



**HAL**  
open science

# Élaboration d'une batterie normalisée d'évaluation des troubles neurovisuels chez l'adulte

Florence Levasseur, Julie Tourat

► **To cite this version:**

Florence Levasseur, Julie Tourat. Élaboration d'une batterie normalisée d'évaluation des troubles neurovisuels chez l'adulte. Sciences cognitives. 2013. dumas-00873954

**HAL Id: dumas-00873954**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00873954>**

Submitted on 2 Nov 2015

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

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

ACADEMIE DE PARIS

UNIVERSITE PARIS VI PIERRE et MARIE CURIE

**MEMOIRE POUR LE CERTIFICAT DE CAPACITE  
D'ORTHOPHONISTE**

**ELABORATION D'UNE BATTERIE  
NORMALISEE D'EVALUATION DES  
TROUBLES NEUROVISUELS CHEZ  
L'ADULTE**

DIRECTEUR DE MEMOIRE : Sylvie CHOKRON

Année Universitaire 2012-2013

Florence LEVASSEUR

Née le 13/10/1985

Julie TOURAT

Née le 30/06/1987

ACADEMIE DE PARIS

UNIVERSITE PARIS VI PIERRE et MARIE CURIE

**MEMOIRE POUR LE CERTIFICAT DE CAPACITE  
D'ORTHOPHONISTE**

**ELABORATION D'UNE BATTERIE  
NORMALISEE D'EVALUATION DES  
TROUBLES NEUROVISUELS CHEZ  
L'ADULTE**

DIRECTEUR DE MEMOIRE : Sylvie CHOKRON

Année Universitaire 2012-2013

Florence LEVASSEUR

Née le 13/10/1985

Julie TOURAT

Née le 30/06/1987

# Remerciements

Dans la réalisation de ce mémoire nous avons été aidées par de nombreuses personnes, que nous tenons sincèrement à remercier.

Mme S. Chokron, pour son aide dans l'élaboration de la batterie, son accompagnement tout au long de l'année et ses remarques pertinentes. Son efficacité et sa réactivité ont été très appréciables et rassurantes.

Mme C. Perez, pour son accueil, son écoute et ses conseils quant à la population ciblée. La population à laquelle elle nous a donné accès, nous a largement aidées à rédiger ce mémoire.

Mmes I. Gaudry, M. Baduel, B. Leroux-Rondreux, C. Bestoso et M. D. Darin pour nous avoir laissé tester leurs patients, nous avoir conseillées sur les passations mais aussi renseignées sur d'autres possibilités de test, pour nous avoir accueillies pendant tout le temps de passation et pour s'être intéressés à notre travail et à ses avancées.

M. M. Gueguen et M. M. Faure pour nous avoir grandement aidées au moment de l'analyse des données.

Mmes A. Mangel et S. Zakin pour leur accueil chaleureux et le temps qu'elles nous ont consacré afin de nous aider à organiser au mieux le peu de temps dont nous disposions.

Mme I. Riva, pour ses conseils sur la batterie, pour le temps qu'elle a consacré à nous donner des idées et points de vue extérieurs sur notre travail.

Mlle C. Levasseur, M. O. Maoukola, et Mlle L. Vazzanino pour leur coup de crayon, sans lequel nous n'aurions certainement pas pu développer la batterie, pour leur efficacité et leur rapidité, alors même que nous en demandions beaucoup.

Mlles P. Rigault, A. Laye, O. Fayet, S. Arnold, A. De Marigny, A. Cherprenet, C. Rakoczy et M. A. Gaston Bellegarde pour nous avoir aidées à faire passer un certain nombre de bilans à leurs patients respectifs ou à d'autres patients lorsque nous ne pouvions pas nous déplacer.

Mlles L. Moulin, S. Bonte, C. Magny, F. Laurence, M. Chevalier, pour avoir contribué à la recherche au moment de la confection des épreuves, pour avoir communiqué avec nous tout au long de cette année leurs différentes données et les avancées de leur mémoire encadré par le même service.

Tous ceux qui ont accepté de passer notre batterie en tant que patient ou contrôle, ceux qui nous ont fourni leurs contacts, ceux qui nous ont supportées en ces temps difficiles bien qu'agréables.

## Engagement de non plagiat

Je soussigné(e) LEVASSEUR Florence, déclare être pleinement conscient(e) que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sur toutes formes de support, y compris l'Internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

Je soussigné(e) TOURAT Julie, déclare être pleinement conscient(e) que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sur toutes formes de support, y compris l'Internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire

## Table des matières :

I) Introduction.....	1
II) Partie théorique.....	3
1. De la perception au traitement de l'information visuelle (partie rédigée par Florence Levasseur).....	3
1.1. Organisation du système visuel.....	3
1.1.1. Œil et rétine.....	3
1. L'œil.....	3
2. La rétine.....	4
1.1.2. Le cortex visuel.....	5
1. Aire visuelle primaire.....	5
2. Autres aires visuelles.....	5
1.1.3. Les voies optiques.....	6
1. Le nerf optique.....	7
2. Le corps genouillé latéral (CGL).....	7
3. La voie rétino-géniculo-striée.....	7
4. Les voies optiques secondaires.....	8
5. Le système optique accessoire.....	8
1.2. Traitement de l'information visuelle.....	9
1.2.1. Les voies dorsales et ventrales.....	9
1.2.2. Modèle perceptif des formes et des objets.....	9
1.2.3. Modèle de la reconnaissance des objets et des visages.....	10
1. Modèle de Marr.....	10
2. Modèle de Biederman.....	11
3. Modèle de Humphreys et Riddoch.....	11
4. Approche de C. Bonnet.....	11
5. Modèle de reconnaissance des visages.....	12
1.2.4. Vision et imagerie mentale.....	12
2. Les troubles neuro-visuels (partie rédigée par F. Levasseur & J. Tourat).....	13
2.1.1. Trouble de la fixation.....	14
2.1.2. Troubles du champ visuel.....	14
1. Cécité corticale.....	15
2. Hémianopsie Latérale Homonyme (HLH).....	15

3. Quadranopsie.....	16
4. Scotome.....	17
5. Hémianopsie altitudinale.....	17
6. Vision périphérique.....	17
7. Vision tubulaire.....	17
2.1.3. Trouble de la perception du mouvement.....	17
2.2. Les troubles de l'organisation de l'espace (de l'exploration visuelle).....	18
2.2.1. Le syndrome de Balint.....	18
1. Paralyse psychique du regard.....	18
2. Ataxie optique.....	18
3. Simultagnosie.....	19
2.2.2. La Négligence Spatiale Unilatérale (NSU).....	19
2.3. Troubles de la reconnaissance visuelle.....	20
2.3.1. Agnosie visuelle des objets.....	21
2.3.2. La prosopagnosie.....	21
2.3.3. L'alexie agnosique (ou alexie sans agraphie).....	22
2.3.4. L'achromatopsie.....	22
2.3.5. La désorientation topographique.....	22
2.4. Troubles de la mémoire visuelle.....	23
2.4.1. Difficultés d'évocation, d'exploration et d'utilisation des représentations mentales visuelles.....	23
3. Intérêt de la rééducation des troubles neuro-visuels (partie rédigée par J. Tourat)....	23
3.1. Troubles neurovisuels et comorbidité.....	24
3.2. Troubles neurovisuels et attention.....	25
3.2.1. Le système attentionnel et ses modèles.....	25
1. Définition de l'attention.....	25
2. Les différentes formes d'attention.....	25
3. Substrats anatomiques et réseaux cérébraux des fonctions attentionnelles.....	26
4. Les modèles théoriques : de l'attention aux fonctions attentionnelles.....	27
3.2.2. Troubles neurovisuels et troubles attentionnels.....	29
1. Hypothèse explicative de la NSU ?.....	29
2. Trouble du champ visuel et attention.....	30
3.3. Incidence des troubles neuro-visuels sur la qualité de vie.....	31
3.4. Les techniques de rééducation.....	31

3.4.1. Rôle de la plasticité cérébrale .....	32
3.4.2. La vision inconsciente ou « blindsight ».....	32
3.4.3. De la compensation à la restauration : prise en charge et efficacité de la rééducation.....	34
1. Rééducation des déficits du champ visuel.....	34
2. Rééducation des troubles de l'exploration spatiale.....	36
3. Rééducation des gnosies visuelles.....	38
III) Problématique.....	40
IV) Partie pratique.....	42
1. Protocole expérimental.....	42
1.1. Populations étudiées.....	42
1.1.1. Critères d'inclusion.....	42
1.1.2. Critères d'exclusion.....	42
1.1.3. Recueil de la population.....	43
1.2. Conditions de passation.....	43
1.2.1. Environnement et durée de passation .....	43
1.2.2. Examineurs.....	43
1.2.3. Recueil des données.....	43
1.3. Description de la batterie.....	44
1.3.1. Sélection des épreuves.....	44
1.3.2. Constitution de la batterie.....	45
1. Orientation spontanée du regard.....	45
2. Test de Bisiach révisé.....	45
3. Déviation tête/yeux.....	46
4. Distinction gauche/droite et schéma corporel.....	46
5. Praxies symboliques représentatives et latéralité.....	47
6. Réflexes visuels.....	47
7. Discrimination lumière/obscurité.....	47
8. Poursuite/fixation du regard.....	48
9. Détection/champs visuels.....	48
10. Extinction visuelle.....	50
11. Orientation volontaire du regard.....	50
12. Barrages.....	50
13. Recherche de cible.....	51
14. Bissection de lignes (BEN).....	52

15. Coordination visuo-motrice.....	52
16. Lecture/écriture.....	53
17. Mémoire visuelle (EVA).....	53
18. Reconnaissance visuelle et Astéréognosie .....	54
19. Différentiation 2D/3D.....	54
20. Jugement d'identité.....	54
21. Figures enchevêtrées.....	55
22. Perception des couleurs.....	56
23. Reconnaissance des visages célèbres.....	57
24. Appariement de visages identiques.....	57
25. Imitation de la position des mains.....	58
26. Appariement sémantique scène/image.....	58
27. Evaluation de la distance.....	59
28. Epreuve de l'horloge (BEN).....	59
29. Dessin d'une forme simple yeux ouverts/yeux fermés.....	60
30. Orientation spatiale et imagerie mentale spatiale (BIP).....	60
1.3.3. Remarques à l'issue des passations.....	61
2. Analyse statistique.....	61
2.1.Scores seuils et pourcentage de réussite.....	62
2.2.Performances de la population contrôle.....	64
2.2.1. Groupe [18 ; 35[.....	67
2.2.2. Groupe [35 ; 60[.....	67
2.2.3. Groupe [60 et +].....	68
2.3. Performances de la population pathologique.....	69
2.4.Comparaison des résultats de la population contrôle et pathologique.....	71
2.4.1. Groupe [18 ; 35[.....	71
2.4.2. Groupe [35 ; 60[.....	73
2.4.3. Groupe [60 et +].....	76
2.5. Observation des corrélations entre les subtests.....	78
2.6. Observation qualitative à l'issue des passations.....	81
V) Discussion.....	85
VI) Conclusion.....	99
Bibliographie.....	101
Annexes.....	111

# I) Introduction

Les troubles neurovisuels sont encore méconnus de la population et malheureusement de beaucoup de professionnels de la santé. Ils ont pourtant de terribles répercussions sur la vie quotidienne des individus qui en présentent. Chez les enfants, les troubles des apprentissages qui y sont associés, peuvent permettre un dépistage plus systématique, encore que la plupart des adultes encadrants ne sachent pas que ces troubles existent. Depuis peu, une batterie de dépistage des troubles visuo-attentionnels, l'EVA a été distribuée à un grand nombre de centres scolaires afin de lancer un dépistage des enfants de 4 à 6 ans. Il est déjà difficile de toucher cette population alors même qu'un bilan existe, mais il est encore plus difficile de dépister des troubles neurovisuels chez l'adulte, qui lui, ne peut être dépisté par aucune batterie normalisée.

Les troubles neurovisuels chez l'adulte peuvent s'exprimer de multiples façons. Ils regroupent tout type de pathologie rétrochiasmatique, du simple scotome à la cécité corticale. Ils peuvent toucher le champ visuel, mais également l'organisation de l'espace, la reconnaissance visuelle ou encore l'imagerie mentale visuelle. La diversité de ces troubles ne rend pas le diagnostic évident, d'autant que le travail de recherche qui concerne ce domaine est très récent. On estime que 60% des adultes cérébrésés présentent un trouble neurovisuel. (Chokron, 2006 [20]) La plupart ne peuvent plus conduire, retrouver leur chemin, certains ne peuvent même plus reconnaître le visage de leurs proches. Les troubles neurovisuels constituent donc un réel handicap, qu'il est nécessaire d'évaluer afin, puisque c'est désormais possible, de le rééduquer.

Ce mémoire a pour but d'entamer un travail d'élaboration de batterie normalisée et standardisée d'évaluation des troubles neurovisuels chez l'adulte. Actuellement, une telle batterie n'existe pas, l'évaluation est donc effectuée à partir d'une sélection d'épreuves variables en fonction des professionnels. Nous tâcherons donc de proposer une première batterie et de la tester sur un échantillon de population suffisamment large pour la normaliser. Il faudra certainement la reprendre et la modifier afin de la rendre plus précise avant de l'étalonner.

Notre travail se décompose en deux grandes parties. Dans un premier temps, nous tenterons de faire un point théorique rapide afin d'expliquer les mécanismes de la vision et de perception, ce qui peut les entraver au niveau rétrochiasmatique et les troubles qui en découlent, puis nous décrirons les différents aspects qui entrent en jeu dans la rééducation de ces troubles et les avancées notables jusqu'à aujourd'hui dans ce domaine. Dans une seconde partie, nous présenterons la batterie élaborée, nous l'expérimenterons auprès d'une population contrôle et d'une population présentant des troubles neurovisuels et nous tâcherons d'en tirer, suite à des analyses statistiques, des conclusions pertinentes permettant d'évaluer la spécificité et la sensibilité de notre batterie d'évaluation des troubles neurovisuels chez le sujet adulte.

# PARTIE THEORIQUE

## II) Partie théorique

### 1. De la perception au traitement de l'information visuelle

#### 1.1. Organisation du système visuel

##### 1.1.1. Œil et rétine

L'œil est souvent comparé à un appareil photographique, mais nous devrions plutôt, si une comparaison était possible, le comparer à une caméra de haute technologie avec système automatique, reliée à un ordinateur très élaboré. La lumière qui atteint nos deux rétines est transformée par l'œil et le cerveau en une scène visuelle compréhensible, mais la contribution de la seule rétine est impressionnante, aucune invention humaine ne rivalise avec l'œil. (Hubel, 1994 [41])

#### 1. L'œil

Chaque élément de l'œil qui n'appartient pas à la rétine sert à produire une image focalisée et nette sur la rétine. (Hubel, 1994[41]) Les globes oculaires sont équipés de six muscles extrinsèques qui les maintiennent en position dans leur orbite et les font tourner pour suivre les objets en mouvement ou pour diriger le regard.

L'œil contient : (Gregory, 2000 [35])

- L'**iris**, un des muscles extrinsèques, annulaire, qui forme la pupille. Elle laisse passer la lumière jusqu'au cristallin. Lorsque l'iris se contracte, cela augmente la profondeur du champ et les objets sont perçus avec netteté.
- La **cornée**, surface transparente qui entoure l'œil. Les paupières assurent le nettoyage de sa face antérieure avec le concours des glandes lacrymales qui sécrètent un lubrifiant pour le système. La cornée est l'organe le plus important en ce qui concerne la convergence des rayons.
- Le **cristallin**, qui contribue, avec la surface antérieure de la cornée à dévier le faisceau lumineux. Il est formé de fines lamelles, il est suspendu par une membrane qui le maintient sous tension. Les différences de tensions correspondent à l'accommodation.
- La **rétine**, fine couche de cellules nerveuses qui tapissent l'intérieur du globe oculaire.

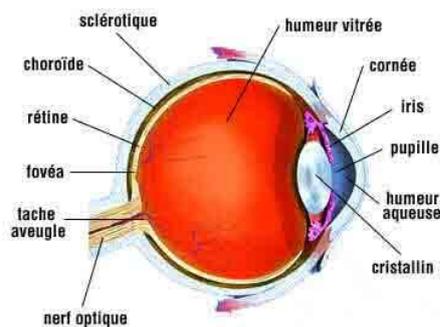


Fig. 1: <http://www.france-choroïderemie.org/wp-content/uploads/2012/06/oeil.jpg>

## 2. La rétine

La rétine est une partie du cerveau qui en a été séparée au début du développement embryonnaire. C'est une fine couche de cellules nerveuses reliées entre elles. Ces cellules sont photosensibles et elles distinguent les longueurs d'ondes des rayonnements (les couleurs). Elles sont divisées en deux types de cellules : les cônes et les bâtonnets. Ces types de cellules sont activés différemment en fonction de la luminosité et de la colorimétrie. La vision la plus précise se situe au centre de la rétine, c'est la zone maculaire. Les cellules de la rétine convertissent la lumière en impulsions électriques traitées ensuite par le cerveau. Au niveau du nerf optique, la rétine est aveugle, mais cette tâche aveugle est comblée par le cerveau. (Habib, 1998 [37])

Ces signaux respectent la rétinotopie c'est-à-dire que chaque cellule de la rétine correspond à un emplacement dans l'aire du cerveau qui traite prioritairement les informations visuelles : l'aire visuelle primaire, ou V1. La rétinotopie comporte deux avantages :

- Les coordonnées rétinienne des informations visuelles traitées sont accessibles jusqu'à l'étape ultime d'analyse corticale.
- Une région précise du cortex visuel primaire correspond de manière stable à une localisation spatiale dans le champ visuel (en coordonnées rétinocentriques).

Par conséquent, une amputation de l'aire V1 correspond à une amputation de la rétine, en termes de perception, car les régions sont correspondantes. (Chokron, 2003 [18]) La rétine seule est bidimensionnelle, un seul œil voit en deux dimensions, mais la combinaison des deux images permet une vision tridimensionnelle. Notre vision en 3D dépend donc du traitement des données des deux rétines. (Gregory, 2000 [35]) Mais où se fait donc ce traitement?

### 1.1.2. Le cortex visuel

Le cerveau sélectionne certains traits des objets. A partir de ces traits sélectionnés, nous construisons nos perceptions. Nous utilisons des canaux différents en fonction de ce qui est vu, comme des bandes de fréquences. (Gregory, 2000 [35]; Habib, 1998 [37]) Il est important de savoir quelle section du cerveau traite quelle information, puisque de ce fait, l'altération d'un module n'entraîne pas obligatoirement celle d'un autre. Les aires qui traitent l'information visuelle sont nombreuses même si c'est l'aire visuelle primaire qui reçoit le plus de données.

#### 1. Aire visuelle primaire

Cette aire est appelée aire striée, aire visuelle primaire, aire 17 de Brodmann ou V1. Le cortex visuel primaire se déploie le long de la scissure au niveau de la partie la plus médiale du cortex occipital (Vignal, Dan et *al.*, 2011 [92]). Il est constitué de six couches. Les fibres d'origine maculaire se projettent le plus en arrière sur V1 sur la moitié de la surface du cortex strié. Les périphériques, le plus en avant. (Bullier, 1998 [14]) Dans sa couche supérieure, on retrouve les canaux traitant la forme et ceux traitant la couleur. (Hubel, 1994 [41]). L'aire visuelle primaire, qui réalise la plus importante partie du traitement visuel, occupe 15% de la surface totale du cortex cérébral. (Dulin, 2008 [29])

#### 2. Autres aires visuelles

D'autres aires, antérieures au cortex strié, participent également à l'analyse du percept visuel. Elles sont au nombre d'une douzaine et sont regroupées sous le nom de cortex extrastrié ou cortex visuel secondaire. Nous décrivons certaines d'entre elles, sachant que d'autres aires visuelles non décrites existent (VP, V8...). (Bear, Connors et *al.*, 2002 [6])

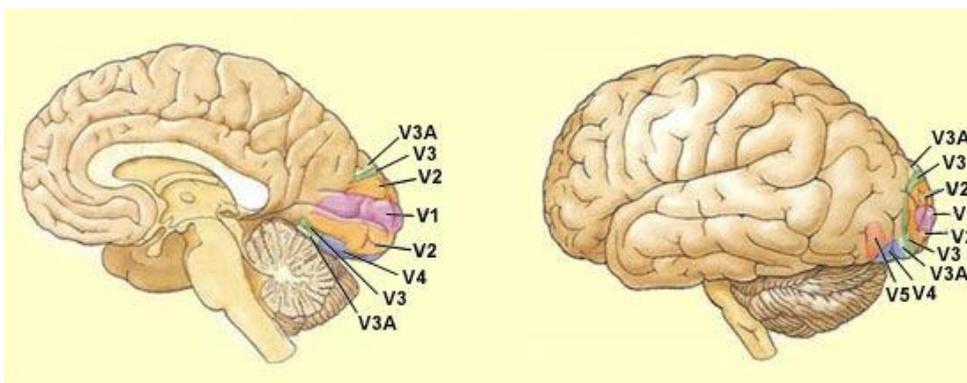


Fig. 2 : <http://lecerveau.mcgill.ca/flash>

Le cortex parastrié aussi appelé V2 ou aire 18 de Brodmann est contigu au cortex visuel primaire et reçoit ses afférences de V1. Il est lui aussi organisé de façon rétinotopique et modulaire. (Vignal, Dan et *al.*, 2011 [92])

L'aire V3 se situe dans le lobe pariétal postérieur et reçoit également ses afférences de V1 et V2. V3a est une partie de cette aire, elle est sensible au mouvement et à l'orientation du stimulus et elle possède une rétinotopie différente. (Vignal, Dan et *al.*, 2011 [92]) V3 serait dans son ensemble, sensible à l'orientation et au contraste, mais pas à la couleur. (Dulin, 2008 [29])

L'aire V4 est située au sein du gyrus lingual et du gyrus fusiforme. Elle est très sensible à la couleur. (Vignal, Dan et *al.*, 2011 [92])

L'aire V5 est située en avant et en dehors de V4. Cette aire est très sensible au mouvement et à l'orientation du stimulus. Elle encode la vitesse et la direction d'un stimulus visuel en mouvement. Elle reçoit des afférences de V1 mais certaines viennent directement du corps géniculé latéral.

L'aire V6 est une autre aire associative adjacente à l'aire V3a. On pense qu'elle sert à la représentation de l'espace extrapersonnel. (Vignal, Dan et *al.*, 2011 [92])

### 1.1.3. Les voies optiques

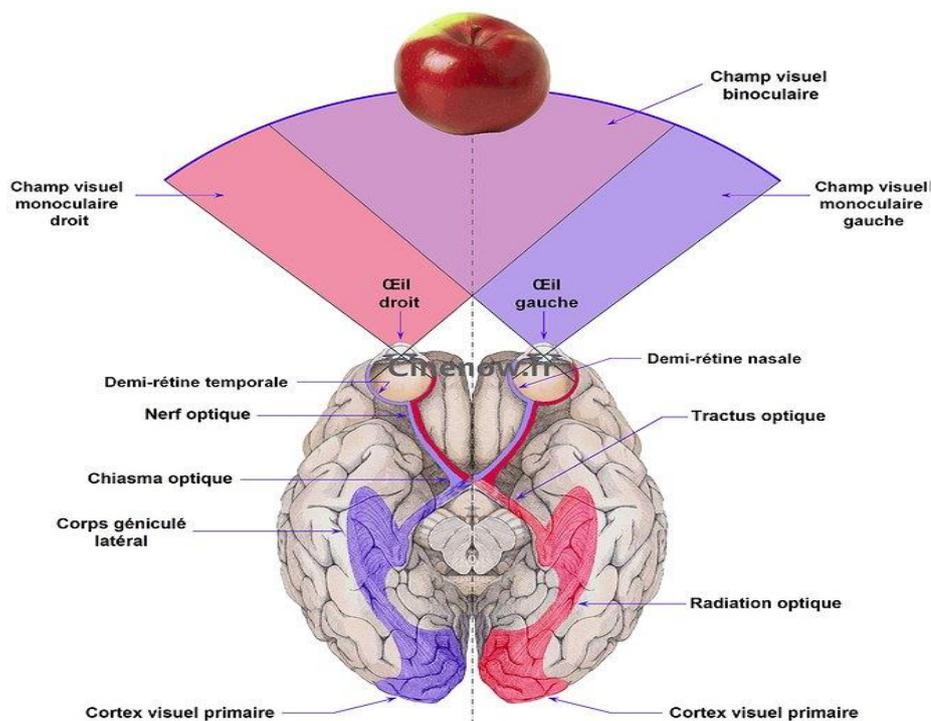


Fig. 3 : <http://impressiondedejavu.e-monsite.com/medias/images/2-4.jpg>

La plus grande partie du cerveau est organisée en modules séparés, bien qu'interconnectés. La moitié du cortex environ est associée au traitement visuel. Pour le moment, on sait qu'il y a des modules séparés dans le cerveau, mais nous ne savons pas encore comment ces modules se regroupent pour donner une image complète. (Gregory, 2000 [35]). Il est important de comprendre que tout dysfonctionnement le long des voies visuelles antérieures ou postérieures peut aboutir à une baisse voire à une perte visuelle. (Vignal, Dan et *al.*, 2011 [92])

### 1. Le nerf optique

Anatomiquement, le nerf optique débute au niveau de la pupille. La première partie du nerf optique est constituée par la convergence d'environ un million d'axones de cellules ganglionnaires. Il comporte une portion intraorbitaire, puis il entre dans le canal optique, pour entrer ensuite dans le compartiment intracrânien et se terminer au niveau du chiasma optique. Une représentation topographique rétinotopique est présente tout le long du nerf optique.

Les fibres du nerf optique établissent ensuite des synapses avec les cellules du corps genouillé latéral (CGL) et du CGL au cortex visuel primaire. (Vignal, Dan et *al.*, 2011 [92])

### 2. Le corps genouillé latéral (CGL)

Le corps genouillé latéral est situé dans la partie postérieure du thalamus, en bas et en dehors du pulvinar, et au dessus du récessus latéral de la citerne ambiante. Les corps genouillés latéraux ne comportent qu'un seul relais synaptique mais ils sont bien plus qu'un simple relais entre l'œil et l'aire visuelle primaire. Leurs cellules sont presque toutes reliées aux fibres des nerfs optiques qui projettent leurs axones vers le cortex cérébral, mais certaines sont reliées à des fibres issues de la formation réticulée du tronc cérébral, structure qui intervient dans l'attention et l'éveil. (Hubel, 1994 [41]) Le CGL reçoit dans sa partie supérieure, les fibres codant pour la résolution spatiale et la vision des couleurs, et dans sa partie inférieure, les fibres sensibles à la détection du mouvement. (Vignal, Dan et *al.*, 2011 [92])

### 3. La voie rétinogéniculostriée

Chez le sujet sain le trajet principal de l'information visuelle part de la rétine pour arriver dans les aires corticales visuelles. Il suit le schéma suivant : Rétine → chiasma optique → corps genouillés latéraux (CGL) → aires visuelles (Gregory, 2000 [35]) Cette voie, appelée voie rétinogéniculostriée

géniculo-striée est formée de deux neurones. (Dulin, 2008 [29])

L'anatomie de la rétine et le trajet du nerf optique ayant été décrits plus haut, nous poursuivrons notre présentation des voies visuelles à partir du chiasma optique. Au niveau du chiasma optique, les fibres en provenance de la rétine nasale (53%) croisent pour rejoindre les fibres contralatérales codant pour le même hémichamp visuel. (Vignal, Dan et *al.*, 2011 [92]) Après avoir traversé le chiasma, les fibres tournent autour du diencéphale et 90% des fibres du tractus optique se dirigent vers le CGL. Les fibres passent par ce relais et par le pulvinar, puis forment des radiations optiques qui aboutissent au niveau du cortex strié. La rétinotopie est là aussi conservée. Une seconde voie, elle aussi issue du CGL, court-circuite V1 pour relier directement le CGL à l'aire MT+/V5. (Dulin, 2008 [29]; Perez, Cavezian et *al.*, 2009 [67])

#### 4. Les voies optiques secondaires

Les voies optiques secondaires sont la voie photique et la voie rétino-tectale. La voie photique est constituée de cellules qui émergent du chiasma optique et se projettent sur les noyaux suprachiasmatiques. Elle participe à la régulation de l'organisme par la lumière (rythmes circadiens).

La voie rétino-tectale est celle qui correspond aux 10% de fibres qui ne se dirigeaient pas vers le CGL (fibres qui concernent la pupille.) (Vignal, Dan et *al.*, 2011 [92]) Cette voie a pour fonction de diriger les yeux sur les centres d'intérêt et d'analyser l'orientation d'un stimulus. C'est certainement cette voie qui permet une vision résiduelle lorsqu'il y a une lésion du cortex strié. (Dulin, 2008 [29])

#### 5. Le système optique accessoire

Il existe quatre voies accessoires. L'une est constituée de fibres quittant le tractus optique pour se projeter sur trois noyaux mésencéphaliques. Cette voie intervient dans la poursuite oculaire. La deuxième relie les fibres du tractus aux noyaux vestibulaires et au cervelet; elle joue un rôle au niveau du nystagmus optocynétique et au niveau du traitement visuel en cas de mouvement conjugué de la tête et des yeux. La troisième l'optohypothalamique régule les cycles circadiens et la dernière l'optopiénale, régule la sécrétion des hormones sexuelles. (Dulin, 2008 [29])

## 1.2. Traitement de l'information visuelle

L'information passe par les différentes voies anatomiques décrites plus haut. Mais cette information doit être traitée par le cerveau pour être interprétée comme de la vision. Différents types d'informations sont traités, par des voies dissociées, et certains modèles cognitifs ont été élaborés pour mieux comprendre le système de perception et de reconnaissance visuelle.

### 1.2.1. Les voies dorsales et ventrales

Au niveau du lobe pariétal, deux aires (V5 et MST) reçoivent des projections de V2. Cette transmission d'information contribue à la perception du mouvement, à la coordination visuo-motrice et au déplacement de l'individu dans son environnement. C'est pour cela qu'on la nomme « voie du où? ».

Notons qu'une troisième voie, qui n'est ni dorsale, ni ventrale, serait une voie sous corticale qui se dirigerait vers la zone occipito-pariétale. Cette troisième voie pourrait être baptisée « voie du blindsight », puisque ce serait cette voie qui permettrait au patient ayant perdu toute perception visuelle dans un hémichamp ou dans la totalité de son champ visuel, de repérer des obstacles, de les éviter, et de repérer un objet en mouvement sur choix forcé. (Bullier, 1998 [14])

La voie ventrale ou « voie du quoi? » laisse les informations cheminer du cortex strié, de V2 et de V3 vers le lobe temporal. Cette voie permet l'identification des objets et de leurs attributs (leur forme, leur couleur, leur texture). L'aire V4 est impliquée en tant que relais dans cette voie, elle permet la reconnaissance des formes et des couleurs. Il semblerait que la vision consciente nécessite la présence des aires corticales de la voie ventrale, puisque toute vision inconsciente semble localisée dans la voie dorsale. (Dulin, 2008 [29])

### 1.2.2. Modèle perceptif des formes et des objets

Le détail des voies neuronales permettant de percevoir le monde extérieur est nécessaire, puisqu'aujourd'hui nous savons que l'œil seul, ne peut pas expliquer nos différentes perceptions. Le cerveau devient l'appareil de la compréhension, il décode et enrichit l'image rétinienne, ce qui lui permet de générer ce que l'on appelle nos perceptions. En effet, le décodage seul n'est pas suffisant, nous le remarquons par exemple par l'absence de tâche aveugle dans notre champ de vision. Le cerveau interprète ce qui pourrait être à l'endroit du champ visuel dépourvu de capteurs sensoriels.

Quatre grands mouvements ont voulu expliquer ce phénomène de perception : la théorie de l'inférence, celle de la gestalt, celle du stimulus et enfin l'approche du traitement de l'information. Helmholtz, avec son approche inférentielle avance que nous inférons ce que nous voyons à partir d'expériences passées et de données présentes. Ainsi, un objet noir en pleine lumière sera perçu comme noir grâce à nos connaissances antérieures et à la prise en considération inconsciente du contexte de luminosité. (Bouriau & Metraux, 2010 [9]) La perspective du traitement de l'information, se rapproche un peu de cette théorie, si l'on considère les « computations » comme des inférences. En comparant l'humain à l'ordinateur, elle avance que le traitement d'un stimulus se fait par « computations ». Ainsi, une représentation d'entrée suite à des séquences de traitement, va ressortir en tant que perception. (Rock, 2001 [75])

Il n'existe toujours pas, à l'heure actuelle, de consensus quant à l'explication du phénomène perceptif, pourtant, nous nous accordons à parler du caractère complexe et indirect de la vision. Les stimuli sont transmis au cortex par des processus ascendants, mais ils sont certainement enrichis par des connaissances qui viendraient de notre expérience passée. (Delauney & Thiriet, 2007 [25])

### 1.2.3. Modèles de la reconnaissance des objets et des visages

Une fois l'objet perçu, l'homme peut le reconnaître en un millième de seconde. Pourtant les objets peuvent être de formes, de couleurs, de tailles multiples, et ils peuvent être orientés différemment, plus ou moins distants, lumineux... Comment peut-on reconnaître un stimulus dans un environnement si varié ?

Plusieurs modèles ont vu le jour afin d'expliquer ce phénomène, ce sont les modèles structuraux qui demeurent les plus connus.

