

LES STRATEGIES D'EXPLORATION VISUELLE D'UNE SCENE COMPLEXE COMPOSEES D'OBJETS VIRTUELS CHEZ DES PATIENTS ALZHEIMER

Marylène Lefèvre¹, Blandine Boudet¹, Pierre Rumeau¹, Monique Savoldelli²,
Fati Nourhashemi³, Nadine Vigouroux⁴

¹Laboratoire Gérontechnologie Hôpital La Grave, Place Lange TSA 60033,
31059 Toulouse Cedex 9

{boudet.b, lefevre.marylène, rumeau.p@chu-toulouse.fr}

²GIP RTeS@ Midi-Pyrénées Hôtel Dieu, 2 rue viguerie TSA 80035
31059 Toulouse

savoldelli.m@chu-toulouse.fr

³CHU Toulouse/Gérontopole, Hôpital La Grave, Place Lange, TSA 60033,
31059 Toulouse Cedex 9

nourhashemi.f@chu-toulouse.fr

⁴IRIT-U Paul Sabatier, 118 Route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex 9, France
vigourou@irit.fr

Résumé : Après avoir constaté le trouble de la planification chez des sujets Alzheimer provoquant un trouble de l'exploration visuelle nous avons voulu mettre en évidence cette désorganisation sur un support numérique. Nous avons donc proposé la dénomination de 14 objets du quotidien présentés sur une page en trois lignes en notant l'ordre de la dénomination. Nous avons pu prouver qu'en dessous d'un MMS de 15 points le sujet perd le sens conventionnel du sens de la lecture comme stratégie d'exploration. Il opère un focus au centre puis explore à partir de ce centre. De plus la dernière ligne (bas de la page) est moins explorée. Cependant la désorganisation n'est pas une absence de stratégies puisque le sujet opère des liens sémantiques et des rapprochements par forme et par proximité spatiale.

Mots-clés : exploration visuelle, planification, gnosies visuelles, Alzheimer, informatique

1. Introduction

La maladie d'Alzheimer touche les fonctions cognitives de façon générale mais non homogène. Sont décrits, entre autres, précocement des troubles de la planification [1] et des gnosies visuelles.

La planification appartient aux fonctions exécutives qui sont des fonctions de haut niveau [2] contrôlées par le lobe frontal [3]. Outre la planification le système exécutif comprend aussi l'inhibition (capacité à inhiber une réponse automatique ou fortement dictée par le contexte[1]), la flexibilité mentale (capacité à passer d'une règle opératoire ou d'un stimulus à l'autre[4]), la génération d'information (correspond aux

stratégies de recherche de l'information), l'attention (elle peut être continue ou divisée) et la mémoire de travail (système de rétention qui permet la maintien et la manipulation de l'information à court terme[1]). Cette dernière compétence permet aussi la gestion de la double tâche. Cet aspect, dans la tâche que nous proposons, est très important. En effet, le sujet doit explorer la page et rechercher le mot cible en mémoire sémantique.

En ce qui concerne l'agnosie visuelle de la Maladie d'Alzheimer, elle n'est pas une forme classique d'agnosie. Effectivement n'est pas retrouvée la dissociation habituelle entre le « où » et le « quoi ». Les lobes pariétaux et temporaux sont touchés ce qui crée une agnosie où les deux voies ventrale et dorsale sont touchées. La reconnaissance et l'utilisation des objets (voie ventrale ou voie du « quoi », trajet occipito-temporal) ainsi que leur localisation spatiale (voie dorsale ou voie du « où », trajet occipito-pariétal) sont toutes déficitaires [5] [6]. Cela est pire encore lorsqu'il y a une multiplicité d'objet sur la scène [7]. Dans le vieillissement et la Maladie d'Alzheimer la vision demande plus d'attention sélective et divisée, deux types d'attention qui, comme nous l'avons dit précédemment, sont déficitaires. Ces problèmes d'attention sont d'autant plus marqués si le temps d'exposition à la cible est bref et si la scène est composée de plusieurs objets. En effet, dans ce cas, les capacités d'attention prêtées à chaque objet sont moindres et de ce fait le temps de traitement augmente.

