considérée.

Type d'erreur et subtest	Moyenne	Ecart type (σ)
Pourcentage d'erreurs sémantiques à l'ensemble des épreuves	10.06%	5.88
Pourcentage d'erreurs syntaxiques à l'ensemble des épreuves	13.52%	6.35
Pourcentage d'erreurs sémantiques à la partie Langage	14.2%	8.45
Pourcentage d'erreurs syntaxiques à la partie Langage	25.25%	11.97
Pourcentage d'erreurs sémantiques à la partie Nombre	5.92%	5.49
Pourcentage d'erreurs syntaxiques à la partie Nombre	1.8%	3.55

Tableau 4 : moyennes obtenues en fonction du type d'erreur et du subtest.

De manière générale, nous relevons une moyenne de 10.06% d'erreurs sémantiques, contre 13.52% d'erreurs syntaxiques, pour l'ensemble des épreuves.

Nous constatons une moyenne d'erreurs sémantiques de 14.2% ($\sigma = 8.45$) et une moyenne d'erreurs syntaxiques de 25.25% ($\sigma = 11.97$) au sein de la partie Langage. La comparaison statistique de ces pourcentages à l'aide du test W de Wilcoxon montre que le pourcentage d'erreurs sémantiques en « Langage » est significativement inférieur ($Z = - 3.046$; $ET = .002$).

Concernant la partie Nombre, nous observons une moyenne de 5.92% ($\sigma = 5.49$) d'erreurs sémantiques et de 1.8% ($\sigma = 3.55$) d'erreurs syntaxiques, le pourcentage d'erreurs sémantiques étant significativement supérieur au pourcentage d'erreurs syntaxiques ($Z = - 3.218$; $ET = .001$).

Nous avons ensuite déterminé si les pourcentages d'erreurs (sémantiques et syntaxiques) étaient dépendants ou non des parties considérées (i.e. Langage et Nombre). Nous observons un pourcentage d'erreurs sémantiques en « Langage » significativement plus important que le pourcentage d'erreurs sémantiques en « Nombre » ($Z = 3.230$; $ET = .001$), ce que nous retrouvons également au niveau des pourcentages d'erreurs syntaxiques ($Z = - 3.923$; $ET = .001$).

Nous avons également tenté de déterminer la présence de corrélations entre les pourcentages d'erreurs aux différents subtests (voir tableau 5).

Type d'erreur et subtest	r	Significativité
Pourcentage d'erreurs sémantiques à la partie « Langage »/ pourcentage d'erreurs sémantiques à la partie « Nombre »	.307	NS ($\alpha = .188$)
Pourcentage d'erreurs syntaxiques à la partie « Langage »/ pourcentage d'erreurs syntaxiques à la partie « Nombre »	.063	NS ($\alpha = .791$)
Pourcentage d'erreurs sémantiques à la partie « Langage »/ pourcentage d'erreurs syntaxiques à la partie « Langage »	.293	NS ($\alpha = .211$)
Pourcentage d'erreurs sémantiques à la partie « Nombre »/ pourcentage d'erreurs syntaxiques à la partie « Nombre »	.549	S ($\alpha = .012$)

NS : non significatif ; S : significatif

Tableau 5 : significativité des corrélations en fonction du type d'erreur et du subtest (seuil de significativité à $\alpha = .05$).

Les résultats présentés dans le tableau 5 indiquent une corrélation entre les types d'erreur (sémantiques et syntaxiques) au sein de la partie Nombre, contrairement à la partie Langage. Il n'y a par contre pas de corrélation entre les différents subtests « Langage » et « Nombre » au niveau des erreurs sémantiques et syntaxiques.

Etude des productions concernant l'épreuve de transcodage

Les résultats montrent que les sujets réalisent en moyenne 3.8 erreurs ($\sigma = 4.52$) à l'épreuve de transcodage (sur les 36 items proposés), ces erreurs étant aussi bien des persévérations ($m = 1.65$, $\sigma = 1.98$) que des intrusions ($m = 2.15$, $\sigma = 3.43$).

Nous avons comptabilisé le pourcentage d'erreurs (toutes erreurs confondues) commises par nos participants aux différentes tâches de transcodage afin de donner une tendance des modalités problématiques et celles qui semblent préservées.