#### 1. Modèle de Marr

L'approche cognitive de la reconnaissance donne lieu à de nombreux modèles, dont le plus connu est celui de David Marr. Pour Marr (Marr, 1982 [56]), la reconnaissance d'un objet se fait en trois étapes : en premier lieu, l'objet réfléchit la lumière et l'œil capte cette intensité lumineuse. Le système élabore alors une « ébauche primitive », par l'extraction de traits principaux de l'objet (contours et forme). Ensuite l'observateur peut recevoir une représentation en 2D ½ de l'objet, c'est-à-dire que l'objet est perçu avec sa profondeur mais uniquement du point de vue de l'observateur. Ce dernier devra attendre la troisième étape, celle de la

représentation en 3D pour pouvoir imaginer les faces non visibles de l'objet. (Luyat, 2009 [55]; Mathiou & Neuville, 2010 [57]; Delauney & Thiriet, 2007 [25])

## 2. Modèle de Biederman

Biederman ajoute en 1987 [7], la « reconnaissance par les composantes » au modèle de Marr. Il considère l'analyse visuelle comme le système linguistique, et pose les « géons » comme étant les pendants visuels des phonèmes. Chaque géon est la plus petite unité distinctive de la vision, et en les agençant, nous pouvons reconnaître une infinité de combinaisons. Enfin, la dernière étape consiste à appairer les géons à des représentations d'objets stockées en mémoire. Ce modèle expliquerait notre capacité à reconnaître un objet dans des conditions environnementales non optimales, puisque nous pouvons repérer les propriétés invariantes de l'objet et restaurer grâce aux informations redondantes de l'objet, ses parties manquantes. (Matlin, 2001 [58])

## 3. Modèle d'Humphreys et Riddoch

Ce modèle proposé la même année que celui de Biederman, propose un processus de reconnaissance en six étapes : quatre perceptives et deux analytiques. Ce modèle est particulièrement intéressant dans le sens où il propose une explication de cinq formes d'agnosies différentes en fonction du niveau de traitement touché. Il propose le terme d'« agnosie intégrative ». Les six étapes sont les suivantes :

- 1) Détecter les composantes de l'objet (formes lignes, bords, orientation...)
- 2) Créer des ensembles en mettant les éléments en relation et distinguer la forme du fond
- 3) Repérer l'orientation de l'objet entier
- 4) Accéder à une représentation structurale de l'objet en mémoire
- 5) Accéder à une représentation fonctionnelle de l'objet en mémoire
- 6) Comparer les informations perceptives et celles récupérées en mémoire. (Seron, Baron et *al.*, 1999 [79])

## 4. Approche de C. Bonnet (Bonnet, Ghiglione, 2003 [8])

Une approche plus récente décompose le traitement de l'information en trois étapes : d'abord un traitement sensoriel, puis une représentation structurale, et enfin une représentation

structurale, sémantique et lexicale de l'objet. La dernière étape permettant d'interpréter les deux étapes précédentes. Cette approche, plus simple, met bien en évidence l'aspect cognitif qui entre en jeu dans tous les modèles. En effet, les dernières étapes permettent une interprétation cognitive des informations sensorielles, quel que soit le modèle proposé.

La reconnaissance visuelle répond donc aux modèles ci-dessus. Cependant, pour la tester, le bilan passe par une épreuve de dénomination, qui fait intervenir de nombreuses étapes supplémentaires. Un échec à cette épreuve de dénomination ne signe donc pas forcément une atteinte de la reconnaissance visuelle, puisqu'il peut être dû à un trouble de l'articulation, à un manque du mot, à un défaut d'accès au sens ou à un trouble visuel primaire. D'autres épreuves spécifiques à chaque tâche devront être confrontées à ce bilan avant de déterminer un trouble de la reconnaissance visuelle.

Les troubles de la reconnaissance peuvent concerner également les visages, c'est pourquoi un modèle a été élaboré pour expliquer ce trouble qui peut être spécifique. (Delauney & Thiriet, 2007 [25])

## 5. Modèle de reconnaissance des visages

Bruce et Young, en 1986, (Bruce & Young, 1986 [12]) pensent que la reconnaissance des visages répond à l'identification d'« unités de reconnaissance spécifique ». Au départ, le traitement perceptif entre en jeu, il se décompose en deux étapes. D'abord la perception d'informations relatives à l'âge, au sexe et à l'ethnie, puis, l'appréhension de caractères invariants d'un visage, totalement indépendants du point de vue, du vieillissement, de l'éclairage... Après le traitement perceptif, un jugement de familiarité entrerait en ligne de compte. Ce jugement serait très corrélé à la mémoire à long terme. Enfin, la reconnaissance à proprement parler s'appuierait sur un traitement sémantique qui découlerait de l'évocation d'informations biographiques concernant la personne reconnue. La prosopagnosie, évoquée plus tard, découlerait de cette incapacité à se remémorer les informations biographiques. (Lechevalier, Eustache et *al.* 2008 [53])

### 1.2.4. Vision et imagerie mentale

L'imagerie mentale visuelle est une fonction qui entretient des interactions fortes avec d'autres grands systèmes et fonctions cognitives tels que la perception visuelle, le langage ou la mémoire. Les images mentales conserveraient, avec les objets et scènes du monde physique, les mêmes propriétés structurales et spatiales.

Sur le plan neuro-anatomique, les structures impliquées dans l'imagerie mentale sont nombreuses. Ainsi, en fonction de la nature de la tâche (image verbalisable ou non par exemple) et de la complexité de l'image mentale visuelle, on retrouvera des activations de voies différentes (occipito-pariétale et occipito-temporale). Les données d'imagerie ont également permis de retrouver des activations de l'aire motrice supplémentaire du lobe frontal et dans les régions préfrontales, différant selon le type de tâches, au voisinage de structures impliquées dans la mémoire de travail. (Mellet, 1998 [59])

Un débat sur l'origine de l'imagerie mentale a été lancé par Pylyshyn en 1973 [70] et l'oppose principalement à Kosslyn (Kosslyn, 1994 [50]). Certains supposent que l'on pense en image d'une part et en mots d'autre part, d'autres, que l'on se remémore une image perçue grâce à un buffer visuel, d'autres encore que l'on interprète une pensée propositionnelle en y accolant une image. Le débat ne peut aboutir pour le moment, puisque toute conclusion serait empirique. Cependant certains faits sont notables : (Dulin, 2008 [29])

- L'imagerie mentale peut se faire sur 360° alors que le champ visuel est restreint
- L'imagerie mentale peut se faire en 3D alors que la perception se fait en 2D et n'est tridimensionnelle que grâce à l'interprétation binoculaire simultanée.
- Les images mentales ne sont pas soumises à la loi d'Emmert, selon laquelle la taille d'une image représentée consécutivement à sa présentation, change en fonction de la distance du support à la rétine. Ceci s'expliquerait par une différence de traitement des deux informations (bas niveau pour le perceptif et haut niveau pour l'imagerie mentale)
- Les processus perceptifs et représentationnels ne se connectent pas de la même façon au système moteur.
- Il y a double dissociation entre déficit perceptif et représentationnel, ce qui implique que les deux phénomènes sont indépendants.
- Les images mentales s'estompent facilement contrairement aux percepts.
- Les images mentales sont créées à partir d'informations stockées en mémoire
- Les images mentales sont beaucoup plus flexibles que les percepts (on peut courber mentalement un objet)

## 2. Les troubles neurovisuels

La voie endochiasmatique part de la cornée et s'arrête au chiasma optique. Si elle est altérée, on parle de troubles ophtalmologiques ou orthoptiques. En revanche, nous parlons de troubles neurovisuels lorsque la voie retrochiasmatique est lésée, c'est-à-dire celle qui part du chiasma optique pour finir dans les aires visuelles.

## 2.1. Trouble de la fixation

La fixation visuelle est très altérée généralement chez les enfants ayant une amputation du champ visuel. De fait, ils compensent leur trouble en déplaçant sans cesse leur regard afin d'obtenir un maximum d'information. Qu'en est-il chez l'adulte, chez qui le trouble est récent, et qui n'a donc pas encore mis en place des stratégies de compensation ? En cas d'atteinte centrale, la fixation est très variable, elle peut être douloureuse, inconstante ou normale. Ces troubles de la fixation peuvent être liés à des difficultés attentionnelles, il faut donc bien prendre garde à ne pas les confondre.

### 2.1.1. Troubles du champ visuel

Le champ visuel correspond à ce que nos deux yeux immobiles perçoivent sans mouvement de la tête. Il mesure environ 200 degrés sur un axe longitudinal. Il peut se diviser en champs visuels nasaux et temporaux, le champ visuel nasal étant le plus proche du nez. La papille, dépourvue de photorécepteurs est représentée sur le champ visuel par une tache aveugle.

Un déficit du champ visuel correspond à une baisse de l'acuité visuelle et/ou une atteinte campimétrique. Il dépend de la localisation de l'atteinte, ainsi, il peut entraîner des déficits homonymes complets, partiels, limités à un quadrant ou même à une petite zone. (Dulin, 2008 [29])

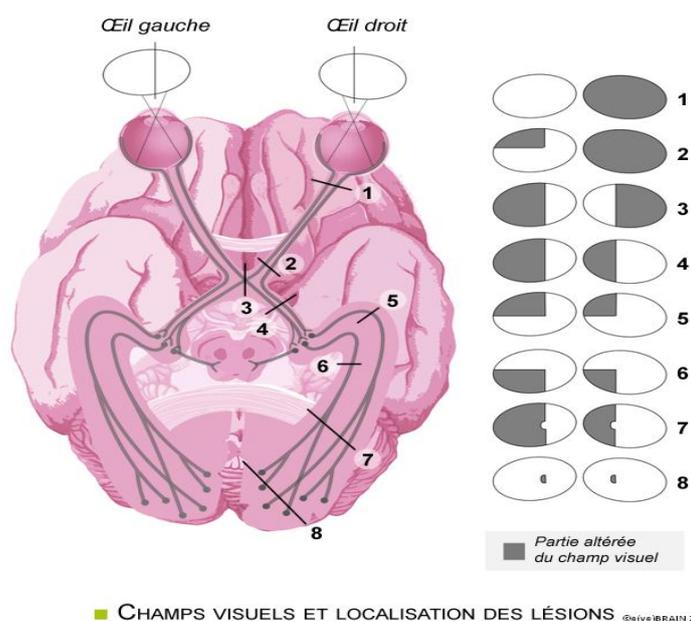


Fig. 4: <http://www.eyebraintopia.com/Fr/Oculomotricite/images/ChampVisuelDeficits.png>

## 1. Cécité corticale

La cécité corticale est un trouble neurovisuel d'origine centrale. Anatomiquement, c'est la destruction bilatérale de V1 au niveau occipital. Les deux berges des scissures calcarines sont détruites ainsi que la substance blanche sous-jacente.

La cécité corticale peut être durable ou épisodique en fonction de l'étiologie. Elle est épisodique en cas de crise de migraine ou d'épilepsie, les symptômes disparaissent rapidement et le patient ne subit aucune séquelle. Elle est durable en cas d'AVC, d'anoxie, d'intoxication oxycarbonée, et plus rarement en cas de tumeur ou de traumatisme crânien.

Cette lésion entraîne une cécité totale, différente de la cécité périphérique car il y a intégrité des globes oculaires, du fond d'œil et des réflexes photosensibles. En revanche, le déficit est absolu avec perte de toute sensation visuelle explicite et des réflexes de clignement à la lumière et à la menace. Contrairement à ce qui a été pensé pendant des années, toute sensation visuelle n'est pas perdue, seules les sensations visuelles implicites sont conservées. (Seron, Van Der Linden *et al.*, 2000 [80])

Dans la plupart des cas observés, l'imagerie mentale est conservée ainsi que l'imagerie onirique, pourtant on peut observer une désorganisation de celles-ci en cours d'évolution. Les autres symptômes sont :

- Une anosognosie sévère qui doit être levée au plus vite. Le patient peut vivre dans le déni de sa cécité, voire attribuer cette dernière à des raisons extérieures (rideaux fermés...)
- Un trouble massif de la mémoire antérograde.
- Une désorganisation temporo-spatiale.
- Des hallucinations visuelles en phase initiale et/ou en phase de récupération. En effet, au stade initial, le patient a souvent une activité anarchique du cerveau du côté de la lésion et peut donc avoir des images hallucinatoires produites dans le champ visuel aveugle.

La cécité corticale peut ainsi être confondue avec un syndrome psychotique, c'est pourquoi il est important de rassurer la famille, l'entourage et le patient et de leur expliquer ce qui lui arrive ainsi que ce qu'on compte faire pour le rééduquer. (Chokron, 2003 [18])

## 2. Hémianopsie Latérale Homonyme (HLH)

C'est le trouble neurovisuel d'origine centrale le plus fréquent. Anatomiquement, c'est une lésion occipitale unilatérale entraînant une amputation du champ visuel controlatéral à la lésion cérébrale.

L'étiologie la plus fréquente des HLH est l'accident vasculaire cérébral (70%), elles peuvent apparaître dans un contexte tumoral (11%), traumatique (13%) dégénératif, infectieux ou anoxique (Dulin, 2008 [29]). Deux modes d'installation sont connus : l'hémianopsie peut s'installer spontanément suite à une lésion occipitale unilatérale, ou bien n'être qu'une étape antérieure ou postérieure à une cécité corticale. Les causes sont donc les mêmes que pour la cécité corticale et l'installation dépendra de l'étiologie. En cas de cécité corticale tumorale ou de séquelles d'anoxie cérébrale, le patient pourra passer par l'étape d'une hémianopsie. (Chaine, 2000 [15])

Cette HLH peut être avec ou sans épargne maculaire : le champ maculaire est le champ très central (correspond à la région de la macula sur la rétine, autour de la fovéa c'est-à-dire le point de fixation). Quand le champ maculaire est coupé (avec ou sans coupure du champ central), on dit que la HLH est sans épargne maculaire. Plus la lésion est précoce sur les voies visuelles, plus le champ central est amputé. Au contraire, plus la lésion est tardive, plus le champ, central est épargné. La présence ou non de cette épargne précise la localisation lésionnelle. (Sieroff, 2004 [85])

La HLH n'est pas une moitié de cécité corticale : il n'y a ni anosognosie, ni désorientation temporo-spatiale, ni troubles du comportement. Des hallucinations peuvent se présenter dans le champ aveugle pour les mêmes raisons que les patients avec cécité corticale. (Chokron, 2003 [18])

### 3. Quadranopsie

C'est la perte d'un quart d'un champ visuel d'où le nom quadranopsie. Du fait de la rétinopathie, le cadran amputé dépend de la localisation de la lésion. Elle peut résulter d'une lésion des radiations optiques, du cortex strié et, plus rarement, du corps genouillé latéral.

L'étiologie est le plus souvent vasculaire ou tumorale, elle peut être une étape de récupération de la HLH ou une étape d'évolution vers la HLH en cas de maladie dégénérative. (Dulin, 2008 [29])

Lors d'une quadranopsie, il y a non seulement une inversion droite-gauche mais aussi une inversion haut-bas au niveau des voies visuelles. Par conséquent, la partie haute et gauche des fibres gère la partie basse et droite de la vision. En fonction de la localisation de la lésion, le patient peut perdre un ou plusieurs des quatre cadrans. (Seron, Van Der Linden et *al.* 2000 [80])

La quadranopsie est la moitié d'une HLH avec les mêmes étiologies, une même sémiologie. Elle est aussi appelée latérale homonyme inférieure ou supérieure, gauche ou droite. (Chokron, 2003 [18])

#### 4. Scotome

Parfois, moins d'un quart des fibres est atteint. Ainsi plus la zone lésée de V1 est petite, moins la vision est réduite. Quand la lésion est inférieure à un quart du champ visuel, on parle de scotome (trou dans le champ visuel dont la taille varie selon l'atteinte).

On observe les scotomes dans certains cas de migraines, de maladies évolutives ou en récupération d'une quadranopsie ou d'une hémianopsie. (Chokron, 2003 [18])

#### 5. Hémianopsie altitudinale

L'hémianopsie altitudinale correspond à la perte de toute la partie supérieure ou inférieure du champ visuel c'est à dire des deux cadrans. Dans ce cas, la lésion est bilatérale et incomplète. La lésion est soit bilatérale homonyme, mais deux atteintes symétriques sont très rares, soit il s'agit de deux lésions bi-occipitales incomplètes.

#### 6. Vision périphérique

Le patient présentant une vision périphérique n'a pas de vision dans le champ central uniquement en périphérie. La vision y étant moins nette qu'au centre, la gêne est d'autant plus importante. De plus, le patient voit où il ne fixe pas, ce qui donne une impression de désintérêt de sa part. Ce trouble est très gênant car toutes les tâches qui nécessitent une vision globale (lecture, déplacement...) sont rendues impossibles. (Chokron, 2003 [18])

#### 7. Vision tubulaire

La vision tubulaire est la conservation de la vision en champ central uniquement. La gêne est d'autant plus importante que même avec plusieurs saccades, le cerveau n'a jamais suffisamment d'éléments pour reconstituer une scène cohérente. (Chokron, 2003 [18])

##### 2.1.2. Trouble de la perception du mouvement

En cas d'atteinte bilatérale des lobes temporaux, la perception des mouvements peut être altérée, voire absente. Le patient ne percevra que des stimuli statiques. A l'inverse, certains patients ne perçoivent que les stimuli en mouvement. Ils sont généralement atteints de cécité corticale et cette perception est inconsciente. On l'appelle « vision inconsciente » ou

« blindsight », ce phénomène sera décrit par la suite.

## 2.2. Les troubles de l'organisation de l'espace (de l'exploration visuelle)

Bien que la vision soit nécessaire à l'organisation de l'espace, ce dernier ne se construit pas uniquement par la vision. En effet, les autres modalités sensorielles, audition, toucher, proprioception permettent également cette organisation. (Chokron, 2003 [18]) En cas de troubles, les lésions sont d'origine pariétale, cortex impliqué dans la gestion de l'espace.

### 2.2.1. Le syndrome de Balint

Syndrome décrit par Balint en 1909, il peut exister sans aucun trouble du champ visuel associé. Les lésions sont plutôt bilatérales postérieures, à la jonction des lobes pariétaux et occipitaux. L'étiologie est la même que pour la cécité corticale. Le patient atteint du syndrome de Balint, se comporte comme un aveugle alors même qu'il a conservé toutes ses capacités visuelles (champ et acuité). Ce syndrome, très invalidant, est caractérisé par les éléments suivants :

#### 1. Paralyse psychique du regard

Elle se traduit par une impossibilité à orienter son regard volontairement, opposée à une orientation automatique possible. Une aimantation du regard peut être notée : il existe une alternance de moments d'errance et de fixation lors des mouvements oculaires spontanés. Les mouvements spontanés restent pauvres et les difficultés rendent l'exploration d'une scène visuelle complexe anarchique et mal programmée. La gêne est importante dans toutes les tâches de recherche visuelle, de déplacement, ou de coordination oculomotrice. (Chokron, 2003 [18])

#### 2. Ataxie optique

C'est un trouble de la coordination visuo-motrice qui rend impossible la direction volontaire d'un geste sous le contrôle visuel. L'ataxie optique est, de ce fait, souvent appelée ataxie visuo-motrice, bien que cette dernière concerne plus généralement l'impossibilité d'effectuer avec précision une saisie manuelle sous contrôle visuel. (Chokron, 2003 [18]) Le patient ne parvient pas à guider son geste dans l'espace extra-personnel, mais il parvient à le faire dans l'espace corporel (trouver sa montre, saisir un bouton). (Dulin, 2008 [29])

### 3. Simultagnosie

Il s'agit d'un trouble de l'attention visuelle qui rétrécit de champ de vision fonctionnel de manière concentrique. Le patient ne peut accéder à la reconnaissance d'une scène complexe et à tous les détails de la scène en même temps. Il est obnubilé par un détail qui ne sera pas le même à chaque présentation de l'image, de sorte qu'il ignore tout le restant de la scène. Ainsi les difficultés se répercuteront sur le dénombrement, la lecture, l'écriture, le dessin et l'interprétation de scènes complexes. (Chokron, 2003 [18])

#### 2.2.2. La Négligence Spatiale Unilatérale (NSU)

La NSU est due le plus souvent à une lésion pariétale unilatérale soit gauche soit droite au niveau rétro-rolandique qui touche l'hémi-espace du côté opposé à la lésion. L'imagerie cérébrale a révélé une association possible à des lésions sous-corticales, telles que celles du thalamus, des ganglions de la base et de la matière blanche.

Les étiologies les plus courantes sont d'origine vasculaire ou tumorale, mais le syndrome peut apparaître dans certains cas de traumatisme ou d'anoxie. (Chokron, 2003 [18]) Les négligences gauches sont les plus fréquentes car l'hémisphère droit est davantage spécialisé dans le traitement de l'espace que l'hémisphère gauche. Par conséquent, une lésion pariétale droite entraîne quasi systématiquement une hémignégligence gauche tandis qu'une lésion pariétale gauche n'entraîne pas forcément d'hémignégligence droite.

Le patient souffrant de NSU se comporte comme si l'hémi-espace contralésionnel n'existait plus, mais sans limite précise, plutôt avec un gradient attentionnel. (Chokron, 2003 [18] ; Dulin, 2008 [29]) L'hémignégligence ne concerne pas que la vision, elle touche également les autres sens et va parfois même jusqu'à une hémiakinésie. La NSU peut concerner l'espace personnel, extrapersonnel ou représenté isolément ou conjointement. (Chokron, 2003 [18]) Il existe une dissociation conscient/inconscient ou implicite/explicite chez les patients hémignégligents (le patient peut ne lire que les pages de droite alors qu'il sait pertinemment qu'un livre contient deux versants).

#### Négligence pour l'espace personnel / corporel :

Un hémicorps est inexistant pour ces patients sans forcément que l'hémi-espace ne soit négligé. L'hémicorps peut être perçu mais non vécu comme une partie réelle de leur corps. Cette négligence peut provoquer un oubli de se raser ou de se maquiller du côté négligé. Les patients atteints n'ont pas conscience de leur hémicorps, ils ne manifestent pas de sensibilité à la douleur.

L'héminégligence motrice peut mimer une hémiplégie, puisque le patient ne se sert pas de son hémicorps. Il est important de distinguer la négligence motrice sans négligence corporelle (conscience et sensibilité de l'hémicorps sans l'utiliser), de la négligence corporelle sans qu'elle soit motrice (négligence de l'hémicorps mais utilisation de ce dernier si besoin).

#### Négligence pour l'espace extra-personnel :

Dans ce cas, le patient néglige les espaces proche et/ ou lointain. L'espace proche est celui de la préhension, de l'action du bras ou de la main tandis que l'espace lointain se situe à plus de cinq mètres du patient. Les deux espaces peuvent être négligés indépendamment l'un de l'autre. Cette dissociation est observable lors d'une tâche de bissection proche avec papier/crayon et lointaine sur projection avec un laser.

#### Négligence pour l'espace représenté :

L'imagerie mentale elle-même peut être altérée par la négligence. Le patient, lors d'une description ou de l'évocation d'un endroit connu omettra toute la partie gauche ou droite du lieu. En lui demandant de faire un demi-tour mental afin de nous décrire à nouveau le lieu, il décrira la partie oubliée précédemment et omettra la partie qu'il avait décrite.

### 2.3. Troubles de la reconnaissance visuelle

Le trouble de la reconnaissance visuelle est appelé également agnosie visuelle. Le patient voit bien l'objet, en entier, l'explore bien mais ne le reconnaît pas.

Trouble peu fréquent, l'agnosie visuelle est due à des lésions temporo-occipitales bilatérales retrouvées parfois lors de traumatismes crâniens, anoxies cérébrales, intoxication au monoxyde de carbone et certaines encéphalites. L'agnosie peut être découverte suite à une cécité corticale : lorsque la cécité corticale régresse, on s'aperçoit qu'il y a une agnosie visuelle.

L'agnosie visuelle peut toucher de façon isolée ou associée : les objets, les images, les visages, les animaux familiers, le langage écrit, les couleurs, les monuments, les lieux. (Chokron, 2003 [18])

#### 2.3.1. Agnosie visuelle des objets

Elle se définit comme « une incapacité à reconnaître des informations visuelles antérieurement connues du patient, en l'absence de trouble sensoriel élémentaire, de trouble du langage, de trouble de la mémoire ou de l'intellect » (Chokron, 2003 [18]). La reconnaissance

sur entrée visuelle est impossible alors même qu'elle est conservée dans les autres modalités sensorielles (auditives, tactiles, etc.). Les patients atteints sont alors capables d'identifier un objet tactilement ou sur présentation sonore. Cette agnosie semble affecter particulièrement la forme des objets, plutôt que la couleur ou le mouvement. (Dulin, 2008 [29]) Il s'agira d'évaluer spécifiquement l'étape déficitaire du modèle cognitif de la reconnaissance visuelle. On peut distinguer deux types d'agnosies visuelles différentes :

- L'agnosie dite aperceptive, caractérisée comme un « trouble de la synthèse des informations sensorielles en une perception structurée ». Les étapes très précoces du processus de reconnaissance étant atteintes, les patients se trouvent dans l'incapacité de reconnaître visuellement un objet, d'apparier des objets ou formes identiques, de dessiner et commettent également des erreurs morphologiques. (Chokron, 2003 [18])

- L'agnosie dite associative « correspond à un défaut d'association entre l'image cible et les représentations internes [...] ce sont donc les étapes plus tardives du processus de reconnaissance qui sont atteintes. ». (Chokron, 2003 [18]) Les patients commettent des erreurs de dénomination leurs représentations visuelles n'étant plus associées à leurs représentations sémantiques. La copie de l'objet présenté est servile alors même que le patient est incapable d'en expliquer ou d'en mimer l'utilisation. Ils sont capables d'apparier deux formes identiques mais l'appariement sémantique est impossible.

### 2.3.2. La prosopagnosie

La prosopagnosie sous-tend une incapacité à reconnaître des visages familiers, et constitue une forme de déconnexion visuo-visuelle. Ce trouble survient généralement lors des lésions occipitales bilatérales, mais peut également survenir avec des lésions du lobe occipital inférieur droit. Les déficits du champ visuel supérieur homonyme sont fréquents. (Vignal, Dan et *al.*, 2011 [92]) Le patient peut élaborer un percept correct du visage regardé, mais la confrontation entre la forme perçue et le stock mnésique est sans effet. (Dulin, 2008 [29]) Toute tâche impliquant la mémoire visuelle est assez corrélée à la prosopagnosie. Il se pourrait que la prosopagnosie soit la raison pour laquelle les personnes présentant un Alzheimer avancé ne reconnaissent pas leurs proches.

### 2.3.3. L'alexie agnosique (ou alexie sans agraphie)

L'interruption de la transmission de l'information visuelle entre le lobe occipital et le gyrus angulaire dominant provoque une incapacité à évoquer verbalement ce qui est vu, et donc

l'incapacité à lire. (Vignal, Dan et *al.*, 2011 [92]) L'alexie agnosique peut se présenter sous trois formes : l'alexie pure, verbale ou littérale.

L'alexie pure ou globale permet au patient de dire le mot si celui-ci est épelé, mais il ne peut en aucun cas le lire. L'analyse somesthésique et kinesthésique des lettres est conservée.

Dans l'alexie verbale (l'alexie la plus fréquente), le patient reconnaît les chiffres et les lettres mais lit mal les groupes de lettres. Il devine souvent les fins de mots, s'il trace les lettres en lisant, il voit ses performances largement améliorées.

L'alexie littérale se caractérise par une plus grande difficulté à lire les lettres d'un mot que le mot lui-même. (Dulin, 2008 [29])

Ces trois alexies ne sont pas accompagnées d'agraphie, le patient peut écrire, mais, paradoxalement, il est incapable de lire ce qu'il vient d'écrire.

#### 2.3.4. L'achromatopsie

Suite à des lésions corticales bilatérales des lobes pariétaux ou occipitaux, les patients peuvent présenter des difficultés quant à la reconnaissance des couleurs ou leur classement. Pourtant la perception de la forme, de la profondeur et du mouvement est intacte. Des lésions unilatérales peuvent entraîner seulement une hémiachromatopsie. On observe fréquemment des déficits du champ visuel supérieur homonyme. (Vignal, Dan et *al.*, 2011 [92] ; Dulin, 2008 [29]) L'achromatopsie est souvent associée à une autre agnosie visuelle comme la prosopagnosie ou l'alexie pure.

#### 2.3.5. La désorientation topographique

L'agnosie ou désorientation topographique, met le patient dans l'incapacité de se repérer dans un lieu familier. Pour nous orienter dans un espace, soit nous utilisons une carte mentale, que nous avons créée en découvrant et redécouvrant un espace journalier, soit nous prenons des repères par rapport aux angles et aux distances. La désorientation topographique, en fonction de la situation de la lésion, peut toucher l'une ou l'autre des deux stratégies. Le premier type de lésion est souvent associé à une quadragnosie controlatérale et à une prosopagnosie, tandis que le deuxième type est plus fréquemment isolé. (Dulin, 2008 [29])

## 2.4. Troubles de la mémoire visuelle

### 2.4.1. Difficultés d'évocation, d'exploration et d'utilisation des représentations mentales visuelles

Selon la théorie de Kosslyn, (Kosslyn, 1994 [50]), l'imagerie mentale étant supposée reposer sur la perception, un trouble neurovisuel perceptif devrait entraîner systématiquement un trouble de l'imagerie mentale visuelle. Pourtant, de récentes études (Bartolomeo, 2002 [4]) ont fait état d'une double dissociation entre troubles de l'imagerie et troubles perceptifs.

Les patients, atteints de cécité corticale, capables d'évoquer des images mentales, doivent avoir une région occipito-temporale gauche préservée. La dissociation imagerie préservée vs trouble perceptif est relevée à plusieurs reprises chez des patients atteints de cécité corticale ou d'hémianopsie, concernant la forme, la couleur des objets, les visages et le matériel orthographique. La dissociation inverse a été retrouvée au niveau du traitement de l'imagerie spatiale, du traitement des couleurs et du matériel orthographique.

La négligence spatiale unilatérale n'est pas uniquement « visuelle », elle peut être représentationnelle. Lors d'une description de lieu, certains patients négligent mentalement un hémiespace, quel que soit l'angle imaginaire adopté. Une fois de plus, une double dissociation a été retrouvée entre perceptif et imagerie. La négligence visuelle présente sans négligence représentationnelle est le cas le plus fréquent de dissociation. Lorsque la négligence n'est que représentationnelle, (Bartolomeo et al. 1998 [2]) en ont déduit que la récupération visuelle avait été plus rapide que la représentationnelle, bien que certains cas tendent à prouver que les mécanismes de perception et d'imagerie soient bien distincts.

Les troubles neurovisuels sont nombreux et variés, mais pas immuables. Une rééducation efficace peut améliorer considérablement la vie quotidienne de ces patients, nous nous proposons donc de décrire les intérêts et modalités de cette rééducation spécifique.

## 3. Intérêt de la rééducation des troubles neurovisuels

60% des adultes cérébrolésés sont susceptibles de présenter un trouble visuel d'origine centrale, or peu sont ceux qui bénéficient d'un diagnostic et d'une rééducation adaptée. Pourtant la présence de troubles visuels gêne l'ensemble de la sphère cognitive et exploratoire. (Chokron, 2006 [20]) Les amputations du champ visuel telles que l'HLH, la quadranopsie, ou encore la cécité corticale sont le plus souvent considérées comme des troubles visuels primaires

irréversibles. Cependant, un entraînement approprié du patient peut permettre une récupération du champ visuel ; cela reste possible au-delà de trois mois après l'installation de la lésion, (Perez, Cavézian et *al.* 2009 [67]; Chokron, Perez et *al.* 2008 [21]; Pambakian & Kennard, 1997 [64]). D'après Pambakian et Kennard, un patient hémianopsique atteint la récupération spontanée maximale de son champ visuel dans les 10 jours qui suivent l'accident. Une revue de la littérature montre que seuls 10% des patients recouvrent leur champ visuel total. Pourtant, il a été démontré qu'une rééducation adaptée permet au patient de recouvrer une partie de son champ visuel. (Pambakian, Mannan et *al.*, 2004 [65]; Pambakian, Currie et *al.*, 2005 [66]; Zihl, 2000 [98]; Chokron, Perez et *al.* 2008[21]). Cette constatation témoigne de l'importance de les dépister, les diagnostiquer et de les caractériser de sorte à les soumettre à une rééducation spécifique.

### 3.1.Troubles neurovisuels et comorbidité

Avant tout diagnostic de troubles neurovisuels, il faut écarter la possibilité d'un trouble visuel antéchiastmatique. Lors d'un examen de la vision, il faudra systématiquement vérifier si le trouble est unilatéral ou bilatéral en testant chaque œil séparément. Le trouble bilatéral indique souvent une lésion chiasmatique ou retrochiasmatique sauf en cas d'altération bilatérale de la rétine, qui est rare.

Le mode d'apparition laisse supposer l'étiologie sous-jacente. Une évolution sur plusieurs jours est liée à une inflammation, une lente et progressive sur plusieurs mois est caractéristique d'une étiologie toxique, sur des mois ou des années, elle est en faveur d'une cause compressive. Mais une fois le trouble perceptif écarté, et le diagnostic posé, il est important de prendre en considération les troubles associés. (Vignal, Dan et *al.*, 2011 [92]) A la suite d'une atteinte cérébrale, les troubles neurovisuels séquellaires coexistent souvent avec d'autres troubles neuropsychologiques en fonction de la localisation et de l'étendue de la lésion ; certaines associations sont plus fréquentes.

Parmi les troubles fréquemment associés à la NSU, on retrouve l'anosognosie, caractérisée par un déni ou une méconnaissance du trouble. La persistance du trouble aura une influence sur la rééducation, le patient ne comprenant pas l'intérêt de celle-ci; en effet, l'anosognosie est un facteur déterminant de la récupération, qui peut devenir un « facteur négatif concernant le pronostic d'évolution et d'autonomie fonctionnelle » (Chokron & Gaudry, 2009 [22]). Lors de l'évaluation, il sera d'importance de déterminer cet aspect comportemental qui est souvent corrélé à l'importance de la négligence (Samuel, Azouvi et *al.* 1992 [77])

## 3.2. Troubles neurovisuels et attention

### 3.2.1. Le système attentionnel et ses modèles

#### 1. Définition de l'attention

Si Le Petit Robert 2013 (Rey-Debove & Rey, 2012 [73]) définit l'attention comme " l'action de fixer son esprit sur quelque chose, [la] concentration de l'activité mentale sur un objet déterminé", les recherches en neuropsychologie cognitive ont montré que cette notion recouvrait une réalité plus complexe. Ainsi, on peut définir l'attention comme un état de réceptivité dans lequel se trouve un individu pour recevoir et traiter une information reçue par des afférences sensorielles dont la vision est, avec l'audition, la source à laquelle nous sommes le plus souvent confrontés. Elle inclut un aspect de sélection dans le traitement de l'information et entretien, malgré son apparente indépendance, des liens étroits avec les autres fonctions supérieures, exécutives et mnésiques. De l'état d'alerte, d'éveil attentionnel à une attention plus soutenue voire divisée, nous verrons que les différents modèles cognitifs ont mis en évidence des mécanismes particuliers selon les différentes formes d'attention.

#### 2. Les différentes formes d'attention.

Parce qu'il est à la base des recherches sur la prise en charge des troubles attentionnels, il convient de faire une place particulière au modèle proposé par Van Zomeren et Brower en 1994 [91]. Dans ce modèle, les composantes attentionnelles sont considérées sous deux aspects : intensité et sélectivité dont l'articulation est rendue possible grâce au Système Attentionnel Superviseur (SAS).

Si l'on considère les processus attentionnels selon une notion d'intensité, on distinguera l'alerte et l'attention soutenue. Il existe deux types d'alertes différentes. L'alerte tonique correspond à l'état d'éveil de l'organisme, endogène et involontaire, elle permet au sujet de réagir aux stimuli de l'environnement. L'alerte phasique, exogène, correspond à une augmentation subite de l'attention en réponse à un stimulus ; elle est un pré-requis à l'attention sélective. L'attention soutenue correspond à l'état attentionnel volontaire et durable dans lequel se trouve un sujet lorsqu'il est confronté à un traitement actif et soutenu de stimuli. Cet aspect de fréquence élevée de l'information à traiter distingue l'attention soutenue de la vigilance, état attentionnel, qui nécessite un maintien de l'efficacité attentionnelle endogène dans la durée,

avec une fréquence de traitement moindre des stimuli.