Planification et gnosies visuelles sont liées dans la mesure où la voie dorsale projette sur l'aire préfrontale dorso-latérale. Nous savons que cette zone responsable de la planification est touchée dans la Maladie d'Alzheimer [8]. Rainville [9] et Swanberg [4] ont mis en évidence les difficultés du patient Alzheimer dans les activités de la vie quotidienne. Ainsi Passini [9] décrit les difficultés à effectuer un nouveau trajet, Feyereisen [9] à s'habiller, et Rusted et Sheppard [9] à préparer une tasse de thé. On se rend compte que même des tâches habituelles peuvent être atteintes. C'est ce que note Schwartz [3] quand il parle du « syndrome de désorganisation de l'action », et en particulier de perturbations d'actions routinières où nous observons des omissions d'une séquence, la substitution d'une séquence par une autre, la création d'une séquence nouvelle ou encore l'intrusion d'une séquence inappropriée.

De ce fait l'exploration visuelle est également touchée car le sujet ne sait plus comment organiser son exploration d'une scène complexe par manque de liens possibles entre les différents éléments et par manque de capacité de planification de son action. En effet, Yarbus et Luria notent un « *déficit de l'orientation et de l'exploration visuelle* » et précisent que « *l'exploration visuelle garde un caractère désorganisée* [10] ».

2. Objectifs

Les troubles de l'exploration visuelle mis en évidence sur un support papier se confirment-ils sur un support numérique pour l'exploration d'une scène complexe composées d'objets virtuels ?

De quelle façon la stratégie d'exploration se dégrade-t-elle ? A quel niveau de MMS peut-on parler de désorganisation ? Comment se réalise-t-elle avant dégradation ? Est-ce que désorganisation signifie toujours absence totale de stratégies ?

3. Méthodes

3.1 Population

Critère d'inclusion : notre population est composée de sujets âgés (plus de 65 ans). Nous intégrons dans notre étude aussi bien des sujets sains que des sujets déments. Le terme de « sain » représente la population dont le MMS [11] est compris entre 27 et 30 points. Quant à celui de dément le score de MMS varie de 0 à 26 points. Nous avons répartis ces sujets en cinq classes selon la classification de Feldman [12] [0-9], [10-14], [15-20], [21-26] et [27-30].

Critère d'exclusion : les sujets ne peuvent participer à l'étude s'ils :

- présentent des difficultés de compréhension telles qu'ils ne peuvent comprendre les consignes ;
- présentent des troubles visuels évolués avec incapacité à voir sur l'écran ;
- présentent une incapacité physique à pointer ;
- ne portent pas leurs lunettes ;

Nous avons inclus 277 sujets.

Table 1. Répartition des sujets

MMS	[0-9]	[10-14]	[15-20]	[21-26]	[27-30]
Stade d'atteinte	Très sévère	Sévère	Modéré	Léger	Témoin
Nombres de sujets	41	54	60	57	65
Moyenne d'âge	84 +/- 6,6	84 +/- 5,6	82 +/- 7,9	82 +/- 6,8	81 +/- 7,2
MMS médian	5	12	18	23	30
Répartition des sexes	H 9 / F 32	H 18 / F 36	H 12 / F 48	H 19 / F 38	H 25 / F 40

3.2 Déroutement de l'expérimentation :

Nous avons donc proposé la dénomination de quatorze objets nécessaire à la réalisation d'une tasse de café. Ces objets sont présentés sur un écran d'ordinateur : 15", 1024*768, sur fond noir [13]. Selon le protocole le patient est installé face à l'écran à un bureau selon le schéma suivant :

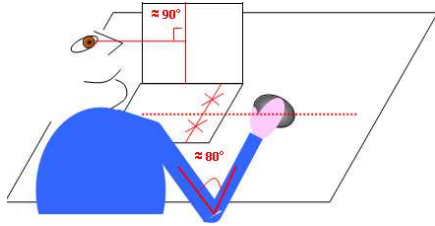


Fig.1. Installation du sujet

Les objets sont présentés en une seule fois en trois lignes de respectivement cinq, cinq et quatre objets. Cette interface informatique sera, à terme, soumise dans le cadre de la réalisation d'une tâche de planification où il s'agit de faire du café.