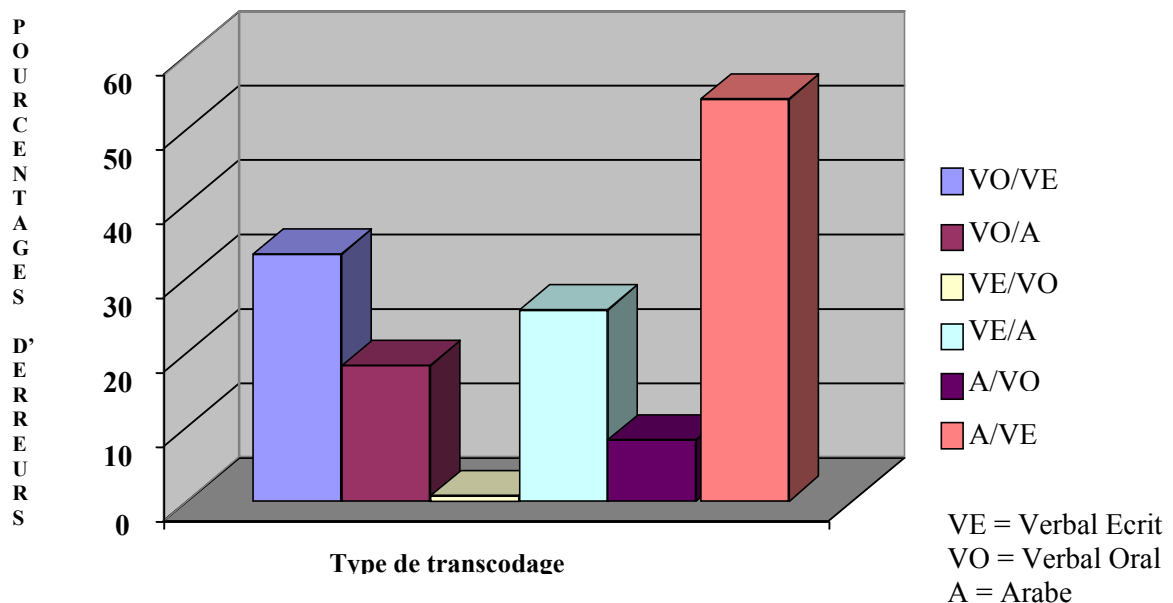


Figure 1 : pourcentages d'erreurs en fonction du type de transcodage.

La figure 1 montre des difficultés chez nos sujets pour toutes les modalités, exceptée la modalité de transcodage Verbal Ecrit → Verbal Oral. Nous constatons tout particulièrement des difficultés lorsque la réponse du patient s'effectue en modalité verbale écrite (VO/VE et A/VE : 43.75% d'erreurs, $\sigma = 27.82$), lorsque la production est effectuée en modalité arabe (VE/A et VO/A : 22.08% d'erreurs, $\sigma = 18.59$), mais de bonnes performances lorsque la réponse est effectuée en modalité verbale orale (VE/VO et A/VO : 4.58% d'erreurs, $\sigma = 8.32$). Ceci est confirmé statistiquement (T de Wilcoxon) : le pourcentage d'erreurs en production Verbale Orale est significativement inférieur au pourcentage d'erreurs en production Arabe ($Z = 3.315$; $ET = .001$), lui-même significativement inférieur au pourcentage d'erreurs en production Verbale Ecrite ($Z = - 2.860$; $ET = .004$).

Pourcentage d'erreurs à l'épreuve de décision lexicale de formes numériques

Nous avons comptabilisé le pourcentage total d'erreurs (acceptation de distracteurs) commises par nos sujets aux différentes tâches de décision lexicale de formes numériques (voir figure 2).

