

Etude de la contribution de la vision centrale et de la vision périphérique à la cognition spatiale : exploration visuelle et activités instrumentales.

Investigateurs : Dr M Boucart DR1 CNRS
Pr JF Rouland : PUPH ophtalmologie CHU Lille
Dr THC Tran : PH ophtalmologie Hopital St Vincent de Paul Lille
Dr S Dive ophtalmologiste CHU Lille
Dr A Lossouarn :
Dr Q Lenoble : MCU université Lille2

Etude 1 : Quantifier l'impact de la perte de vision centrale ou périphérique sur les actions naturelles, la recherche d'objets dans des scènes et la mémoire spatiale.

Objectif : Les pathologies visuelles liées à l'âge sont en progression constante. La dégénérescence maculaire (DMLA), qui induit une perte de la vision centrale, et le glaucome, qui entraîne une perte de la vision périphérique, sont deux pathologies progressives qui touchent une partie importante de la population de plus de 50 ans. Les personnes affectées par ces pathologies visuelles souffrent d'une multitude de problèmes incluant la réduction de l'acuité, un déficit de la perception des visages, un déficit de la lecture et de la conduite automobile. Nos connaissances sur les difficultés fonctionnelles rencontrées par les patients pour les activités quotidiennes relèvent principalement des questionnaires de qualité de vie et de quelques tests de laboratoire impliquant des conditions peu communes comme la reconnaissance d'images sur des petits écran d'ordinateur avec des durées de présentation courtes. Le projet que nous avons proposé avait pour objectif de quantifier les déficits rencontrés par des personnes souffrant d'une altération de la vision centrale ou de la vision périphérique en mesurant leur performance en termes de précision des réponses, de temps d'exécution et par l'enregistrement des mouvements oculaires dans des activités contrôlées expérimentalement mais proches de situations réelles.

Méthode : Nous avons testé 48 patients avec une DMLA, 27 patients avec un glaucome et 59 sujets avec vision normale appariés en âge aux patients. Les patients DMLA ont été recrutés dans le service du Dr Tran de l'Hôpital Saint Vincent de Paul à Lille. Les patients avec un glaucome ont été recrutés dans le service du Pr Rouland du CHU de Lille. Les sujets âgés sains étaient les conjoints ou accompagnant des patients. Trois études ont été réalisées : (1) l'exécution d'actions naturelles familière comme beurrer une tartine et verser de l'eau dans un verre ou moins familière comme la reproduction d'une petite pièce de mécano, (2) la recherche d'objets variés dans des scènes d'intérieur dynamiques présentées sur un écran panoramique de 5m de diamètre et (3) une évaluation de la mémoire spatiale par la reproduction de dessins de scènes naturelles.

Résultats : Les deux groupes de patients (altération de la vision centrale DMLA et altération de la vision périphérique Glaucome) sont modérément gênés pour exécuter des actions naturelles. Les patients DMLA sont 30 sec plus lents que les témoins dans la tâche familière. Les personnes avec un glaucome ne sont pas plus lentes que les témoins pour cette tâche ; ce qui indique que la vision centrale a un rôle plus important que la vision périphérique pour l'exécution d'actions naturelles. Les deux groupes de patients présentent plus de difficultés dans la tâche non familière de reproduction d'une pièce de mécano.

Ceci peut s'expliquer par la taille plus petite des objets (boulons, vis) que ceux de la tâche familière. Pour compenser leur déficit les deux groupes de patients faisaient beaucoup plus de saccades oculaires que les sujets sains appariés en âge. La recherche visuelle d'objets dans des scènes était très altérée par la perte de vision centrale. Les patients étaient significativement plus lents et faisaient beaucoup plus d'erreurs, de confusion d'objets, que les témoins avec vision normale. La réduction du champ visuel périphérique a un impact sur la mémoire spatiale qui se traduit, dans notre test, par un agrandissement des limites des images. Les personnes avec un glaucome compensent, de manière non consciente, la restriction de leur champ visuel en construisant des représentations en mémoire plus larges de la partie visible de la scène.

Le projet financé par la Fondation vision était un programme de recherche appliquée associant des scientifiques CNRS et des cliniciens ophtalmologistes. Il a bénéficié d'une aide financière de 30000 Euros. Ce projet a donné lieu à 4 publications dans des journaux internationaux en vision et ophtalmologie et à une conférence invitées à l'Association for Research in Vision and Ophthalmology (ARVO).

Enjeux et problématique

Notre connaissance des difficultés rencontrées par les patients souffrant d'une amputation du champ visuel central ou périphérique dans la vie quotidienne est essentiellement basée sur les plaintes des patients (e.g. la lecture ou la conduite automobile) et sur les questionnaires de qualité de vie. L'objectif de cette étude était d'évaluer et de quantifier les déficits de la coordination visuo-motrice chez des patients souffrant d'amputation du champ visuel périphérique (glaucome) ou du champ visuel central (DMLA) dans des situations réalistes dans le but de mieux caractériser les difficultés rencontrées dans la vie quotidienne des patients. Trois études étaient prévues dans le projet :

- 1) Une recherche visuelle d'un objet dans des conditions réalistes impliquant une navigation spatiale dans des scènes d'intérieur de taille naturelles affichées sur un écran panoramique de 5 m de diamètre.
- 2) L'exécution d'actions naturelles avec manipulation d'objets réels dans des tâches routinières, automatisées (e.g., beurrer une tartine) ou non familières (e.g., fabriquer une pièce de mécano).
- 3) L'étude de l'effet d'une réduction du champ visuel sur la mémoire spatiale.