Si l'on considère les processus attentionnels selon une notion de sélectivité, on distinguera l'attention focalisée (sélective) et divisée. L'attention sélective correspond au traitement d'un type prédéterminé de stimulus et à l'inhibition des informations inutiles ; elle représente la forme d'attention la plus courante en vie quotidienne. L'attention divisée renvoie à la capacité à répartir ses ressources attentionnelles entre, au moins, deux types de stimuli différents. Cette dernière forme d'attention demande un traitement particulièrement soutenu et des stratégies dans la répartition des ressources attentionnelles, limitées.

Le SAS renvoie, à un niveau supérieur, aux capacités de traitement de l'information et au contrôle attentionnel modulant les différents types d'attention. Il est responsable des stratégies mises en place par un sujet selon l'aspect habituel ou non de la tâche et permet la flexibilité décisionnelle lorsque les limites des ressources sont atteintes.

### 3. Substrats anatomiques et réseaux cérébraux des fonctions attentionnelles

Depuis les années 1990, nombreux sont les auteurs qui se sont intéressés aux fonctions attentionnelles. La plupart des modèles élaborés jusqu'alors, qu'ils aient davantage pour objet des aspects particuliers (Laberge, 1998 [51]), les fonctions principales (Posner & Petersen, 1990 [69]) ou le lien avec des composantes cognitivo-comportementales de l'attention (Mesulam, 1990 [60]), postulent une organisation distribuée en réseaux ou sites anatomiques spécifiques, des différentes composantes attentionnelles.

Les recherches récentes en imagerie fonctionnelle (IRMf) permettent de préciser davantage les zones impliquées dans les différentes formes d'attention (Moroni, 2004 [61]). La vigilance, selon les travaux de Sturm, 2002 [87]), impliquerait un réseau incluant une partie du tronc cérébral et de la formation réticulée, le gyrus cingulaire antérieur, les cortex préfrontal dorsolatéral et pariétal inférieur de l'hémisphère droit. En ce qui concerne l'attention sélective, en fonction du type de sélection, (Desimone & Duncan, 1995 [26]) on retrouve des activités neuronales au niveau des aires visuelles et de certaines aires temporales. Une étude de Hopfinger, Woldorff et *al.* (2001) [40] s'intéressant aux aspects volontaires de l'attention et à la sélection attentionnelle de type « top down » (attente d'une localisation spatiale) a mis en évidence l'activation d'un réseau incluant le sillon intrapariétal, temporal supérieur et les régions frontales proches de la région des « Frontal Eye Fields (FEF), champs oculomoteurs frontaux, connus pour intervenir dans le mouvement volontaire des yeux et dans le déplacement volontaire de l'attention. En 2004, Thiel, Zilles et *al.* [89] mettent en évidence une activation bilatérale du gyrus fusiforme et occipital inférieur lorsque le sujet est en état d'alerte (attente). L'orientation de

l'attention est sous-tendue par l'activation du cortex cingulaire antérieur gauche, classiquement attribué à la détection de cibles. Enfin, le désengagement et la réorientation de l'attention sont, dans cette étude, attribués à l'activation bilatérale des lobes frontaux et pariétaux.

En 2001, Rees & Lavie [72] réalisent une étude par une tâche de détection, sur un patient souffrant d'une extinction visuelle associée à une NSU gauche, en simple et double stimulation. Ils mettent en évidence l'activation du cortex strié et extrastrié bilatérales indépendamment de l'accès conscient à la vision du stimulus et en concluent que l'activation du cortex occipital est indépendant de l'accès à la conscience. Après plusieurs études sur sujets sains et cérébrolésés, Rees et Lavie rapportent que l'attention module l'activation du cortex visuel et que cette modulation participe à la conscience visuelle, sans être suffisante pour en permettre obligatoirement l'accès (auquel sont impliquées les aires fronto-pariétales), Moroni (Moroni, 2004 [61]) souligne que « la conscience visuelle des informations perçues par un sujet implique un réseau neuronal recrutant le cortex fronto-pariétal dorsolatéral et le cortex occipito-ventral » en interactions constantes.

#### 4. Les modèles théoriques : de l'attention aux fonctions attentionnelles

La mise en évidence des différentes formes d'attention a été rendue possible grâce aux nombreuses recherches en neuropsychologie, initiées notamment par James [42] à la fin du XIXème siècle et se poursuivant aujourd'hui. Depuis cette période de nombreux auteurs ont proposé et complété les modèles cognitifs du système attentionnel et de ses interactions avec les fonctions supérieures.

En 1958, Broadbent [11] sera l'un des premiers à décrire les processus attentionnels de manière cognitive et modulaire en évoquant la notion de « filtre attentionnel », sélectif, filtrant le flux d'informations, entre le traitement sensoriel d'entrée et son traitement perceptif pour ne conserver que les informations attendues. Que les auteurs proposent des modèles où ils évoquent l'attention en terme de réservoir(s) unique (Kahneman, 1973 [45]) ou spécialisés et indépendants (Wickens, 1984 [94]), il apparaît que les processus attentionnels sont appréhendés en termes de coût, de partage des ressources et de niveaux de traitement selon différents critères en fonction des théories.

Rapprochant les fonctions attentionnelles d'un système de contrôle, Shiffrin & Schneider (1977) [83] repris par Sieroff en 1992 [84], proposent un modèle au sein duquel ils distinguent des processus automatiques et conscients du traitement de l'information. Les premiers, mis en œuvre lors de tâches routinières, apparaissent comme illimités et involontaires voire irrépressibles en fonction des informations issues de l'environnement du sujet. A l'inverse, les

processus contrôlés apparaissent comme limités, réclamant un effort attentionnel important de la part du sujet et sont particulièrement sensibles aux interférences. Plus lent que les processus automatiques, la durée de ce traitement conscient dépend de la difficulté de la tâche et il intervient lors de situations nouvelles, non routinières ou en situation de double tâche. Le modèle proposé par Shiffrin et Schneider met en évidence deux types de processus qui s'effectuent à des niveaux différents entre la source et la réponse, automatique ou contrôlée. Pour ce faire, les auteurs introduisent la notion d'un directeur de l'attention qui sera développée par Norman et Shallice sous le terme de système attentionnel superviseur (SAS).

Dans leur modèle, datant de 1980, ces auteurs vont particulièrement insister sur la notion de contrôle en y incluant un module de gestion des priorités et un système superviseur attentionnel (SAS). Le gestionnaire des priorités est constitué d'un répertoire d'actions automatisées utilisées lors de situations routinières, sans contrôle volontaire. Or, deux situations automatisées peuvent entrer en conflit demandant l'intervention d'une gestion des priorités. Le SAS, à un niveau supérieur de contrôle, gère la sélection, le niveau d'activation des schémas d'actions et la coordination des processus cognitifs pour des tâches non routinières, en cas de prise de décision, de gestion de l'imprévu, de situations dangereuses, de situations nécessitant l'inhibition d'une réaction automatique, de situations nouvelles. Il s'agit d'un système limité en termes de ressources nécessitant un contrôle volontaire pour planifier les actions prioritaires, les autres étant différées dans des unités de stockage (Shallice, 1982 [82]). A ce niveau apparaît le lien entre attention et mémoire de travail. Ce lien sera repris et développé par Baddeley [1] dans son modèle de la mémoire de travail (1986), définie comme « un système à capacité limitée, destiné au maintien temporaire et à la manipulation de l'information durant la réalisation de diverses tâches cognitives de compréhension, de raisonnement ou d'apprentissage » (Bukiatmé & Chausson, 2004 [13]) Des interactions entre système mnésique et attentionnel, Cowan (1988) [23] établit un modèle d'interactions entre mémoire à long terme et processus attentionnels ; ces derniers permettant une réactivation continue de l'information attendue.

Alors que certains auteurs ont étudié les liens entre mémoire et attention, d'autres auteurs se sont attachés à mettre en relation les processus attentionnels à d'autres fonctions exécutives. Ainsi, se rapportant à l'effort cognitif sous-jacent à un type particulier d'attention, certains chercheurs comme Van Zomeren et Brower (1987) [90] ont étudié le déplacement de la focalisation de l'attention, la rattachant au concept de « shifting », en lien avec la flexibilité mentale. En 1987, Piéron évoque une « orientation mentale élective » se rapportant à l'accroissement de l'efficacité attentionnelle dans certaines activités et à l'inhibition des activités concurrentes. En 1994, Zimmerman et Fimm [100] rapprochent les processus attentionnels de la notion de « fonctions » en référence à une faculté d'intégration de haut

niveau. (Lamargue-Hamel, 2004 [52])

### 3.2.2. Troubles neurovisuels et troubles attentionnels

Les troubles neurovisuels sont corrélés aux troubles de l'attention. En effet, les patients présentant des troubles neurovisuels, présentent une certaine fatigabilité, qui peut être liée à l'étiologie, mais qui peut aussi être la conséquence des compensations nécessaires fournies par l'individu. Il est actuellement très difficile de savoir si le trouble neurovisuel est intrinsèquement lié au trouble attentionnel, et si la rééducation de l'attention influe réellement sur les capacités visuelles ou si les progrès sont dus à la seule plasticité cérébrale. Pourtant certaines études tentent de répondre à cette question.

#### 1. Hypothèse explicative de la NSU ?

A mesure des recherches, différentes hypothèses explicatives de la NSU ont pu être proposées. Après que l'hypothèse d'un défaut sensori-moteur a été réfutée, les hypothèses apparaissant comme les plus pertinentes et sur lesquelles reposent différentes techniques de rééducation, furent celles d'un trouble en lien avec les processus attentionnels. Toutefois, plusieurs hypothèses attentionnelles différentes ont été proposées.

En 1987, Kinsbourne [44] fait l'hypothèse, non d'un défaut d'attention mais d'un biais d'orientation de l'attention dans l'hémiespace controlatéral à la lésion. Partant du postulat anatomo-clinique selon lequel chaque hémisphère (réseaux cortico-sous-corticaux) gèrerait l'attention impliquée dans l'espace controlatéral, Kinsbourne fait l'hypothèse d'un défaut d'inhibition de l'hémisphère controlatéral à la lésion (souvent l'hémisphère gauche). Ce défaut entraînerait une suractivation de l'hémisphère sain (gauche) induisant une hyperattention dans l'espace controlatéral (droit). Toutefois, des recherches, notamment celles de Bartolomeo & Chokron (1999 [3], 2002 [5]) « ont montré que ce biais attentionnel vers la droite était un biais pathologique, les patients négligents commettant néanmoins de nombreuses erreurs dans l'hémiespace droit ». (Chokron & Gaudry, 2009 [22]).

Dans les années 1980, Heilman et Valenstein [38] postulent également un trouble de l'orientation de l'attention pour expliquer la NSU ; cependant dans leur modèle il ne s'agit pas d'un déficit d'équilibre d'activation inter-hémisphérique mais d'un défaut d'attention du côté contralésionnel se traduisant par une perte du réflexe d'orientation du côté contralésionnel. S'appuyant sur le postulat de l'existence d'une boucle impliquant des structures corticales et sous-corticales et dont l'altération provoquerait un déficit de l'éveil attentionnel, à l'origine des

signes de négligence, les auteurs distinguent deux formes anatomo-clinique ; la première concernant les structures sous-corticales (thalamus, formation réticulée mésencéphalique) impliquerait le versant attentionnel, la seconde, impliquant davantage les noyaux gris centraux et le thalamus aurait une incidence sur le versant intentionnel.

En 1978, suivant un modèle d'orientation de l'attention en trois étapes, Posner [68] postule un déficit du désengagement de l'attention. En effet, dans son modèle, engager son attention sur une nouvelle cible suppose : le désengagement de l'attention sur la première cible, le déplacement de l'attention sur la nouvelle et l'engagement sur celle-ci.

D'autres hypothèses non attentionnelles ont été proposées mais réfutées par la suite telles les hypothèses représentationnelle, qui gênerait la représentation des images mentales, référentielle, qui entrainerait une déviation ipsilésionnelle de la référence égocentrique, ou un trouble de la mémoire spatiale, entrainant une exploration persévérative de l'hémiespace ipsilésionnel au détriment de l'hémiespace contralésionnel négligé.

## 2. Trouble du champ visuel et attention

Lors d'une amputation du champ visuel telle que l'hémianopsie, Kasten, Poggel et *al.* (1999) [47] ont proposé à des patients un entraînement intensif nommé « Vision Restoration Therapy » (VRT), qui, sous forme d'entraînement informatisé, consistait à projeter des stimuli à la frontière de leur hémichamp aveugle. Le patient devait signaler en appuyant sur un bouton, s'il percevait un stimulus (une demi-heure, deux fois par jour). De réels progrès dans la détection des cibles, tant en rapidité de réponse, qu'en activation cérébrale a été notée suite à un mois d'entraînement. Les auteurs en ont conclu que l'activation d'un stimulus à la frontière de l'hémichamp aveugle permet au patient de détourner son attention de la zone visible vers la zone aveugle.

L'attention pourrait donc jouer un rôle crucial dans le recouvrement du champ visuel en faisant varier le niveau d'activation des neurones du cortex strié et extrastrié. En utilisant plutôt des tâches visuelles complexes que des tâches simples, afin d'entraîner les patients hémianopsiques, il se pourrait que l'on entraîne à la fois l'attention et les aires visuelles extrastriées. (Bartolomeo & Chokron, 2002 [5]). Si l'on se fie à la forte connexion entre attention et conscience, il est possible que les patients hémianopsiques (lésion de l'aire visuelle primaire) puissent se servir du reflexe d'orientation attentionnelle (colliculus supérieur) afin d'influencer leur conscience. Les patients ayant expérimenté ce type de rééducation, font part d'une impression vague de présence du stimulus et non de la conscience de la présence de ce dernier. Ceci pourrait être la conséquence de l'orientation réflexe et ainsi augmenter leur

capacité à localiser et à discriminer un stimulus bien au delà du hasard sans en avoir particulièrement conscience. Il est malheureusement encore impossible d'imputer ces progrès au seul rôle de l'attention, puisque certains patients montrent une augmentation de connexions neuronales ipsilésionnelles suite à cet entraînement spécifique. Il se pourrait que l'élargissement du champ visuel soit uniquement dû au phénomène de plasticité cérébrale. (Chokron, Perez et *al.* 2008 [21]).

### 3.3. Incidence des troubles neurovisuels sur la qualité de vie

La notion de handicap est essentielle lorsqu'on considère l'impact du trouble neurovisuel sur la qualité de vie d'un individu. L'OMS, depuis 1975, a élaboré une classification du handicap en trois niveaux permettant de décrire la situation de la personne handicapée : la déficience, qui se situe au niveau de l'organe, l'incapacité, qui se situe au niveau de ce que la personne est capable de faire, et le handicap, qui se situe au niveau de la société. La déficience va être diagnostiquée, grâce à un bilan orthophonique. Il est beaucoup plus délicat d'évaluer l'incapacité et le handicap de l'individu, alors même que ces deux facteurs vont jouer un rôle essentiel sur son intégration sociale et professionnelle. Dans le cas d'un trouble neurovisuel, les incapacités et handicaps dépendront du type de trouble et des activités de la personne concernée. Notons une réelle perte d'autonomie dans les activités de la vie quotidienne, du fait de l'incapacité notoire à explorer l'environnement, et donc à se diriger, à retrouver des affaires, à conduire, à lire et/ou à écrire. Dans un monde où toute activité sociale passe par la lecture, il est aisé de concevoir que le handicap ne sera pas seulement professionnel, mais réellement social. L'héminégligence corporelle entraîne un réel risque de se blesser inconsciemment, une partie du corps étant ignorée. (Samuel, Azouvi et *al.* 1992 [77])

La rééducation devra donc s'attacher à cet aspect pragmatique et écologique lors des prises en charge de patients porteurs de troubles neurovisuels (déplacements dans le parc de l'hôpital, rue et grandes surfaces...) dans le but de rétablir une certaine autonomie.

### 3.4. Les techniques de rééducation

Nous évoquons plus haut la possibilité pour des patients hémianopsiques de recouvrer une partie de leur champ visuel en suivant un entraînement approprié. Aussi, de la compensation à la récupération, suivant des approches théoriques différentes, parfois divergentes quant au mécanisme ou à la nature du trouble, de nombreuses techniques de rééducation ont pu être proposées. Celles-ci ont permis de déterminer ou de spécifier les théories explicatives des

déficits et des capacités résiduelles des patients. Dans ce cadre, la pratique clinique est souvent fortement influencée par une hypothèse théorique spécifique et par les nouveaux modèles théoriques et les avancées de la recherche dans ce domaine.

#### 3.4.1. Rôle de la plasticité cérébrale

Les études de cas de patients hémianopsiques de Goebel, Muckli et *al.* (2001) [34] ont permis, grâce aux travaux d'imagerie, de mettre en évidence des activations extrastriées dans l'hémisphère lésé sans que le cortex visuel primaire (considéré comme responsable de la vision consciente) ne soit activé. En 2007, les recherches de Nelles, Degreiff et *al.* [63] vont également dans le sens d'une hypothèse de réorganisation cérébrale après une lésion occipitale ; ces auteurs mettent en évidence une activation différente du cortex extrastrié lorsque la stimulation était présentée dans l'hémichamp aveugle alors qu'une stimulation de l'hémichamp ipsilésionnel entraînait des activations identiques à celles des sujets sains. Ces données pourraient en partie expliquer les phénomènes de vision inconsciente. (Chokron & Gaudry, 2009 [22])

Ainsi, la même année, Henriksson *et al.* (Henriksson, Raninen et *al.* 2007 [39]) exploitent ces découvertes en montrant qu'après un entraînement intensif, des capacités résiduelles de perception refont surface. A l'aide de cibles en forme de damier en noir et blanc, ces auteurs ont montré qu'un patient cérébrolésé utilise ses aires cérébrales contralésionnelles, et son cortex visuel primaire sain lors de stimulation du champ visuel aveugle, ce qui témoigne d'une réorganisation corticale. (Chokron & Gaudry, 2009 [22])

Selon James, Humphrey et *al.* (2002) [43], il existerait une plasticité intermodale entre les systèmes visuels et haptiques. En effet, suite à des études fondées sur l'observation de patients en IRMf, les auteurs ont pu constater que l'exploration haptique d'objets non explorés auparavant, activait non seulement le cortex somato-sensoriel, mais aussi le cortex visuel. De plus, des objets explorés visuellement mettaient plus en œuvre le cortex visuel lorsqu'ils avaient été explorés haptiquement au préalable. Par conséquent, les deux systèmes d'exploration et de représentation visuelle étant corrélés, il est intéressant d'utiliser l'un pour rééduquer l'autre en cas de trouble. (Dulin, 2008 [29])

#### 3.4.2. La vision inconsciente ou « blindsight »

Le terme de « blindsight » (vision aveugle) a été évoqué pour la première fois en 1974 par Weiskrantz, Warrington et *al.* [94], suite à la découverte, chez des patients hémianopsiques de la présence de capacités résiduelles de perception. Les patients qui disaient ne pas voir les

cibles proposées étaient cependant capables « d'orienter correctement la main vers un stimulus en fonction de son inclinaison » (Weiskrantz, Warrington et *al.* 1974 [94]) ou encore de comparer deux stimuli présentés dans les deux hémichamps pour la couleur ou le mouvement. Cowey, Stoerig et *al.* (1998) [24] a également mis en évidence que la détection d'une cible dans l'hémichamp sain était plus rapide (temps de réaction) lorsqu'un stimulus était préalablement présenté dans l'hémichamp gauche aveugle. Ainsi des capacités de traitement visuel telles que la détection, l'orientation, la localisation ou la discrimination seraient préservées dans le champ aveugle, mais inconscient. Le blindsight est alors défini aujourd'hui comme « un ensemble de capacités visuelles résiduelles dans des zones du champ visuel s'étant révélées "aveugles" lors de l'examen périmétrique. (Chokron, 1998 [17])

Sur le plan anatomique, le phénomène de blindsight impliquerait des réseaux et des structures sous-corticales. En fonction des équipes de recherches, différentes activations ont été retrouvées. Les voies sous-corticales permettraient des activations ipsilatérales et un relais contralésionnel permettrait aux perceptions d'être rendues conscientes, selon l'hypothèse de Silvanto, Cowey et *al.* (2007) [86]. Les capacités résiduelles des patients seraient donc variables en fonction de l'implication des structures. (Chokron & Gaudry, 2009 [22])

La plupart des travaux en IRMf ont montré qu'une stimulation dans le champ aveugle s'accompagne d'une activation des aires striées et extrastriées ipsilatérales, ainsi que V5 (aussi appelée MT). D'autres travaux ont également montré une activité des deux hémisphères qui témoignerait d'une réorganisation des connexions interhémisphériques. « Une connexion calleuse hyper développée entre le corps genouillé latéral et MT+/V5 et/ou entre les aires MT+/V5 contribuerait à la redistribution de l'activité cérébrale et expliquerait que l'hémisphère sain devienne capable de traiter les informations visuelles issues du champ visuel ipsilatéral. » (Perez, Cavezian et *al.* 2009 [67]) Par conséquent, une activation périlésionnelle reste possible, ce qui pourrait expliquer le phénomène de blindsight. En effet, certaines informations visuelles résiduelles passant par ces voies alternatives, seraient analysées par le cerveau. D'une part ce dernier serait capable de percevoir certaines informations inconsciemment, d'autre part il pourrait reconstruire des images conscientes plausibles grâce à ces informations, qui seraient la source des hallucinations. Il existe donc au moins trois hypothèses explicatives du blindsight : la possibilité du passage d'informations visuelles par une voie extragéniculée sous-corticale, par une voie du corps genouillé directement vers le cortex extrastrié, ou l'interprétation objective mais non subjective d'informations résiduelles grâce à la préservation d'une partie du cortex visuel primaire. (Chokron, Perez et *al.* 2008 [21]).

Il existe deux sortes de blindsight. Le premier type se réfère à la vision d'un stimulus sans que le patient n'ait conscience de sa présence, tandis que le deuxième type concerne la

vision non consciente d'un stimulus qui est présenté au patient. Dans le deuxième type de blindsight, le patient sait que le stimulus est présent mais il n'a pas conscience de le voir.

### 3.4.3. De la compensation à la restauration : prise en charge et efficacité de la rééducation

#### 1. Rééducation des déficits du champ visuel

Les premières approches rééducatives des troubles neurovisuels étaient fondées sur des techniques de compensation (Ro & Rafal, 2006 [79]) par l'utilisation des fonctions résiduelles et notamment la vision centrale pour explorer le champ visuel aveugle. En 1997, Pambakian et Kennard [64] ont mis en évidence la diminution du temps d'exploration et l'augmentation de l'amplitude des saccades oculaires après un entraînement intensif de ces dernières compétences. Une méthode d'accroissement du champ visuel par un entraînement des saccades avait déjà été proposée par Zihl et *al.* (Zihl & Von Cramon, 1979 [99] ; Zihl, 1980 [96] et 1981[97]). Elle consistait en un entraînement des saccades en direction d'une cible lumineuse en réponse à un signal auditif. Ils ont ainsi pu montrer un accroissement du champ visuel (de 16° env. après 17 séances) ainsi qu'une amélioration pour discriminer les formes et couleurs au sein du champ récupéré. De la même façon, Zihl et Von Cramon [99], avaient montré quelques années auparavant une amélioration de la sensibilité aux contrastes, de l'acuité et de la perception des couleurs après un entraînement de la sensibilité aux contrastes à la périphérie entre champ visuel sain et aveugle. Enfin, les études de Kerkhoff témoignent d'une amélioration du champ visuel d'exploration chez 95% des sujets hémianopsiques soumis à une rééducation compensatrice (Kerkhoff, Münsinger et *al.* 1992 [48] et 1994 [49]).

Il est à noter qu'outre la rééducation, il semblerait que les patients hémianopsiques développent à terme, des stratégies d'exploration compensatrices. Ainsi, une étude de (Pambakian, Currie et *al.* 2005 [66]) constate que les saccades oculaires, devant une scène naturelle, sont différentes des sujets sains chez les patients dont la lésion est supérieure à six mois. Or, ils observent également que le mouvement des yeux est semblable à celui des contrôles chez les patients dont la lésion est récente.

Des techniques de récupération ont également été expérimentées suite à la découverte des capacités de détection préservées dans l'hémichamp aveugle, de l'existence d'îlots de vision résiduelle (Fendrich, Wessinger et *al.*,1992 [31]) et la possibilité de retrouver une vision consciente par un entraînement systématique en élargissant ces îlots grâce à une tâche de

détection de cibles se déplaçant à la limite du champ visuel sain et aveugle. De plus, grâce aux données d'imagerie quant aux activations de certaines voies sous-corticales (voie rétino-culliculo-pulvinaire), certains auteurs ont fait l'hypothèse qu'il serait possible de renforcer ces voies et, par conséquent, les capacités de perception de la vision inconsciente. Certaines équipes ont alors exploité ces phénomènes en proposant des entraînements réguliers de détection, dont la plus souvent citée est la VRT (Visual Restoration Therapy) (Kasten, Poggel et *al.* 1999 [47]), et de reconnaissance de stimuli clignotants, jusqu'à obtenir des performances similaires dans le champ aveugle que dans le champ sain ainsi que de nouvelles activations cérébrales (aires extrastriées ipsilatérales ou cortex visuel primaire sain) (Raninen, Vanni et *al.* 2007 [71]). Cependant, « Certains auteurs considèrent que [la restauration du champ visuel] est impossible, ou du moins que les techniques de récupération présentées jusqu'alors ne se sont pas montrées efficaces (Glisson & Galetta, 2007 [33]) ».

L'approche rééducative de Ducarne et Barbeau (Ducarne de Ribaucourt & Barbeau, 1981 et 1993 [27]) apparaît comme une référence pour la rééducation systématique, plus clinique et moins expérimentale. Aux capacités visuelles résiduelles implicites, les auteurs ajoutent les différentes afférences sensorielles et les connaissances intellectuelles du patient (indication de la nature et de la localisation de la cible) comme support de rééducation ; « la vision est vue ici comme un processus actif de perception, pouvant être généré par l'intégration d'informations multiples et diverses » (Chokron, 1998 [16]). C'est notamment sur cette approche que s'appuient aujourd'hui les rééducateurs de la Fondation Ophtalmique de Rothschild. La rééducation neurovisuelle est alors fondée sur la multisensorialité comme support à une vision défaillante et sur l'explication au patient de ce qu'on attend de lui ; cette dernière dimension s'explique par l'hypothèse selon laquelle la perception se construirait sur la base de données cognitive en plus du renfort des autres afférences sensorielles. L'équipe de S. Chokron propose une progression de la rééducation en fonction de la sévérité de l'atteinte.

En 2008, grâce aux données de l'examen périmétrique automatisé, Chokron, Perez et *al.* [21] ont mis en évidence une récupération significative du champ visuel chez des patients hémianopsiques après le délai attendu de récupération spontanée (Fig.5). « Cette rééducation a consisté à stimuler les phénomènes de blindsight dans le champ aveugle en demandant aux patients d'effectuer des jugements (localisation, orientation, comparaison de formes, comparaison entre les deux champs visuels, reconnaissance de lettres) en choix forcé sur des stimuli qu'ils n'avaient pourtant pas perçus consciemment ». (Chokron & Gaudry, 2009 [22]). Les recherches récentes concernant la plasticité cérébrale et les données d'imagerie confirmant

la réorganisation corticale à la suite d'une rééducation des capacités de blindsight sont des éléments prometteurs quant à la visée restauratrice d'une prise en charge des troubles neurovisuels. (Chokron, 2004 [19])

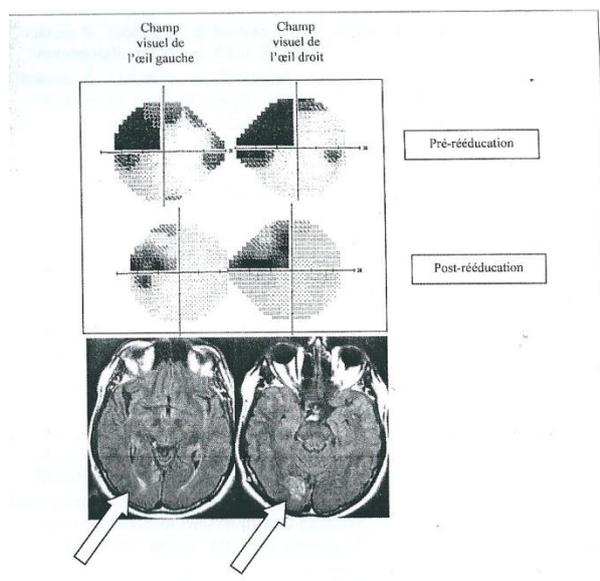


Fig. 5 Rééducation neuropsychologique des troubles neurovisuels d'origine centrale  
Chokron S. & Gaudry I. (2009) [22], Rééducation neuropsychologique des troubles neurovisuels d'origine centrale, in *Actualités en rééducation neuropsychologique : études de cas*, Adam S., Allain P. et Coyette F., eds. Collection Neuropsychologie, Solal éditeur, Marseille.

## 2. Rééducation des troubles de l'exploration spatiale

Suivant l'approche de Ducarne et Barbeau (Ducarne de Ribaucourt & Barbeau, 1993 [28]) en ce qui concerne le syndrome de Balint, la rééducation s'appuie sur des techniques comparables à celle des amputations du champ visuel en insistant toutefois sur les particularités symptomatiques de chaque patient. Ainsi, des exercices de détection et de poursuite oculaire ordonnée puis aléatoire seront utilisés pour stimuler la mobilisation volontaire du regard, en utilisant toujours des afférences multiples (auditive, somesthésique ou verbale) et un renforcement proprioceptif. Après la poursuite, l'exploration et ses stratégies sont également travaillées. La coordination visuo-motrice est travaillée par des exercices de pointage et de préhension de plus en plus fins et précis sur les plans horizontaux et verticaux. Enfin, la simultagnosie, très handicapante pour le patient sera travaillée en augmentant progressivement le nombre de cibles à traiter ; tous les moyens de facilitations proposés par Ducarne et Barbeau seront utilisés puis abandonnés progressivement (afférences sensorielles multiples, explications au patient, facilitations cognitives).

En ce qui concerne la NSU, rééducation et hypothèses explicatives entretiennent une influence réciproque. Ainsi, selon les auteurs et postulats, les techniques de rééducation expérimentées ont été diverses. Toutefois, un point sur lequel s'accordent la majorité des thérapeutes est la nécessité de lever l'anosognosie pour l'investissement du patient en rééducation. Aussi, cette prise de conscience est la première étape dans la rééducation de la négligence.

Selon le modèle de Kinsbourne [44], qui postulait une sur-activation de l'hémisphère gauche responsable d'une orientation importante de l'attention vers l'hémiespace droit, des exercices de rééducation ont été établis. Ces derniers avaient pour but de réduire l'activité de l'hémisphère gauche par des exercices engageant spécifiquement l'activation de l'hémisphère droit telles que la musique ou l'utilisation de l'hémicorps gauche, des mouvements oculaires vers la gauche, ainsi que sur une orientation attentionnelle volontaire à gauche ; à l'inverse l'activité de l'hémisphère gauche devait être réduite le plus possible (pas de verbalisation, suppression de la vision de l'œil gauche, diminution des informations de l'hémiespace droit, etc.). Dans cette optique, les exercices proposés visaient à réduire progressivement les informations et leur prégnance à mesure de l'orientation du patient vers l'hémiespace droit. Certaines recherches ont pu mettre en évidence l'importance d'une hyper-activation de l'hémisphère droit dans la rééducation de la NSU (Lin, 1996 [54]). (Chokron, 1998 [16]; Chokron & Gaudry, 2009 [22])

Le modèle de Heilman & Valenstein [38], qui postulait une perte du réflexe d'orientation du côté contralésionnel, chaque hémisphère gérant l'attention et l'intention de l'hémiespace controlatéral, a donné naissance à des exercices favorisant l'orientation de l'attention mais également de l'action vers l'hémiespace gauche. A la différence du précédent modèle, les auteurs encouragent le recours à des tâches verbales telles que la lecture ou la description afin d'entraîner le patient à s'orienter vers le côté gauche.

Enfin, le modèle de Posner, Petersen et *al.* [69] qui postulaient un déficit du désengagement de l'attention du côté ipsilésionnel a été à l'origine d'exercices visant à réduire l'aspect automatique, et non plus volontaire, de l'attention vers la gauche ; ces exercices consistaient en une détection de stimuli visuels ou auditifs brefs, précédés ou non d'un indiçage. Sur la base de ce modèle, les recherches (Bartolomeo & Chokron, 2002 [5]) ont montré une réduction du défaut de désengagement attentionnel à droite chez des patients négligents gauches selon le nombre d'indices valides et non valides dans chaque hémiespace. Si dans 80% des cas, un indice présenté à droite, non valide, précède une cible présentée à gauche, les patients

négligents apprennent à utiliser cette information et détectent plus rapidement la cible à gauche que dans toutes les autres situations puisqu'un indice valide à gauche est souvent négligé. « Cette orientation de l'attention, de nature endogène, peut s'automatiser et permettre au patient de compenser son déficit d'orientation automatique de l'attention vers la gauche » en déplaçant son attention du côté opposé à l'indice. (Chokron & Gaudry, 2009 [22]) D'autres rééducations s'appuyaient davantage sur l'imagerie mentale visuo-motrice proposant au patient de se représenter des lieux connus en fonction d'un point de vue particulier, un mot à épeler à l'envers ou le résultat d'actions motrices. Ce type de prise en charge a mis en évidence une amélioration des performances des patients négligents et également pour les évaluations neuropsychologiques classiques. (Chokron, 1998 [16])

### 3. Rééducation des gnosies visuelles

Les patients atteints d'agnosie visuelle sont souvent sujets à un processus d'« aveuglisation », proche de l'anosognosie, qui correspond au fait d'anticiper un éventuel échec et d'attribuer leurs difficultés à un déficit périphérique. Il faudra au maximum lever ce processus pour rendre la rééducation efficace et la perception volontaire. En ce qui concerne la rééducation des agnosies aperceptives graves atteignant les processus précoces de traitement, il est possible d'avoir recours aux autres modalités sensorielles pour tenter de réajuster les perceptions visuelles. La rééducation des processus intermédiaires ou tardifs s'appuiera sur la verbalisation ; particulièrement dans ces cas, les patients devront dépasser l'idée qu'ils « ne voient pas ». Par cette verbalisation, ils seront encouragés à donner une hypothèse interprétative à leurs perceptions. Grâce à l'aide du thérapeute et par une démarche hypothético-déductive, ils seront amenés à mettre en lien les mots et les formes perçues puis les formes aux objets possibles. Griffon souligne que « la question est d'aider le sujet à recréer de manière consciente et volontaire une analyse de la forme s'appuyant sur la verbalisation : décrire, supposer, critiquer, détailler » (Griffon, 2011 [36]) Le sujet doit prendre conscience qu'il perçoit des informations exploitables permettant de relancer le traitement cérébral automatique. A mesure, les réponses devront être affinées. Dans le cas où la verbalisation ne serait efficace pour restaurer le traitement cérébral, d'autres stratégies et modalités sensorielles pourront être utilisées.