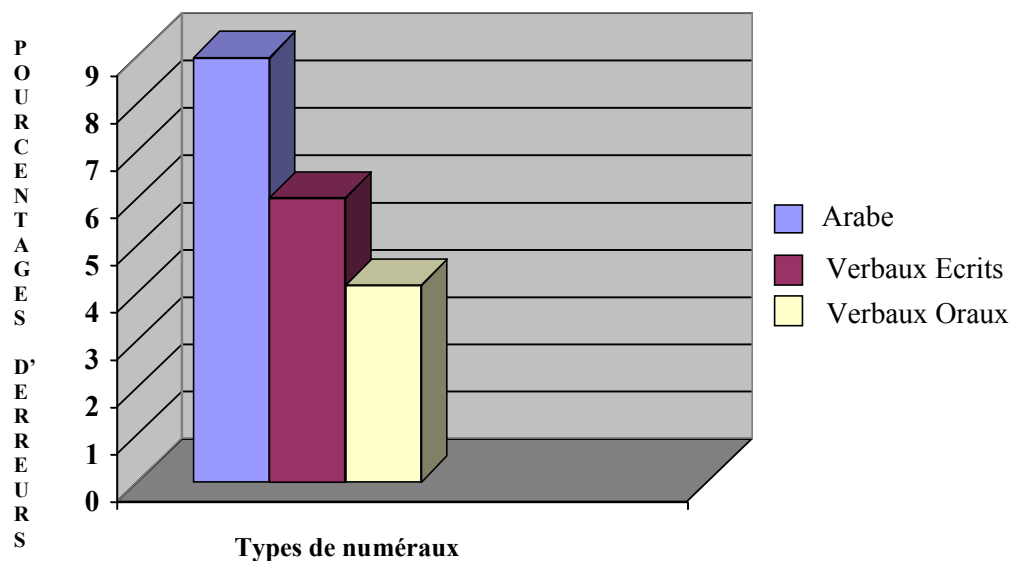


Figure 2 : pourcentages d'erreurs en fonction du type de numéraux par participant.

Nous constatons ainsi des difficultés plus marquées concernant la décision lexicale de numéraux arabes. L'analyse statistique (à l'aide du T de Wilcoxon) nous indique que le pourcentage d'erreurs d'items en notation arabe ($m = 8.6\%$) est significativement différent des pourcentages d'erreurs en code verbal oral ($m = 3.89\%$) ($Z = - 2.619$; $ET = .009$) et verbal écrit ($m = 5.75\%$) ($Z = - 1.986$; $ET = .047$). Il n'y a pas de différence significative entre les pourcentages d'erreurs en notation verbale écrite et en code verbal oral ($Z = - .763$; $ET = .446$).

Etude des erreurs d'accords au subtest « Langage »/ verbes, pluriels et adverbes

Nous avons comptabilisé le nombre d'erreurs commises par les participants concernant les items réguliers et irréguliers du subtest « Langage » (voir figure 3) afin de les comparer aux résultats antérieurs (Tegner, Nybaêck, 1990).

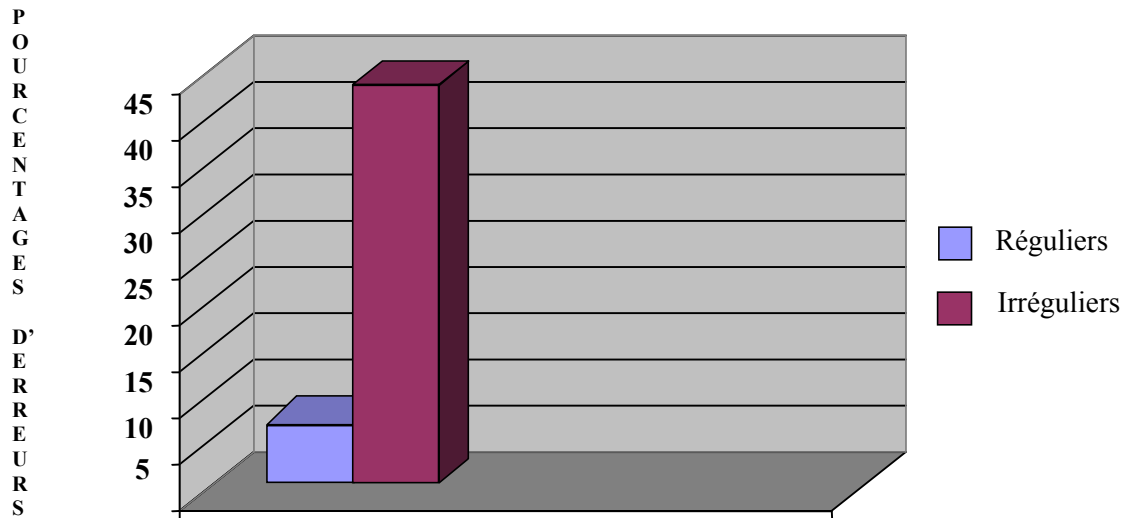


Figure 3 : pourcentages d'erreurs selon la régularité des items au subtest "Langage"/ conjugaison, pluriels et adverbes.

La figure 3 indique clairement un pourcentage très restreint d'erreurs lorsqu'il s'agit d'items réguliers ($m = 5\%$; $\sigma = 6.72$), contrairement au pourcentage d'erreurs des items irréguliers ($m = 41.82\%$; $\sigma = 17.8$). La différence s'avère significative au test T de Wilcoxon ($Z = -3.926$; $ET = .001$), indiquant que le pourcentage d'erreurs commises par les participants est plus élevé pour les items irréguliers.