Fig. 2. Table des objets tels qu'ils sont disposés avec une lecture de gauche à droite et de haut en bas : pot à lait, choux, cuillère, boîte d'allumettes 1, pot avec café, carafe, porte-filtre+filtre, bouteille de lait, boîte à café, bouteille d'eau, sucrier, boîte d'allumettes 2, allume-gaz, gâteaux.

La consigne est la suivante : « *Regardez l'écran face à vous, montrez-moi les objets et dites-moi ce que c'est* ».

Les objets ne sont ni dans l'ordre chronologique d'utilisation, ni par associations langagières (catégorie sémantique ou conceptuelle, et/ou proximité phonologique).

Nous notons les réponses du patient selon trois modalités : « réponse seule », « réponse en pointant », et « à quoi ça sert ? ».

Pour cet article nous nous intéressons en particulier à la catégorie « réponse seule ». Ce type de réponse répertorie les productions du sujet données en spontané en regardant l'image et en pointant l'objet dénommé. Nous notons l'ordre dans lequel sont données les réponses et la justesse de la réponse selon des règles définies [14]. Dans le cas qui nous concerne nous n'évaluons que les stratégies d'exploration en nous basant sur les productions verbales du sujet. Donc nous considérons toutes réponses données pour chaque objet et son rang sans tenir compte de la justesse de la réponse.

Nous considérons, au vu de la littérature, que tout sujet atteint de maladie d'Alzheimer ou maladies apparentées présente dans son évolution un trouble gnosiologique visuel et un trouble de la planification.

4. Résultats

Nous avons comptabilisé le nombre de réponses (pour rappel une réponse n'est pas forcément une réponse juste mais seulement une production verbale du sujet concernant l'objet en question) pour chaque objet et pour chaque rang. Les résultats en orange correspondent à la position où l'on retrouve le plus de dénomination pour chaque objet.

4. 1 Méthode d'analyse

Table 2. Analyse des résultats

POSITION	POT AU LAIT	
1	165	Nombre de réponses pour cet objet à chaque rang
2	9	
3	3	
4	9	
5	6	
6	4	
7	5	
8	1	
9	6	
10	8	
11	1	
12	3	
13	3	
14	4	
TOTAL	227	Nombre total de sujets ayant répondu pour cet objet
NR	48	Nombre de non réponses pour cet objet par rapport aux nombre de sujets totaux
TOTAL	275	Nombre total de sujets inclus sauf double dénomination
1;6	1	Exception de double dénomination pour un même objet à 2 rangs différents dans un cas d'oublis à mesure
1;5	1	

Nous appliquons les formules suivantes :

- n = nombre de réponse
- j = objet
- i = rang
- t = nombre total de sujets

- $\frac{n_{ji}}{n_{tj}}$ = nombre de réponse par objet au rang « i ». Nous obtenons un taux.
- $\frac{1-n_j}{n_{tj}}$ = nombre de non réponses par objet. Nous obtenons un taux.