Approche scientifique et technique

Les techniques utilisées étaient l'enregistrement des mouvements des yeux (système SMI) et un écran panoramique de 5m de diamètre couvrant les 180° du champ visuel sur lequel étaient projetées des scènes d'intérieur réalisées à l'aide d'un logiciel d'architecture intérieure. Nous avons testé 48 patients avec une DMLA, 27 patients avec un glaucome et 59 sujets avec vision normale appariés en âge aux patients.

Résultats obtenus

L'ensemble des études prévues a été réalisé. Les principaux résultats sont les suivants :

4) Impact du déficit du champ visuel central ou périphérique sur les actions naturelles

Etat de la question: des études sur l'oculomotricité dans les actions naturelles chez le sujet sain jeune ont été réalisées dans un certain nombre d'activités comme préparer un sandwich, préparer le thé, jouer au cricket ou reproduire une pièce technique (Land *et al.*, 1999; Land and McLeod, 2000; Hayhoe *et al.*, 2003; Turano *et al.*, 2003; Mennie *et al.*, 2007). Les principaux résultats de ces études sont (1) que la chronologie des mouvements des yeux suit la chronologie des actions nécessaires pour réaliser la tâche et (2) que l'exploration visuelle est insensible aux objets non pertinents pour l'action à réaliser quelle que soit leur saillance perceptive. En effet, le regard se déplace vers des endroits où des informations critiques pour la manipulation d'objets sont obtenues. De plus, certaines fixations précèdent l'action par un court intervalle de temps, généralement moins d'une seconde (Hayhoe *et al.*, 2003; Johanssen *et al.*, 2001; Land *et al.*, 1999). Ces fixations sont appelées « look-ahead » (Pelz & Canosa, 2001) et reflètent la planification de l'action suivante (Mennie *et al.*, 2007). Ces fixations sont altérées chez des patients souffrant d'un syndrome de désorganisation consécutif à une lésion du cortex frontal (Forde *et al.* 2010).

Nous avons enregistré le comportement oculomoteur de 13 patients atteints de glaucome, 16 patients atteints de DMLA et 29 sujets avec vision normale appariés en âge aux patients.

Notre étude, inspirée des études de Hayhoe et collègues, était la suivante : des objets sont disposés sur une table devant le sujet. Deux conditions expérimentales sont comparées : (1) une tâche routinière qui consiste à prendre les objets utiles pour beurrer une tartine et verser de l'eau dans un gobelet (cf Figure 1A) et (2) une tâche non familière qui consiste à prendre des barres et boulons dans des récipients pour fabriquer une pièce simple de mécano (cf Figure 1B). Des objets « distracteurs », non utiles, pour la tâche sont présents parmi les objets pertinents. Les mouvements des yeux sont enregistrés pendant l'exécution des actions grâce à un oculomètre (SensoMotoric Instruments) porté sur la tête.

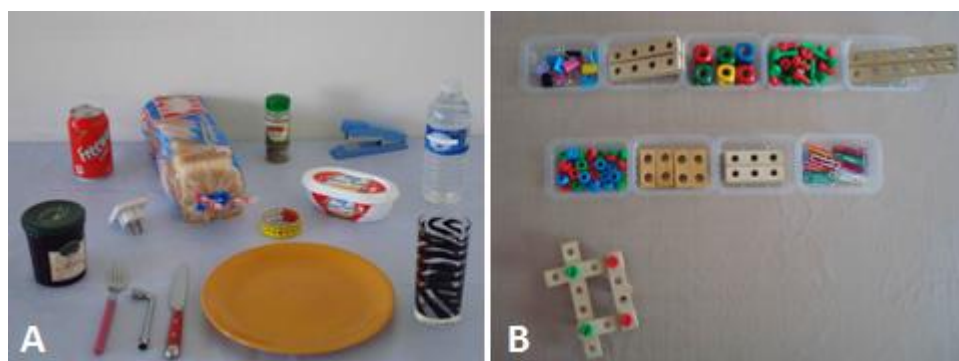


Fig. 1 : Exemple d'objets utilisés dans la tâche de manipulation d'objets. A : pour la préparation du petit déjeuner et B : exemple du modèle à reproduire avec un jeu de construction pour enfant. Des objets non pertinents pour chacune des tâches sont disposés parmi les objets pertinents.

Patients DMLA

16 patients avec une DMLA néovasculaire (9 femmes et 7 hommes, âge moyen 80.8 +/- 7.8 ans) ont été recrutés par le Dr Tran à l'hôpital St Vincent de Paul de Lille. Leur acuité variait de 20/40 à 20/400. 16 personnes avec vision normale (11 femmes et 5 hommes; âge moyen 73.3 +/- 9.1 ans) ont participé à l'étude en tant que contrôles. Tous les participants ont passé un test mesurant la détérioration cognitive (MMSE) afin d'exclure les personnes présentant une pathologie dégénérative neurologique. Les patients et les sujets contrôles ont été testés en vision monoculaire sur l'œil ayant la meilleure acuité pour les patients et l'œil préféré chez les sujets sains.

Résultats:

Les variables mesurées étaient le temps total pour réaliser chaque tâche (familiale et non familière), le nombre d'erreurs (saisie d'objets non pertinents), la durée totale des fixations, les fixations sur les objets individuels pertinents pour l'action à réaliser et sur les objets non pertinents ainsi que le nombre et l'amplitude des saccades. Les fixations ont été enregistrées sur deux périodes: avant le démarrage de l'action (pré-tâche) et pendant le déroulement de l'action. Les résultats sont présentés Figure 2.