DISCUSSION

L'objectif de cette étude était de déterminer s'il existait un lien entre les habiletés langagières et numériques au sein de la démence de type Alzheimer et notamment de vérifier si les habiletés langagières sont affectées de manière similaire aux habiletés numériques chez les patients souffrant de démence de type Alzheimer. L'analyse des résultats obtenus indique une dissociation des habiletés, vu l'absence de corrélation significative entre les subtests « Langage » et « Nombre ». Il semble donc que les troubles lexico-sémantiques habituellement décrits dans la démence de type Alzheimer soient dépendants du mode

considéré et que les déficits au niveau du langage soient indépendants des troubles numériques.

Nous nous sommes également interrogés sur les niveaux de traitement atteints dans les domaines du langage et du nombre. Ainsi, nous relevons des déficits plus marqués en syntaxe pour la partie « Langage » alors que la partie « Nombre » semble provoquer davantage de difficultés sémantiques, traduites notamment par des acceptations de distracteurs visuo-sémantiques lors de l'épreuve de décision lexicale de formes numériques.

Concernant la partie langage, ce résultat étonnant peut sans doute s'expliquer par le fait que nous avons évalué la syntaxe au travers de la production de verbes et de mots impliquant ou non l'utilisation d'une règle grammaticale. Nos résultats montrent que les patients atteints de démence de type Alzheimer éprouvent plus de difficultés concernant la production de formes irrégulières, ce qui confirme les résultats antérieurs (Ullman, 2001). Or, la production des formes irrégulières est favorisée par le système déclaratif et est sous-tendue par le lobe temporal, alors que la production des formes régulières, favorisée par les mécanismes syntaxiques (sous-tendus par le système procédural) est préservée chez les patients souffrant de processus dégénératif de type Alzheimer. Nous pensons que les erreurs « syntaxiques » de nos patients proviennent d'une sur-régularisation des items irréguliers, elle-même reflet d'un trouble de la mémoire déclarative.

Nos résultats nous amènent également à constater que les observations d'Ullman (2001), dont les recherches ont été effectuées avec des productions en langue anglaise, se manifestent également lorsque nous présentons aux sujets des formes en langue française. Ainsi, le témoin langagier de l'altération du système déclaratif ne serait pas dépendant du type de langue employé.

Concernant le nombre, bien que les erreurs sémantiques soient plus particulièrement relevées, une corrélation entre les deux types d'erreurs (sémantique et syntaxique) au sein de la partie « Nombre » est observée, les erreurs sémantiques et syntaxiques semblant se détériorer parallèlement au sein du tableau clinique de démence de type Alzheimer. Bien que l'absence de corrélations entre les erreurs sémantiques produites dans la partie « Langage » et « Nombre » semblent plaider pour une dissociation des processus, force est de constater que les erreurs lexico-sémantiques relatives au domaine numérique rejoignent l'hypothèse de départ, selon laquelle ce type de processus serait plus particulièrement altéré chez le patient atteint d'une démence de type Alzheimer. Nul doute qu'un affinement de ce résultat ouvrirait une nouvelle voie dans l'étude des critères diagnostiques.

Notre étude consistait également à déterminer si des patients atteints de démence de type Alzheimer commettaient des erreurs d'intrusion et de persévération à l'épreuve de transcodage de nombres. L'analyse des données confirme cette hypothèse révélant des intrusions pouvant également être qualifiées de « violations de code », consistant en l'introduction d'éléments du code source dans le code-cible (Kessler, Kalbe, 1996 ; Thioux et coll., 1999 ; Tegner, Nybaëck, 1990), mais aussi des persévérations traduites par un recopiage du code d'entrée. Selon certains auteurs (Macoir et coll., 2002), la présence de ces erreurs serait expliquée par des troubles attentionnels (attention divisée), impliquant les habiletés de flexibilité et d'inhibition, sous contrôle du Système Attentionnel Superviseur (SAS) (Norman, Shallice, 1986). Nous postulons toutefois en sus une altération de la composante verbale de la mémoire de travail à ce niveau, et plus particulièrement dans le processus d'autorépétition de

la boucle phonologique. Ceci pourrait expliquer les intrusions et persévérations, l'autorépétition conservant le code d'entrée ; en raison de la diminution de la faculté à traiter l'information, la transformation en code cible n'est pas, ou que partiellement, effectuée. En ce sens, une étude évaluant conjointement le nombre de persévérations/intrusions et l'efficacité des composantes de la mémoire de travail auprès d'un large échantillon est à envisager.