Le même mécanisme de verbalisation sera utilisé pour les agnosies associative et asémantique (ainsi que pour une partie des rééducations de prosopagnosie) mais, dans ces cas, elle servira de soutien pour associer la perception du patient (souvent correcte) et sa représentation mentale, pour mettre en correspondance le percept et l'image en mémoire à long terme et retrouver les étapes nécessaires à la bonne dénomination.

En ce qui concerne les alexies sans agraphe, elles seront travaillées grâce à l'analyse kinesthésique qui permettra de suppléer le manque d'informations visuelles. L'analyse de la forme perçue sera ensuite verbalisée (de la reconnaissance d'une lettre à la lecture de mots selon différentes polices). Toutefois, bien que le recours à la verbalisation semble efficace, les agnosies visuelles isolées sont rares ; aussi la récupération dépendra également des autres troubles neuropsychologiques associés.

### III) Problématique

Comme de nombreux autres domaines scientifiques, les troubles neurovisuels bénéficient des avancées conjointes de la recherche et de la clinique. Si la prise en charge de ces troubles n'en est encore qu'à ses balbutiements, les recherches et les avancées technologiques ont permis de mettre en évidence l'influence positive d'une telle prise en charge. Outre le fait qu'une privation visuelle peut aussi engendrer des troubles psychopathologiques, ce type de déficit constitue un véritable handicap dans la vie quotidienne des patients, ce qui témoigne de l'importance de prendre en charge ces troubles.

Bien que les données d'imagerie cérébrale aient été effectuées sur un nombre trop peu important de patients pour déterminer réellement les sites impliqués dans la réorganisation corticale, l'efficacité d'une rééducation a été démontrée par les avancées technologiques sur le plan clinique; aussi un dépistage adéquat est-il primordial pour orienter la prise en charge. En effet, chaque patient atteint de troubles neurovisuels devrait pouvoir bénéficier d'une évaluation spécifiant ses troubles et leurs associations, de manière systématique et précoce. L'équipe de l'unité « vision et cognition », de la Fondation Ophtalmologique A. de Rothschild, par l'encadrement de mémoires de recherches, œuvre au meilleur dépistage des troubles neurovisuels. Ces recherches ont ainsi permis de proposer un outil d'évaluation rapide en 2009, l'E.V.A. (Evaluation visuo-attentionnelle) pour les enfants âgés de 4 à 6 ans. Il paraissait nécessaire de tenter de développer le même type d'outils d'évaluation chez l'adulte pour lequel aucune batterie standardisée de dépistage n'existe à ce jour. Les rééducateurs, en fonction des équipes, s'appuyaient sur des épreuves variées selon leurs connaissances mais non standardisées. Notre proposition était donc de tenter de normaliser des épreuves susceptibles de tester les différents aspects de la fonction visuelle.

Peut-on mettre au point une batterie d'évaluation rapide, adaptée et non influencée par d'autres facteurs donc sensible et spécifique aux troubles neurovisuels dans leur ensemble ? Notre travail de recherche s'est articulé autour de cette question à laquelle nous avons tenté de répondre en imaginant différentes épreuves constituant un bilan complet.

Nous faisons donc l'hypothèse que la batterie que nous aurons créée sera sensible à l'ensemble des troubles neurovisuels et que ses épreuves seront le plus spécifique possible.

# PARTIE PRATIQUE

## IV) Partie pratique

### 1. Protocole expérimental

La première étape de l'élaboration d'une batterie normalisée, permettant de dépister les troubles neurovisuels a été de mettre au point les épreuves constituant la batterie. Les différentes épreuves ont été pensées, créées, modifiées et sélectionnées en fonction des troubles à dépister. En effet, nous avons dû créer ou modifier des épreuves lorsqu'elles n'existaient pas ou qu'elles étaient soumises à des droits nous en interdisant l'exploitation. Nous avons décidé de soumettre une sélection finale de 30 épreuves à nos patients et contrôles afin d'en déterminer la norme, la sensibilité et la spécificité.

#### 1.1. Populations étudiées

La population étudiée a été divisée en deux groupes : la population « patients » et la population « contrôles ». Trente-neuf patients ont été retenus dans notre étude, sur les quarante-trois ayant passé le protocole, et cent-deux contrôles ont été retenus sur cent-huit testés.

##### 1.1.1. Critères d'inclusion

Les patients : nous avons inclus dans notre étude tout patient droitier présentant un ou des troubles neurovisuels, à la suite d'une lésion neurologique connue avec ou sans troubles associés, âgé d'au moins 18 ans.

Les contrôles : nous avons divisé le groupe contrôle de cent-deux personnes en trois classes d'âges. Classe 1 = 18-34 ans ; classe 2 = 35-59 ; classe 3 = 60 et plus. Seuls les droitiers ont été retenus.

##### 1.1.2. Critères d'exclusion

Tous les gauchers ont été exclus lors de l'analyse des résultats pour éviter un éventuel biais lié à la spécialisation hémisphérique. Les prochains étalonnages devront introduire des gauchers pour apparier leurs données à des patients gauchers et constater une éventuelle influence de la latéralité sur les résultats aux épreuves. Tout patient ne présentant pas de trouble neurovisuel ou ayant moins de 18 ans a été exclu. Tout contrôle présentant un trouble

neurologique (AVC, traumatisme crânien, anoxie cérébrale) a été exclu. Ainsi que ceux prenant des anti-anxiolytiques ou antidépresseurs ou ayant une acuité visuelle inférieure à 4/10.

### 1.1.3. Recueil de la population

La grande majorité de la population « patients » a été testée sur le lieu de bilan et/ou de rééducation à la Fondation Ophtalmologique Rothschild, rue Manin à Paris, dans l'Unité Fonctionnelle Vision et Cognition dirigée par Sylvie Chokron. Cinq patients ont été testés à l'hôpital de Corbeil Essonne sous la direction de Blanche Pavart. Un patient a été testé au CMPR de Bobigny.

Les contrôles ont été sélectionnés en fonction de leur âge parmi nos connaissances respectives, sans passer par aucun centre. Ils comptent 69 femmes et 34 hommes.

## 1.2. Conditions de passation

### 1.2.1. Environnement et durée de passation

La batterie doit être testée dans un milieu éclairé par une lumière blanche, l'examineur est assis face au sujet. Un support est nécessaire afin de réaliser certaines épreuves écrites.

La passation du bilan dure entre 35 et 45 minutes pour la population contrôle. En fonction des pathologies des patients, la passation peut durer entre 45 et 120 minutes.

### 1.2.2. Examineurs

La passation ne nécessite qu'un examineur. Nous avons fait passer le bilan à la majorité des patients (26/43), cependant notons que neuf examineurs, formés à sa passation, ont eu l'occasion de faire passer cette batterie, ce qui peut inclure des biais, malgré la vigilance de ces derniers.

### 1.2.3. Recueil des données

La totalité des données a été analysée au sein de l'Unité Vision et Cognition de la Fondation Ophtalmologique Rothschild. Chaque feuillet de passation a été annoté de façon à compléter les données quantitatives par des données qualitatives.

Les dossiers des patients ont été complétés par leur anamnèse, leur dossier médical, les

résultats de leur dernière IRM, ceux de leur dernier champ visuel et leur dernier compte-rendu de bilan neurovisuel. Une grille de données qualitatives a été élaborée de façon à regrouper les différentes remarques sur chaque épreuve. Une fois les données collectées, nous avons rempli un tableau statistique avec un score pour chaque épreuve, le temps de passation lorsqu'il était compté et les informations relatives à chaque patient ou contrôle quant à son âge, son sexe, son niveau d'étude, sa pathologie et sa langue maternelle.

### 1.3.Description de la batterie

La batterie que nous avons réalisée comprend :

- un « Manuel de passation » qui détaille les modalités de passation ainsi que la cotation des différentes épreuves,
- un « Cahier de l'examineur » comportant les consignes de chacune des épreuves et sur lequel sont reportés les scores du patient (cf. annexe 2),
- un « Cahier du patient » comportant les différentes planches réutilisables à chaque passation,
- une dizaine de planches utilisées par le patient à chaque passation,
- les objets nécessaires au protocole : une tasse, un crayon, une paire de ciseaux, une clef, un briquet vide, une montre, une balle de ping-pong entièrement blanche, une gomme de taille standard, un disque et un rectangle blancs correspondant en taille et diamètre aux deux objets précédemment cités, deux objets prégnants en taille et couleur (type surligneur rose fluo).

#### 1.3.1. Sélection des épreuves

Cette batterie de dépistage des troubles neurovisuels a été conçue de façon à éviter au maximum d'impliquer les fonctions langagières dans les différentes épreuves. Certaines épreuves connues (les figures enchevêtrées par exemple) ont donc été remaniées de façon à être potentiellement réalisables par des personnes présentant une aphasie importante.

Il a été indispensable dans un premier temps de lister toutes les épreuves existantes et tous les troubles neurovisuels, de façon à créer une batterie qui sélectionnerait suffisamment d'épreuves pour tester chacun d'entre eux indépendamment. Les épreuves ont été réalisées pour être le plus spécifique possible, sans être redondantes. Quatre épreuves ont été sélectionnées, partiellement ou dans leur intégralité, parmi des épreuves existantes (mémoire visuelle (EVA) (Vilayphonh, Cavézian et *al.*, 2009 [93]), bissection de ligne et test de l'horloge (BEN) (Rousseau, Beis et

al., 2001 [76]), imagerie mentale et perception visuelle (BIP) (Bourlon, Chokron, et al., 2009 [10]). Toutes les autres ont été créées ou recrées de manière à les adapter à une population neurologique ou encore de façon à ne pas inclure d'épreuve protégée par des droits de diffusion, notamment en cas de publication ultérieure de la batterie.

Nous avons pensé faire deux volets à la batterie, de façon à obtenir une batterie de « screening » et un deuxième volet correspondant à une évaluation plus approfondie. Néanmoins, nous préférons au cours de cette première étape d'élaboration, tester toutes les épreuves sur un maximum de sujets, de façon à les normaliser. Lorsque, dans le futur, la batterie sera reprise et modifiée, nous espérons qu'à terme, elle comportera bien ces deux volets : dépistage rapide et caractérisation sémiologique.

Avant de commencer la passation de la batterie, nous avons décidé de remplir une fiche anamnestique standard (cf. annexe 1) et de demander à chaque sujet de nous donner la date du jour et le lieu dans lequel il se trouvait, afin d'exclure un éventuel trouble du repérage spatio-temporel.

### 1.3.2. Constitution de la batterie

#### 1. Orientation spontanée du regard

Cette épreuve permet de juger de la qualité d'exploration visuelle du patient.

**Passation** : Noter si, en entrant dans la salle, le patient explore correctement :

- La pièce
- Le siège
- L'interlocuteur

**Cotation** : Le score maximal s'élève à 3 points

- 1 point est attribué si le patient explore la pièce
- 1 point est attribué si le patient regarde le siège sur lequel il va s'asseoir
- 1 point est attribué si le patient regarde l'examineur lorsqu'il lui parle

#### 2. Test de Bisiach révisé

Cette épreuve permet d'évaluer le degré de conscience de la maladie du patient et donc d'évaluer le niveau d'anosognosie.

**Passation** : Le patient répondra à la question suivante : *Pourquoi êtes-vous ici ? Que vous est-il arrivé ?*

Dans le cas où le patient ne reconnaîtrait pas ses troubles, il devra répondre aux questions suivantes :

- Y a-t-il quelque chose qui ne va pas avec votre vision ?*
- Avez-vous l'impression que vous auriez besoin de lunettes (ou que vos lunettes ne sont pas ou plus adaptées) ?*
- Voyez-vous distinctement le monde qui vous entoure ?*
- Vous cognez-vous davantage qu'avant ? Si oui, d'un côté en particulier ?*
- Lorsque vous cherchez quelque chose, avez-vous plus de difficultés à le trouver qu'avant ?*
- Votre entourage vous a-t-il fait part d'inquiétudes vous concernant ?*

**Cotation** : Le score maximal s'élève à 3 points.

L'examineur mettra entre 0 et 3 points.

3 : Trouble reconnu spontanément ou en réponse à une question sur le(s) symptôme(s)

0 : Impossible reconnaissance du déficit même après démonstration clinique

### 3. Déviation tête/yeux

Cette épreuve qualitative permet d'indiquer une hémiparésie.

**Passation** : L'examineur devra noter toute déviation de la tête, des yeux voire du corps dans la posture générale du patient.

### 4. Distinction gauche/droite et schéma corporel

Cette épreuve permet d'évaluer la représentation corporelle du patient et une éventuelle agnosie digitale. Elle peut être influencée par une apraxie/dyspraxie ainsi que par une hémiparésie corporelle.

**Passation** : Le patient doit réaliser les consignes sur ordre oral

- Mettez vos mains sur vos épaules
- Mettez votre main gauche sur votre genou droit
- Mettez votre pied droit sur votre mollet gauche
- Mettez votre index gauche sur votre joue droite
- Mettez votre pouce droit sur votre majeur gauche

**Cotation** : Le score s'élève à 10 points

- 2 points par ordre sont attribués si le patient exécute les ordres complètement
- 1 point est attribué si le patient utilise correctement l'une des parties du corps

- 0 point attribué en cas d'absence de réaction ou d'exécution inappropriée.

## 5. Praxies symboliques représentatives et latéralité

Cette épreuve permet d'évaluer les capacités praxiques sur ordre oral (sans support visuel) du patient. Elle est à comparer à l'épreuve de praxies gestuelles sur imitation (avec support visuel). Elle permet également de vérifier la latéralité du patient.

**Passation** : Le patient doit réaliser les consignes sur ordre oral

- Faites semblant de regarder dans une longue vue
- Faites semblant de vous brosser les dents
- Faites semblant d'écrire une lettre
- Faites semblant de taper dans un ballon
- Faites le geste qui signifie « Au revoir »
- Faites le geste qui signifie « C'est bien »

**Cotation** : Le score maximal s'élève à 6 points

- 1 point est attribué si le patient réalise le geste demandé
- 0 point attribué en cas d'absence de réaction ou d'exécution inappropriée.

## 6. Réflexes visuels

Cette épreuve permet de vérifier l'intégrité des réflexes visuels du patient, et une éventuelle dissociation entre réflexe photomoteur et réflexe de clignement qui pourrait signer une cécité corticale.

**Passation** : L'examineur vérifie les réflexes visuels du patient. Pour le réflexe de clignement à la menace, il approchera rapidement sa main de l'œil du patient. Pour le réflexe photomoteur, il dirigera une lampe alternativement sur chaque œil du patient et vérifiera la dilatation pupillaire.

**Cotation** : Le score maximal s'élève à 2 points

- 1 point est attribué par réflexe conservé
- 0 point attribué en cas d'absence de réflexe

## 7. Discrimination lumière/obscurité

Cette épreuve permet d'évaluer la discrimination possible entre lumière et obscurité chez un patient atteint de cécité corticale.

**Passation** : L'examineur éteint et allume la lumière 3 fois, en demandant au patient de lui

indiquer lorsque la lumière est éteinte ou allumée.

**Cotation** : Le score maximal s'élève à 1 point, attribué si le patient discrimine correctement au moins une fois. Il est important de noter de manière qualitative si tous les essais ne sont pas réussis.

## 8. Poursuite/fixation du regard (cf. annexe 2)

Cette épreuve permet lors de la fixation, de vérifier la capacité du patient à contrôler son regard en maintenant une fixation visuelle. La poursuite visuelle permet d'évaluer la qualité de la mobilité binoculaire et du contrôle volontaire du regard.

**Matériel** : Lampe de poche, objet contrasté (marqueur)

**Passation** : Pour la poursuite : l'examineur présente la cible à la hauteur du nez du patient, à une distance de 30 cm. Il doit suivre du regard, sans bouger la tête, la cible qui se déplace de haut en bas et de droite à gauche pour la poursuite ordonnée, et selon le chiffre huit présenté à l'horizontale (i.e., symbole de l'infini) pour la poursuite aléatoire. Les gestes s'étendent à hauteur des oreilles du patient à une vitesse de 10 cm par seconde. L'examineur intercalera les poursuites par des fixations dans le champ visuel central, droit et gauche, simplement en arrêtant le mouvement durant 10s.

En cas d'échec, reproduire l'épreuve avec une poursuite de lumière dans l'obscurité, si cela ne suffit pas, on ajoute un renforcement sonore en accompagnant la lampe d'un grelot.

**Cotation** : Le score maximal s'élève à 7 points

- 1 point est attribué par mouvement correctement réalisé : maximum 4
- 0 point attribué en cas d'absence de mobilité ou de fixation
- 1 point en cas d'absence de nystagmus
- 1 point si la dissociation mouvement céphalique/mouvement oculaire est possible

## 9. Détection/champs visuels

Cette épreuve permet d'évaluer la qualité et l'étendue du champ visuel du patient. Elle permet ainsi de tester la présence éventuelle d'une amputation du champ visuel.

**Matériel** : Stylo, support A3, feuille A3 avec lignes pré-tracées.

**Passation** : L'examineur présente une feuille A3 à une distance d'un bras entre la feuille et le patient. Le patient doit fixer la croix au centre de cette feuille. Il doit fermer les yeux puis fixer la croix et dire à l'examineur s'il voit le stylo dans son champ de vision et lorsqu'il disparaît. La prise de mesure se fait sur la feuille A 3 recto-verso jointe en traçant un trait lorsque le patient

perçoit le stylo, en partant de l'intérieur vers l'extérieur. Les traits à suivre sont pré-tracés. Le patient doit fermer les yeux entre chaque essai.

**Cotation** : Le score maximal s'élève à 8 points

- 1 point est attribué pour chaque segment de ligne partant de l'extrémité de la feuille et arrivant à la croix
- 0 point attribué en cas d'absence de perception du stimulus.

On mesurera en cm la taille des lignes, de façon à indiquer qualitativement l'étendue exacte du champ visuel.

**Si le patient est au lit, effectuer cette épreuve de la façon suivante :**

**Matériel** : 1 marqueur ou tout autre objet saillant

**Passation** : L'examineur présente simultanément son pouce et la cible (e.g. un marqueur), tenue dans l'autre main, à 30-40 cm des yeux du patient. Ensuite il lui demande de fermer les yeux. L'examineur place alors ses deux mains en périphérie (i.e., à droite et à gauche) du champ visuel du patient (toujours à environ 30-40 cm des yeux) avec la cible dans l'un des six cadrans et le pouce en confrontation, c'est-à-dire dans le cadran latéralement opposé.

Puis il demande au patient d'ouvrir les yeux et de le regarder dans les yeux (ou de regarder son nez) et d'indiquer où se situe la cible (verbalement, ou en pointant du doigt ou en l'attrapant) sans bouger ni les yeux ni la tête.

	Yeux du Patient	

Le patient doit fermer les yeux entre chaque essai.

Un essai devra être effectué avant la passation de l'épreuve.

**Cotation** : le score maximal s'élève à 8 points.

- 1 point est attribué pour chaque cible repérée par le patient en l'absence de tout mouvement oculaire et céphalique: maximum 8
- 0 point accordé lorsque la cible n'est pas détectée ou lorsque le patient bouge les yeux ou la tête.

## 10. Extinction visuelle

Cette épreuve est complémentaire de celle du champ visuel. Elle permet d'évaluer l'aptitude à détecter deux stimuli visuels présentés simultanément. C'est une épreuve de détection et non de préhension

**Matériel :** 2 marqueurs (ou autres objets saillants)

**Passation :** L'examineur tient les deux cibles (marqueurs) dans chaque main et les présente à 30-40 cm des yeux du patient. Il lui demande de fermer les yeux.

Puis l'examineur demande au patient d'ouvrir les yeux, de regarder son nez et d'indiquer où se situe(nt) la ou les cibles (verbalement, ou en pointant du doigt ou en attrapant). Le patient ne pourra pas lors de cette épreuve bouger les yeux ou la tête. Lors de la présentation d'un seul marqueur, il faudra présenter les deux bras tendus, de façon à ne pas donner d'indices prégnants

**Cotation :** le score maximal s'élève à 1 point.

- 1 point est attribué lorsque le patient a détecté les deux objets présentés simultanément.
- 0 point accordé en cas d'échec à la présentation simultanée de deux cibles.
- Si le patient tente d'attraper les 2 objets mais n'y parvient pas, le point est attribué.

## 11. Orientation volontaire du regard (cf. annexe 2)

Cette épreuve permet de déterminer si le patient peut orienter volontairement son regard. Elle est à comparer à l'orientation spontanée du regard (cf. épreuve n°1) de façon à repérer éventuellement une dissociation automatico-volontaire.

**Passation :** Le patient devra orienter son regard en fonction de différents stimuli : ordre verbal, stimulus proprioceptif puis auditif.

**Cotation :** Le score maximal s'élève à 12 points

- 1 point par orientation correcte du regard dans chaque modalité : maximum 12
- 0 point attribué en cas de mauvaise orientation

## 12. Barrages (cf. annexe 15)

Cette épreuve permet de tester l'attention visuelle sélective, la recherche et l'exploration visuelle, ainsi que l'orientation de l'attention dans l'espace. Les deux planches de passation ont été réalisées selon des caractéristiques particulières.

**Barrage des M :** la cible a été choisie en fonction de la symétrie de sa forme, les distracteurs sont

identiques à l'item-cible mais présentés dans une orientation différente, la feuille de passation contient 25 items-cibles à entourer, répartis équitablement, 8 à gauche, 9 au milieu et 8 à droite parmi 185 distracteurs. L'item-cible est volontairement présent, isolé, centré en haut de la feuille de passation.

**Barrage des bols:** la cible a été choisie de façon à être la plus neutre possible; les distracteurs ont été choisis pour leur neutralité (trompette, chat, voiture, brosse à dents, maison, étoile, marteau, mouton), leur proximité sémantique (assiette) ou visuelle (ballon). Les contrastes ont été travaillés de sorte que certains items ne soient pas plus saillants que d'autres, pour éviter un biais distracteur. La position des cibles sur la page a été choisie d'après l'épreuve déjà existante et étalonnée du barrage des cloches en fonction de sept colonnes (pour les cibles) et des orientations des distracteurs. Les 35 cibles se répartissent comme suit: 5 cibles au centre, 15 cibles à gauche et 15 à droite. Le nombre d'items-cibles a été contrôlé dans chaque hémiespace pour dépister une éventuelle négligence spatiale unilatérale.

**Matériel :** Deux planches de passation

- Une planche de barrage désorganisé et sur support verbal : barrage de M
- Une planche de barrage désorganisé et purement visuel : barrage des bols + planche modèle
- Un feutre et un chronomètre

**Passation :** Le patient effectuera 2 tâches de barrages désorganisés, une verbale, l'autre visuelle

**Cotation :** Pour le barrage des M : le score maximal s'élève à 25 points

- 1 point est attribué pour chaque cible barrée

Pour le barrage des bols : le score maximal s'élève à 35 points, répartis en 15 points à gauche, 15 points à droite et 5 points au centre.

- 1 point est attribué pour chaque cible entourée

### 13. Recherche de cible (cf. annexe 6)

Cette épreuve permet d'évaluer l'exploration visuelle mais également de mettre en évidence une éventuelle adhérence visuelle ou simultagnosie. L'agnosie visuelle peut entraver cette épreuve.

Elle a été élaborée selon des caractéristiques particulières: 1 item (voiture) est strictement au centre de la photographie, les 4 autres sont strictement répartis aux quatre coins de la photographie. Certains des distracteurs ont été choisis selon leur proximité visuelle (couleurs, forme, etc.)

**Matériel :** Planche de passation avec photo d'un bureau. Cinq cibles (voiture, chien, calculatrice, lunettes, montre) sont présentes, au centre et aux 4 angles de la feuille. Un chronomètre.

**Passation :** L'examineur demandera au patient de retrouver sur la photo des cibles. Le patient devra les pointer. Les cibles lui seront demandées individuellement.

**Cotation** : Le score maximal s'élève à 5 points

- 1 point par cible repérée, maximum: 5
- 0 point si la cible n'est pas repérée ou si le patient en désigne une autre
- Pour une cotation qualitative, noter le temps mis pour réaliser l'épreuve.

#### 14. Bissection de lignes (BEN) (Rousseau, Beis et *al.*,2001 [76])

Cette épreuve permet de mettre en évidence une éventuelle hémiparésie.

Les différentes lignes doivent se trouver strictement au centre de la feuille de passation, soit à 4,85 cm de marge droite et gauche pour les lignes de 20 cm et à 12,35 cm pour les lignes de 5 cm et à 10,5 cm de marge haute et basse pour les deux. (cf. annexe 13)

**Matériel** : 4 Planches issues de la BEN, deux lignes de 20cm et deux lignes de 5cm.

**Passation** : Le patient devra sectionner la ligne en deux parties égales.

**Cotation** : Les erreurs d'estimation de bissection de chaque ligne sont mesurées en mm par rapport au centre. Les erreurs à la droite du point central de chaque ligne sont notées en valeur positive et celles à la gauche en valeur négative. Pour le score total, calculer le total de la déviation du point central sur les 2 lignes de 20 cm et sur les 2 lignes de 5 cm.

#### 15. Coordination visuo-motrice (cf. annexe 16)

Cette épreuve permet d'évaluer la coordination visuo-motrice du patient. La figure à reproduire a été choisie en fonction de sa forme et de sa symétrie. Elle doit se trouver strictement au centre de la feuille de passation pour éviter tout biais lors de sa réalisation.

**Matériel** : Une planche avec un dessin en pointillés (une étoile) et un feutre.

**Passation** : Le patient devra relier les pointillés afin de faire apparaître le dessin, sans dépasser.

L'examineur s'assurera que la feuille n'est pas déplacée durant la passation.

**Cotation** : Le score maximal s'élève à 6 points

- 1 point pour chaque « triangle » correctement relié
- 0 point si le patient ne suit pas les traits

Il sera intéressant de noter qualitativement si les erreurs concernent les formes à gauche, à droite ou au centre.

## 16. Lecture/écriture (cf. annexe 5)

Cette épreuve permet d'évaluer l'intégrité du langage écrit et en particulier de mettre en évidence une éventuelle alexie sans agraphie.

Les lettres, syllabes, mots, logatomes, chiffres et phrases ont été choisis en fonction de leur complexité (visuelle, orthographique, voie de lecture, grammaticale, etc.) pour certains et de façon aléatoire pour d'autres.

**Matériel** : Une planche A4 orientation portrait, sur laquelle figurent les lettres, syllabes, mots, non-mots, phrase, chiffres et nombres lus, et le mot à copier.

Une feuille blanche pour l'écriture sous dictée. Un stylo ou un feutre.

**Passation** : L'examineur demandera au patient de lire des lettres, des syllabes, des mots, des non mots, une phrase, des chiffres et des nombres. Puis il devra copier un mot, épeler un mot et écrire une phrase sous dictée.

**Cotation** : Le score maximal s'élève à 10 points pour la lecture et 5 points pour l'écriture

- 0.5 point pour chaque lettre, syllabe, mot, non mot, phrase, chiffre ou nombre lu(es)
- 1 point pour la copie, l'épellation et l'orthographe, le nombre de mots et la forme des lettres de la phrase.
- 0 point en cas d'erreur de la part du patient.

## 17. Mémoire visuelle (EVA) (Vilayphonh, Cavézian et *al.*, 2009 [93])

Cette épreuve permet d'évaluer la capacité à mémoriser visuellement des formes.

La tâche consiste à mémoriser une forme visuelle puis à la retrouver parmi des distracteurs.

Toutes les planches sont issues de l'épreuve de mémoire visuelle de l'EVA.

**Matériel** : 10 planches au format A4 dans une orientation paysage, dont 4 planches cibles présentant seule une forme cible à mémoriser, 4 planches tests présentant la forme cible parmi 5 distracteurs et 2 planches exemples (une planche cible et une planche test : cf. annexe 7)

**Passation** : une planche cible est d'abord présentée au patient pendant une durée de 5 secondes. L'examineur demande au patient de mémoriser la forme présentée.

Puis la planche cible est ensuite remplacée par une planche test sur laquelle le patient doit désigner la cible mémorisée.

**Cotation** : le score maximal s'élève à 4 points.

- 1 point est accordé pour chaque réponse correcte.
- 0 point en cas de réponse incorrecte. Pour une analyse qualitative, les erreurs seront relevées.

## 18. Reconnaissance visuelle et Astéréognosie

Cette épreuve permet de tester l'intégrité des processus de reconnaissance visuelle et au toucher et donc de déceler respectivement une éventuelle agnosie visuelle et/ou une astéréognosie. Les items ont été choisis parmi des objets courants de façon à ne pas créer de dissociation de reconnaissance entre les hommes et les femmes.

**Matériel** : une clé, une tasse, des ciseaux, un briquet, un crayon, une montre

**Passation** : Le patient devra dénommer trois objets sur présentation visuelle, puis il devra en dénommer trois autres en les reconnaissant tactilement sans contrôle visuel.

**Cotation** : Le score maximal s'élève à deux fois 3 points

- 1 point pour chaque objet correctement dénommé. (mot cible ou synonyme)
- 0 point en cas d'erreur

## 19. Différentiation 2D/3D

Cette épreuve permet d'évaluer la capacité du patient à reconnaître un objet uniquement en fonction des variables 2 ou 3 dimensions. Cette épreuve, ne pouvant être testée sur des images en 2D, a été pensée de sorte que les objets présentés puissent exister en 2D et en 3D. Les formes géométriques paraissent être le plus propice à la tâche. Nous avons donc confectionné un disque blanc de diamètre similaire à celui d'une balle de ping-pong et un rectangle blanc de surface identique au plus petit côté d'une gomme standard, à présenter en champ central.

**Matériel** : une gomme, un disque, un rectangle, une balle de ping-pong, blancs.

**Passation** : Le patient devra décider si l'objet qui lui est présenté, en champ visuel central, à 30-40 cm de lui, est un disque ou une balle, un rectangle ou une gomme.

L'examineur présentera un par un les objets. Cette épreuve n'est à présenter qu'en champ visuel central et le patient fermera les yeux entre chaque item.

**Cotation** : Le score maximal s'élève à 4 points

- 1 point par réponse correcte (4 objets)
- 0 point en cas d'erreur

## 20. Jugement d'identité (cf. annexe 17)

Cette épreuve est conçue afin de mettre en évidence une distorsion de la perception visuelle. Certains patients peuvent percevoir des différences sur des objets similaires. Elle met également en évidence un trouble de l'exploration visuelle.

Parmi les quatre images proposées deux sont simples, dont l'une ne compte qu'une différence, et deux plus complexes, dont l'une compte six différences. Chacun des deux dessins de chaque feuille de passation doit être à égale distance des bords de la feuille, de sorte à être disposé symétriquement.

Dessins simples :- sans différence- deux rectangles de 6.8 x 5.3cm.

-avec différence- deux rectangles de même dimension, dont l'angle haut droit de celui de gauche est tronqué.

Dessins complexes :-sans différence- deux dessins de femme dont le nombre d'éléments à analyser a été équilibré équitablement et en quantité suffisante,

-avec différences- deux dessins de château fort dont le nombre d'éléments à analyser ainsi que les différences (deux à gauche, deux à droite et deux au centre) ont été équilibrés équitablement et en quantité suffisante.

**Matériel** : 4 planches A4 format paysage. Une première avec deux rectangles dont l'un est tronqué en haut à droite, une deuxième avec deux rectangles similaires, une troisième avec deux dessins de femmes similaires et une quatrième avec deux dessins de châteaux, comportant six différences (deux à gauche, deux à droite, deux au centre).

**Passation** : L'examineur présentera au patient les planches une par une et lui demandera si les deux dessins sont identiques et si non pourquoi. Le patient pourra s'il le souhaite entourer les différences qu'il percevra.

**Cotation** : Le score maximal s'élève à 9 points

- 1 point pour chaque différence retrouvée
- 1 point si les dessins similaires sont reconnus comme tels
- 0 point en cas d'erreur du patient.

Il sera intéressant de noter qualitativement si le patient perçoit des différences inexistantes. Il faudra noter si elles sont perçues à gauche, à droite ou au centre. Il faudra également prendre en considération les omissions de différences et leur emplacement ainsi que les persévérations.

## 21. Figures enchevêtrées (cf. annexe 15)

Cette épreuve permet d'évaluer la capacité d'analyse visuelle et de détecter d'éventuels signes de simultagnosie (i.e., incapacité à reconnaître des objets présentés simultanément).

La tâche consiste à repérer des contours d'objets, enchevêtrés les uns dans les autres.

Cette épreuve a été repensée à partir d'épreuves de figures enchevêtrées déjà existantes. Les différents items ont été choisis pour être le plus neutre possible. Les dessins ont été agencés

de façon équilibrée autour d'un item central (maison), cinq dessins sont répartis à gauche et cinq autres à droite. Les distracteurs pour l'épreuve de figures enchevêtrées conçue pour les patients présentant des troubles du langage ont été choisis pour leur proximité formelle ou sémantique.

**Matériel** : Une planches au format A4, comportant des dessins superposés en noir et blanc dans une orientation paysage et représentant des contours d'objets ou animaux fréquents (chaussure, moto, fourchette, guitare, pantalon, lunettes, t-shirt, maison, souris, canard, tasse). Un chronomètre. Une planche a été conçue en cas de trouble du langage important (cf. annexe 3)

**Passation** : L'examineur présentera la planche au patient et lui demandera de dénommer tout ce qu'il reconnaît dans le dessin. Présenter la seconde planche si le patient présente un trouble du langage important type manque du mot. Dans ce cas, la cotation se fait sur désignation.

**Cotation** : Le score maximal est de 11 points.

- 1 point pour chaque bonne réponse donnée (i.e., mot exact ou synonyme)

Pour une analyse qualitative, les erreurs et le temps seront relevés ainsi que toute perception localisée mais non dénommée.

## 22. Perception des couleurs (cf. annexe 8)

Cette épreuve permet d'évaluer la perception des couleurs chez le patient. Elle permet de déceler une éventuelle agnosie et de différencier une agnosie aperceptive d'une agnosie associative.

Les dessins constituant cette épreuve ont été choisis pour représenter la couleur qui leur correspondait de façon prototypique mais en veillant à ce qu'aucune expression n'associe le nom du dessin à la couleur à appairer (par exemple : « rouge comme une tomate », « jaune soleil », etc.) de sorte à ce que les patients utilisent uniquement leurs capacités perceptives.

**Matériel** : 8 carrés colorés en doubles ; une planche avec des dessins non coloriés (cochon, cigare, petits pois, carotte, maïs)

**Passation** : L'épreuve se fait en trois étapes. Tout d'abord, l'examineur présentera 8 carrés colorés au patient en lui demandant de les lui désigner. Ensuite l'examineur présentera la planche avec les dessins et demandera au patient, qui aura toujours les 8 couleurs à disposition, de replacer la couleur la plus adaptée sur les dessins de la planche. Enfin, l'examineur présentera les 8 autres carrés colorés et demandera au patient d'appairer les carrés par couleur.