Durée totale de la tâche : Les patients étaient en moyenne plus lents que les sujets avec vision normale dans les deux tâches (mécano: $F(1,30)=9.3, p<0.01$ et petit déjeuner: $F(1,30)=9.7, p<0.01$) mais la différence était plus marquée pour la tâche non familière (reproduire une pièce de mécano : + 3 minutes) que pour la tâche familière (préparation du petit déjeuner : + 30 sec).

Précision : Compte tenu de l'absence de limite de temps le taux d'erreurs était en moyenne très faible mais néanmoins plus élevé chez les patients que chez les sujets contrôles dans la tâche non familière (mécano) : patients: 4.0 erreurs vs contrôles: 0.6 erreurs; $F(1,30)=17.6, p<0.001$) mais pas dans la tâche familière (petit déjeuner) patients: 0.8 erreurs vs contrôles: 0.2 erreurs; $F(1,30)=3.0, p=0.1, ns$.

Pré-tâche : La période d'exploration était significativement plus longue chez les patients que chez les contrôles à la fois pour la tâche familière [patients : 7.0 sec vs contrôles : 3.9 sec $F(1,30)=5.9, p<0.03$] et pour la tâche non familière [patients : 15.7 sec vs contrôles : 8.2 sec $F(1,30)=24.9, p<0.0001$]. Les objets pertinents étaient fixés plus longtemps que les objets non pertinents chez les deux groupes de sujets dans la tâche familière mais pas dans la tâche non familière.

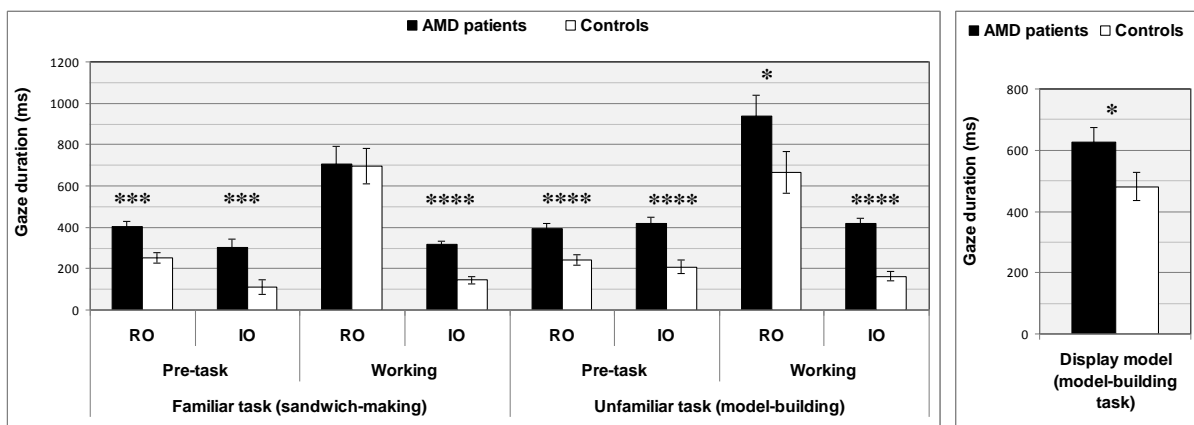


Fig. 2: durée des fixations en fonction du groupe (patients (AMD) / contrôles), de la période (pré-tâche (pre-task) / exécution (working)), de la tâche (familiale (sandwich making) / non familière (model building)) et de la pertinence des objets pour l'action (pertinents: RO vs non pertinents : IO). A droite : durée des fixation sur la région de reproduction du modèle dans la tâche non familière (mécano). * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$; **** $p < 0.0001$.

Exécution de la tâche : La figure 2 montre que les patients fixent autant les objets pertinents que les contrôles appariés en âge pour la tâche familière (beurrer une tartine et verser de l'eau dans un gobelet) mais ils regardent plus les objets non pertinents que les sujets contrôles. Pour la tâche non familière (reproduire un modèle) les patients passent plus de temps que les contrôles sur tous les objets : pertinents, non pertinents et la zone de reproduction du modèle.

Saccades : (198.5 vs 152.3 $F(1, 30) = 9.14, p<0.005$) mais la durée et l'amplitude des saccades étaient équivalentes pour les patients et les témoins (patients: 37 ms et 12.2° versus contrôles: 35 ms and 10.8° $F(1, 30) = 0.72, p = 0.40$ pour la durée et $F(1, 30) = 0.46, p = 0.50$ pour l'amplitude).

Patients avec glaucome

Treize patients ont été inclus. Ils présentaient un glaucome primitif à angle ouvert associé avec un déficit campimétrique (Champ visuel de type Humphrey 30-2). Il s'agit de 11 femmes et de 2 hommes âgés de 32 à 81 ans ne présentant pas d'autres antécédents ophtalmologiques en dehors d'une chirurgie de la cataracte, d'une chirurgie filtrante ou d'une myopie forte. Leur acuité visuelle est supérieure à 4/10^{ème} sur l'échelle arithmétique de Monoyer. Le déficit campimétrique s'étend de -6 à -22 dB. 13 sujets sains appariés en âge avec vision normale ou corrigée à la normale ont été inclus.