Notre étude a permis également de déterminer le niveau de traitement le plus altéré chez nos patients à l'épreuve de transcodage. Ainsi, nous constatons des déficits, par ordre d'importance, tout d'abord concernant les transcodages amenant une production verbale écrite (VE), puis une production arabe (A) et des capacités pour la plupart préservées lorsqu'il s'agit de production verbale orale (VO). Nous pensons qu'une production écrite (VE et A) nécessite des facultés attentionnelles plus importantes étant donné qu'elle reflète une véritable « transformation » graphique de l'item de la part du sujet et non une simple lecture. Cela favoriserait dans une certaine mesure, c'est-à-dire en sus des difficultés de transcodage, l'émergence d'erreurs. Ces résultats sont en accord avec plusieurs données indiquant une altération première de la composante écrite de la sphère langagière chez des sujets souffrant de démence de type Alzheimer. Une étude ultérieure devra être menée afin de définir la part de responsabilité respective des difficultés attentionnelles ou des difficultés de langage écrit sur le transcodage.

Enfin, les erreurs en tâche de décision lexicale de formes numériques montrent une difficulté particulière pour les items présentés en modalité arabe. Ceci serait selon nous le reflet d'un trouble de la symbolisation, déjà relevé au niveau des actes de langage (Lefebvre, 2007) et rejoindrait les hypothèses avancées pour expliquer les difficultés plus prononcées chez nos patients pour la production écrite, telles que rencontrées lors de la tâche de transcodage.

----- CONCLUSIONS -----

Notre épreuve permet donc dans un premier temps de déterminer quelles sont les habiletés cognitives altérées chez des patients atteints de démence de type Alzheimer, à savoir des difficultés syntaxiques plus marquées concernant le langage face à des difficultés sémantiques plus marquées concernant le nombre. Elle permet plus particulièrement d'approcher d'éventuels troubles concernant la sphère numérique.

Il reste que plusieurs améliorations concernant la batterie sont à envisager. Ainsi, nous avons constaté que les participants éprouaient parfois des difficultés auditives. Ces difficultés se sont répercutées sur la compréhension de certains items. Certains distracteurs présentés oralement restent ainsi ambigus et devraient être réévalués à un niveau purement linguistique. En effet, des distracteurs comme « size » peuvent être acceptés par les sujets étant donné que la langue française ne favorise pas une différence suffisamment décelable avec l'item « six ». De même, nous relevons une certaine hétérogénéité dans les erreurs commises par les patients aux diverses épreuves. Notre choix fut de tenter d'analyser de manière groupale les données, mais à partir d'un corpus plus important, une étude plus fine des erreurs est à envisager.

Enfin, une amélioration des épreuves pourrait favoriser une meilleure équivalence de la difficulté, de l'équilibre des items, mais aussi des mécanismes observés au sein des deux

parties « Langage » et « Nombre ». Nous envisageons notamment d'insérer une épreuve de décision catégorielle afin de mieux appréhender les aspects sémantiques dans la partie langage. Concernant l'évaluation sémantique des nombres, une épreuve de comparaison numérique (e.g. quelle est la valeur la plus importante : « 14 » ou « 41 » ?) sera à élaborer afin d'affiner l'étude de cette aptitude.

Au final, si nous n'avons pu établir de liens directs entre déficits langagiers et numériques, il s'avère toutefois que des patterns de déficits proches sont mis en évidence. Nos résultats montrent également tout l'intérêt d'une approche évaluative fondée sur une dissociation des compétences lexico-sémantiques et syntaxiques dans le langage et le nombre, ces mécanismes se trouvant sélectivement altérés chez nos patients. Dans cette perspective, nous envisageons d'investiguer d'autres type de démences, et notamment la maladie de Parkinson, dans laquelle certains mécanismes déficitaires, différents de ceux rencontrés dans la démence de type Alzheimer pourraient nous renseigner davantage. Nous pensons également au trouble cognitif léger (TCL ou MCI en anglais) dans sa composante aphasique, où nous pensons qu'une approche fondée sur la dissociation des compétences langagières pourrait utilement améliorer le diagnostic.