**Cotation** : Le score maximal s'élève à 21 points

- 1 point par couleur correctement désignée
- 1 point par couleur correctement associée au dessin prototypique
- 1 point par appariement correct
- 0 point en cas d'erreur.

### 23. Reconnaissance des visages célèbres (cf. annexe 9)

Cette épreuve permet d'évaluer la prosopagnosie.

Le choix des personnalités a été fait selon les critères indiqués dans le tableau ci-dessous.

**Matériel** : 8 planches de visages de personnes célèbres réparties comme suit :

	Jeunes	Agés
Femmes célèbres vivantes	Céline Dion	Catherine Deneuve
Femmes célèbres décédées	Marilyne Monroe	Edith Piaf
Hommes célèbres vivants	Jean Dujardin	Nicolas Sarkozy
Hommes célèbres décédés	Mickael Jackson	Albert Einstein

**Passation** : Les visages de personnes célèbres sont successivement présentés au sujet qui devra les reconnaître.

**Cotation** : Le score maximal s'élève à 8 points

- 1 point si le patient donne le nom de la cible ou la reconnaît.
- 0 si le visage n'est pas reconnu.

### 24. Appariement de visages identiques (cf. annexe 10)

Cette épreuve permet d'évaluer la reconnaissance différée de visages et teste donc la présence d'une prosopagnosie. Elle a été créée et confectionnée de façon à engager la reconnaissance des visages seuls, sans autres éléments (cheveux, accessoires) distracteurs. Il a donc fallu photographier des visages dont les proportions et les morphologies devaient être proches et selon une distance définie. Les visages devaient convenir au mieux au cadre établi.

**Matériel** : 2 planches comprenant uniquement les visages-cibles (homme et femme) ; 2 planches comprenant les visages-cibles parmi des distracteurs du même sexe ; 2 planches vierges.

**Passation** : La planche comprenant uniquement l'item-cible est présentée au patient ; il doit mémoriser le visage. Pour introduire une latence, une feuille vierge est présentée puis une planche sur laquelle le sujet doit retrouver le visage parmi 4 distracteurs du même sexe.

**Cotation** : Le score maximal s'élève à 2 points

- 1 point est attribué si la réponse est correcte.

- 0 point si le visage n'est pas reconnu.

## 25. Imitation de la position des mains (cf. annexe 2)

Cette épreuve permet d'évaluer les praxies sur imitation, avec support visuel, elle est à comparer à l'épreuve de praxies symboliques sur ordre oral. Un échec à l'épreuve de coordination visuo-motrice devra être reconsidéré en cas d'échec aux épreuves praxiques en faveur d'un trouble de cet ordre.

Les positions à imiter devaient être le moins symbolique possible. Elles ont été photographiées pour l'examineur dans un souci de reproductibilité.

**Passation** : Le patient devra reproduire une position de mains identique à celle proposée par l'examineur.

**Cotation** : Le score maximal s'élève à 4 points

- 1 point par position correctement réalisée
- 0 point si le patient ne parvient pas à imiter le geste.

## 26. Appariement sémantique scène/image (cf. annexe 11)

Cette épreuve permet de mettre en évidence les capacités d'analyse visuelle du patient.

**Matériel** : 2 planches de 2 scènes ; 12 images dont 6 sémantiquement proches et 6 distracteurs.

**Passation** : L'examineur présentera une première scène au patient et lui donnera des images une par une en lui demandant de les associer ou non à la scène. Pour chaque scène, 3 images correspondent sémantiquement, trois autres sont des distracteurs.

**Cotation** : Le score maximal s'élève à 12 points

- 1 point attribué pour chaque dessin correctement apparié à la scène
- 1 point attribué si le patient écarte le distracteur.
- 0 point attribué en cas de mauvais appariement ou de non reconnaissance de lien sémantique.

## 27. Evaluation de la distance

Cette épreuve permet d'évaluer la possibilité du patient de se représenter la distance le séparant d'un objet fixe.

La position de l'examineur et la présentation (en champ central) des objets ont été pensées de sorte à éviter tout type d'indice donné au patient ainsi qu'à exclure d'autres troubles neurovisuels, qui seraient considérés comme des biais de la passation.

**Passation** : Il sera demandé au patient d'évaluer sur choix la distance (20 cm vs 1m) le séparant de l'objet (5 tentatives). Il devra fermer les yeux entre chaque essai. L'examineur se placera debout, sur le côté du patient et présentera le stimulus, bras tendu, dans son champ central.

**Cotation** : Le score maximal s'élève à 5 points

- 1 point par réponse correcte
- 0 point en cas d'erreur

## 28. Epreuve de l'horloge (BEN) (Rousseau, Beis et *al.*,2001 [76])

Cette épreuve permet d'évaluer les représentations mentales du patient et de mettre en évidence une éventuelle négligence spatiale unilatérale ou un trouble de l'organisation de l'espace.

Intégralement repris de la BEN, il est à noter que le cercle constituant le cadran de l'horloge doit figurer au centre de la feuille de passation. (cf. annexe 12)

**Matériel** : Cadran d'horloge issu de la BEN ; un chronomètre

**Passation** : Le cadran vierge d'une horloge est présenté au patient. Ce dernier devra le compléter en y indiquant les chiffres des heures. Il indiquera ensuite 9h10 avec des aiguilles.

**Cotation** : Le score maximal s'élève à 2 points

- 2 points si le cadran de l'horloge est correctement complété
- 1 point si le cadran est incomplet à gauche ou à droite
- 0 point si aucun chiffre du cadran n'est placé à gauche ou à droite.

On ne tient compte que de la répartition spatiale D/G des chiffres sur le cadran.

Temps de passation : noter en secondes le temps passé pour compléter l'horloge.

## 29. Dessin d'une forme simple yeux ouverts/yeux fermés

Cette épreuve permet d'évaluer une dissociation entre une réalisation sous contrôle visuel et sans contrôle visuel, afin de mesurer dans quelle mesure un trouble spatial et/ou attentionnel peut être majoré dans la modalité visuelle. L'étude de cette dissociation est également à rapprocher de la dissociation éventuelle entre trouble praxique sur ordre oral ou sur imitation et permet de savoir si le patient présente un trouble sur le versant spatial ou praxique pur, ou si son trouble se situe plutôt sur le versant visuo-attentionnel.

Le dessin de cette épreuve a été pensé de sorte à inclure, dans une moindre mesure, des aspects visuo-constructifs simples.

**Passation** : Le patient devra dessiner une forme simple (rond dans un carré) puis devra immédiatement la reproduire en fermant les yeux.

**Cotation** : Le score maximal s'élève à 1 point

- 1 point si la figure yeux ouverts est mieux réalisée que yeux fermés
- 0 point si la figure yeux fermés est mieux réalisée que yeux ouverts

## 30. Orientation spatiale et imagerie mentale spatiale (BIP) (Bourlon, Chokron, et al., 2009 [10]) (cf. annexe 14)

Cette épreuve permet d'évaluer les représentations mentales du patient et de les comparer à sa perception visuelle. Les huit planches sont extraites de la BIP (Batterie Imagerie mentale et Perception visuelle). Elles ont été sélectionnées de sorte à ce que la disposition soit appariée dans les deux processus, selon quatre coordonnées spatiales opposées deux à deux haut/bas et gauche/droite.

**Matériel** : 4 planches sur lesquelles sont répartis des points ; 4 planches sur lesquelles apparaît une flèche ; 4 planches avec une flèche et des points ; 11 planches vierges.

**Passation** : Lors de cette épreuve des séries de trois planches sont présentées au sujet. Le sujet doit mémoriser la localisation des points de la première. La seconde est blanche. Sur la troisième se trouve une flèche. Le sujet doit alors dire si la flèche pointe en direction d'un des points présentés sur la première planche.

**Cotation** : Le score maximal s'élève à 8 points

- 1 point attribué par réponse correcte
- 0 point attribué en cas d'erreur.

### 1.3.3. Remarques à l'issue des passations

La batterie a été pensée de sorte à n'engager qu'un minimum de frais si celle-ci devait être diffusée ou à utiliser des objets standards disponibles dans le commerce.

La passation des épreuves a mis en évidence certains biais qu'il nous paraît important de relever. En imprimant les batteries, la qualité d'impression a pu varier d'une batterie à l'autre, changeant légèrement les contrastes. L'épreuve de recherche de cibles sur image est notamment plus contrastée chez les patients que dans les deux cahiers qui nous ont servi de supports pour les passations des contrôles.

Les objets à reconnaître dans l'épreuve testant la reconnaissance visuelle ne sont pas fournis dans la batterie (montre, tasse, ciseaux, crayon à papier, clef, briquet). La forme de la montre peut alors changer radicalement en fonction de l'intervenant. Nous avons donc sélectionné des montres pour la passation des bilans, de façon à ce qu'elles soient le plus prototypique possible (rondes avec un bracelet à ardillon), mais ayant utilisé trois montres différentes, un biais supplémentaire a pu intervenir ici.

## 2. Analyse statistique

L'analyse statistique reprend les données quantitatives des résultats à la passation de la batterie. Nous avons croisé les données en fonction de l'âge, du sexe, du niveau d'études, de la pathologie, de son étiologie et de sa localisation.

Il convient, dans cette partie, de présenter les tests utilisés ainsi que les résultats obtenus pour répondre aux différentes hypothèses sous-tendues par notre étude. L'analyse statistique concerne l'étude de chacune des populations ainsi que la comparaison des deux groupes de sujets (contrôle et pathologique) pour les scores obtenus aux différentes épreuves de la batterie. Afin d'observer si les scores de ceux-ci diffèrent significativement, il s'agit d'utiliser plusieurs types de tests pour lesquels la valeur de  $p$  conclura à la significativité des résultats au risque alpha  $p < 0,05$ .

Nous avons effectué plusieurs types de comparaisons intergroupes lorsque la population dans chacun des groupes étudiés était suffisante :

- Lorsqu'il s'agissait de comparer **2 groupes**, nous avons réalisé une Anova lorsque la répartition des sujets suivait la loi normale, et un test U de Mann-Whitney lorsque ce n'était pas le cas.
- Lorsqu'il s'agissait de comparer **plus de 2 groupes**, nous avons réalisé une Anova lorsque la répartition des sujets suivait la loi normale, et un test H de Kruskal-Wallis lorsque ce n'était pas le cas.

Nous avons utilisé le logiciel Statistica pour analyser nos données.

Nous nous proposons de suivre le plan suivant :

- ❖ Scores seuils et pourcentage de réussite
- ❖ Performances de la population contrôle
- ❖ Performances de la population pathologique
- ❖ Comparaison des performances de la population contrôle et pathologique
- ❖ Observation des corrélations entre les subtests
- ❖ Observations qualitatives à l'issue des passations

### 2.1. Scores seuils et pourcentage de réussite

Afin d'établir une norme, nous avons calculé une moyenne et un écart-type pour chaque épreuve en fonction de la population des sujets sains. Lorsque la répartition des sujets suivait la loi normale (type courbe de Gauss), nous avons déterminé que les résultats d'un sujet se trouvaient hors-norme à  $\pm 2$  écarts-types de la moyenne (Epreuve de bissection de lignes uniquement). Lorsque la distribution ne suivait pas la loi normale, nous avons déterminé que le score d'un individu était hors-norme s'il était inférieur à celui de 95% de la population. Grâce à ces données, nous avons pu déterminer une base d'échecs et de réussites qui nous a permis de calculer un score total à la batterie.

En outre, cette base nous a également permis de définir un pourcentage de réussite par tranche d'âge (pourcentage de scores se situant au dessus du score seuil), pour chaque épreuve, au sein de la population pathologique. Il est à noter que 2 patients qui n'avaient pu effectuer toutes les épreuves ont été exclus du calcul du pourcentage.

Les données sont présentées dans le tableau suivant :

	Scores Max.	Scores Seuils (Contrôles)			% de réussite (Patients)		
		[18;35[(N=39)	[35;60[(N=30)	[60 et+ (N=27)	[18;35[(N=7)	[35;60[(N=10)	[60 et+ (N=19)
Orient. spontanée regard	3	3	3	3	100	100	84
Bisiach R	3	3	3	3	100	100	89
Distinction G/D schéma corp.	10	10	9	8	86	80	95
Praxies symb. et lat.	6	6	6	5	100	90	89
Réflexes visuels	2	2	2	2	100	90	89
Discri. Lum/obs	1	1	1	1	100	100	100
Poursuite+fix.	7	7	7	7	86	80	68
Détection CV	8	8	8	8	0	0	5
Extinction vis.	1	1	1	1	43	10	37
Orientation vol. regard	12	11	11	10	71	70	68
Barrage M	25	23	24	21	86	70	84
Barrage bols	35	32	32	29	71	90	84
Recherche cibles	5	5	5	5	100	90	58
Bissection lignes	Moy. +/- 2 SD	>10,9;-18,2>	>10,5;-22,3>	>18,4;19,3>	0	0	0
Coord. Visuo-mot.	6	5	4	2	71	50	79
Lecture	10	9,5	9,5	9,5	86	80	68
Ecriture	5	4	4	4	86	80	79
Mém. Visuelle	4	4	4	3	100	90	79
Astéréognosie	3	3	3	2	100	100	89
Reconnaissance vis.	3	3	3	3	100	90	100
Diff. 2D/3D	4	4	3	3	86	100	90
Jug. D'id.	9	7	7	7	100	80	74
Fig. enchevêtrées	11	11	11	9	43	30	47
Perception couleurs	21	21	21	19	86	80	89
Rnce visages célèbres	8	7	8	6	71	70	74
Appariement visages	2	2	2	2	86	90	79
Imitation position mains	4	4	4	3	57	30	74
Appariement sémantique	12	11	12	12	100	100	84
Evaluation profondeur	5	5	5	5	100	90	89
Horloge	2	2	2	2	100	100	89
Dessin yeux ouv. /fermés	1	1	1	1	100	90	84
Imagerie mentale spatiale	8	6	7	5	100	80	95
<b>Score total</b>	<b>32</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10</b>

## 2.2. Performances de la population contrôle

Il s'agit, dans un premier temps d'analyser les résultats obtenus par la population contrôle. Nous avons réparti les sujets en trois classes d'âge, [18 ; 35[(N= 39), [35 ; 60[(N=30) et [60 et + (N=27), pour lesquelles nous avons calculé les moyennes et écarts-types à chacune des épreuves et au score total de la batterie.

Certaines épreuves du protocole révèlent un effet significatif de l'âge. En effet, on retrouve un effet significatif global pour les trois tranches d'âge aux épreuves de **Distinction gauche/droite et schéma corporel** ( $H(2, N=96) = 16.51, p < 0.05$ ), d'**Orientation volontaire du regard** ( $H(2, N=96) = 10.15, p < 0.05$ ), de **Perception des couleurs** ( $H(2, N=96) = 9.5, p < 0.05$ ), de **Reconnaissance des visages célèbres** ( $H(2, N=96) = 11.07, p < 0.05$ ) et d'**Appariement sémantique** ( $H(2, N=96) = 9.32, p < 0.05$ ) après avoir pratiqué un test de Kruskal-Wallis pour chacune d'entre elle avec  $p < 0,05$ . Les moyennes et écarts-types sont présentées dans le tableau ci-dessous :

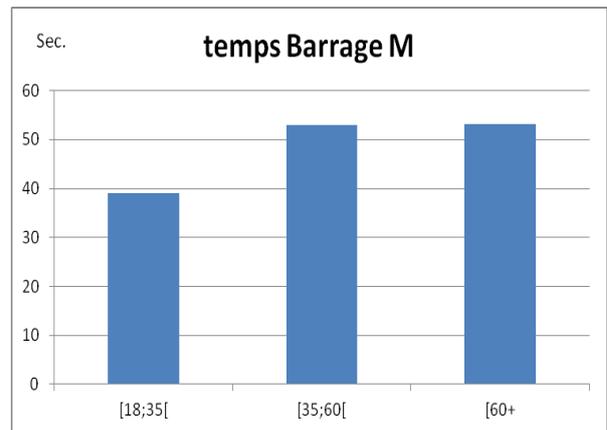
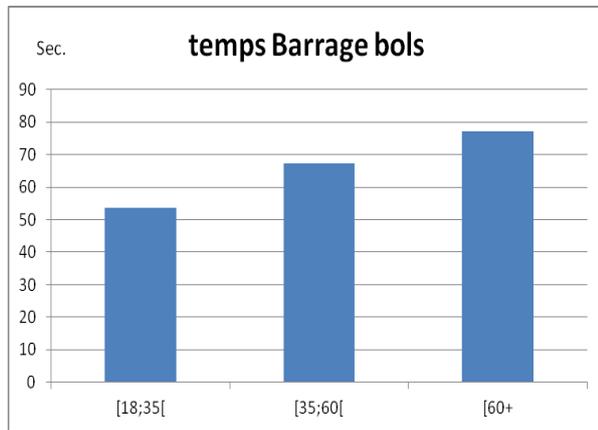
	[18;35[ Moy. (sd)	[35;60[ Moy. (sd)	[60+ Moy. (sd)
Distinction G/D+Schéma corpo	10 (0)	9,9 (0,31)	9,55 (0,75)
Orientation vol. regard	11,82 (0,55)	11,73 (0,52)	11,29 (0,91)
Perception couleurs	20,97 (0,16)	20,97 (0,18)	20,74 (0,52)
Rnce visages célèbres	7,77 (0,54)	7,97(0,18)	7,44 (0,80)
Appariement sémantique	11,74 (0,5)	11,93 (0,25)	12 (0)

Moy.=Moyenne (sd)= Ecart-type

On remarque que les performances des sujets chutent avec l'âge pour les épreuves de Distinction gauche/droite et schéma corporel, d'Orientation volontaire du regard, et de Perception des couleurs. Les visages de personnes célèbres retenus sont mieux reconnus par la tranche d'âge [35 ; 60[ et moins bien par les sujets âgés de 60 ans et plus. L'épreuve d'appariement sémantique scène/image est mieux réussie avec l'âge.

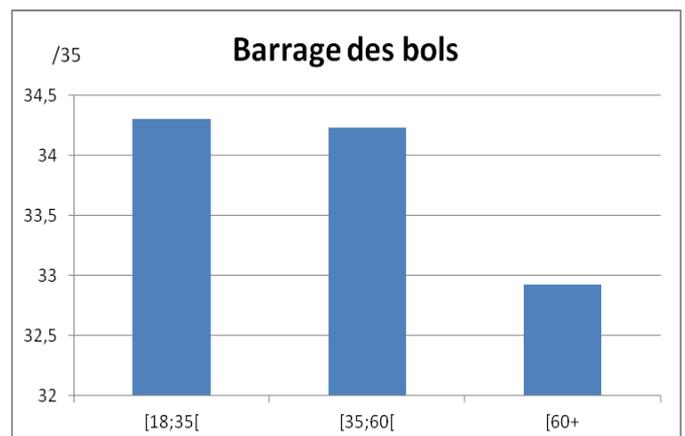
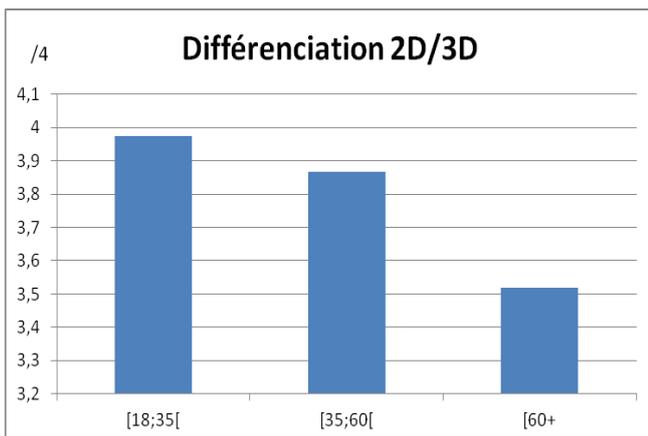
Toutes les performances qui suivent ont été soumises à un test de Kruskal-Wallis, sauf la bissection de ligne pour laquelle une Anova a été pratiquée.

Les sujets de la tranche [18 ;35[ (barrage des M :Moy.= 39, SD=12.17 ; barrage des bols : Moy.=53.54 , SD=19.57) mettent significativement moins de **temps** (en secondes) à effectuer les **barrages des M** ( $H(2, N=96) = 17.26, p < 0.05$ ) et **des bols** ( $H(2, N=96) = 22.93, p < 0.05$ ) que les deux autres tranches d'âge ( pour les [35 ;60[ : barrage des M : Moy.=52.97,SD=22.51; barrage des bols : Moy.=67.37 , SD=28.40 ; pour les [60 et+ : barrage des M :Moy.=53.18,

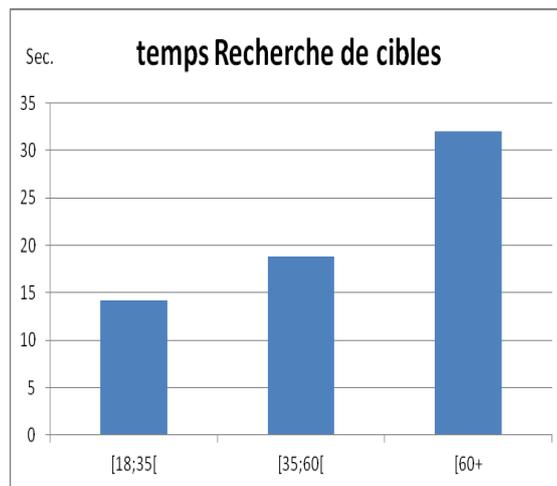
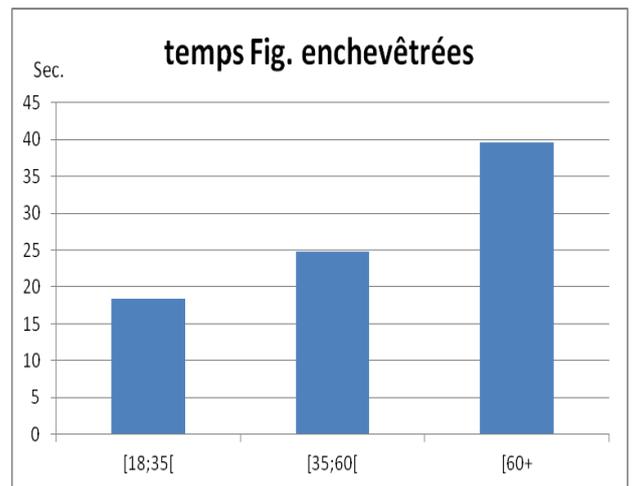
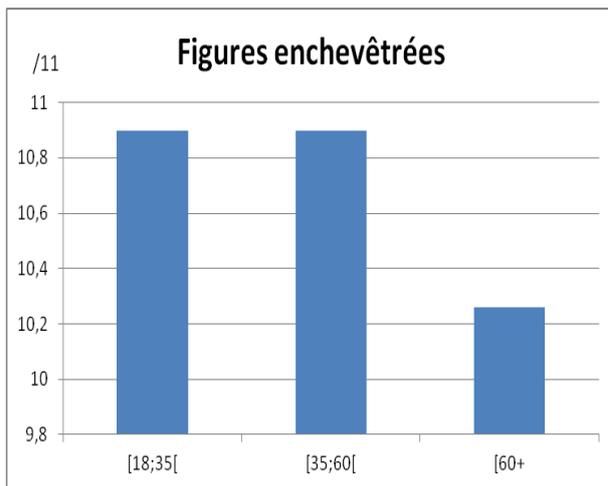


(SD=17.20 ; barrage des bols : Moy.=77.15, SD=19.33 ).

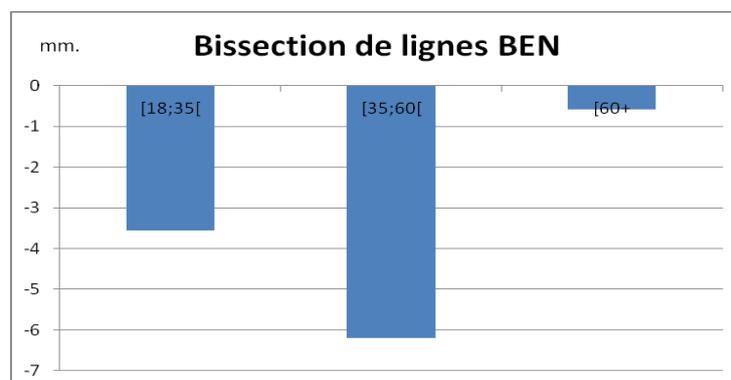
En outre, pour l'épreuve du **barrage des bols** ( $H(2, N=96) = 10.69, p < 0.05$ ) les scores des sujets les plus jeunes ([18,35[ : Moy.=34.30, SD=1.19) sont également significativement meilleurs que ceux de la tranche 60 ans et plus (Moy.=32.92, SD=2.17). La même observation peut être faite pour l'épreuve de **différenciation 2D/3D** tel que  $H(2, N=96) = 20.86, p < 0.05$  (pour les [18,35[ : Moy.=3.97, SD=0.16 ; pour les [60 et+ : Moy.=3.52, SD=0.58).



Les tests pratiqués ont révélé que les sujets âgés de 60 ans et plus obtenaient des scores significativement inférieurs aux autres tranches d'âge à l'épreuve des **figures enchevêtrées** tel que  $H(2, N=96) = 19.58, p < 0.05$  (pour les [60 et+ : Moy. = 10.26, SD = 0.98 ; pour les [35 ; 60 [ : Moy.=10.9, SD=0.30, pour les [18,35 [ : Moy.=10.9, SD=0.38). La même différence significative est observée en ce qui concerne les **temps** mis pour identifier les **figures enchevêtrées** tel que  $H(2, N=88) = 25.17, p < 0.05$  (pour les [60 et+ : Moy. = 39.58, SD = 21.28 ; pour les [35 ; 60 [ : Moy.=24.72, SD=14.55, pour les [18,35 [ : Moy.=18.39, SD=7.96) et les **cibles sur image** tel que  $H(2, N=96) = 26.88, p < 0.05$  (pour les [60 et+ : Moy. = 32, SD = 17.79 ; pour les [35 ; 60 [ : Moy.=18.83, SD=14.19, pour les [18,35 [ : Moy.=14.18, SD=5.23).



Une Anova a été réalisée afin d'analyser les résultats à l'épreuve de **bissection de lignes** ( $F(2, 93) = 3.48, p < 0.05$ ), celle-ci met en évidence que les sujets les plus âgés (Moy. (en mm.) = -0.59, SD = 9.59) montrent significativement moins de biais latéralisé que les sujets âgés de 35 à 60 ans (Moy. = -6.2, SD = 7.24).



Nous ne retrouvons pas d'effet significatif de la variable âge sur les sujets contrôles pour les scores obtenus aux épreuves suivantes :

Praxies symboliques représentatives et latéralité, Discrimination lumière/obscurité, Poursuite et

fixation visuelles, Extinction visuelle, Barrage des M, Recherche de cibles sur image, Coordination visuo-motrice, Lecture/ Ecriture, Mémoire visuelle, Astéréognosie, Reconnaissance visuelle, Jugement d'identité, Appariement de visages identiques, Evaluation de la distance, Imitation de la position des mains, Horloge et temps de l'Horloge, Dessin yeux ouverts/fermés, Orientation spontanée du regard. Notons qu'aucun effet de l'âge n'est retrouvé sur le score total à la batterie.

Une fois les groupes d'âge analysés, il nous a paru intéressant de vérifier un effet du sexe et du niveau d'étude, que nous avons divisé en niveau <Bac, de [Bac à Bac+3[, de [Bac+3 à Bac+5[et de [Bac+5 et+, au sein de chaque classe d'âge.

### 2.2.1. Groupe [18,35 [

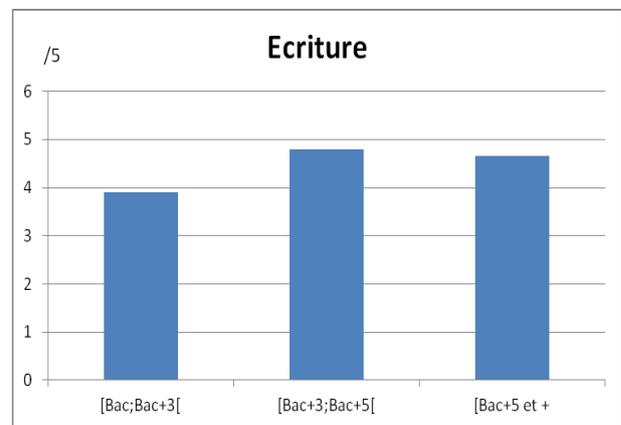
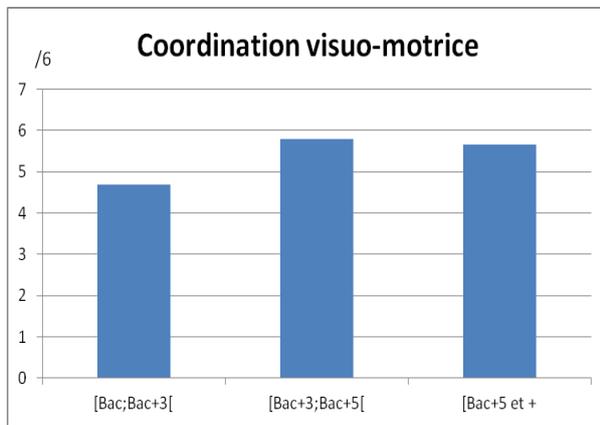
Cette tranche d'âge était constituée de 24 femmes et de 15 hommes. Un test U de Mann-Whitney a été pratiqué mais n'a révélé aucun effet du sexe sur les performances aux épreuves.

De la même façon, nous ne retrouvons aucun effet entre les niveaux <Bac (N=4), [Bac à Bac+3[(N=15), [Bac+3 à Bac+5[(N=11) et [Bac+5 et+ (N=9) après la réalisation d'un test Kruskal-Wallis.

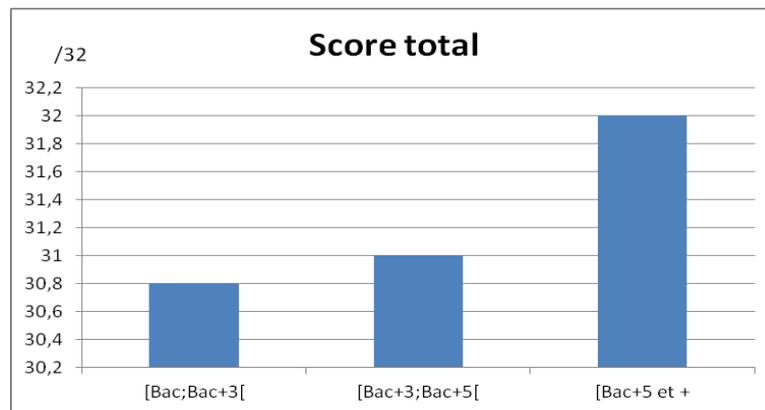
### 2.2.2. Groupe [35 ; 60[

Dans cette tranche d'âge, seul un sujet sur trente avait un niveau inférieur au bac, contre neuf à dix sujets pour les autres niveaux d'étude. Le test de Kruskal-Wallis a révélé un effet significatif global en fonction du niveau d'étude pour l'épreuve d'**Imagerie mentale spatiale** tel que  $H(2, N = 29) = 6.74, p < 0.05$  (population [Bac à Bac+3[ : Moy. = 6.1, SD = 0.57 ; [Bac+3 à Bac+5[ : Moy. = 7.7, SD = 0.67 et [Bac+5 et+ : Moy. = 7.67, SD = 0.5). En effet l'imagerie mentale spatiale est moins bonne chez les [Bac à Bac+3[.

Pour l'épreuve de **coordination visuo-motrice** ( $H(2, N = 29) = 9.91, p < 0.05$ ), un effet significatif du niveau d'étude est apparu entre les [Bac à Bac+3[(Moy. = 4.7, SD = 0.95) et les [Bac+3 à Bac+5[(Moy. = 5.8, SD = 0.42). L'épreuve d'**écriture** ( $H(2, N = 29) = 14.56, p < 0.05$ ) met en exergue le même effet significatif du niveau d'étude entre les [Bac à Bac+3[(Moy. = 3.9, SD = 0.32) et les [Bac+3 à Bac+5[(Moy. = 4.8, SD = 0.42) mais également entre les [Bac à Bac+3[et les [Bac+5 et+ (Moy. = 4.67, SD = 0.5).



Le niveau d'étude influence significativement sur le **score total** ( $H(2, N = 29) = 11.97, p < 0.05$ ) : les performances des [Bac+5 et+ (Moy. = 32, SD = 0) sont meilleures que celles des deux autres groupes ([Bac à Bac+3[ : Moy. = 30.8, SD = 0.92 et [Bac+3 à Bac+5[ : Moy. = 31, SD = 0.67).



Aucun effet significatif du sexe n'a été retrouvé parmi les 5 hommes et les 25 femmes de cette tranche d'âge ; toutefois les effectifs hommes/femmes n'étaient pas appariés.

### 2.2.3. Groupe [60 et +

Cette tranche d'âge était constituée de cins sujets dont le niveau d'étude était <Bac, de onze sujets entre [Bac et Bac+3[, de quatre [Bac+3 à Bac+5[et de 7 [Bac+5 et+. Le test H de Kruskal-Wallis a révélé un effet significatif global des groupes pour les épreuves de **Coordination visuo-motrice** ( $H(3, N = 27) = 8.07, p < 0.05$ ) et de **Lecture** ( $H(3, N = 27) = 9.91, p < 0.05$ ). Les moyennes et écarts-types se répartissent de la façon suivante :

	<Bac Moy. (sd)	[Bac;Bac+3[ Moy. (sd)	[Bac+3;Bac+5[ Moy. (sd)	[Bac+5 et + Moy. (sd)
Coordination visuo-motrice	4,40 (1,52)	5,64 (0,67)	5,75 (0,50)	4,00 (1,63)
Lecture	9,60 (0,42)	10,00 (0,00)	10,00 (0,00)	9,79 (0,27)

Pour ces deux épreuves, les sujets de [Bac à Bac +5] réussissent mieux que leurs pairs.

Un effet significatif du sexe sur le groupe (hommes : N=13, femmes : N=19) a été retrouvé pour les épreuves de **Distinction gauche/droite et schéma corporel** (U = 53, p<0.05), de **Lecture** (U = 49, p<0.05), de **Différenciation 2D/3D** (U = 52, p<0.05) et de **Perception des couleurs** (U = 49, p<0.05) grâce au test U de Mann-Whitney. Une Anova réalisée pour les **temps** de l'épreuve de **Recherche de cible** (F (3, 23) = 1.02, p<0.05), a également mis en évidence un effet significatif du sexe. Les moyennes et écarts-types se répartissent de la façon suivante :

	Femmes Moy. (sd)	Hommes Moy. (sd)
Distinction G/D et Schéma corporel	9,86 (0,36)	9,23 (0,93)
Temps Rech. cibles	23 (10,14)	41,69 (19,44)
Lecture	10 (0)	9,73 (0,33)
Différenciation 2D/3D	3,28 (0,61)	3,77 (0,44)
Perception couleurs	21 (0)	20,46 (0,66)

Les hommes ont de meilleurs scores à l'épreuve de différenciation 2D/3D, les femmes se révèlent être plus performantes à toutes les autres épreuves citées ci-dessus.