Résultats:

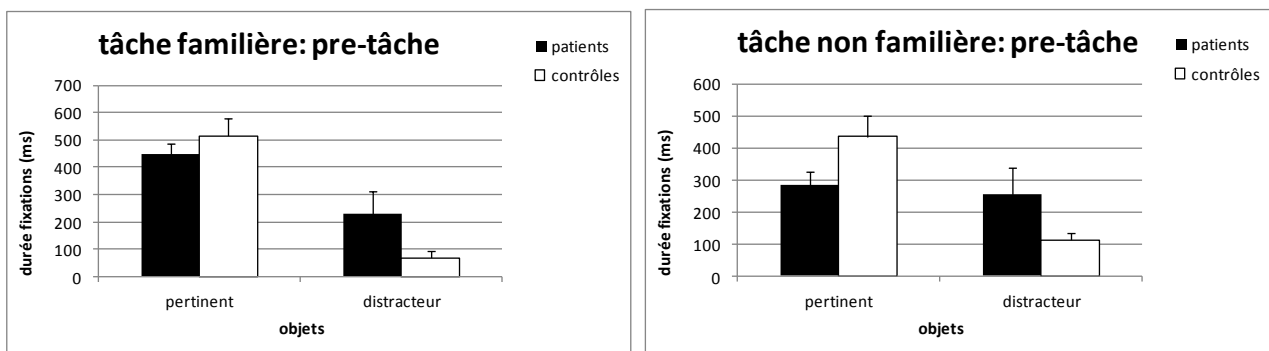
Les variables mesurées étaient les mêmes que pour les patients DMLA.

Les résultats sont présentés Figure 3

Durée totale : Les patients étaient en moyenne plus lents que les contrôles (2.79 vs 2.3 min $F(1, 23) = 3.5, p < .07$) et la différence était plus marquée dans la tâche non familière (mécano : patients: 3.67 min vs contrôles 1.88 min, $F(1, 23) = 3.6, p < .07$). Les patients n'étaient pas plus lents que les contrôles dans la tâche plus routinière de préparation du petit déjeuner (patients: 1.9 min vs contrôles: 1.8 min, $F(1, 23) = 0.3, p = 0.56$).

Précision : Le taux d'erreurs était en moyenne très faible dans les deux groupes de sujets. Pour la tâche non familière (mécano) : patients: 2 erreurs vs contrôles: 2 erreurs. Pour la tâche familière patients: 2 erreurs vs contrôles: 1 erreur.

Pré-tâche (temps d'exploration avant le premier mouvement) : La période d'exploration des objets était presque deux fois plus longue pour les patients que pour les contrôles (pour la tâche familière [patients : 10 sec vs contrôles : 6.4 sec et pour la tâche non familière [patients : 23.4 sec vs contrôles : 13.8 sec ; $F(1, 24) = 3.43, p < .07$). Les fixations étaient plus longues sur les objets pertinents que sur les objets non pertinents ($F(1, 23) = 50.1, p < .001$) pour les deux groupes.



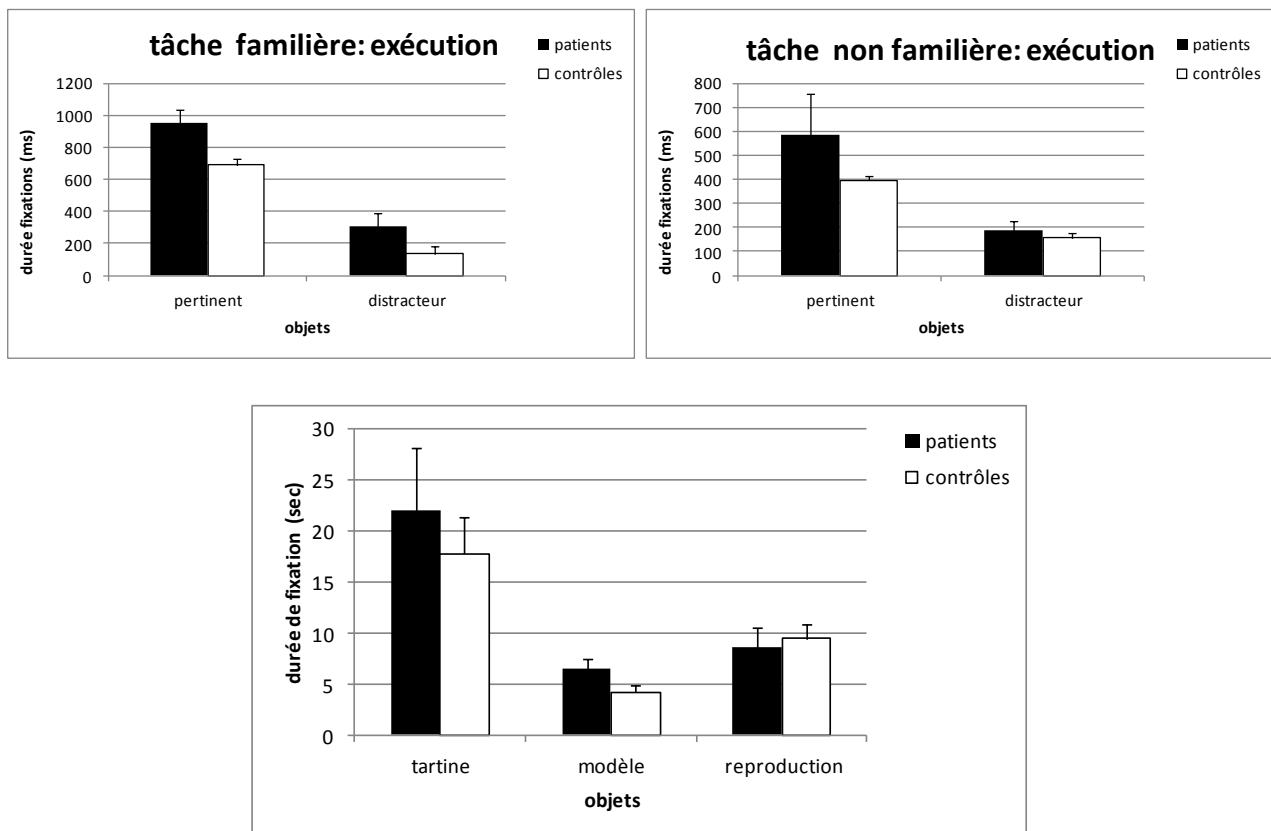


Fig. 3: durée des fixations (ms) en fonction du groupe (patients (glaucome) / contrôles), de la période pré-tâche et exécution de la tâche (familière / non familière et de la pertinence des objets pour l'action (pertinents/ distracteurs). **En bas :** durée des fixations (sec) sur la tartine, sur le modèle à reproduire et sur la région de reproduction du modèle.