----- BIBLIOGRAPHIE -----

- BACHY-LANGEDOCK, N. (1989). *Batterie d'examen des troubles de la dénomination (EXaDé)*. Bruxelles : Editest.
- BEATTY, W.W., WINN, P., ADAMS, R.L., ALLEN, E.W., WILSON, D.A., PRINCE, J.R., OLSON, K.A., DEAN, K., LITTLEFORD, D. (1994). Preserved cognitive skills in dementia of the Alzheimer type. *Archives of Neurology*, 51(10), 1040-1046.
- BEATTY, W.W., ZAVADIL, K.D., BAILLY, R.C., RIXEN, G.J., ZAVADIL, L.E., FARNHAM, N., FISHER, L. (1988). Preserved musical skill in a severely demented patient. *International Journal of Clinical Neuropsychology*, 10(4), 158-164.
- CARDEBAT, D., DEMONET, J.F., PUEL, M., NESPOULOUS, J.L., RASCOL, A. (1991). Langage et démences. In HABIB, M., JOANETTE, Y., PUEL, M. (Eds.), *Démences et syndromes démentiels : approche neuropsychologique*, 153-154. Paris : Masson.
- DARTIGUES, J.F., HELMER, C., LETENNEUR, L. (2002). Epidémiologie des démences. In DUYCKAERTS, C., PASQUIER, F. (Eds). *Démences*, 5-16. Rueil-Malmaison : Doin, Collection "Traité de Neurologie".
- DELLA SALA, S., GENTILESCHI, V., GRAY, C., SPINNLER, H. (2000). Intrusion errors in numerical transcoding by Alzheimer patients. *Neuropsychologia*, 38(6), 768-777. doi:10.1016/S0028-3932(99)00148-7
- DELOCHE, G., SERON, X. (1987). *Mathematical Disabilities, a cognitive neuropsychological perspective*. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum.

- DEROUESNE, C. (2006). Maladie d'Alzheimer. Données épidémiologiques, neuropathologiques et cliniques. In BELIN, C., ERGIS, A.M., MOREAUD, O. (Eds.), *Actualités sur les démences : aspects cliniques et neuropsychologiques*, 25-34. Marseille : Solal.
- DUCARNE DE RIBAUCCOURT, B. (1989). *Test pour l'examen de l'aphasie : épreuves cliniques / manuel*. Paris : Les Editions du Centre de Psychologie Appliquée.
- GROSSMAN, M., PAYER, F., ONISHI, K., D'ESPOSITO, M., MORRISON, D., SADEK, A., ALAVI, A. (1998). Language comprehension and regional cerebral defects in frontotemporal degeneration and Alzheimer's disease. *Neurology*, 50(1), 157-163.
- HIER, D.B., HAGENLOCKER, K., SCHINDLER, A.G. (1985). Language disintegration in dementia : effects of etiology and severity. *Brain and Language*, 25(1), 117-133. doi:10.1016/0093-934X(85)90124-5
- HUFF, F.J., CORKIN, S., GROWDON, J.H. (1986). Semantic impairment and anomia in Alzheimer's disease. *Brain and Language*, 28(2), 235-249. Doi : 10.1016/0093_934X(86)90103_3
- JOST, K., HENNIGHAUSEN, E., RÖSLER, F. (2004). Comparing arithmetic and semantic fact retrieval : effects of problem size and sentence constraint on event-related brain potentials. *Psychophysiology*, 41(1), 46-59. doi:10.1111/1469-8986.00119_41_1
Consulté le 27.12.2009 de :
<http://www.uni-marburg.de/fb04/team-roesler/pdfs/JostHennighausenRoesler04.pdf>
- KESSLER, J., KALBE, E. (1996). Written numeral transcoding in patients with Alzheimer's disease. *Cortex*, 32(4), 755-761.
- KUTAS, M., HILLYARD, S.A. (1980). Reading senseless sentences : brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*, 207(4427), 203-205. doi:10.1126/science.7350657
- LEFEBVRE, L. (2007). Etude des aptitudes langagières chez les patients atteints de la maladie d'Alzheimer. *Revue PArôle*, 43/44, 217-240.
- MACOIR, J., AUDET, T., LECOMTE, S., DELISLE, J. (2002). From "cinquante-six" to "5quante-six" : the origin of intrusion errors in a patient with probable Alzheimer disease. *Cognitive Neuropsychology*, 19(7), 579-601.
- NOËL, M.P., SERON, X. (1995). Lexicalization errors in writing Arabic numerals : a single-case study. *Brain and Cognition*, 29(2), 151-179. doi:10.1006/brcg.1995.1274
- NORMAN, D.A., SHALLICE, T. (1986). Attention to action : willed and automatic control of behaviour. In DAVIDSON, R.J., SCHWARTZ, G.E., SHAPIRO, D. (Eds.), *Consciousness and self-Regulation : advances in research and theory*, 4, 1-18. New York : Plenum Press.
- PRICE, B.H., GURVIT, H., WEINTRAUB, S., GEULA, C., LEIMKUEHLER, E., MESULAM, M. (1993). Neuropsychological patterns and language deficits in 20 consecutive cases of autopsy-confirmed Alzheimer's disease. *Archives of Neurology*, 50(9), 931-937.