4. 2 Résultats quantifiés

Table 3. Taux de réponses par objet et par rang

POSITION	POT AU LAIT	CHOUX	CUILLERE	ALLUMETTES 1	POT AVEC CAFE	CARAFE	PORTE-FILTRE+ FILTRE	B. LAIT	BOITE A CAFE	B. EAU	SUCRE	B. ALLUMETTES 2	ALLUME-GAZ	GATEAUX
1	0,73	0,03	0,03	0,02	0,03	0,04	0,03	0,12	0,00	0,05	0,02	0,00	0,00	0,01
2	0,04	0,65	0,08	0,04	0,01	0,07	0,05	0,08	0,03	0,06	0,01	0,01	0,02	0,02
3	0,01	0,06	0,61	0,07	0,04	0,07	0,03	0,05	0,03	0,05	0,06	0,01	0,02	0,01
4	0,04	0,02	0,06	0,62	0,07	0,05	0,07	0,03	0,03	0,03	0,01	0,02	0,03	0,02
5	0,03	0,02	0,02	0,04	0,60	0,10	0,04	0,04	0,02	0,06	0,03	0,02	0,02	0,03
6	0,02	0,01	0,03	0,01	0,05	0,53	0,07	0,04	0,03	0,08	0,04	0,03	0,02	0,03
7	0,02	0,01	0,04	0,02	0,02	0,02	0,54	0,07	0,09	0,05	0,04	0,03	0,04	0,02
8	0,00	0,03	0,02	0,06	0,00	0,02	0,04	0,55	0,09	0,04	0,03	0,01	0,02	0,05
9	0,03	0,01	0,03	0,03	0,04	0,02	0,07	0,01	0,60	0,07	0,03	0,02	0,03	0,01
10	0,04	0,01	0,01	0,02	0,05	0,06	0,02	0,00	0,02	0,48	0,09	0,06	0,03	0,02
11	0,00	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,03	0,00	0,58	0,11	0,05	0,02
12	0,01	0,04	0,04	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,61	0,09	0,07
13	0,01	0,02	0,00	0,03	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,62	0,09
14	0,02	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,04	0,58

Table 4. Taux de non réponses par objet

GATEAUX	0,25
ALLUME-GAZ	0,27
B.ALLUMETTES 2	0,25
SUCRE	0,22
B. EAU	0,12
BOITE A CAFE	0,23
B.LAIT	0,12
POT AU LAIT	0,16
CARAFE	0,16
POT AVEC CAFE	0,22
B. ALLUMETTES 1	0,22
CUILLERE	0,21
CHOUX	0,26
POT AU LAIT	0,17

Table 5. Taux de double dénomination par objet par rapport au nombre total de sujets

GATEAUX	0,0144
ALLUME-GAZ	0,0144
B.ALLUMETTES 2	0,0072
SUCRE	0,0108
B. EAU	0,0217
BOITE A CAFE	0,0144
B.LAIT	0,0217
POT AU LAIT	0,0144
CARAFE	0,0253
POT AVEC CAFE	0,0072
B. ALLUMETTES 1	0,0072
CUILLERE	0,0072
CHOUX	0,0108
POT AU LAIT	0,0072

Globalement nous voyons que les objets sont dénommés dans la position à laquelle ils sont réellement. En effet c'est sur cette diagonale que nous retrouvons les plus importants chiffres : de 48% à 73% des réponses données pour chaque objet.

Certains objets que nous considérons comme bien reconnus font figure d'exception à cette règle. En effet, les dénominations sont plus réparties autour de la position réelle de l'objet et surtout avant. C'est le cas de la bouteille de lait. Les 55% de réponses données au rang 8 sont finalement un résultat assez faible par rapport au 73%, par exemple, du pot au lait au rang 1. Mais nous observons que les réponses données pour la bouteille de lait sont plus réparties avec 25% déjà sur les trois premiers rangs.

C'est le cas en fait du premier groupe d'objets bien reconnus : cuillère, carafe, bouteille de lait et bouteille d'eau. [15]

Regardons maintenant le nombre de réponses données pour chaque ligne par rapport au nombre de réponses totales :

Table 6. Répartition des réponses par lignes

1 ^{ère} ligne	2 ^{ème} ligne	3 ^{ème} ligne
35,4%	37,5%	27,1%

Nous voyons donc que la dernière ligne est moins explorée que les deux précédentes et surtout que la 2^{ème} ligne.

Il semble y avoir un focus central qui correspond à la 2^{ème} ligne et plus particulièrement à la bouteille de lait qui se trouve au centre de cette ligne puisque après le pot à lait, c'est le deuxième objet dénommé au premier rang avec 12%. Or comme nous l'avons vu précédemment, avec la mise en évidence de la diagonale, que l'exploration que nous pourrions qualifier de conventionnelle avec le sens de la lecture de gauche à droite et de haut en bas semble aussi prédominer.