Exécution de la tâche : Nous avons analysé séparément les résultats pour les objets sur lesquels le regard reste plus longtemps parce que l'action est plus longue sur ces objets (i.e., beurrer la tartine pour l'action familière et regarder le modèle et la zone de reproduction du modèle pour la tâche non familière) et les autres objets (e.g., couteau, assiette...). Les résultats sont présentés en bas de la figure 3 pour les objets nécessitant plus de temps et au milieu de la figure 3 pour l'ensemble des autres objets. L'analyse statistique ne montre aucune différence statistiquement significative entre les groupes pour la tartine (patients : 21.99 sec vs contrôles : 17.76 sec), ni pour la zone de reproduction du modèle dans la tâche non familière (patients : 8.61 sec vs contrôles : 9.49 sec). En revanche les patients regardent plus le modèle à reproduire que les contrôles (6.54 sec vs 4.21 sec $F(1, 24) = 3.82, p = 0.6$). Concernant les autres objets. Comme le montre la figure 3 (milieu) les patients fixent plus les objets que les contrôles (508 ms vs 364 ms $F(1, 24) = 5.3, p < .031$). les fixations sur les différents objets sont plus longues dans la tâche familière que dans la tâche non familière (541 ms vs 332 ms $F(1, 24) = 16, p < .001$) et les objets pertinents sont plus fixés que les objets non pertinents (656 ms vs 217 ms $F(1, 24) = 51.7, p < .001$). Aucune interaction impliquant le groupe n'est observée ; ce qui indique que les patients et les contrôles se comportent de la même façon.

Saccades

En moyenne le nombre de saccades/sec de tâche était plus important chez les patients que chez les contrôles (4.79 vs 2.95 $F(1, 23) = 26.6, p < .001$) mais la durée et l'amplitude des saccades étaient équivalentes pour les deux groupes (patients: 32 ms and 9.6° versus contrôles: 33 ms and 10.3° $F(1, 23) = 2.8, p = 0.10$ pour la durée et $F(1, 23) = 0.5, p = 0.49$ pour l'amplitude).

Conclusion : les résultats montrent que les deux groupes de patients (altération de la vision centrale DMLA et altération de la vision périphérique Glaucome) sont modérément gênés pour exécuter des actions naturelles. Les patients DMLA sont 30 sec plus lents que les témoins avec vision normale appariés en âge dans la tâche familière de préparation d'un petit déjeuner. Les personnes avec un glaucome ne sont pas plus lentes que les témoins pour cette tâche ; ce qui indique que la vision centrale a un rôle plus important que la vision périphérique pour l'exécution d'actions naturelles. Les deux groupes de patients présentent plus de difficultés dans la tâche non familière de reproduction d'un modèle. Ceci peut s'expliquer par la taille plus petite des objets (boulons, vises) que ceux de la tâche familière. Globalement les patients font très peu d'erreurs (saisie d'un objet non pertinent). Ces résultats sont les premiers à montrer que les amputations du champ visuel central ou périphérique ont peu de répercussions sur des activités naturelles ; ce qui indique que le cerveau et les processus cognitifs (la mémoire, l'attention) compensent les déficits oculaires.

Ces études ont fait l'objet de 2 publications :

Boucart M, Delerue C, Thibaut M, Szaffarczyk S, Hayhoe M & Tran THC (2015) Impact of wet macular degeneration on the execution of natural actions. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2015 oct;56(11):6832-8.

Dive S, Rouland JF, Lenoble Q, Szaffarczyk S, McKendrick A & Boucart M. (2016 in press) Impact of peripheral field loss on the execution of natural actions: a study with glaucomatous patients and normally sighted controls. J of Glaucoma. 2016 Mar 4. [Epub ahead of print]

Etude 2: Impact d'un scotome central (DMLA exsudative vs. atrophique) sur les capacités de recherche d'objets dans des scènes 3D.

Rechercher des objets dans notre environnement est une activité fréquente dans la vie quotidienne. Cette recherche est plus difficile lorsque l'environnement est encombré d'objets semblables (ex. un livre sur une étagère de bibliothèque) ou lorsque l'objet se trouve dans un environnement inhabituel (ex un réveil dans une cuisine). Les études sur la recherche d'objets chez des patients souffrant d'un déficit du champ visuel ont été réalisées avec des paradigmes expérimentaux classiques de recherche d'un caractère alphanumérique parmi des distracteurs (ex : un L parmi des T), sur des petits écrans d'ordinateur et avec une contrainte temporelle pour trouver la cible (McKeben & Fletcher 2011 ; van der Stigchel et al. 2013). Nous avons choisi d'utiliser des scènes réalistes, avec des objets de taille réaliste et sans limite temporelle pour trouver l'objet. Nous avons manipulé la difficulté de la recherche en plaçant l'objet à rechercher dans un environnement où on s'attend à le trouver (e.g., un sèche cheveux dans une salle de bain) ou non (e.g., une perceuse dans une salle de bain).