- TEGNER, R., NYBAËCK, H. (1990). "To hundred and twenty four" : a study of transcoding in dementia. *Acta Neurologica Scandinavica*, 81(2), 177-178. doi:10.1111/j.1600-0404.1990.tb00957.x
- THIOUX, M., IVANOIU, A., TURCONI, E., SERON, X. (1999). Intrusion of the verbal code during the production of Arabic numerals : a single case study in a patient with probable Alzheimer's disease. *Cognitive Neuropsychology*, 16(8), 749-773. doi: 10.1080/026432999380636
- ULLMAN, M.T. (2001). The declarative/procedural model of lexicon and grammar. *Journal of Psycholinguistic Research*, 30(1), 37-69. doi:10.1023/A:1005204207369
- ULLMAN, M.T., CORKIN, S., COPPOLA, M., HICKOK, G., GROWDON, J.H., KOROSHETZ, W.J., PINKER, S. (1997). A neural dissociation within language : evidence that the mental dictionary is part of declarative memory and that grammatical rules are processed by the procedural system. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 9(2), 266-276.
- ULLMAN, M.T., CORKIN, S., PINKER, S., COPPOLA, M., LOCASCIO, J., GROWDON, J.H. (1993). Neural modularity in language : evidence from Alzheimer's and Parkinson's diseases. 23rd Annual Meeting of the Society for Neuroscience, Washington, DC. *Society for Neuroscience Abstracts*, 19, 1806.
- ULLMAN, M.T., CORKIN, S., PINKER, S., COPPOLA, M., LOCASCIO, J., GROWDON, J.H. (1994). The neural structures subserving language : evidence from inflectional morphology. *1st Annual Meeting of the Cognitive Neuroscience Society*, San Francisco.

----- RÉFÉRENCES INTERNET -----

- JOST, K., HENNIGHAUSEN, E., RÖSLER, F. (2004). Comparing arithmetic and semantic fact retrieval : effects of problem size and sentence constraint on event-related brain potentials. *Psychophysiology*, 41, 46-59. do : 10.1111/1469-8986.00119
Consulté le 27.12.2009 de :
<http://www.uni-marburg.de/fb04/team-roesler/pdfs/JostHennighausenRoesler04.pdf>

ANNEXE 1

Epreuve de transcodage

VO → VE	
Consigne : « Je vais vous dire une série de chiffres et de nombres et je vais vous demander de les écrire en toutes lettres (exemple : « quatre » → quatre) ».	
<i>Verbal oral</i>	<i>Verbal écrit</i>
« un »	
« douze »	
« trente-quatre »	
« deux cent cinq »	
« quatre mille cinquante-six »	
« six cents »	

VO → A	
Consigne : « Je vais vous dire une série de chiffres et de nombres et je vais vous demander de les écrire en notation arabe (exemple : « quatre » → 4) ».	
<i>Verbal oral</i>	<i>Arabe</i>
« trois »	
« quinze »	
« cinquante-six »	
« trois cent huit »	
« six mille quarante-huit »	
« six cents »	

VE → VO	
Consigne : « Voici une liste de chiffres et de nombres, je vais vous demander de les lire (exemple : quatre → « quatre ») ».	
<i>Verbal écrit</i>	<i>Verbal oral</i>
Six	
Onze	
Vingt-deux	
Sept cent quatre	
Sept mille quarante-trois	
Huit cents	

VE → A	
Consigne : « Voici une liste de chiffres et de nombres, je vais vous demander de les écrire en notation arabe (exemple : quatre → 4) ».	
<i>Verbal écrit</i>	<i>Arabe</i>
Deux	
Seize	
Trente-cinq	
Deux cent vingt-quatre	
Cent onze	
Deux mille cinq cent trente	

A → VO	
Consigne : « Voici une liste de chiffres et de nombres en notation arabe, je vais vous demander de les lire (exemple : 4 → « quatre ») ».	
<i>Arabe</i>	<i>Verbal oral</i>
8	
15	
46	
1005	
2040	
3600	

A → VE	
Consigne : « Voici une liste de chiffres et de nombres en notation arabe, je vais vous demander de les écrire en toutes lettres (exemple : 4 → quatre) ».	
<i>Arabe</i>	<i>Verbal écrit</i>
5	
17	
29	
902	
14840	
312320	