### 2.3. Performances de la population pathologique

La même répartition en classes d'âge a été adoptée pour la population pathologique constituée de 7 sujets dans la tranche [18 ; 35[(4 hommes et 3 femmes), de 10 dans la tranche [35 ; 60[(5 hommes et 5 femmes) et de 19 sujets pour ceux âgés de 60 ans et plus (10 hommes et 9 femmes).

Cette population était constituée de 6 sous-groupes déterminés en fonction de leur pathologie :

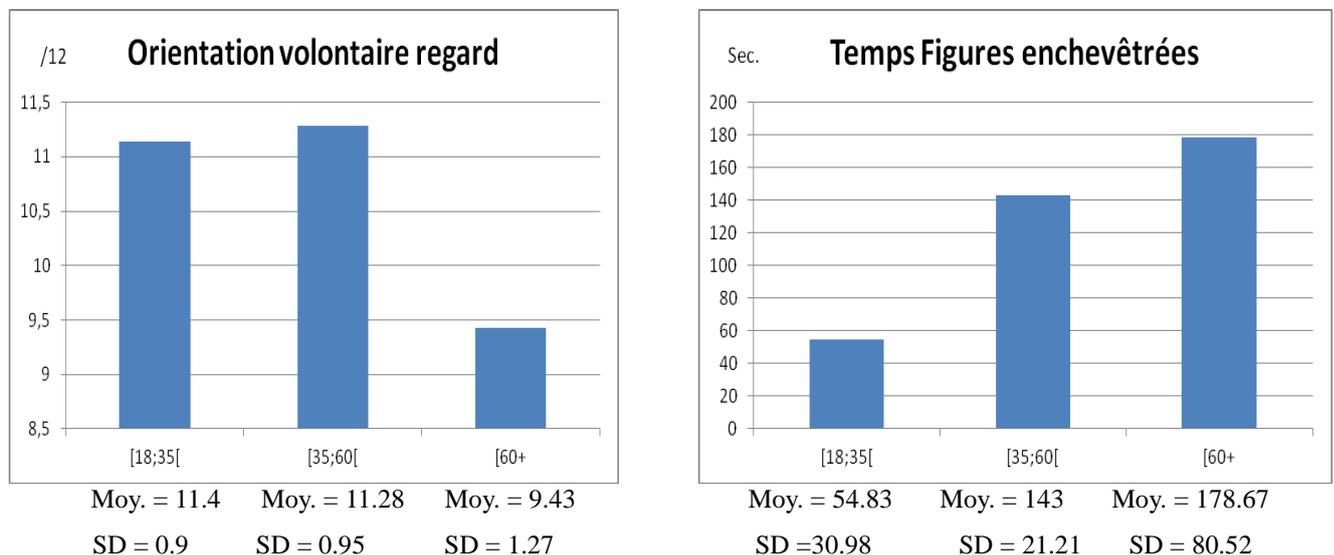
classe d'âge	pathologie	effectif
[18;35[	HLH G	3
	HLH D	4
[35;60[	HLH G	3
	HLH D	4
	HLH G+NSU G	2
	QUADRAIG	1
[60 et+	HLH G	2
	HLH D	5
	HLH G+NSU G	5
	QUADRAIG	2
	QUADRAID	2
	NSUG	3

#### Légende :

HLH G : Hémianopsie Latérale Homonyme Gauche  
 HLH D : Hémianopsie Latérale Homonyme Droite  
 NSU G : Négligence Spatiale Unilatérale Gauche  
 QUADRAID : Quadransopie Inférieure Droite  
 QUADRAIG : Quadransopie Inférieure Gauche

Les résultats de ces différents groupes, lorsque l'effectif était suffisant, ont été soumis à une analyse de variance afin de déceler un éventuel effet du sexe, du niveau d'étude et du type de pathologie au sein de chaque classe d'âge. Le patient quadranopsique gauche des [35 ; 60[ a donc été exclu.

L'Anova a révélé un effet significatif de l'âge sur l'ensemble de la population hémianopsique (HLHG+ HLHD) pour les épreuves d'**Orientation volontaire du regard** ( $F(2,18) = 6.73, p < 0.05$ ) et pour le **temps** de repérage des **Figures enchevêtrées** ( $F(2,8) = 7.52, p < 0.05$ ). En ce qui concerne l'orientation volontaire du regard, les patients les plus âgés sont majoritairement moins efficaces que les patients plus jeunes. Le temps mis pour effectuer la tâche de repérage des figures enchevêtrées augmente avec l'âge de façon linéaire.



Un test de Kruskal-Wallis a mis en évidence un effet significatif de l'âge sur les résultats à l'épreuve de **Mémoire visuelle** ( $H(2, N = 21) = 6.63, p < 0.05$ ) sur l'ensemble de la population hémianopsique. Les patients HLH de plus de 60 ans ([60 et+ : Moy. = 3.43, SD = 0,79) échouent davantage cette épreuve que les 2 autres groupes (Moy. = 4, SD = 0).

Les tests pratiqués n'ont révélé ni effet du sexe, ni du niveau d'études au sein des différents types de pathologie en fonction de leur classe d'âge. Aucun effet significatif de l'âge n'est retrouvé en fonction de la latéralisation du trouble.

## 2.4. Comparaison des performances de la population contrôle et pathologique

Dans un premier temps, il est à noter qu'une Anova a été pratiquée pour exclure une différence significative d'âge entre les sujets sains et pathologiques au sein de chaque classe d'âge. Nous avons donc analysé les résultats par tranche d'âge.

### 2.4.1. Groupe [18 ; 35[

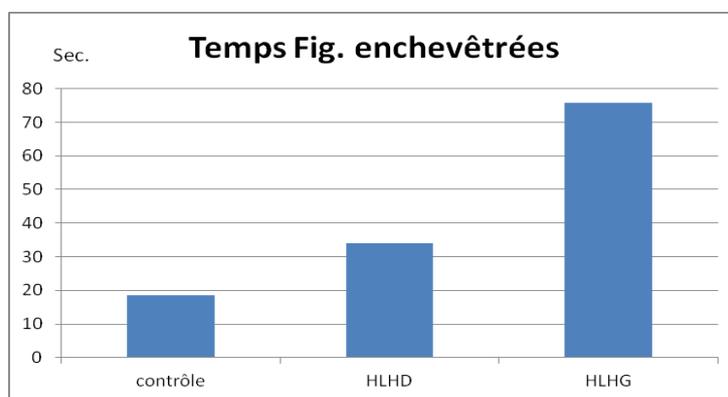
Rappelons qu'au sein de cette tranche d'âge nous ne retrouvons, parmi la population pathologique, que 2 sous-groupes HLH droite (HLH D) et HLH gauche (HLH G).

Un test de Kruskal-Wallis a mis en évidence une différence significative globale des performances entre les groupes pathologiques et contrôles pour les épreuves de **Distinction Gauche/Droite et Schéma corporel** ( $H(2, N = 46) = 10.5, p < 0.05$ ), de **Poursuite/ Fixation visuelles** ( $H(2, N = 46) = 10.5, p < 0.05$ ), des **Figures enchevêtrées** ( $H(2, N = 46) = 11.62, p < 0.05$ ), d'**Extinction visuelle** ( $H(2, N = 46) = 24.46, p < 0.05$ ), d'**Appariement de visages identiques** ( $H(2, N = 46) = 10.5, p < 0.05$ ), d'**Imitation de la position des mains** ( $H(2, N = 46) = 18.02, p < 0.05$ ), d'**Orientation volontaire du regard** ( $H(2, N = 46) = 10.7, p < 0.05$ ). Les sujets pathologiques obtiennent des scores significativement inférieurs à ceux des contrôles.

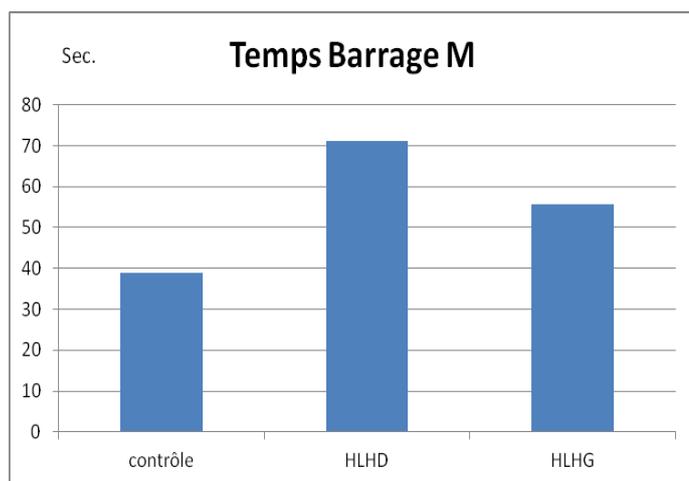
Les moyennes et écarts-types à chacune des épreuves sont présentées dans le tableau suivant :

	Contrôles Moy. (sd)	HLHG Moy. (sd)	HLHD Moy. (sd)
Distinction G/D et Schéma corporel	10 (0)	10 (0)	9,75 (0,5)
Poursuite/ Fixation	7 (0)	7 (0)	6,75 (0,5)
Extinction visuelle	1 (0)	0,33 (0,58)	0,5 (0,58)
Orientation volontaire regard	11,82 (0,56)	11,67 (0,58)	10,75 (0,96)
Figures enchevêtrées	10,9 (0,38)	10 (1)	10,25 (0,96)
Appariement visages	2 (0)	2 (0)	1,75 (0,5)
Imitation position des mains	4 (0)	3,33 (1,15)	3,5 (0,58)

Pour le **Temps aux figures enchevêtrées**, seuls les patients HLH G (Moy. = 75.67, SD = 27.13) obtiennent des temps significativement plus longs ( $H(2, N = 39) = 11.31, p < 0.05$ ) que ceux des contrôles (Moy. = 18.39, SD = 7.96).

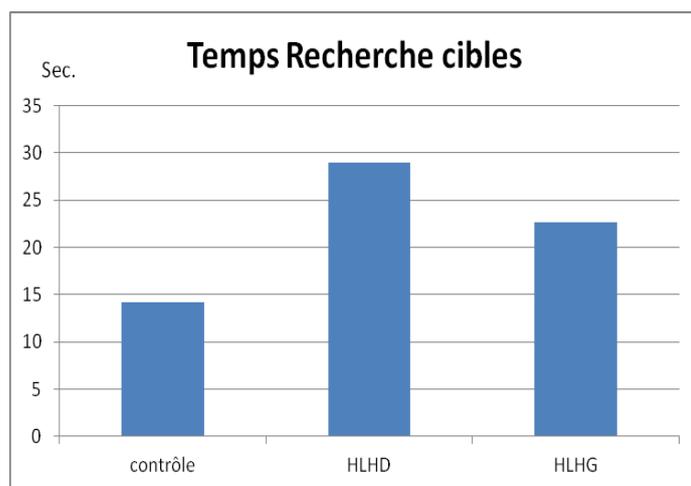


Au contraire, seuls les HLH D réalisent significativement plus lentement (**Temps**) que les contrôles les épreuves de **barrage des M** ( $H(2, N = 46) = 8.06, p < 0.05$ ) et de **Recherche de cibles** ( $H(2, N = 46) = 9.27, p < 0.05$ ).



Moy. = 39  
SD = 12.17

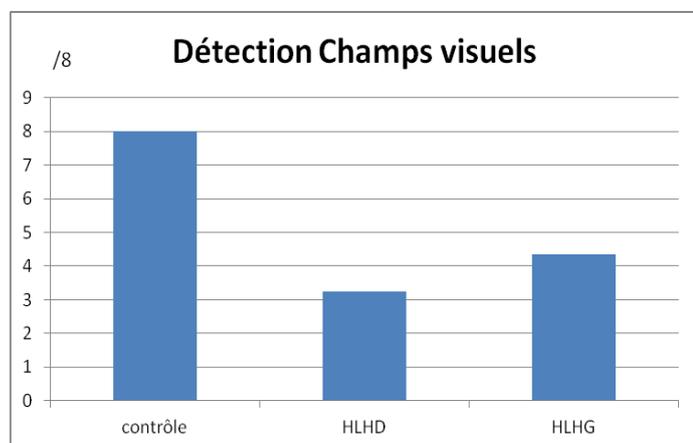
Moy. = 71.25  
SD = 33.51



Moy. = 14.18  
SD = 5.23

Moy. = 29  
SD = 11.63

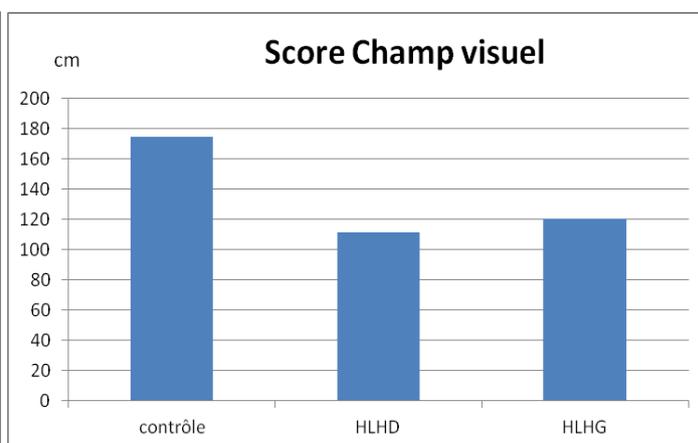
Certaines épreuves sont échouées significativement par chacun des groupes HLH G et HLH D par rapport aux sujets contrôles. Cette observation concerne les épreuves de **Détection/Champs visuels** ( $H(2, N = 46) = 44.7, p < 0.05$ ), de **Score (en cm) du champ visuel** ( $H(2, N = 46) = 44.68, p < 0.05$ ), le **Temps au barrage des bols** ( $H(2, N = 46) = 12.12, p < 0.05$ ) ainsi que le **Score total** à la batterie ( $H(2, N = 46) = 19.6, p < 0.05$ ).



Moy. = 8  
SD = 0

Moy. = 3.25  
SD = 2.06

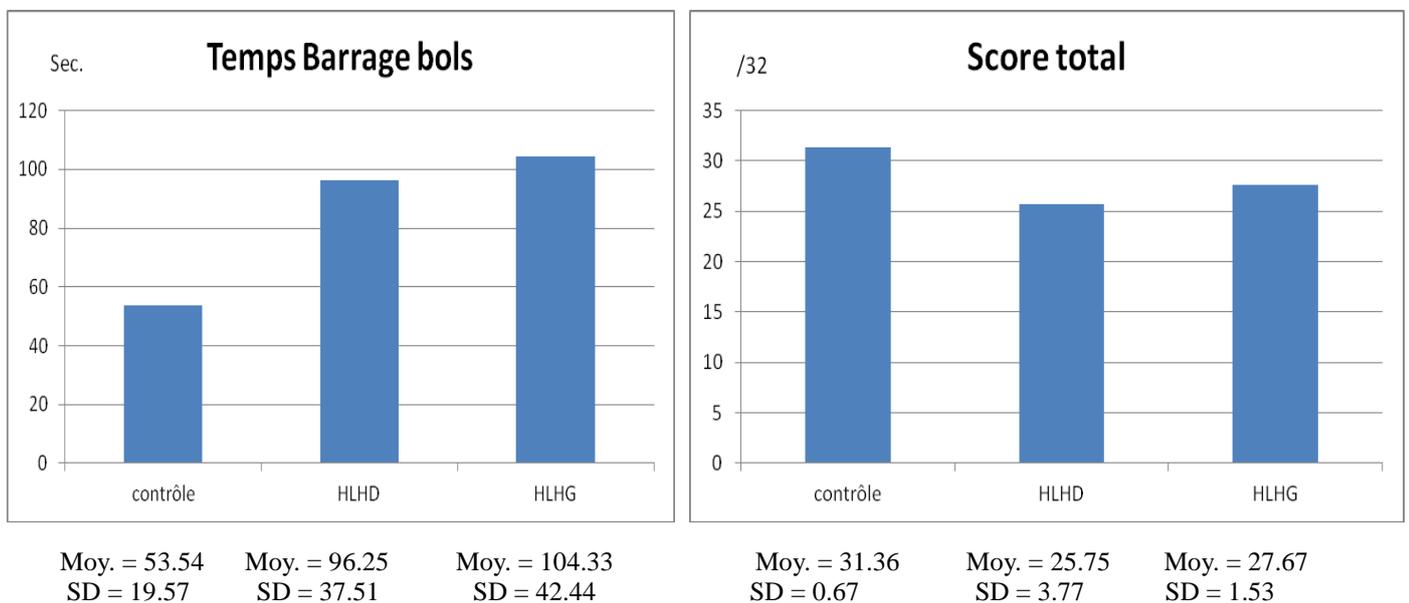
Moy. = 4.33  
SD = 1.15



Moy. = 174.5  
SD = 0

Moy. = 111.47  
SD = 35.44

Moy. = 120.5  
SD = 22.79



#### 2.4.2. Groupe [35 ; 60[

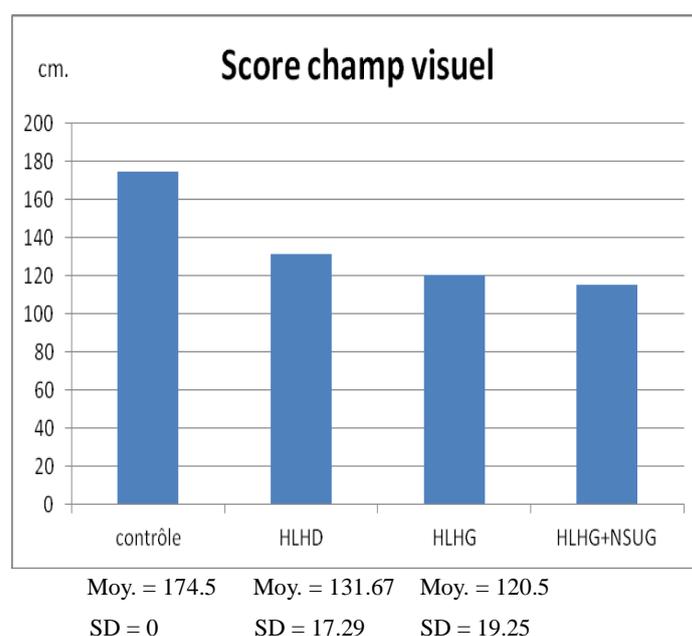
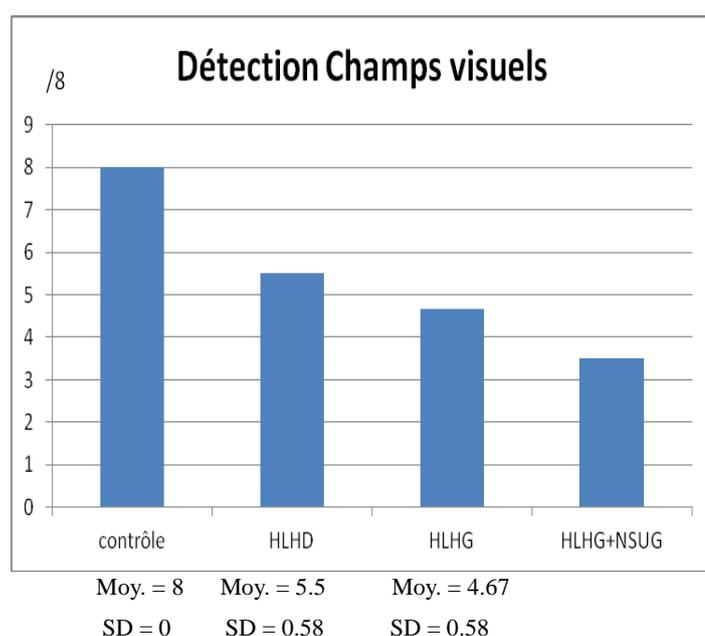
Au sein de cette tranche d'âge nous retrouvons parmi la population pathologique 4 sous-groupes HLH droite, HLH gauche, HLH gauche et Négligence Spatiale Unilatérale Gauche (HLHG+NSUG) et un patient quadranopsique inférieur gauche ; ce dernier ne constituant pas un groupe, il n'a pu être inclus dans l'analyse.

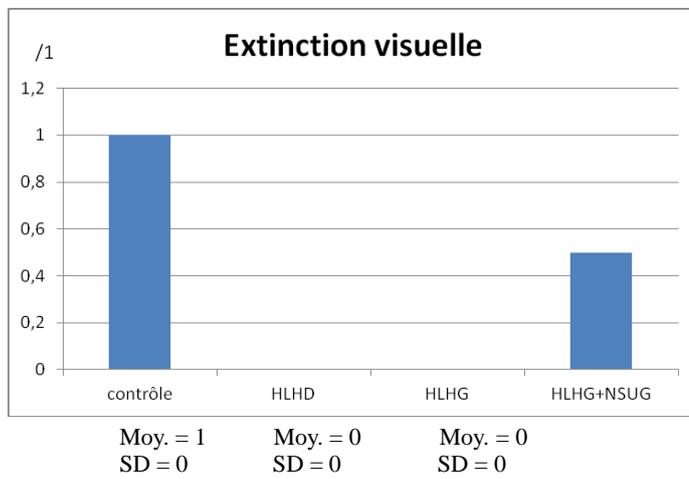
Pour la tranche d'âge [35 ; 60[, un test de Kruskal-Wallis a mis en évidence une différence significative globale des performances entre les groupes pathologiques et contrôles pour les épreuves de **Distinction Gauche/Droite et Schéma corporel** ( $H(3, N = 39) = 13.33, p < 0.05$ ), de **Poursuite/ Fixation visuelles** ( $H(3, N = 39) = 13.22, p < 0.05$ ), des **Figures enchevêtrées** ( $H(3, N = 39) = 15.11, p < 0.05$ ), de **Coordination visuo-motrice** ( $H(3, N = 39) = 10.59, p < 0.05$ ), d'**Appariement de visages identiques** ( $H(3, N = 39) = 18.5, p < 0.05$ ), d'**Imitation de la position des mains** ( $H(3, N = 37) = 16.97, p < 0.05$ ), de **Lecture** ( $H(3, N = 38) = 12.68, p < 0.05$ ), de **Bissection de lignes** ( $H(3, N = 39) = 8.87, p < 0.05$ ), de **Reconnaissance visuelle** ( $H(3, N = 39) = 8.75, p < 0.05$ ), de **Recherche de cibles** ( $H(3, N = 39) = 8.75, p < 0.05$ ), de **Perception des couleurs** ( $H(3, N = 39) = 11.32, p < 0.05$ ), de **Réflexes visuels** ( $H(3, N = 39) = 8.75, p < 0.05$ ), d'**Evaluation de la distance** ( $H(3, N = 39) = 12, p < 0.05$ ), au **Temps de recherche de cibles** ( $H(3, N = 39) = 9.91, p < 0.05$ ) et au **Temps de barrage des M** ( $H(3, N = 38) = 12.04, p < 0.05$ ). Les sujets pathologiques obtiennent des scores significativement inférieurs à ceux des contrôles.

Les moyennes et écart-types aux différentes épreuves apparaissent dans le tableau suivant :

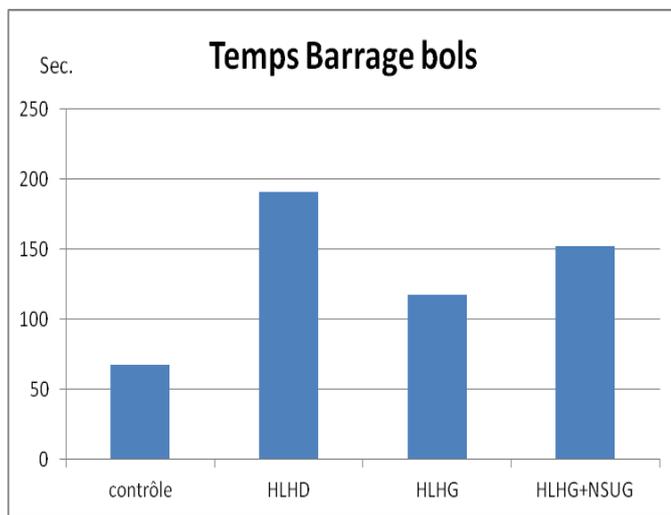
	Contrôles Moy. (sd)	HLHG Moy. (sd)	HLHD Moy. (sd)	HLHG+NSUG Moy. (sd)
Distinction G/D Schéma corporel	9,90 (0,31)	10,00 (0,00)	6,00 (4,24)	9,50 (0,71)
Réflexes visuels	2,00 (0,00)	2,00 (0,00)	1,75 (0,50)	2,00 (0,00)
Poursuite/Fixation	7,00 (0,00)	7,00 (0,00)	6,88 (0,25)	6,50 (0,71)
Recherche cibles	5,00 (0,00)	5,00 (0,00)	4,75 (0,50)	5,00 (0,00)
Tps Rech. cibles	18,83 (14,19)	33,67 (31,47)	42,50 (24,31)	63,00 (48,08)
Bissection lignes BEN	-6,20 (7,25)	8,67 (43,43)	15,75 (22,44)	-17,50 (13,44)
Coordination visuo- motrice	5,37 (0,85)	4,67 (1,15)	2,50 (3,00)	1,00 (1,41)
Lecture	9,92 (0,19)	10,00 (0,00)	6,83 (5,06)	9,00 (0,71)
Rnce visuelle	3,00 (0,00)	3,00 (0,00)	2,75 (0,50)	3,00 (0,00)
Fig. enchevêtrées	10,90 (0,31)	10,00 (1,00)	8,50 (3,32)	9,50 (0,71)
Perception couleurs	20,97 (0,18)	21,00 (0,00)	18,50 (4,36)	21,00 (0,00)
Eval. distance	5,00 (0,00)	4,67 (0,58)	5,00 (0,00)	5,00 (0,00)
Appariement visages	2,00 (0,00)	2,00 (0,00)	2,00 (0,00)	1,50 (0,71)
Imitation position des mains	3,97 (0,18)	3,33 (1,15)	2,67 (1,15)	3,00 (1,22)
Temps Barrage M	52,97 (22,51)	94,00 (65,94)	91,67 (20,21)	147,00 (1,41)

En outre, certaines épreuves sont échouées significativement par chacun des groupes HLH G et HLH D par rapport aux sujets contrôles. Cette observation concerne les épreuves de **Détection/ Champs visuels** ( $H(3, N = 39) = 37.63, p < 0.05$ ), de **Score (en cm) du champ visuel** ( $H(3, N = 39) = 37.41, p < 0.05$ ), et **l'Extinction visuelle** ( $H(3, N = 39) = 35.01, p < 0.05$ ).

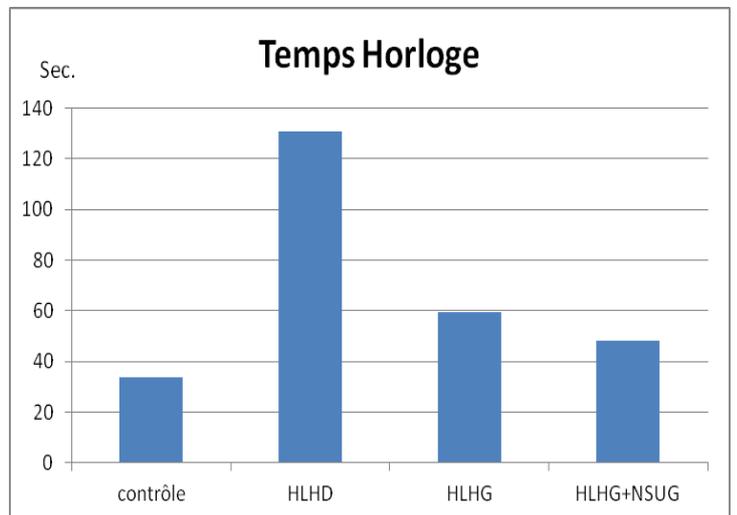




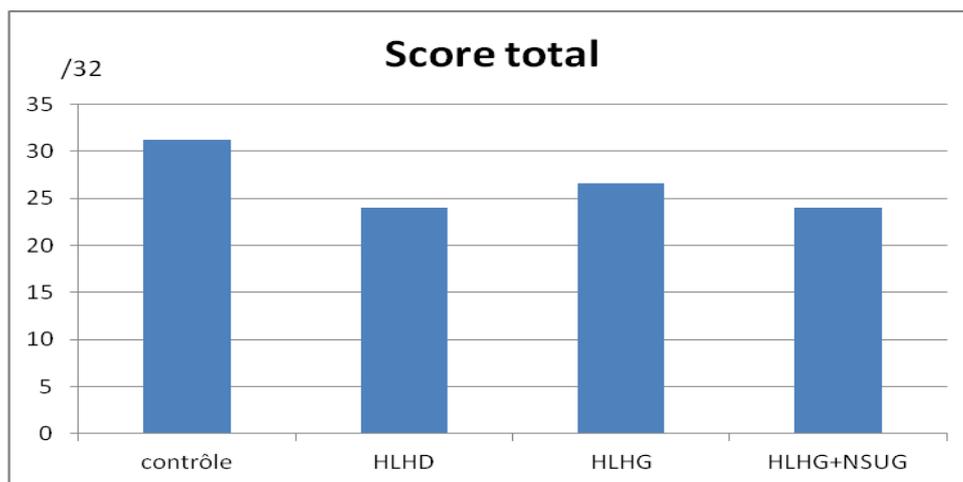
En revanche, seuls les HLH D réalisent significativement plus lentement (**Temps**) que les contrôles les épreuves de **Barrage des bols** ( $H(3, N = 39) = 16.48, p < 0.05$ ) et de réalisation de l'**Horloge** ( $H(3, N = 39) = 9.52, p < 0.05$ ). Ils obtiennent également un résultat significativement inférieur aux contrôles pour le **Score total** à la batterie ( $H(3, N = 39) = 21.71, p < 0.05$ ).



Moy. = 67.37 SD = 28.40  
Moy. = 190.5 SD = 91



Moy. = 33.86 SD = 37.24  
Moy. = 131 SD = 73.22



Moy. = 31.23 SD = 0.82  
Moy. = 24 SD = 4.69

Aucune épreuve n'est uniquement chutée de manière significative par le groupe HLH G ou HLHG+NSUG.

### 2.4.3. Groupe [60 et +]

Au sein de cette tranche d'âge nous retrouvons parmi la population pathologique 6 sous-groupes HLH droite, HLH gauche, HLH gauche et Négligence Spatiale Unilatérale Gauche, Quadransopie inférieure gauche (QUADRAIG), Quadransopie inférieure droite (QUADRAID) et Négligence Spatiale Unilatérale Gauche.

Pour la tranche des sujets âgés de 60 ans et plus, un test de Kruskal-Wallis a mis en évidence une différence significative globale entre les performances des groupes pathologiques et un score maximal aux épreuves de **Bisiach révisée** ( $H(6, N = 46) = 17.39, p < 0.05$ ) et d'**Orientation spontanée du regard** ( $H(6, N = 46) = 21.95, p < 0.05$ ). Pour l'épreuve de Bisiach révisée, tous les groupes obtiennent le score maximal de 3 excepté le groupe des NSUG (Moy. = 2, SD = 1.73) et des QUADRAIG (Moy. = 2.5, SD = 0.71). L'orientation spontanée du regard (3) n'est altérée qu'au sein des groupes NSUG (Moy. = 1.67, SD = 1.53) et HLHG+NSUG (Moy. = 2.2, SD = 1.3).

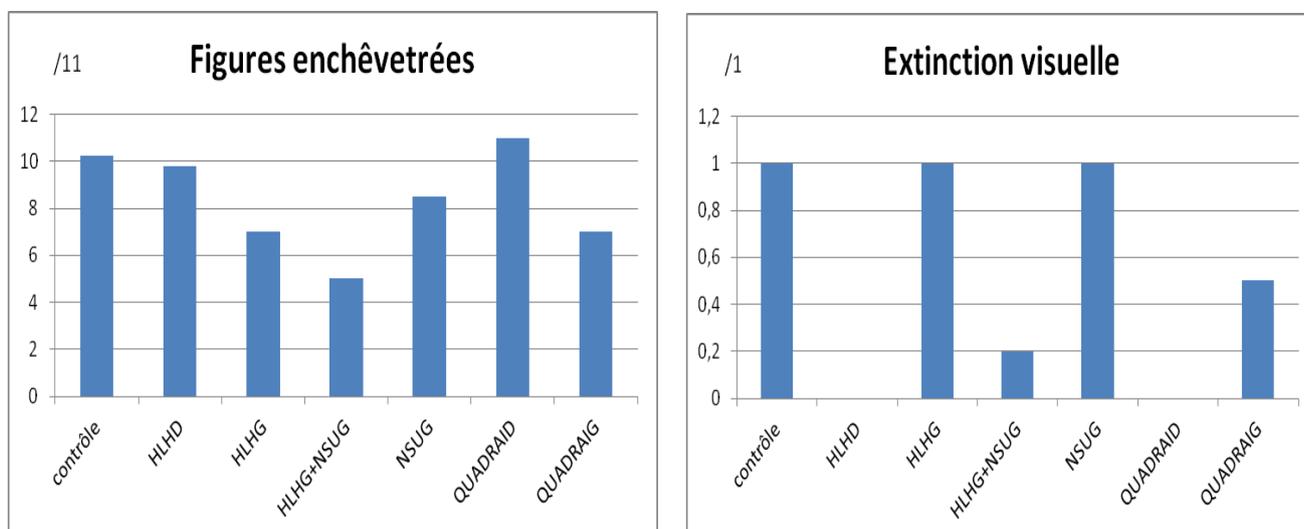
Une différence significative globale a également été révélée pour les performances des groupes pathologiques comparées aux contrôles pour les épreuves de **Réflexes visuels** ( $H(6, N = 46) = 22, p < 0.05$ ), de **Reconnaissance des visages célèbres** ( $H(6, N = 44) = 18.42, p < 0.05$ ), d'**Appariement de visages identiques** ( $H(6, N = 44) = 19.93, p < 0.05$ ), de **Dessins yeux ouverts/fermés**, ( $H(6, N = 44) = 14.84, p < 0.05$ ), de **Recherche de cibles** ( $H(6, N = 46) = 20.62, p < 0.05$ ) au **Temps de recherche de cibles** ( $H(6, N = 45) = 15.79, p < 0.05$ ), au **Temps de Barrage des bols** ( $H(6, N = 45) = 23.15, p < 0.05$ ) et au **Temps de barrage des M** ( $H(6, N = 46) = 16.91, p < 0.05$ ). Les sujets pathologiques obtiennent des scores significativement inférieurs à ceux des contrôles.