Nous avons présenté des scènes en 3D (créée avec un logiciel d'architecture intérieure) sur un écran panoramique de 5m de diamètre couvrant les 180° du champ visuel. Les scènes utilisées étaient toutes des scènes d'intérieur dans lesquelles les sujets pouvaient « se déplacer » virtuellement à l'aide d'un joystick qui simulait un déplacement vers la gauche ou vers la droite.

Nous nous attendions à ce que les patients avec une perte de la vision centrale effectuent plus de déplacements dans la scène, et par conséquent mettent plus de temps, que des sujets témoins pour trouver les objets, mais également qu'ils fassent plus d'erreurs que des témoins.

Méthodologie:

Nous avons testé 21 patients avec une DMLA néovasculaire ou atrophique, 16 sujets avec vision normale appariés en âge aux patients et 16 sujets jeunes afin de dissocier les effets de la pathologie des effets du vieillissement normal.

Les scènes étaient présentées sur un écran panoramique grâce à 3 vidéoprojecteurs haute résolution. Le sujet était placé à 2.04 m de distance du centre de l'écran. Pour rechercher les objets désignés le participant avait à disposition un boîtier équipé d'un joystick lui permettant de ce « déplacer » vers la gauche et vers la droite au sein de la scène et de 2 boutons réponse, l'un pour signifier que l'objet était trouvé, l'autre pour signifier qu'il ne l'avait pas trouvé. Le nombre de déplacements dans la scène, le nombre d'erreurs et le temps de réponse étaient enregistrés. L'étude a été réalisée en vision binoculaire. A chaque essai une photo d'objet était présentée sur papier au sujet qui avait pour instruction de signaler si cet objet était présent ou absent dans la scène. La performance était comparée dans 4 conditions : l'objet à rechercher pouvait être présent ou absent dans un environnement compatible (ex. un sèche cheveux dans une salle de bain) ou non (ex. un sèche cheveux dans un garage) avec cet objet. Un exemple est présenté Figure 4.

Nous n'avons observé aucune différence de performance entre les deux formes de DMLA concernant le nombre de déplacements, le nombre de réponses correctes et le temps de réponse.

Les résultats montrent que les patients faisaient significativement plus d'erreurs que les sujets âgés (voir Figure 5) avec vision normale (23% vs 16% $p < 0.011$) et les sujets sains âgés faisaient plus d'erreurs que les sujets jeunes (16% vs 6.8% ; $p < 0.001$). Les erreurs chez les patients résultaient principalement de fausses détections c'est-à-dire de confusion entre les objets (ex un grille pain confondu avec un radio réveil). Ce résultat est en accord avec Thibaut et al (2015) qui a mis en évidence de nombreuses erreurs d'identification (30% de plus que les sujets sains) chez les patients avec une DMLA.

Concernant le temps de recherche des objets cible, les patients mettaient en moyenne 19 sec de plus que les sujets contrôle appariés en âge par scène pour trouver l'objet et les sujets sains âgés mettaient 14 sec de plus que les sujets jeunes. Le nombre de vues de chaque scène exploré pour trouver la cible ne différait pas entre les trois groupes.



Fig.4. en haut un exemple d'objet à trouver (grille pain). En bas : un exemple de scène panoramique dans laquelle les sujets devaient se déplacer à l'aide d'un joystick pour rechercher l'objet cible qui pouvait être présent ou absent.

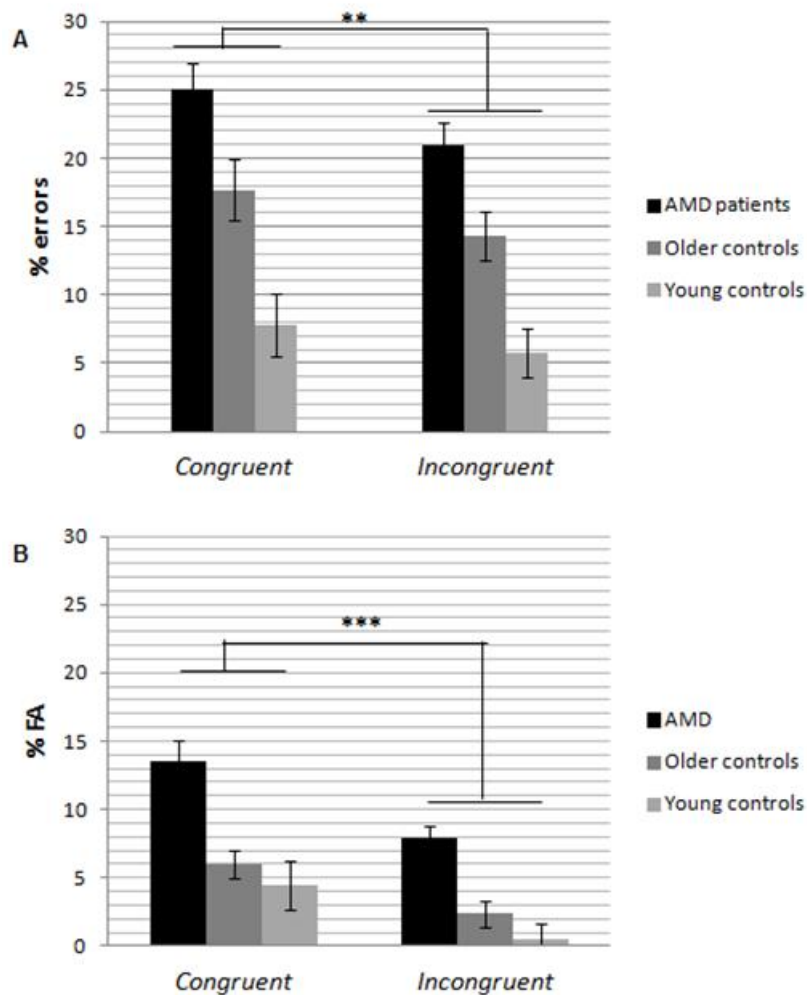


Fig.5. En haut : nombre d'erreurs total incluant les fausses détections et les omissions. En bas nombre de fausses détections (i.e., de confusion entre l'objet cible à rechercher et un autre objet présent dans la scène) en fonction de la compatibilité entre l'objet et la scène.