Nous allons donc observer les résultats en prenant en considération les MMS de nos sujets. Cette démonstration sera exprimée en termes de données quantifiées et d'études de cas.

Table 7. Répartition des MMS pour chaque rang pour la bouteille de lait

POSITION DE DENOMINATION DE LA BOUEILLE DE LAIT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
MOYENNE DES MMS PAR POSITION	16	15	16	17	18	20	19	22	19	12	0	30	19	0

Au vu de ces résultats nous pouvons dire que ce sont les MMS faibles ou moyens (moyenne de 17) qui dénomment cet objet avant sa position réelle.

4. 3 Etudes de cas

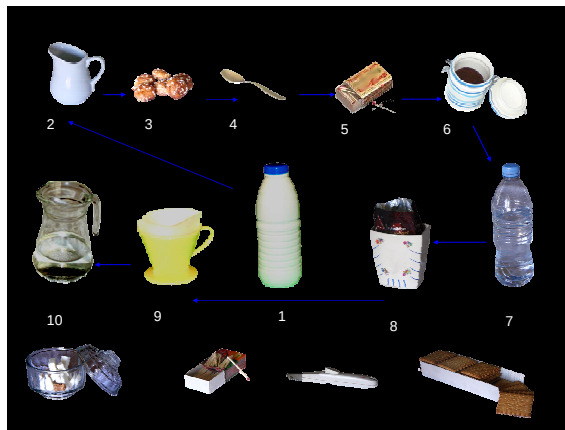


Fig. 3. Exemple de stratégie en « escargot » avec la bouteille de lait au rang 1. Sujet avec un MMS de 16.

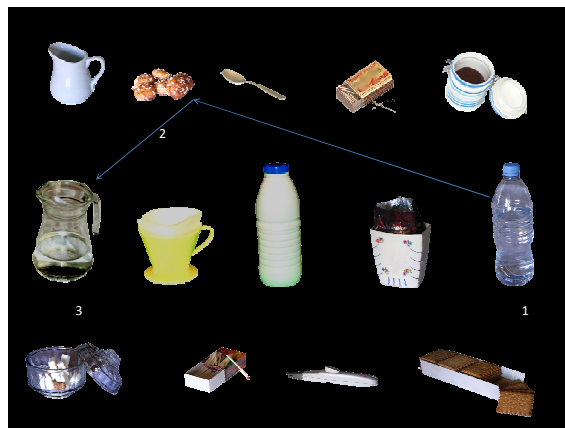


Fig.4. Sujet de 81ans, MMS à 6/30. Diagnostic de maladie d'Alzheimer

Ordre des réponses seules :

- 1 : bouteille d'eau
- 2 : choux

- 3 : carafe

Ces objets se situent respectivement sur la première ligne deuxième objet (les choux), sur la deuxième ligne première position pour la carafe et dernière position pour la bouteille d'eau. Nous pouvons voir qu'il y a une proximité spatiale entre ces trois objets. De plus un rapprochement sémantique est possible entre la bouteille d'eau et la carafe.

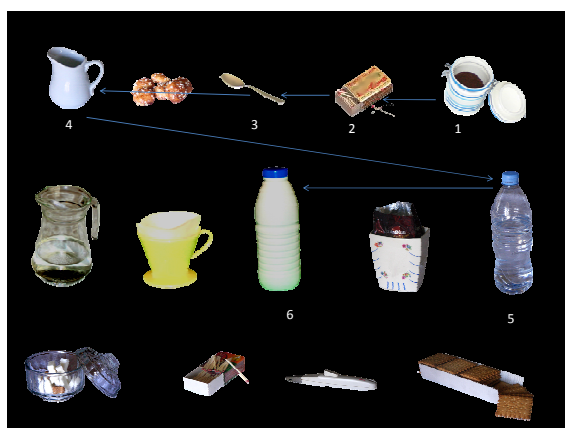


Fig. 5. Sujet de 85 ans, MMS à 10/30. Diagnostic de maladie d'Alzheimer.