ANNEXE 2

Epreuve de vérification de transcodages

VO → VE	
Consigne : « Je vais vous dire une série de chiffres et de nombres. A chaque chiffre ou nombre, je vais vous présenter deux autres chiffres ou nombres. Vous devrez ainsi me dire lequel correspond ou est équivalent à celui que je vous ai dit (exemple : « quatre » → quatre ou huit ?) »	
<i>Verbal oral</i>	<i>Verbal écrit</i>
« sept »	Sept ou neuf ?
« treize »	Trente ou treize ?
« quarante-six »	Quarante-sept ou quarante-six ?
« cent quatre »	Cent quatre ou quatre cents ?
« quatre cents »	Quatre mille ou quatre cents ?
« cinq mille trois cents »	Cinq mille trois cents ou cinq mille trente ?

VO → A	
Consigne : « Je vais vous dire une série de chiffres et de nombres. A chaque chiffre ou nombre, je vais vous présenter deux autres chiffres ou nombres. Vous devrez ainsi me dire lequel correspond ou est équivalent à celui que je vous ai dit (exemple : « quatre » → 4 ou 7 ?) »	
<i>Verbal oral</i>	<i>Arabe</i>
« trois »	3 ou 13 ?
« quinze »	50 ou 15 ?
« cinquante-sept »	57 ou 54 ?
« cent trois »	300 ou 103 ?
« cinq cents »	5000 ou 500 ?
« quatre mille sept cents »	4700 ou 4070 ?

VE → VO	
Consigne : « Je vais vous montrer une série de chiffres et de nombres qui seront écrits. A chaque chiffre ou nombre, je vais vous dire deux autres chiffres ou nombres. Vous devrez ainsi me dire lequel correspond ou est équivalent à celui que je vous ai montré (exemple : quatre → « quatre » ou « huit » ?) »	
<i>Verbal écrit</i>	<i>Verbal oral</i>
cinq	« cinq » ou « neuf » ?
quatorze	« quarante » ou « quatorze » ?
Soixante-trois	« soixante-trois » ou « soixante-sept » ?
cent six	« cent six » ou « six cents » ?
sept cents	« sept cents » ou « sept mille » ?
six mille quatre cents	« six mille quatre cents » ou « six mille quarante » ?

VE → A	
Consigne : « Je vais vous montrer une série de chiffres et de nombres qui seront écrits. A chaque chiffre ou nombre, je vais vous présenter deux autres chiffres ou nombres en notation arabe. Vous devrez ainsi me dire lequel correspond ou est équivalent à celui que je vous ai dit (exemple : quatre → 4 ou 7 ?) »	
<i>Verbal écrit</i>	<i>Arabe</i>
un	1 ou 6 ?
seize	16 ou 60 ?
trente-deux	37 ou 32 ?
cent neuf	109 ou 900 ?
huit cents	800 ou 8000 ?
sept mille trois cents	7030 ou 7300 ?

A → VO	
Consigne : « Je vais vous montrer une série de chiffres et de nombres en notation arabe. A chaque chiffre ou nombre, je vais vous dire deux autres chiffres ou nombres. Vous devrez ainsi me dire lequel correspond ou est équivalent à celui que je vous ai dit (exemple : 4 → « quatre » ou « huit » ?) »	
<i>Arabe</i>	<i>Verbal oral</i>
2	« deux » ou « cinq » ?
13	« trente » ou « treize » ?
64	« soixante-quatre » ou « soixante-huit » ?
108	« cent huit » ou « huit cents » ?
900	« neuf cents » ou « neuf mille » ?
8404	« huit mille quatre cent quatre » ou « quatre-vingt mille quarante-quatre » ?

A → VE	
Consigne : « Je vais vous montrer une série de chiffres et de nombres en notation arabe. A chaque chiffre ou nombre, je vais vous présenter deux autres chiffres ou nombres écrits en toutes lettres. Vous devrez ainsi me dire lequel correspond ou est équivalent à celui que je vous ai dit (exemple : 4 → quatre ou six ?) »	
<i>Arabe</i>	<i>Verbal écrit</i>
6	Six ou huit ?
17	Dix-sept ou septante ?
86	Quatre-vingt-six ou quatre-vingt-neuf ?
105	Cent cinq ou cinq cents ?
200	Deux mille ou deux cents ?
3612	Trois mille six cent douze ou trois mille soixante-deux ?