Les moyennes et écart-types aux différentes épreuves apparaissent dans le tableau suivant :

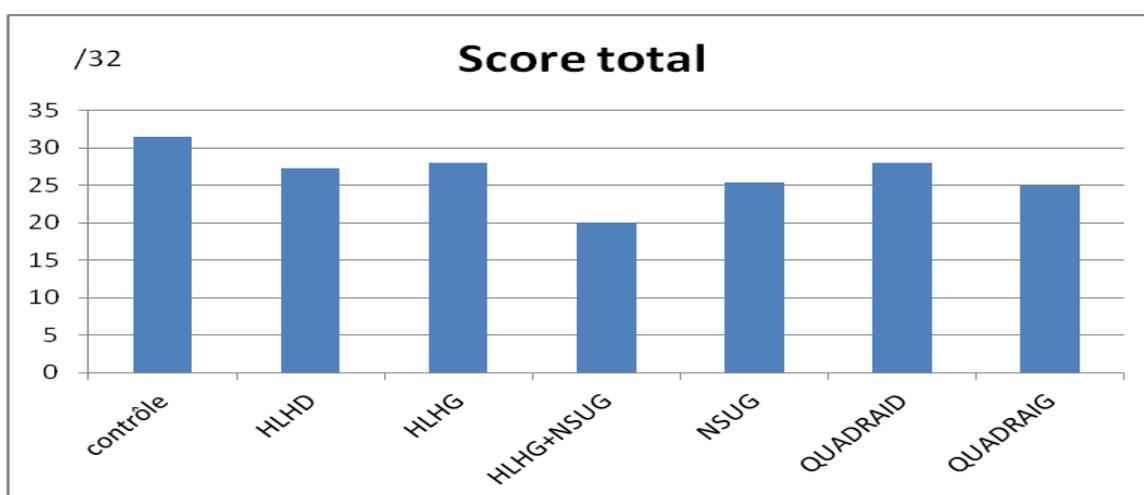
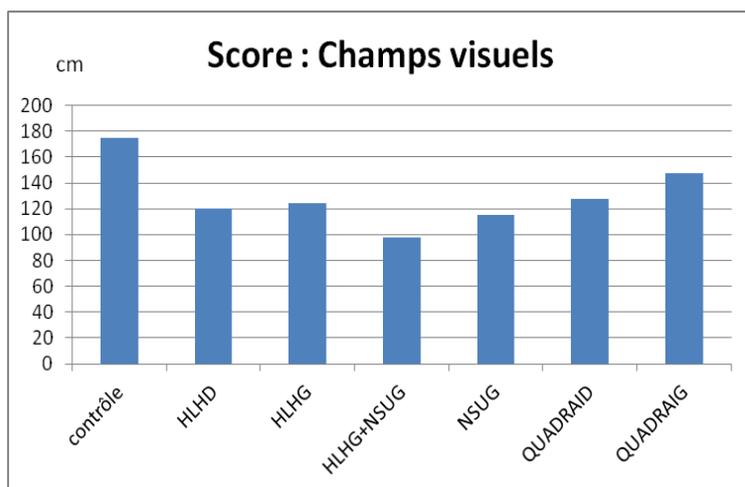
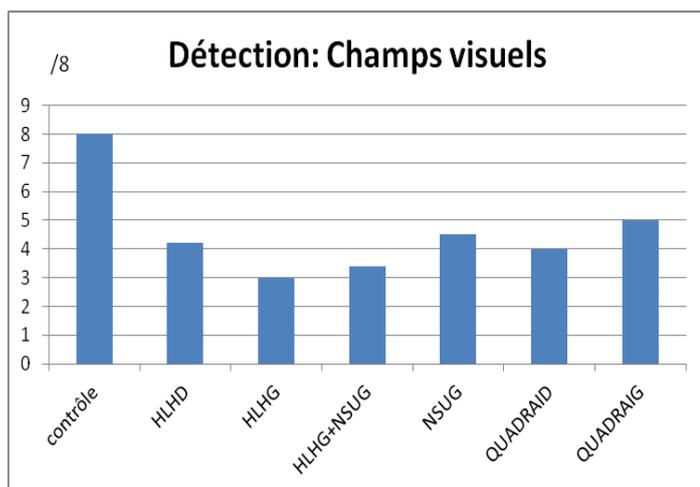
	Contrôles Moy. (sd)	HLHG Moy. (sd)	HLHD Moy. (sd)	QUADRAIG Moy. (sd)	QUADRAID Moy. (sd)	NSUG Moy. (sd)	HLHG+NSUG Moy. (sd)
Réflexes	2,00 (0,00)	1,50 (0,71)	2,00 (0,00)	2,00 (0,00)	2,00 (0,00)	2,00 (0,00)	2,00 (0,00)
Temps Barrage M	53,19 (17,21)	54,50 (7,78)	89,40 (49,96)	119,00 (59,40)	73,50 (19,09)	169,00 (67,95)	137,60 (84,28)
Temps Barrage bols	77,15 (19,33)	109,50 (14,85)	183,80 (140,11)	168,00 (79,20)	200,00 (52,33)	244,67 (99,93)	268,50 (186,28)
Temps Recherche cibles	32,00 (17,79)	89,00 (32,72)	69,20 (46,35)	152,00 (35,36)	101,50 (113,84)	115,00 (76,32)	75,20 (37,81)

Rnce visages célèbres	7,44 (0,80)	6,00 (0,00)	7,00 (1,22)	3,50 (3,54)	8,00 (0,00)	7,00 (1,41)	5,25 (0,96)
Appariement visages	2,00 (0,00)	1,50 (0,71)	2,00 (0,00)	2,00 (0,00)	2,00 (0,00)	2,00 (0,00)	1,50 (0,58)
Dessin yeux ouverts/ fermés	1,00 (0,00)	1,00 (0,00)	1,00 (0,00)	1,00 (0,00)	1,00 (0,00)	0,50 (0,71)	0,75 (0,50)
Recherche cibles	5 (4,8)	4,75 (3,6)	2,67 (5)	3 (0)	0,45 (0,35)	1,67 (2,08)	0 (2,83)

Pour l'épreuve d'**Extinction visuelle**, seuls les patients HLH D (Moy. =0, SD = 0) obtiennent des scores significativement inférieurs ( $H(6, N = 46) = 38.40, p < 0.05$ ) à ceux des contrôles (Moy. = 1, SD =0). Tandis que pour l'épreuve des **Figures enchevêtrées**, seuls les patients HLHG+NSUG (Moy. =5, SD = 3.67) obtiennent des scores significativement inférieurs ( $H(6, N = 45) = 17.56, p < 0.05$ ) à ceux des contrôles (Moy. = 10.26, SD =0.98).



Par ailleurs, certaines épreuves sont échouées significativement par chacun des groupes HLHG+NSUG et HLH D par rapport aux sujets contrôles. Cette observation concerne les épreuves de **Détection/ Champs visuels** ( $H(6, N = 45) = 38.57, p < 0.05$ ) avec une moyenne de 4.2 et un écart-type de 0.84 pour les HLHD, une moyenne de 3.4 et un écart-type de 1.67 pour les HLHG+NSUG, et une moyenne de 8 et un écart-type de 0 pour les contrôles. Le **Score (en cm) du champ visuel** ( $H(6, N = 44) = 38.24, p < 0.05$ ) est également concerné avec une moyenne de 120.05 et un écart-type de 8.12 pour les HLHD, une moyenne de 98.09 et un écart-type de 24.41 pour les HLHG+NSUG et une moyenne de 174.5 et un écart-type de 0 pour les contrôles, ainsi que le **Score total** à la batterie ( $H(6, N = 46) = 29.4, p < 0.05$ ) dont les moyennes et écart-types figurent sous le graphique correspondant.



Moy. = 31.52 SD = 0.58

Moy. = 27.2 SD = 3.03

Moy. = 20 SD = 7.52

Les résultats des autres groupes aux épreuves de la batterie ne se révèlent pas statistiquement significatifs.

## 2.5. Observation des corrélations entre les subtests

Pour regarder quelles tâches font appel aux mêmes processus, les associations entre les signes caractéristiques d'une pathologie et repérer d'éventuelles redondances entre les épreuves, il nous paraissait pertinent de faire l'étude des corrélations pour les différents scores obtenus après passation de la batterie. Cette analyse a été effectuée sur les scores de la totalité de la population pathologique ainsi qu'au sein de chaque sous-groupe pathologique, tous âges confondus (HLH D, HLH G, NSU G+HLH G, QUADRAIG, NSU G).

Sur les 39 scores testés, toutes pathologies confondues :

- Pour 7 d'entre eux les corrélations n'ont pu être calculées du fait du peu de variabilité des scores (Orientation spontanée du regard, Réflexes, Discrimination lumière/obscurité, Reconnaissance visuelle, Evaluation de la profondeur, Test de l'Horloge, Dessin yeux ouverts/yeux fermés),

- 13 épreuves sont significativement corrélées avec un maximum de 3 épreuves ( aucune corrélation significative : Barrage des M, Bissection de lignes, Imagerie mentale spatiale, Imitation de la position des mains ; 1 corrélation significative : Score au champ visuel en cm, Ecriture, Appariement des visages ; 2 corrélations significatives : Temps à l'Horloge, Mémoire visuelle ; 3 corrélations significatives : Distinction gauche/droite et schéma corporel, Poursuite/ Fixation, Extinction visuelle, Orientation volontaire du regard ).

- 9 épreuves sont significativement corrélées à un nombre variant entre 4 et 10 épreuves (Lecture, Praxies symboliques représentatives et latéralité, Barrage des bols, Temps au barrage des bols, Perception des couleurs, Temps des figures enchevêtrées, Temps au barrage des M, Détection/Champ visuel, Temps de recherche de cibles).

-10 épreuves sont corrélées significativement à 10 ou plus des autres épreuves (Bisiach Révisé, Jugement d'identité, Astéréognosie, Recherche de cibles, Coordination visuo-motrice, Figures enchevêtrées, Reconnaissance des visages célèbres, Score total).

Du fait du nombre important d'épreuves analysées et des corrélations significatives révélées, nous ne décrivons que celles qui paraissent les plus pertinentes.

Les corrélations significatives suivantes mettent en évidence un lien statistique entre deux épreuves. Notons qu'une corrélation ne signifie pas qu'un lien de cause à effet existe entre les épreuves. Néanmoins, cette étude permet d'entrevoir certaines associations entre des résultats, qui peuvent sembler logiques en fonction des échecs qu'entraîne un type de trouble particulier.

#### ❖ Corrélations pertinentes en lien avec une amputation du champ visuel :

Sur l'analyse des résultats toutes pathologies confondues, nous retrouvons une corrélation significative entre l'épreuve de **Détection/ Champ visuel** et le **Score au champ visuel en cm** ( $R^2 = 0.5, p < 0.05$ ), l'**Extinction visuelle** ( $R^2 = 0.31, p < 0.05$ ), le **Temps au barrage des M** ( $R^2 = 0.31, p < 0.05$ ) et le **Temps au barrage des bols** ( $R^2 = 0.36, p < 0.05$ ).

Une corrélation significative entre l'épreuve de **Détection/ Champ visuel** et le **Temps au barrage des bols** ( $R^2 = 0.92, p < 0.05$ ) est également retrouvée sur l'analyse des résultats du

groupe HLH G. Le groupe HLHG+NSUG présente un **Score au champ visuel en cm** corrélé significativement au **Temps des M** ( $R^2 = 0.96$ ,  $p < 0.05$ ) et à celui **des bols** ( $R^2 = 0.98$ ,  $p < 0.05$ ). En revanche, aucune de ces corrélations n'est retrouvée sur l'analyse des résultats du groupe HLH D.

❖ Corrélations pertinentes en lien avec un trouble de l'exploration visuelle :

Sur l'analyse des résultats toutes pathologies confondues, nous retrouvons une corrélation significative entre l'épreuve de **Recherche de cibles** et de **Lecture** ( $R^2 = 0.38$ ,  $p < 0.05$ ), de **Barrage des bols** ( $R^2 = 0.3$ ,  $p < 0.05$ ) et de **Jugement d'identité** ( $R^2 = 0.64$ ,  $p < 0.05$ ), ainsi qu'une corrélation significative entre le **Temps de barrage des M** et le **Temps de barrage des bols** ( $R^2 = 0.76$ ,  $p < 0.05$ ). Les scores aux barrages n'apparaissent pas corrélés entre eux.

L'analyse des résultats du groupe NSUG présente un **Temps des M** corrélé significativement à la **Bissection de lignes** ( $R^2 = 1$ ,  $p < 0.05$ ).

L'analyse des résultats du groupe HLHG+NSUG présente un score **au Temps des bols** corrélé significativement à la **Bissection de lignes** ( $R^2 = 0.96$ ,  $p < 0.05$ ), ainsi qu'un score à la **Recherche de cibles** corrélé significativement à la **Bissection de lignes** ( $R^2 = 0.96$ ,  $p < 0.05$ ).

Pour la vitesse d'exploration visuelle, notons que, toutes pathologies confondues, nous retrouvons une corrélation significative entre le **Temps des figures enchevêtrées** et le **Temps du barrage des M** ( $R^2 = 0.48$ ,  $p < 0.05$ ) ainsi que le **Temps du barrage des bols** ( $R^2 = 0.58$ ,  $p < 0.05$ ).

❖ Corrélations pertinentes en lien avec un trouble de la reconnaissance visuelle :

Sur l'analyse des résultats toutes pathologies confondues, nous retrouvons une corrélation significative entre l'épreuve de **Figures enchevêtrées** et de **Recherche de cibles** ( $R^2 = 0.83$ ,  $p < 0.05$ ), de **Temps au barrage des M** ( $R^2 = 0.36$ ,  $p < 0.05$ ), de **Jugement d'identité** ( $R^2 = 0.83$ ,  $p < 0.05$ ), d'**Appariement sémantique** ( $R^2 = 0.72$ ,  $p < 0.05$ ), de **Lecture** ( $R^2 = 0.3$ ,  $p < 0.05$ ) et de **Reconnaissance des visages célèbres** ( $R^2 = 0.61$ ,  $p < 0.05$ ). Les scores aux barrages n'apparaissent pas corrélés entre eux.

Une corrélation significative entre l'épreuve de **Figures enchevêtrées** et le **Temps au barrage des M** ( $R^2 = 0.98$ ,  $p < 0.05$ ) est également retrouvée sur l'analyse des résultats du groupe HLH G. Toutefois, on ne retrouve pas la même tendance, pourtant attendue, chez les patients atteints d'une lésion droite (NSUG+HLHG et NSUG).

❖ Autres remarques :

Sur l'analyse des résultats toutes pathologies confondues, nous retrouvons une corrélation significative entre l'épreuve de **Poursuite/Fixation** et d'**Orientation volontaire du regard** ( $R^2 = 0.32, p < 0.05$ ), tendance qui n'est pas retrouvée au sein des sous-groupes.

Notons que nous ne retrouvons aucune corrélation significative avec l'épreuve d'Imagerie mentale spatiale pour toutes les pathologies confondues. La même constatation peut être faite pour l'épreuve d'Imitation de la position des mains.

## 2.6. Observations qualitatives à l'issue des passations

Sur le plan qualitatif, nous avons pu remarquer à l'issue des passations, certaines réponses récurrentes voire inattendues :

- Près de 15% des contrôles méconnaissent le nom des doigts. Il nous paraît donc difficile d'interpréter un échec à cette épreuve comme signant une agnosie digitale (épreuve de Distinction gauche/droite et schéma corporel).
- Le geste symbolique signifiant « c'est bien ! » n'est pas familier à la totalité de la population (6% d'échec au sein de la population contrôle), il nous semblerait pertinent de remplacer cet item par un autre plus prototypique. De plus la consigne « faites semblant d'écrire une lettre » pouvant introduire un biais de compréhension du terme « lettre », nous proposons de la remplacer par « carte postale ».
- Pour les barrages, notons que la stratégie de lecture est utilisée par environ 40% des contrôles. Suivent ensuite les stratégies haut/bas, puis de proche en proche et beaucoup plus rarement la stratégie aléatoire. Cet ordre s'applique aux deux types de barrages : verbal (M) et non verbal (bol).
- L'épreuve de lecture a révélé que le déchiffrage d'un logatome trisyllabique composé de digraphes (purnoita) entraîne davantage d'erreurs par rapport aux autres logatomes (carsilu, trupin), mots ou syllabes. Il serait certainement nécessaire de le simplifier dans une version future. L'écriture d'une phrase complexe a, quant à elle, révélé que les règles

grammaticales (accord du participe passé avec COD antéposé à l'auxiliaire avoir et pluriel) posaient des difficultés à près de 50% de la population contrôle.

- Les sujets contrôles ayant confondu les objets en 2D avec ceux en 3D présentaient tous un écart de correction important entre les deux yeux. Cette épreuve n'est donc pas sensible qu'à un trouble neurovisuel.
- Pour le jugement d'identité, la différence la moins bien perçue par les contrôles était au centre du dessin (toit). De même, pour la recherche de cibles, le premier item demandé, placé au centre, demandait plus de temps que les autres avant d'être repéré (voiture). Nous pouvons émettre l'hypothèse que l'exploration visuelle obéit à une stratégie de lecture et focalise davantage l'attention aux extrémités. Devant la disparité des temps mis pour réaliser l'épreuve de jugement d'identité, une prise en compte de celui-ci serait pertinente.
- L'omission la plus fréquente à l'épreuve des figures enchevêtrées est l'item central de la maison qui est enchevêtré à tous les autres items. Lorsqu'il n'est pas omis, il est souvent remarqué en dernier, cet oubli ne signe donc pas nécessairement une simultagnosie. Les fausses reconnaissances concernent toutes les roues de la moto (croissant, pacman, clef à molette etc.), leur modification ultérieure mérite réflexion.
- Certains dessins prototypiques choisis pour l'épreuve de perception des couleurs nous ont interrogés. En effet, la carotte a été associée à la couleur rouge par 5% des contrôles, et le cigare, bien qu'associé à la bonne couleur, a été confondu avec une cigarette par un grand nombre de contrôles. Par ailleurs il nous semble préférable de ne pas inclure d'objet subversif au sein d'un test de dépistage.
- La Reconnaissance des visages célèbres est fortement corrélée à l'âge : les contrôles de plus de 60 ans reconnaissent plus difficilement les personnalités proposées, notamment Jean Dujardin. Les personnalités reconnues par tous sont : Marilynne Monroe, Nicolas Sarkozy et Michael Jackson. La population plus jeune, reconnaît plus facilement les personnalités de leur génération (Nicolas Sarkozy, Jean Dujardin, Michael Jackson). Cette épreuve questionne sur sa validité à long terme, puisqu'une personnalité comme

Dujardin n'est célèbre que sur une période donnée. Il serait intéressant de proposer un étalonnage de visages célèbres à reconnaître en fonction d'une tranche d'âge donnée.

- L'épreuve de coordination visuo-motrice semble dépendre de facteurs comportementaux tels que la motivation du sujet lors de sa réalisation. En effet, la tâche pouvant paraître infantilissante ou trop facile, les patients comme les sujets contrôles la réalisent parfois précipitamment et l'échouent sans présenter pour autant de trouble de la fonction testée. Il conviendrait donc de la remplacer par une épreuve plus complexe et motivante (tracé d'un chemin entre deux lignes, le plus rapidement possible, par exemple).
- Nous remarquons un effet plafond pour l'épreuve d'Appariement de visages identiques. En effet, l'écart-type est de 0 chez les contrôles et proche de 0 chez les patients. Il nous paraîtrait intéressant de multiplier les items et le nombre de distracteurs. Il faudra s'assurer qu'aucun élément distinctif ne puisse être un indice (grains de beauté etc.) et que le contraste de la photo soit le même pour toutes.
- L'épreuve de l'horloge ne cote que la position des chiffres sur le cadran, toutefois, il est à noter que plusieurs contrôles ont eu des difficultés à inscrire les bons chiffres et que 7% d'entre eux ont indiqué 8h50 à la place de 9h10 avec les aiguilles. Ceci peut s'expliquer par la démocratisation des horloges numériques. Dans la mesure où l'épreuve souhaite évaluer le positionnement dans les deux héli-espaces, l'item « horloge » est à reconsidérer. De plus, cette épreuve est soumise à l'intégrité des fonctions exécutives.
- L'épreuve reprise de la batterie EVA (mémoire visuelle) gagnerait en sensibilité si les items distracteurs étaient plus proches de la cible, et celle-ci plus complexe, ayant été créée pour dépister les troubles neurovisuels des enfants âgés de 4 à 6 ans.
- L'item de position des mains représentant un "pique" ne s'est pas révélé sensible, puisqu'aucun sujet ne l'a échoué. Par ailleurs, un item de positionnement dans l'espace par rapport au corps devrait être ajouté.
- L'épreuve d'analyse visuelle ne nous a pas semblé cliniquement pertinente. Les scènes choisies n'étaient pas suffisamment complexes, un seul élément de la scène ou de l'image suffit à les appairer. En effet, l'appariement d'un enfant puni et de la scène de classe peut

être fait à partir de la perception d'un chiffre et d'un cahier, sans analyse globale. De plus, certains dessins étaient difficilement reconnus et leur niveau de complexité trop hétérogène.

- Certains sujets fermaient les yeux entre la planche 1 et 3 de l'épreuve d'imagerie mentale spatiale, certainement pour maintenir plus facilement le positionnement des points sans être distraits par la perception.
- Enfin, il nous paraîtrait pertinent de modifier la cotation de l'épreuve Détection/champ visuel, pour laquelle aucune distinction n'est faite pour différencier les atteintes du champ visuel (gauche, droit, supérieur, inférieur).

## V) Discussion

Les résultats analysés dans la partie précédente nous ont permis de tirer un certain nombre de conclusions sur la pertinence, la sensibilité et la spécificité des épreuves de la batterie que nous avons créée cette année. Afin de rendre cette discussion la plus explicite possible, nous les exposerons en suivant le même plan que la partie sur l'analyse des données.

### **Scores seuils et pourcentages de réussite :**

Les seuils de réussite ont, comme décrit précédemment, été déterminés de façon à ce que 5% des contrôles échouent les épreuves. Ce choix a été réalisé en rapport avec la batterie EVA, batterie de dépistage des troubles neurovisuels chez les enfants âgés de 4 à 6 ans et le score seuil ainsi déterminé correspond à un score inférieur à deux écarts-types de la moyenne. Toutefois, notre batterie est supposée évaluer les capacités des adultes porteurs de troubles neurovisuels suite à un accident vasculaire, traumatique ou à une tumeur cérébrale. Notre population de référence, composée de sujets sains, ne devrait pas comprendre 5% de sujets hors-norme. Par conséquent, le pourcentage de réussite peut être considéré comme un biais, étant légèrement supérieur à ce qu'il aurait été avec un score seuil correspondant à 1 ou 2 % de la population contrôle.

Si une réussite de 100% par la population pathologique à une épreuve sous tend que l'on peut remettre en question la sensibilité de cette dernière, en se référant au tableau des scores seuils et des pourcentages de réussite (cf. partie précédente), nous pouvons considérer que :

- toutes les épreuves exceptées deux d'entre elles (celle de Discrimination lumière/obscurité et celle de Reconnaissance visuelle) sont sensibles au sein de la population de plus de 60 ans,
- sept épreuves ne seraient pas sensibles chez ceux âgés de 35 à 60 ans (Orientation spontanée du regard, Bisiach révisé, Discrimination lumière/obscurité, Astéréognosie, Différentiation 2D/3D, Appariement sémantique scène/image et Horloge),
- quinze épreuves chez ceux de 18 à 35 ans (Orientation spontanée du regard, Bisiach révisé, Praxies symboliques et latéralité, Réflexes, Discrimination lumière/obscurité, Recherche de cibles, Mémoire visuelle, Astéréognosie, Reconnaissance visuelle, Appariement sémantique scène/image, Evaluation de la distance, Horloge, Dessin de forme simple yeux ouverts/fermés et Imagerie mentale spatiale).

Notons que l'effectif restreint de la population pathologique au sein de chaque tranche d'âge, entraîne la sensibilité d'une épreuve, si un seul des sujets âgé de 18 à 60 ans l'échoue. Il serait donc nécessaire de faire passer la batterie à un plus grand nombre de patients afin de pouvoir considérer le pourcentage de réussite et donc la sensibilité des épreuves de la batterie comme pertinent. En observant uniquement la population la plus nombreuse ([60 ans et plus), nous pourrions d'ores et déjà déterminer que les épreuves de Discrimination lumière/obscurité et de Reconnaissance visuelle ne seraient pas suffisamment sensibles du fait de leur réussite unanime. Toutefois la plupart des épreuves ont été élaborées de sorte à évaluer un type particulier de pathologie, mais l'échantillon de patients ne s'est pas révélé suffisamment diversifié pour atteindre l'objectif d'évaluation des troubles dans leur ensemble. Aussi, nous pourrions supposer que ce dernier biais est à l'origine du manque de sensibilité de certaines épreuves considérées comme spécifiques. Aucun patient atteint de cécité corticale n'ayant été inclus dans les données, nous ne pouvons déterminer avec certitude la non sensibilité de l'épreuve de Discrimination lumière/obscurité. En revanche, notre étude incluant quatre patients suspectés de trouble de la reconnaissance visuelle, la non sensibilité de cette épreuve semble attestée. Néanmoins, ces patients pourraient ne pas présenter une agnosie à proprement parler mais un autre trouble neurovisuel de reconnaissance comme une simultagnosie, tester ces patients avec une autre batterie serait nécessaire afin de pouvoir conclure à la sensibilité de cette épreuve. Les épreuves de Discrimination lumière/obscurité et de Réflexes visuels étant supposées dépister uniquement une cécité corticale, ne serait-il pas plus judicieux de les inclure dans un second volet de la batterie, proposé en cas d'échec important au premier volet ? Au contraire, nous pourrions ne faire passer que ce second volet en cas de suspicion de cécité corticale. De même, l'épreuve de Reconnaissance visuelle impliquant la 3<sup>ème</sup> dimension, pourrait être intégralement proposée (Reconnaissance visuelle et Astéréognosie) dans un deuxième volet pour évaluer un degré sévère d'agnosie. Une nouvelle épreuve de dénomination et/ou de désignation d'images (qui se ressemblent, non prototypiques ou vues sous un angle non prototypique) devrait être intégrée en première intention.

### **Performances de la population contrôle :**

La population contrôle a été divisée en trois classes d'âge ([18 ;35[ ans, [35 ;60[ ans et [60 ans et plus). Treize épreuves sur trente-neuf ont révélé un effet significatif de l'âge, cette répartition était donc pertinente. La répartition en trois classes d'âge est justifiée, puisque les huit effets deux à deux concernent systématiquement une population (la plus jeune ou la plus

âgée) par rapport aux deux autres. Ce choix a été influencé par l'effectif total, de façon à équilibrer les groupes. D'après la littérature (Kalafat et al. 2002 [46]) les capacités cognitives ne décroissent significativement qu'à partir de 79 ans, il serait donc intéressant dans une prochaine étude d'isoler les sujets de plus de 75 ans.

L'effet de l'âge sur l'épreuve de Reconnaissance des visages célèbres a montré qu'une sélection différente aurait pu être faite quant au choix des personnalités. En effet les sujets âgés de plus de 60 ans reconnaissent plus difficilement les personnalités contemporaines et le groupe des moins de 35 ans, les personnalités décédées. De plus, cette épreuve étant supposée évaluer la prosopagnosie, elle est redondante avec l'épreuve d'Appariement de visages identiques (malgré une absence de corrélation entre les deux épreuves). Elle avait été proposée pour éviter les biais de mémoire visuelle et de négligence. Ces derniers peuvent entraver les résultats à l'épreuve d'appariement, par la disposition des différents visages sur la planche et l'intervalle de temps entre la présentation du visage cible et de la planche test. Il serait éventuellement judicieux d'inclure l'épreuve de Reconnaissance de visages célèbres dans un deuxième volet de la batterie en cas d'échec à l'épreuve d'Appariement de visages. Elle serait à comparer à une évaluation de la mémoire visuelle et de la négligence spatiale unilatérale.

L'appariement sémantique constitue l'une des deux seules épreuves significativement mieux réussie par la tranche des sujets âgés de 60 ans et plus. Néanmoins, comme indiqué dans la partie « remarques après passations », elle comporte plusieurs biais. En premier lieu, les images choisies peuvent être mal interprétées. L'image du dauphin a, par exemple, été associée à la scène de classe à plusieurs reprises et nous avons appris que le feu tricolore (considéré pour nous comme un distracteur) est désormais utilisé dans la notation des élèves. La trousse à pharmacie est parfois associée à tort à la scène du restaurant, et même dans le cas contraire, elle entraîne de nombreuses hésitations, puisque la possibilité de s'y blesser n'est pas exclue. La tentative de trouver des distracteurs les plus éloignés possibles de la scène cible s'est donc révélée difficile. En créant cette épreuve, nous souhaitions évaluer l'analyse visuelle, sans passer par le biais du langage qui est présent dans les épreuves habituelles (« braquage de banque » MT86, « scène des cookies » BDAE). Le fait qu'elle soit corrélée à onze autres épreuves chez les patients, remet en doute sa spécificité. Elle ne semble pas sensible non plus, puisque tous les patients entre 18 et 60 ans l'ont réussi alors même qu'ils étaient atteints de plusieurs troubles neurovisuels. Par conséquent, nous pensons qu'il serait préférable de changer cette épreuve, soit en reprenant une description d'images, malgré le biais introduit par la modalité verbale, soit en complexifiant la scène et en simplifiant les dessins associés (trouver des distracteurs en cas de scène beaucoup plus complexe sera d'autant plus difficile), soit en proposant une reconstitution

d'histoire en images, malgré l'implication importante des fonctions exécutives dans ce cas.

La deuxième épreuve significativement mieux réussie par les sujets de plus de 60 ans est l'épreuve de Bisection de lignes. Ce résultat va dans le sens de la littérature (Schmitz et Peigneux, 2011 [78]) qui atteste d'un décalage moindre par rapport au centre de la ligne chez les personnes âgées. Nous pouvons donc penser que notre échantillon de population est assez représentatif de la population générale.

Toutes les autres épreuves révélant un effet significatif de l'âge, sont moins bien réussies par la tranche d'âge la plus âgée ou mieux réussies par la plus jeune. En outre, les temps de réalisation des épreuves sont très sensibles à l'âge (temps de barrage des bols, des M, de reconnaissance des figures enchevêtrées, de recherche de cibles sur image), ce qui va encore dans le sens d'un ralentissement cognitif attesté par la littérature (Kalafat et al. 2002 [46]).

La population contrôle n'a pas fait l'objet d'un test d'acuité visuelle : les performances de certains sujets ont pu être altérées par un possible défaut d'acuité non dépisté. En effet, nous n'avons pris en compte que la dernière correction ophtalmologiques renseignée des sujets testés, ce qui sous-tend que la vision de ces derniers a pu varier entre temps et que leur correction n'est peut-être plus adaptée. Il serait donc judicieux d'inclure dans le futur, un pré-test d'acuité visuelle à la batterie.

Ce biais a pu influencer les résultats de plusieurs épreuves. En effet, nous retrouvons un effet significatif de l'âge sur l'épreuve de Différenciation 2D/3D, alors que la réussite à cette épreuve dépend d'une acuité similaire pour les deux yeux (la perception de la troisième dimension étant binoculaire). Nous retrouvons également un effet significatif du sexe sur la population de plus de 60 ans pour trois épreuves qui révèlent de meilleures performances chez les femmes que chez les hommes : la Lecture, la Perception des couleurs et le Temps de Recherche de cibles. Ces trois épreuves demandent une discrimination rapide et efficace, qui pourrait être entravée par un début de cataracte non dépisté sur cette population âgée. Le voile que cette maladie dépose sur la vision diminue les contrastes, la perception des détails et celle des couleurs.

Un effet du niveau d'étude apparaît sur plusieurs épreuves. Il révèle de meilleures performances chez la population ayant le plus étudié pour la Coordination visuo-motrice, au sein de deux populations ([35 ;60 [ et [60 et plus), pour la Lecture chez les sujets de plus de 60 ans et pour le Score total à la batterie chez les [35 ;60[ ans. La corrélation entre le niveau d'étude et ces épreuves peut être liée à un effet d'entraînement dû à une plus longue scolarisation, mais également à la diminution d'angoisse de la situation de test. Nous avons noté précédemment que

l'épreuve de Coordination visuo-motrice était cliniquement très influencée par la motivation de la population dans sa réalisation. Il est possible que les sujets les plus scolarisés aient été plus méticuleux par habitude de réaliser avec application les tâches demandées. Leur meilleure réussite aux tâches de lecture n'est pas étonnante puisqu'ils ont été confrontés à un entraînement plus intensif dans cette tâche. Au contraire, la population ayant étudié le moins longtemps obtient des résultats significativement inférieurs pour l'écriture. Les échecs à cette épreuve venant principalement de fautes d'orthographe, ce résultat semble plutôt cohérent avec notre cotation. De fait, il faudrait que la batterie soit étalonnée sur la population générale en contrôlant le niveau d'étude pour que cet effet ne biaise pas les scores seuils et afin d'éviter d'effectuer plusieurs normes en fonction du niveau d'études.

La population contrôle, aux vues des résultats significatifs en ce qui la concerne, semble être plutôt représentative de l'ensemble de la population, et malgré les quelques biais évoqués plus haut, répondre à ce qui était attendu.

### **Performances de la population pathologique :**

La population pathologique a été divisée en sous-groupes, de façon à mettre en évidence un éventuel effet de pathologie sur les épreuves de la batterie et d'affiner ainsi l'étude de sa spécificité. Notons que certains patients présentaient plusieurs pathologies, mais nous n'avons pu retenir que celles suffisamment récurrentes pour constituer un groupe (un groupe étant constitué d'un minimum de deux sujets), au détriment d'une autre pour éviter une analyse multiple des résultats d'un même sujet. Un biais très important intervient donc ici: le manque d'effectif au sein de certaines pathologies n'a pas permis de constituer un groupe par pathologie. Ainsi, la sensibilité et la spécificité de la batterie en ce qui concerne l'évaluation de certaines pathologies telles que la prosopagnosie, la simultagnosie, la cécité corticale, la NSU droite, les quadranopsies supérieures, l'agnosie visuelle etc. n'ont pu être statistiquement révélées.

Par ailleurs, la division de la population en trois classes d'âge a été conservée pour plus de cohérence, mais elle présente l'inconvénient de subdiviser les sous-groupes et de ne pas pouvoir retrouver toutes les pathologies dans les différents groupes. Les sous-groupes de pathologie sont alors parfois constitués d'un effectif minimum, ce qui introduit un biais important en terme de significativité statistique. Un effet de l'âge a été retrouvé sur la population hémianopsique, toutes localisations lésionnelles confondues, sur trois épreuves uniquement (Mémoire visuelle, Orientation volontaire du regard et Temps aux figures enchevêtrées). L'effet d'âge n'a pu être analysé que sur la population hémianopsique, les autres types de trouble n'étant

pas retrouvé dans toutes les tranches d'âge (par exemple, l'héminégligence gauche isolée n'est retrouvée que dans la population des patients âgés de plus de 60 ans). Le même effet d'âge est retrouvé sur la population contrôle pour les épreuves d'Orientation volontaire du regard et pour le Temps de repérage des Figures enchevêtrées, mais pas pour l'épreuve de Mémoire visuelle.