Ordre des réponses seules :

- 1 : pot avec café
- 2 : boîte allumettes 1
- 3 : cuillère
- 4 : pot à lait
- 5 : bouteille d'eau
- 6 : bouteille de lait

Le patient a procédé par ligne en partant de la droite et en sautant les objets qu'il ne reconnaissait pas (les choux sur la première ligne et la boîte à café sur la seconde ligne).

La lecture de droite à gauche peut être une perte du code social de sens de la lecture. Cette personne n'est pas d'origine arabe donc ce sens n'est pas celui de son apprentissage de la lecture.

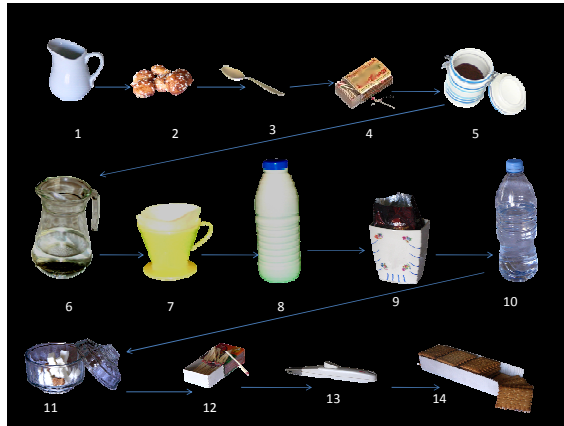


Fig. 6 Sujet de 94 ans, MMS à 16/30. Diagnostic de maladie d'Alzheimer.

Ordre des réponses seules :

Tous les objets ont été dénommés dans l'ordre de présentation, de gauche à droite et de haut en bas. C'est une observation que nous avons pu faire, avec l'augmentation du MMS.

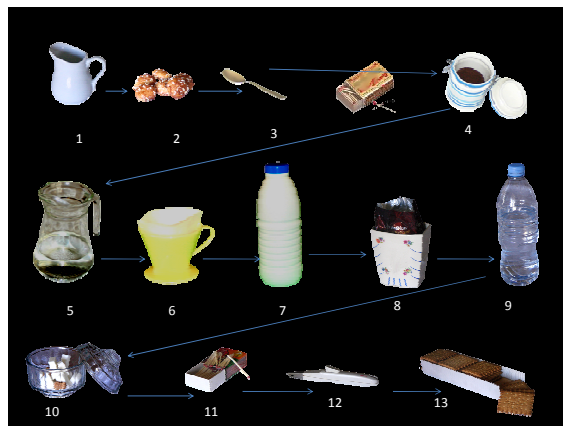


Fig. 7 Sujet de 72 ans, MMS à 24/30. Diagnostic de maladie d'Alzheimer

Ordre des réponses seules :

13 objets ont été dénommés en « réponse seule », dans l'ordre de présentation des objets. Il y a un objet éliminé sur la ligne 1.

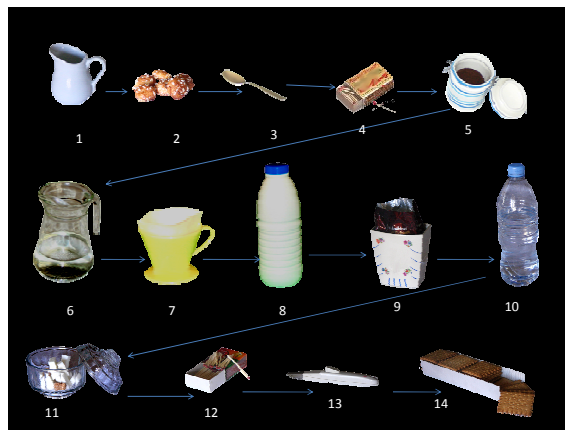


Fig. 8 Sujet de 67 ans, MMS à 29/30

Ordre des réponses seules :

Toutes les réponses sont données de gauche à droite et de haut en bas.