L'objectif de cette étude était de déterminer l'effet d'un scotome central sur la recherche d'objets dans des environnements réaliste selon que l'objet à rechercher se trouve dans un environnement compatible ou non. Les résultats montrent que les patients font plus de confusion que les sujets sains en particulier lorsque l'objet se trouve dans un environnement compatible. Ceci peut s'expliquer par le fait que les objets qui se rencontrent dans un même environnement partagent souvent une similarité physique (ex : des outils dans un garage ou un micro ondes, un four et un grille pain dans une cuisine). Les patients avaient tendance à appuyer sur le bouton « trouvé » lorsqu'ils percevaient un objet qui ressemblait à l'objet recherché. Le temps de recherche était aussi amplifié par le handicap sensoriel. Les patients mettaient en moyenne près de 20 sec de plus que les sujets contrôle par scène. Les résultats montrent également que le vieillissement normal ralentit la recherche visuelle en comparaison aux sujets jeunes et que ce déficit est amplifié par la pathologie. Cette étude est soumise pour publication et a fait l'objet d'une conférence invitée à ARVO.

Thibaut M., Tran THC, Szaffarczyk S & Boucart M (soumis) Object search in realistic panoramic scenes: a study on macular degeneration. *Ophthalmic and Physiological Optics*.

Conference invitée:

Boucart M. "Object search in realistic panoramic conditions in people with central vision loss". Association for Research in Vision and Ophthalmology (ARVO) The Low Vision Cross-Sectional Group Symposium. Denver USA, 3-6 may 2015.

Etude 3 : Effet de la réduction du champ visuel sur la mémoire spatiale: une étude chez des patients avec un glaucome.

Lorsque le champ visuel est réduit la capacité à recueillir des informations pour les mémoriser est différente. Cela peut conduire à des distorsions de la mémoire spatiale. Fortenbaugh et al. (2007) l'ont démontré chez des sujets sains jeunes avec une constriction artificielle du champ visuel. Ces sujets faisaient des erreurs systématiques de mémoire dans un environnement virtuel. L'année suivante Fortenbaugh et al. (2008) ont rapporté des résultats similaires chez des patients souffrant d'une réduction du champ visuel périphérique dû à une rétinite pigmentaire. Le glaucome est une pathologie courante qui entraîne une réduction du champ visuel périphérique. Nous avons examiné si la mémoire spatiale était affectée par cette réduction de la vision périphérique chez 15 patients avec une déviation moyenne supérieure à -6 dB au champ visuel de Humphrey (SITA-standard 10-2 perimetry). Nous avons utilisé un paradigme expérimental développé par Intraub et Richardson (1989). Ce paradigme consiste à présenter des photos de scène naturelle à des sujets sains et à leur demander de reproduire une des scène « de mémoire » sur papier dans un cadre défini. Les sujets disposent de plusieurs secondes pour explorer l'image. Les auteurs ont remarqué une erreur systématique chez tous les sujets. Ils ajoutent de l'espace au delà des limites de la scène. C'est-à-dire que les sujets dessinent la scène comme si elle avait été photographiée de plus loin que la vue présentée. Cet effet est très robuste. Il a été répliqué avec différents paradigmes expérimentaux, avec des durées de présentation variant de 250 ms à 15 sec, chez des enfants et chez des sujets de plus de 80 ans et même chez des artistes peintre. Les auteurs l'ont dénommé « l'effet d'extension des limites » (boundary extension effect) et l'attribuent à une distorsion de la mémoire visuo-spatiale, c'est-à-dire à un biais mémoriel dans le souvenir d'une scène visuelle. On peut le caractériser comme le souvenir erroné d'une scène visuelle qui a tendance à élargir les limites du cadre et à réduire par là-même la taille de l'objet. Grâce à l'effet d'anticipation créé par ce phénomène, le cerveau peut reconstituer un monde cohérent et continu. Paradoxalement, ce qui au départ peut être pris pour une « erreur » (et donc connoté négativement), respecte en fait le stimulus d'une part et produit de bonnes prédictions sur le monde au-delà de la vue du sujet d'autre part. C'est une fonction adaptative hautement efficace.

Nous avons testé 15 patients avec un glaucome et 15 sujets avec vision normale appariés en âge. Nous avons présenté 10 photos de scène naturelle comportant un objet central sur un écran de projection. La taille angulaire des images était de 32° x 28°. La moitié des scènes était présenté pendant 0.5 sec et l'autre moitié pendant 10 sec au hasard. Les sujets disposaient d'une durée illimitée pour reproduire chaque scène immédiatement après sa présentation. L'image devait être grossièrement redessinée dans un cadre de 15 x 20 cm.

Les résultats (Figure 6) montrent que l'effet d'extension des limites est plus élevé, de 12%, chez les patients avec une réduction du champ visuel périphérique que chez les sujets contrôles avec vision normale. Les patients ajoutent plus d'espace entre l'objet et les bords du cadre qu'il n'en existe entre l'objet et les bords de la photo de scène. Ces résultats suggèrent que, bien que peu de patients soient conscients de la réduction de leur champ visuel (Crabb et al 2013), le déficit du champ visuel a un impact sur leur mémoire spatiale. Les personnes avec un glaucome compensent, de manière non consciente, la restriction de leur vision en construisant des représentations plus larges de la partie visible de la scène.