5 Conclusion

La stratégie d'exploration d'une scène complexe composée d'objets virtuels se dégrade en fonction du MMS. Plus le MMS est bas plus l'exploration est désorganisée. En moyenne à partir d'un MMS de 15 elle ne se réalise plus de façon standard c'est-à-dire qu'il y a une perte du sens social de la lecture et que le patient explore l'interface en partant du centre. De plus la dernière ligne est nettement moins explorée.

Cependant d'autres liens logiques peuvent être mis en évidence comme nous l'avons montré dans nos exemples. En particulier le patient fait des liens sémantiques ou par proximité spatiale et rapprochement de forme.

Cette étude sur l'exploration visuelle est basée sur les productions verbales du sujet. Il serait nécessaire de l'étayer par un outil de suivi du regard.

Références

1. Bherer L., Belleville S., Hudon C. : Le déclin des fonctions exécutives au cours du vieillissement normal, dans la maladie d'Alzheimer et dans la démence frontotemporale. *Psychol NeuroPsychiatr Vieillesse* ; vol. 2, n° 3 : 181-9 2004
2. Collette, Meulemans T., Van Der Linden M.: Neuropsychologie des fonctions exécutives, Coll. Neuropsychologie, Ed. Solal, 2004
3. Van Der Linden M., Meulemans T., Seron X., Coyette F., Andres P., Prairial C. : L'évaluation des fonctions exécutives
4. Godefroy O., GREFEX (Groupe de Réflexion pour l'Evaluation des Fonctions Exécutives): Fonctions exécutives et pathologies neurologiques et psychiatriques, Evaluation en pratique clinique, Coll. Neuropsychologie, Ed. Solal, 2008
5. Cronin-Golomb A., Gilmore G.C., Neargarder S.A., Morrison S.R., Laudate T.M. : Enhanced stimulus strength improves visual cognition in aging and alzheimer's disease
6. Gilmore G.C., Cronin-Golomb A., Neargarder S.A., Morrison S.R.: Enhanced stimulus contrast normalizes visual processing of rapidly presented letters in Alzheimer's disease, *Vision Research* 45 1013–1020 2005
7. Jackson G.R., Owsley C.: Visual dysfunction, neurodegenerative diseases, and aging
8. Lefèvre M. : Création d'un outil informatique de rééducation cognitive pour les patients atteints de la Maladie d'Alzheimer, Mémoire d'Orthophonie. Juillet 2010
9. Allain P., Chaudet H., Nicoleau S., Etcharry-Bouyx F., Barre J., Dubas F., Berrut G., Le Gall D. : Etude de la planification de l'action au moyen du test du plan du zoo dans la maladie d'Alzheimer. *Revue Neurologique (Paris)*; 163 : 2, 222-230 2007
10. Seron X. : L'individualisation des fonctions exécutives : historique et repères. *Revue Neuropsychologique*; 1(1) : 16-23 2009
11. Folstein MF, Folstein S, McHugh PR et al (1975) Mini Mental State: a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician *J. Psychiatric Res* 12: 189-98
12. Feldman HH, Woodward : Evolution de la Maladie d'Alzheimer M. *Neurology*; 65:S10-S17 2005
13. Boudet B., Vella F., Vigouroux N., Denis M., Hermabessiere S., Nourhashemi F., Rigaud AS., Rumeau P.: Importance d'un fond noir dans l'identification d'objets par des déficients cognitifs

14. Boudet B, Savoldelli M., Nourhashemi F., Rumeau P., Vigouroux N. : Résultats préliminaires d'un test visuo-gnosique étudiant la reconnaissance d'objets usuels en fonction du MMS chez des patients à différents stades d'atteinte cognitive neurodégénérative homogène, 9ème Congrès International Francophone de Gériatrie et Gérontologie, Nice, 19/10/2010-21/10/2010 (Poster) Cah. Année Gérontol. 2: 497-511.
15. Boudet B. Lefevre M., Rumeau P., Savoldelli M., Nourhashemi F. Vigouroux N. : Résultats d'un test visuo-gnosique : modèle de prédiction du niveau d'atteinte cognitive d'une personne âgée ? Soumis à ASSISTH 2011.