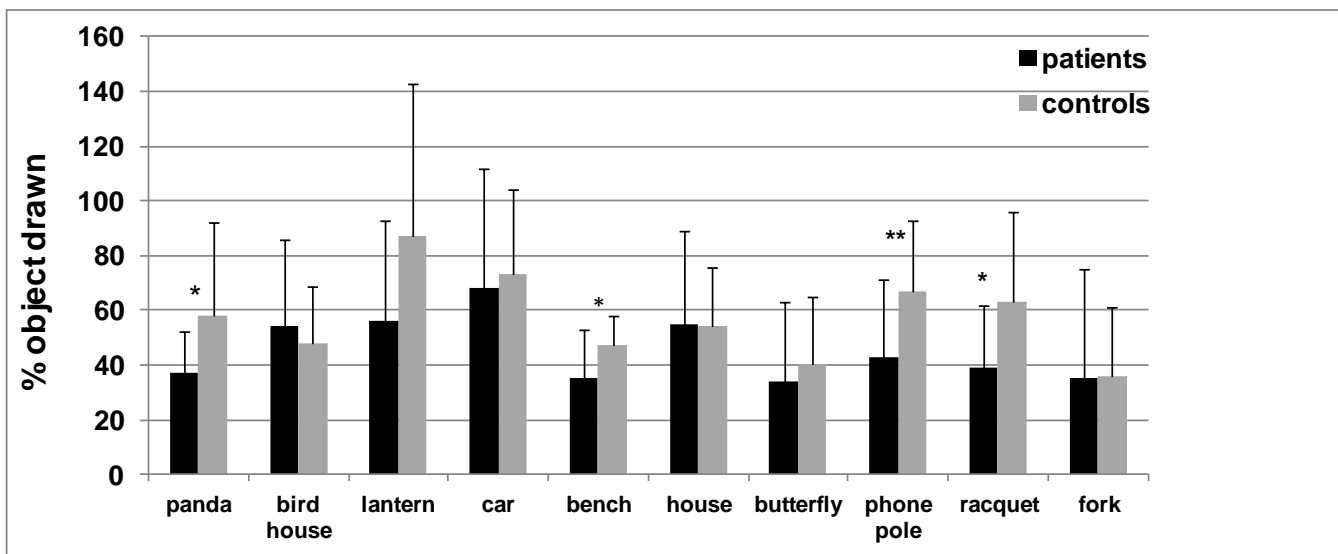


Fig.6. En haut : un exemple de scène à reproduire de mémoire. En bas : Pourcentage d'objet dessiné de mémoire dans un cadre par rapport à l'objet réel dans la scène pour chacune des photos présentées.

Lossouarn A, Lenoble Q, Rouland JF, & Boucart M. Reduced peripheral vision affects spatial memory: a study in people with glaucoma. *Soumis: Ophthalmic and Physiological Optics.*

Références

- Crabb DP, Smith ND, Glen FC, Burton R, & Garway-Heath DF. (2013) How does glaucoma look?: patient perception of visual field loss. *Ophthalmology*; 120(6): 1120-1126.
- Fortenbaugh FC, Hicks JC, Hao L, Turano KA. (2007) Losing sight of the bigger picture: peripheral field loss compresses representations of space. *Vision Res.*,47(19):2506-20.
- Fortenbaugh FC, Hicks JC, Turano KA. (2008) The effect of peripheral visual field loss on representations of space: evidence for distortion and adaptation. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 49(6):2765-72.
- Hayhoe MM, Shrivastava A, Mruczek R, Pelz JB. Visual memory and motor planning in a natural task. *J Vis* 2003;3:49–63.
- Intraub H, Richardson M. (1989) Wide-angle memories of close-up scenes. *J Exp Psychol Learn mem Cogn.*;15(2):179-87.
- Johannsen, R. S., Westling, G. R., Backstrom, A., & Flanagan, J. R. (2001). Eye–hand coordination in objects manipulation. *Journal of Neuroscience*, 21, 6917–6932.
- Land MF, Mennie N, Rusted J. The roles of vision and eye movements in the control of activities of daily living. *Perception* 1999;28:1311–1328.
- Land MF, McLeod P. From eye movements to actions: how batsmen hit the ball. *Nat Neurosci* 2000;3:1340–1345.
- Medeiros FA, Weinreb RN, R Boer E, Rosen PN. (2012). Driving simulation as a performance-based test of visual impairment in glaucoma. *J. Glaucoma.* 21(4):221-7. doi: 10.1097/IJG.ob013e3182071832.
- MacKeben M, Fletcher DC. Target search and identification performance in low vision patients. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2011 Sep 29;52(10):7603-9
- Mennie N, Hayhoe M, Sullivan B. Look-ahead fixations: anticipatory eye movements in natural tasks. *Exp Brain Res* 2007;179:427–442.
- Pelz, JB., & Canosa, R. (2001). Oculomotor behavior and perceptual strategies in complex tasks. *Vision Research*, 41, 3587–3596.
- Thibaut M, Delerue C, Tran THC & Boucart M (2015) Misidentifying a tennis racket as keys: object identification in people with AMD. *Ophthalmic and Physiological Optics.* May;35(3):336-44.
- Van der Stigchel S, Bethlehem RA, Klein BP, Berendschot TT, Nijboer TC, Dumoulin SO.(2013) Macular degeneration affects eye movement behavior during visual search. *Front Psychol.* 2013 Sep 3;4:579.