En ce qui concerne les performances bien inférieures des patients de plus de 60 ans à l'épreuve d'Orientation volontaire du regard sur stimulation auditive, elles peuvent être expliquées par la présence d'une éventuelle presbyacousie, puisque cette épreuve est majoritairement échouée dans la modalité auditive pure (cette affirmation est également valable chez les sujets sains).

Le fait que l'épreuve de Mémoire visuelle soit significativement plus échouée par la population la plus âgée aurait pu être expliqué par les trois suspicions sur quatre de trouble de la mémoire visuelle présentes dans ce groupe. Pourtant il est intéressant de noter que les quatre sujets suspectés ont réussi l'épreuve. Par conséquent, non seulement cette épreuve ne semble pas sensible, ayant été initialement créée pour dépister les sujets entre 4 et 6 ans, mais, notons que les suspicions de pathologie peuvent être remises en question. En effet, les derniers bilans des patients retrouvés peuvent remonter jusqu'à 72 mois de la passation de cette batterie (pour les plus anciens), les suspicions de pathologie ayant été déterminées en fonction des comptes-rendus de ces bilans. En l'occurrence, concernant un trouble de la mémoire visuelle, le bilan le plus récent datait de trois mois, et ce patient a réussi l'épreuve. L'homogénéité de l'effectif au sein de chacune des tranches d'âge (sept patients hémianopsiques par groupe) ne nous permet pas d'imputer cet effet à la constitution de l'épreuve (toutes les tranches d'âge l'auraient échouée). On peut remarquer que bien que l'effet de l'âge n'ait pas été significativement retrouvé chez les sujets sains, les contrôles âgés de 60 ans et plus réussissent moins bien cette épreuve que les contrôles plus jeunes. Par conséquent, l'échec significatif des patients HLH de 60 ans et plus à la tâche de Mémoire visuelle est à rapprocher de la tendance des contrôles ; cette épreuve demanderait à être complexifiée pour savoir si cette tendance deviendrait significative.

Les effets d'âge de la population pathologique, recoupant ceux de la population contrôle, l'étude de la comparaison entre les performances des deux groupes par tranche d'âge semble pertinente afin de mettre en exergue la sensibilité des différentes épreuves.

## **Comparaison des performances entre la population contrôle et la population pathologique :**

Vingt-six épreuves sur trente-neuf sont significativement échouées par au moins un des trois groupes d'âge par rapport au groupe contrôle. Les épreuves non concernées sont : l'épreuve de Praxies symboliques et latéralité, de Discrimination lumière/obscurité, de Barrage des M, de Barrage des bols, d'écriture, de Mémoire visuelle (EVA), d'Astéréognosie, de Différenciation 2D/3D, de Jugement d'identité, de Perception des couleurs, de Reconnaissance de visages célèbres, d'Appariement sémantique et de l'Horloge. De nombreuses remarques sont nécessaires à ce stade de la discussion.

Tout d'abord, la population pathologique ne comporte pas toutes les pathologies. A titre d'exemple, un patient atteint de cécité corticale a été exclu des statistiques, puisqu'il ne constituait pas un groupe à part entière. Ainsi, certaines épreuves apparemment non sensibles pourraient se révéler sensibles si les pathologies ayant été exclues des données statistiques étaient représentées en nombre suffisant (dans ce cas, l'épreuve de discrimination lumière/obscurité, puisqu'elle devrait être échouée en cas de cécité corticale). Il sera donc nécessaire de tester toutes les pathologies sur une prochaine version de cette batterie.

Ensuite l'échantillon au sein de chaque groupe pathologique n'est pas assez important. Le groupe QUADRAIG (quadransopie inférieure gauche) n'est constitué par exemple que de deux sujets de plus de 60 ans. En cas d'échec de 100% de cette population (comme à l'épreuve d'Extinction visuelle), leur score n'est pas considéré comme significativement inférieur à celui des contrôles ; pour un même pourcentage d'échec, les HLHG de plus de 60 ans sont considérés comme ayant un résultat qui diffère significativement des sujets sains. Le logiciel de statistiques, évitant une significativité qui pourrait être due au hasard empêche l'analyse statistique des groupes restreints. Ceux-ci devront donc être analysés de manière descriptive. Ainsi, pour une meilleure pertinence statistique, il sera nécessaire d'élargir les échantillons au sein de chaque sous-groupe pathologique dans le futur.

Enfin, un biais non négligeable est induit par le temps de rééducation effectué par les patients testés. En effet, ces derniers ont pu mettre en place des stratégies compensatoires pour pallier leur trouble, et sont habitués à réaliser un type similaire d'épreuves, puisqu'ils ont été évalués de nombreuses fois. Il aurait été intéressant de comparer les performances des patients en fonction du temps de rééducation mais aussi en fonction du temps d'intervalle libre depuis la lésion (moins d'un mois, de un à trois mois et plus de trois mois). En tenant compte de ces biais, nous pouvons désormais discuter la validité et la sensibilité des épreuves qui ne révèlent aucune différence significative entre les populations contrôle et pathologique.

L'épreuve d'écriture est à mettre en parallèle avec celle de lecture, puisqu'elle doit révéler une éventuelle alexie sans agraphie. Elle n'est pas supposée être significativement plus échouée par la population pathologique que par la population contrôle en cas d'absence de ce trouble. De plus, la phrase dictée est échouée par un grand nombre de contrôles du fait de sa complexité orthographique, ce qui nous laisse penser qu'il faudrait envisager de la simplifier. De même, l'épreuve d'Astéréognosie est à mettre en parallèle avec celle de Reconnaissance visuelle, puisqu'elle permet de dissocier les deux troubles, nous ne nous attendions donc pas à ce qu'elle soit significativement échouée. Nous avons d'ores et déjà proposé d'inclure ces deux épreuves à un deuxième volet de la batterie.

Les épreuves de Différenciation 2D/3D, de Reconnaissance de visages célèbres, de Praxies symboliques et latéralité, de Jugement d'identité et de Perception des couleurs peuvent ne pas être sensibles pour les raisons suivantes : les deux épreuves de perception doivent théoriquement dépister une agnosie des couleurs et une prosopagnosie alors même que les patients ayant passé le protocole ne présentaient pas ces pathologies. L'épreuve de Jugement d'identité, celle de Différenciation 2D/3D et celle des Praxies symboliques et latéralité présentent un seuil d'échec/réussite assez bas chez les sujets sains. De fait, il semblerait judicieux de simplifier ces épreuves de façon à les rendre plus sensibles aux troubles pour lesquels elles ont été créées.

Nous avons déjà évoqué plus haut les difficultés expliquant la non pertinence de l'épreuve d'Appariement sémantique, statistiquement révélée ici.

Le biais, déjà introduit, de la rééducation pourrait expliquer que l'épreuve de l'Horloge, issue d'une batterie étalonnée (la BEN) ne soit pas sensible. Son temps de réalisation est en revanche, significativement supérieur à celui des contrôles, ce qui confirme notre supposition : les patients compensent leurs troubles en terme de score, mais mettent plus longtemps à réaliser l'épreuve ; elle nous semble pertinente à ce niveau. Le même biais intervient certainement sur les épreuves de Barrages, puisqu'elles ne sont sensibles que pour le temps de réalisation. Prenons l'exemple d'une patiente négligente gauche, rééduquée depuis 36 mois à la Fondation Rothschild et qui a entouré toutes les cibles des barrages en 225 secondes pour les M et 531 secondes pour les bols. Il paraît nécessaire de limiter le temps de réalisation de ces épreuves afin d'uniformiser les résultats en temps et score de ces tâches.

Dix épreuves sont significativement moins bien réussies par une seule tranche d'âge de la population pathologique. Les patients âgés de 18 à 35 ans sont les seuls à mettre significativement plus de temps que les contrôles du même âge, à réaliser l'épreuve des figures enchevêtrées. Ceux âgés de 35 à 60 ans obtiennent globalement de moins bonnes performances

aux épreuves de Lecture, de Reconnaissance visuelle, d'Evaluation de la distance, de Bissection de lignes, de Coordination visuo-motrice, et mettent significativement plus de temps à réaliser l'Horloge que les contrôles. Enfin, les sujets pathologiques âgés de 60 ans et plus réussissent significativement moins bien les épreuves de Bisiach révisé, d'Orientation spontanée du regard, de Reconnaissance des visages célèbres et de Dessin d'une forme simple yeux ouverts/fermés.

Le fait que seuls les patients âgés de 35 à 60 ans s'écartent davantage du centre à l'épreuve de Bissection de lignes est étonnant puisque la population de 60 ans et plus, comporte un nombre plus important de négligents. Notons que le biais de la durée de rééducation ne peut pas entrer en ligne de compte ici, puisque les deux patients NSUG âgés de plus de 60 ans sont des patients en phase aiguë. La littérature (Rousseau, Beis et *al.*, 2001 [76]) montre qu'il est préférable de faire passer plusieurs tâches pour dépister la NSU car il est possible de retrouver des dissociations entre les tâches supposées évaluer les mêmes processus. En outre, notons que l'épreuve d'Evaluation de la distance est apparue chutée alors qu'une seule patiente avait échoué un item, suffisant à rendre cette épreuve sensible, au regard de la population contrôle. Par conséquent, un biais statistique semble intervenir dans ce résultat. C'est la raison pour laquelle nous proposons de modifier cette épreuve afin de la rendre plus sensible. La distance évaluée (20 cm/1m), pourrait être réduite : nous proposerions au patient de choisir lequel de deux items proposés est le plus proche de lui. L'examineur se tiendrait face au patient, les deux coudes légèrement fléchis avec, dans chaque main, un item de taille et de couleur différente, pour ne pas introduire d'indices visibles.

L'épreuve d'Orientation spontanée du regard est échouée uniquement par les patients de plus de 60 ans, ce qui peut s'expliquer par le nombre de NSU plus important dans cette tranche d'âge. En effet, il a été noté qualitativement que l'Orientation spontanée du regard déviait vers la gauche chez les patients ayant échoué. De plus, la présence des seuls patients NSU en phase aiguë au sein de ce groupe, peut expliquer leur échec significatif quant au score maximal attendu à cette épreuve, et à celle de Bisiach révisé. Un syndrome de Balint a été suspecté dans ce groupe, ce qui justifierait la différence significative retrouvée entre contrôles et patients de cet âge à l'épreuve de Dessin de forme simple yeux ouverts/fermés. Ce patient ayant, lui aussi échoué à l'épreuve d'Orientation spontanée du regard.

Le résultat inférieur des hémianopsiques gauches âgés de 18 à 35 ans uniquement, au Temps des figures enchevêtrées s'explique par le fait que l'épreuve des figures enchevêtrées n'ait été chronométrée que chez certains patients. En effet, seuls trois patients sur dix ont été chronométrés parmi les [35 ; 60[ ans, huit sur dix-neuf chez les plus de 60 ans alors que six patients sur sept ont été chronométrés dans la tranche d'âge [18 ;35[. Ce biais, loin d'être dû à un manque de rigueur, s'explique par le fait que nous n'avons décidé que tardivement de

chronométrer l'épreuve. En effet, c'est en remarquant cliniquement que ce score pourrait être significatif, que nous avons décidé de chronométrer l'épreuve afin de vérifier notre intuition. Néanmoins, le fait que ce temps soit significativement supérieur à celui des contrôles montre qu'il sera nécessaire de la chronométrer de manière plus systématique dans le futur. Notons que l'écart significatif se situe entre les HLHG et les contrôles. Ce résultat va dans le sens de la littérature qui montre un rôle prépondérant de la jonction temporo-pariéto-occipitale droite dans la perception visuelle globale (Finke et al, 1996 [32]) et confirme le risque accru de simultagnosie après une lésion de l'hémisphère droit (Naccache, Slachevsky et al. 2000 [62]). Par ailleurs, un constat similaire peut être fait pour l'épreuve des Figures enchevêtrées qui est échouée significativement par les HLHG+NSUG chez les patients de plus de 60 ans.

Les autres épreuves impliquant un temps chronométré sont en revanche plutôt échouées par les HLHD âgés de 18 à 35 ans (Temps de barrage des M et de repérage de cibles). En outre, l'analyse des autres temps de réalisation (Temps de barrage des bols et Temps de réalisation de l'Horloge) révèlent également une lenteur significative des HLHD chez les patients âgés de 35 à 60 ans, tandis que le ralentissement est plus global au niveau de la tranche d'âge supérieure (Temps de recherche des cibles, de barrage des M et des bols). La localisation hémisphérique semble donc influencer les résultats : les patients porteurs de lésions droites auraient plus de difficultés avec les épreuves de reconnaissance visuelle, tandis que les patients cérébrolésés gauches subiraient un ralentissement global dans l'exécution des tâches. Néanmoins, gardons à l'esprit que les effectifs n'étant pas égaux, toute conclusion hâtive serait audacieuse et ces données méritent donc d'être complétées par d'autres séries de patients.

Enfin, les épreuves significativement moins bien réussies par les sujets pathologiques que par les sujets contrôles quel que soit leur âge sont : l'épreuve des Figures enchevêtrées, d'Extinction visuelle, d'Appariement de visages identiques, de Détection/champ visuel, de Score en cm au champ visuel, le Temps de réalisation du Barrage des M, du Barrage des bols, de Recherche de cibles sur image et le Score total à la batterie.

Toutes les tranches d'âge comportant des patients hémianopsiques, les échecs significatifs aux épreuves de Détection/champ visuel et de Score en centimètres au champ visuel, étaient attendus. De surcroît, ils concernent significativement chacun des groupes (HLHD et HLHG), par rapport au score maximal attribué aux sujets contrôles. L'épreuve d'Extinction visuelle étant forcément dépendante de l'intégrité du champ visuel, son échec par toutes les tranches d'âge n'est pas surprenant. A défaut d'obtenir systématiquement des scores significativement inférieurs aux contrôles, notons que tous les patients rééduqués ou non, sont ralentis dans l'exécution de tâches visuelles d'exploration ou de reconnaissance. Finalement, la

batterie dans sa globalité, malgré les nombreuses modifications qu'il faudra y apporter semble être sensible, puisque le score global est significativement inférieur à celui des contrôles tous âges confondus.

### **Etude des corrélations :**

Avant de discuter l'étude des corrélations entre les épreuves, nous souhaitons insister sur le fait que les patients testés ne présentaient que rarement une pathologie pure. En effet, dix-huit types de troubles ont été suspectés au sein de notre population pathologique constituée de quarante-deux patients ; mais ces troubles peuvent s'associer entre eux puisque cent-vingt suspicions sont retrouvées (cf. annexe n°4) dont quatre-vingt-dix-neuf concernant un trouble neurovisuel. Un patient inclus dans le groupe des HLHG+NSUG pouvait donc très bien présenter une simultagnosie, une prosopagnosie, un trouble de reconnaissance visuelle, etc. Aussi, malgré l'analyse des corrélations, tenter de dégager un profil pathologique type d'échecs et de réussites aux épreuves de cette batterie semble difficile aux vues de la population pathologique sélectionnée.

L'étude des corrélations devrait également nous renseigner sur les tâches faisant intervenir les mêmes processus et sur une éventuelle redondance entre les épreuves. Toutefois, certaines épreuves apparaissent corrélées significativement alors qu'elles n'évaluent pas les mêmes signes pathologiques, elles pourraient alors mettre en évidence un éventuel syndrome. L'épreuve de Bisiach révisée est corrélée à dix autres épreuves, ce qui pourrait signifier qu'un patient anosognosique échoue à beaucoup d'épreuves, il n'existe pourtant pas de lien particulier entre l'anosognosie et l'astéréognosie à notre connaissance, un « syndrome » de conscience du trouble pourrait alors apparaître par les corrélations qui attestent d'une association entre ces épreuves. Notons que la plupart des épreuves corrélées à au moins dix autres, sont corrélées au score total de la batterie. Cette constatation pourrait témoigner du degré de sévérité de l'atteinte.

Concernant la redondance des épreuves, nous aurions pu penser que les deux tâches de barrages seraient fortement corrélées, or, nous ne retrouvons pas de corrélation significative. Cette observation souligne la nécessité d'utiliser une batterie de tests et non un seul test pour mettre en évidence un trouble. En revanche une forte corrélation ( $R^2 = 0.76$ ) a été retrouvée entre le Temps de réalisation de ces deux barrages. De la même façon qu'une dissociation avait été retrouvée entre la sensibilité des temps mis à effectuer ces épreuves et la non sensibilité de ces deux épreuves elles-mêmes, une dissociation est constatée entre la corrélation des temps aux deux barrages et la non corrélation des épreuves ; celles-ci apparaissent donc redondantes en

terme de temps et non en terme de score, aussi pouvons-nous nous interroger sur une redondance possible si l'épreuve avait été interrompue à un temps donné.

D'autre part, les deux barrages ainsi que l'épreuve de Bissection de lignes avaient été élaborées afin de dépister des signes de négligence spatiale unilatérale. Le degré de corrélation entre ces épreuves a été recherché pour établir une éventuelle redondance. Nous avons constaté une corrélation significative entre le temps du Barrage des M et l'épreuve de Bissection de lignes au sein de la population héminégligente gauche. Le temps seul des épreuves de barrages se révélant sensible, et la corrélation entre ces épreuves étant parfaite ( $R^2=1$ ), nous pourrions en inférer que la passation du Barrage des M n'est pas nécessaire au sein de cette batterie. D'un autre côté, du fait que les patients NSU G âgés ne dévient pas significativement à la Bissection de lignes, nous ne pouvons laisser un unique test pour mettre en évidence un trouble d'exploration visuelle. Par ailleurs, les groupes ne comportant pas de NSU droite, il se pourrait bien que les NSU D (après lésion gauche) soient plus en échec à un barrage de lettres plutôt qu'à un barrage de formes. Nous préférierions donc garder cette épreuve, tout en gardant ces résultats à l'esprit, de façon à la tester sur une population plus variée avant de l'exclure si besoin.

Enfin, la sensibilité à la simultanagnosie des épreuves de Recherche de cibles et de Figures enchevêtrées, nous invitait à rechercher une redondance entre ces deux épreuves. Un groupe de patients simultanagnosiques n'ayant pu être constitué, l'analyse de la corrélation entre ces deux épreuves a été faite sur la population pathologique dans son ensemble. La présence de neuf patients suspectés de simultanagnosie au sein de l'effectif total, laisse penser que cette analyse doit être prise en considération. En outre, un fort degré de corrélation apparaît entre elles ( $R^2 = 0.83$ ), l'épreuve de Recherche de cible, redondante et selon nous peu spécifique, pourrait alors être retirée de la batterie, toutefois, n'ayant pu mettre en évidence un potentiel lien entre ce type d'épreuve et la latéralisation de la lésion, nous préférierions tester cette épreuve sur une autre population avant de l'exclure si besoin.

L'amputation du champ visuel semble se répercuter sur les performances lors de l'évaluation du champ visuel, ce qui est attendu et rassurant sur la sensibilité de cette épreuve, d'Extinction visuelle, de Temps au barrage des M et des bols. L'épreuve d'Extinction visuelle, ne peut être qu'échouée du fait de l'amputation du CV : l'un des deux stimuli présenté ne peut pas être perçu. Il nous paraîtrait judicieux de réévaluer la cotation de cette épreuve de façon à faire la distinction entre une extinction visuelle réelle et la possibilité de percevoir deux stimuli lorsque l'un est présenté dans un champ aveugle. Une autre possibilité serait de tester l'extinction avec les deux stimuli dans le champ voyant en cas d'HLH. Les épreuves de barrages demandent plus de temps de réalisation à ces patients, par la nécessité d'un déplacement oculaire et céphalique

plus fréquent. Certaines des corrélations entre l'épreuve de Détection/champ visuel et les temps de réalisation des épreuves de barrages ont été retrouvées au sein de la population HLHG et HLHG+NSUG, mais pas dans la population HLHD. Ceci pourrait être expliqué par le sens de lecture : le balayage commençant à gauche, une amputation de ce champ pourrait mettre davantage en difficulté le patient dans les tâches qui nécessitent une stratégie exploratoire visuelle.

Un trouble de l'exploration visuelle semble se répercuter sur les épreuves de Recherche de cibles, de Lecture, de Barrage de bols, et de Jugement d'identité puisqu'elles sont significativement corrélées. Les mêmes processus d'exploration, de discrimination et d'attention volontaire semblent intervenir. De fait, pour retrouver des cibles sur image, des cibles et des différences à entourer, le patient doit effectuer de nombreuses saccades. De plus, les distracteurs des épreuves suscitées doivent être discriminés pour être rejetés, ce qui implique activement les fonctions attentionnelles. La corrélation retrouvée entre le temps mis par la population hémiparétique gauche pour effectuer le Barrage des M et l'épreuve de Bissection de lignes corrobore cette hypothèse attentionnelle. Celle-ci peut également être attestée par les corrélations décrites pour la population HLHG+NSUG (Temps des bols et Bissection de lignes, Recherche de cibles et Bissection de lignes).

Il est à noter, qu'aux vues des corrélations entre les différents temps mis pour effectuer les épreuves au sein de toute la population pathologique, un trouble neurovisuel entraîne un ralentissement global sur les capacités d'exploration. Nous pouvons également imaginer qu'un trouble visuel nécessite toujours une compensation, très coûteuse d'un point de vue attentionnel. Il est alors intéressant d'aller rechercher un trouble neurovisuel lorsque l'on observe un trouble attentionnel chez un adulte.

Un trouble de la reconnaissance visuelle semble se répercuter sur les épreuves de Figures enchevêtrées, de Recherche de cibles, Temps au barrage des M, de Jugement d'identité, d'Appariement sémantique, de Lecture et de Reconnaissance des visages célèbres puisqu'elles sont corrélées de manière significative. En lecture et pour le barrage des M, ce processus gnosique est impliqué dans la reconnaissance des lettres ; il est davantage d'ordre figuratif pour les autres épreuves.

Une analyse similaire pourrait concerner plus spécifiquement la population de patients cérébro-lésés droits, pourtant, ces corrélations ne sont retrouvées qu'au sein de la population HLHG et non chez les patients HLHG+NSUG ou NSUG (Figures enchevêtrées corrélées au Temps du barrage de M). En revanche, elle n'est effectivement pas perçue chez les patients

HLHD pourtant suffisamment nombreux. L'effectif trop restreint des autres populations souffrant d'une lésion de l'hémisphère droit peut expliquer l'absence de corrélations significatives pour un trouble de la reconnaissance visuelle.

Le fait qu'aucune corrélation n'ait été retrouvée entre l'épreuve d'Imagerie mentale spatiale et une autre épreuve, peut s'expliquer par la dissociation, décrite dans la littérature (Dulin, Hatwell et *al.*, 2008), entre l'imagerie mentale et la perception visuelle. En effet, toutes nos épreuves évaluaient une fonction visuelle impliquant la perception excepté l'épreuve issue de la BIP (Batterie d'Imagerie Mentale et Perception visuelle).

Au décours de cette étude, nous avons pu constater que notre batterie d'évaluation des troubles neurovisuels était constituée d'épreuves plus ou moins pertinentes qui demanderaient, pour certaines, une réévaluation plus large. Après une longue analyse, nous proposons :

- de mettre dans un second volet les Réflexes visuels, la Discrimination lumière/obscurité, l'épreuve de Reconnaissance visuelle et Astéréognosie, de Différentiation 2D/3D (modifiée), d'Evaluation de la distance (modifiée), de Reconnaissance des visages célèbres (modifiée), de Dessin d'une forme simple yeux ouverts/fermés (en cas d'échec à l'épreuve modifiée de coordination visuo-motrice),
- de modifier l'épreuve de Reconnaissance visuelle de première intention, d'Appariement sémantique, des Praxies symboliques représentatives et latéralité, d'Ecriture, de Coordination visuo-motrice, de Mémoire visuelle, de Perception des couleurs, d'Appariement de visages identiques, d'Imitation de la position des mains, la cotation des épreuves de Détection/champ visuel et d'Extinction visuelle,
- de garder en l'état les épreuves d'Orientations Spontanée et volontaire du regard, le Test de Bisiach Révisé, de Déviation Tête/Yeux, de Distinction Gauche/Droite et Schéma corporel, de Poursuite et fixation, de Barrage des bols et des M (en les arrêtant à un temps T), de Bissection de lignes, de Lecture, de Jugement d'identité, de Figures enchevêtrées, de Recherche de cibles sur image, de l'Horloge et d'Imagerie mentale spatiale,
- d'ajouter des épreuves d'Imagerie mentale verbale et de Copie de figure visuo-constructive.

## VI) Conclusion

Cette étude a été initiée suite à la constatation qu'aucun outil standardisé et étalonné n'existait à ce jour pour évaluer l'ensemble des troubles neurovisuels chez l'adulte. Or, des méthodes de rééducation spécifiques ont montré leur efficacité sur ces troubles. De fait, l'élaboration d'une batterie capable de dépister, de différencier et d'évaluer les multiples atteintes de la fonction visuelle paraissait nécessaire. Nous avons donc entrepris une recherche consacrée à ce projet.

Les épreuves, sélectionnées selon une sensibilité et une spécificité supposée, ont fait l'objet d'une normalisation auprès de sujets sains avant d'être testées sur une population pathologique. A l'issue des passations, la validité de certaines d'entre elles a été remise en question. En effet, nous avons pu remarquer une influence notable de certains facteurs sur les résultats analysés : le nombre trop restreint de patients et d'occurrence de pathologies, le biais introduit par le temps de rééducation des sujets cérébrolésés, la subdivision des effectifs pathologiques en de multiples groupes, nécessitent la passation de ce bilan auprès d'une plus large population contrôle et pathologique. Il sera en particulier nécessaire d'avoir une meilleure représentation de la population pathologique en fonction de la localisation lésionnelle, de l'étiologie et de la sémiologie des patients.

Nous émettions l'hypothèse que l'élaboration d'une batterie sensible et spécifique était possible. Une analyse attentive des résultats, tenant compte des facteurs suscités, a pu mettre en évidence :

- Une spécificité difficilement observable du fait d'une hétérogénéité pathologique trop importante des sujets testés.
- Une sensibilité globale attestée par un score total des patients, significativement inférieur à celui de la population contrôle, malgré le défaut de sensibilité de certains subtests.
- Une corrélation de certaines épreuves entre elles, lorsque les mêmes processus étaient engagés.

Ces conclusions nous ont permis de repenser la constitution générale du bilan, afin de permettre aux futures recherches d'aboutir à l'élaboration d'un nouvel outil, répondant de manière plus précise aux objectifs que nous nous étions fixés pour évaluer les troubles neurovisuels chez l'adulte. Les travaux de recherche, effectués en parallèle sur l'ensemble de la population neurovisuelle, permettront à terme d'évaluer ces troubles chez les nourrissons et les

enfants de tous âges.

Les compétences des orthophonistes s'élargissant, la rééducation et l'évaluation des troubles neurovisuels, parallèlement aux troubles qui leur sont associés, incombent de plus en plus souvent à ces professionnels de santé. En effet, étant attesté l'impact de ces troubles sur les processus cognitifs, le langage écrit, la vie sociale, affective et professionnelle, un tel outil d'évaluation pourrait être une référence dans les différents services prenant en charge l'adulte tant dans un but clinique de dépistage que de re-test après rééducation. Enfin, notons que cette batterie pourrait également être utile aux chercheurs qui souhaiteraient s'assurer de la présence ou l'absence de troubles neurovisuels à la suite de certaines lésions, dans différents cadres pathologiques ou expérimentaux ou encore avant de réaliser certaines tâches impliquant la perception visuelle.

## **Bibliographie**

- [1]. Baddeley, A.D. (1986). *Working memory*, Oxford : Clarendon Press. Cité par Lamargue-Hamel (2004).
- [2]. Bartolomeo, P., Bachoud-Lévi, A.C., De Gelder, B., Denes, G., Dalla Barba, G., Brugières, P., Degos, J.D. (1998). Multiple- domain dissociation between impaired visual perception and preserved mental imagery in a patient with a bilateral extrastriate lesions. *Neuropsychologia*, 239-249. Cité par Dulin (2008).
- [3]. Bartolomeo, P., Chokron, S. (1999). Left unilateral neglect or right hyperattention?, *Neurology*, 53, 9, 2023-2027.
- [4]. Bartolomeo, P. (2002). The relationship between visual perception and visual mental imagery: a reappraisal of the neuropsychological evidence. *Cortex*, 357-378
- [5]. Bartolomeo, P., Chokron, S. (2002). Orienting of attention in left unilateral neglect, *Neurosciences & Behavioural Reviews*, 26, 2, 217-234.
- [6]. Bear, M.F., Connors, B.W. & al. (2002). Systèmes sensoriel et moteur. In Bear M.F., Connors, B.W., Paradisio, M.A. (Eds), *Neurosciences: A la découverte du cerveau* (pp. 262-511) 2<sup>ème</sup> édition, Rueil-Malmaison : Pradel.
- [7]. Biederman, I. (1987). Recognition-by-Components: A theory of human image understanding, *Psychological Review*, 94, 115-147. Cité par Matlin (2001).
- [8]. Bonnet, C., Ghiglione, R., Richard, J.-F. (2003). *Traité de psychologie cognitive ; Perception, action, langage*, Dunod, 3-6, 66-68.
- [9]. Bouriau, C., Metraux, A. (2010). Présentation de la traduction de « Sur le voir humain (1855) », Hermann von Helmholtz, *Philosophia Scientiae*, 1-12.
- [10]. Bourlon, C., Chokron, S., Bachoud-Levi, A.C., Coubard, O., Bartolomeo, P. (2009). Présentation de la Batterie Imagerie-Perception (BIP), une batterie d'évaluation de l'imagerie

mentale visuelle et de la perception visuelle. *Revue Neurologique*, 165(12),1045-54.

- [11]. Broadbent, D.E. (1958). *Perception and communication*, Londres, Pergamon Press. Cité par Lamargue-Hamel (2004).
- [12]. Bruce, V., Young, A.W. (1986). Understanding face recognition. *J. Psychology*, 305-327.
- [13]. Bukiatmé, L., Chausson, E. (2004). Les modèles attentionnels, in *L'attention, Rééducation Orthophonique*, Juillet 2004, 218, 26-47.
- [14]. Bullier, J. (1998). Architecture fonctionnelle du système visuel. In Belin, C., Boucart, M., Hénaff, M.A. (Eds), *Vision : aspects perceptifs et cognitifs* (pp. 11-43), Collection Neuropsychologie, Marseille: Solal.
- [15]. Chaîne, G. (2000). *Ophthalmologie*, Doin, Paris.
- [16]. Chokron, S. (1998). Prise en charge neuropsychologique des troubles neurovisuels d'origine centrale, in Belin, C., Boucart, M., Hénaff, M.A. (Eds), *Vision : aspects perceptifs et cognitifs* (pp. 115-132), Collection Neuropsychologie, Marseille: Solal.
- [17]. Chokron, S. (1998). Phénomènes de perception implicite chez les patients porteurs de troubles neurovisuels d'origine centrale, In Belin, C., Boucart, M., Hénaff, M.A. (Eds), *Vision : aspects perceptifs et cognitifs* (pp. 101-114), Collection Neuropsychologie, Marseille: Solal.
- [18]. Chokron, S. (2003). Sémiologie des troubles neurovisuels d'origine centrale, *Neurologies* vol.6, 530-535.
- [19]. Chokron, S. (2004). Rééducation des troubles neurovisuels, sous la direction du président de l'Union Nationale pour le Développement de la Recherche et de l'Evaluation en Orthophonie (UNADREO), in *Les Approches Thérapeutiques en Orthophonie* (pp101-118) Tome 4, Isbergues: OrthoEdition.
- [20]. Chokron, S. (2006). *Devant une plainte visuelle complexe: savoir reconnaître une atteinte centrale*. Propos Biopharma Ophthalmologie.

- [21]. Chokron, S., Perez, C., Obadia, M., Gaudry, I., Laloum, L., Gout, O. (2008). From blind sight to sight: Cognitive rehabilitation of visual field defects, *Restorative Neurology and Neuroscience*, 26, 305-320, IOS Press.
- [22]. Chokron, S., Gaudry, I. (2009). Rééducation neuropsychologique des troubles neurovisuels d'origine centrale, in Adam, S., Allain, P. et Coyette, F.(Eds). *Actualités en rééducation neuropsychologique : études de cas*, Collection Neuropsychologie, Marseille : Solal.
- [23]. Cowan, N. (1988). Evolving conception of memory storage, selective attention, and their mutual constraints within the human information processing system, *Psychological Bulletin*, 104, 163-191. Cité par Lamargue-Hamel (2004).
- [24]. Cowey, A., Stoerig, P. & Le Mare, C. (1998). Effects of unseen stimuli on reaction times to seen stimuli in monkeys with blindsight. *Consciousness and Cognition*, 7, 3, 312-323. Cités par Chokron S., Gaudry (2009).
- [25]. Delauney, I., Thiriet, M. (2007). Comparaison des capacités visuo-attentionnelles chez des enfants porteurs de troubles neurovisuels et des enfants contrôles, mémoire pour l'obtention du Certificat de Capacité d'Orthophoniste ; sous la direction du Dr Sylvie Chokron , Université Pierre et Marie Curie Paris VI.
- [26]. Desimone, R., Duncan, J. (1995). Neural mechanisms of selective visual attention, *Annual Review of Neuroscience*, 18, 1993-222. Cités par Moroni, (2004).
- [27]. Ducarne de Ribaucourt, B., Barbeau, M. (1981). Examen clinique et mode de rééducation des troubles neurovisuels d'origine centrale, *Revue Neurologique* (Paris), 137 (11) 693-707.
- [28]. Ducarne de Ribaucourt, B., Barbeau, M. (1993). *Neuropsychologie visuelle : évaluation et rééducation*, De Boeck Université, Bruxelles.
- [29]. Dulin, D. (2008). Imagerie mentale et déficience visuelle : approche cognitive, fonctionnelle et pathologique des représentations mentales, thèse soutenue à l'université Paris Ouest, Nanterre.
- [30]. Dulin, D., Hatwell, Y., Pylyshyn, Z., Chokron, S. (2008). Effects of peripheral and central visual impairment on mental imagery capacity. In *Neurosciences Biobehaviour Review*,

32(8):1396-408.

- [31]. Fendrich, R., Wessinger, C.M., Gazzaniga M.S., (1992). Residual vision in a scotoma : implications for blindsight. *Science*, 258, 1489-1491. Cités par Chokron (1998).
- [32]. Fink, G.R., Halligan, P.W., Marshall, J.C., Frith, C.D., Frackowiak, R.S., Dolan, R.J., (1996). Where in the brain does visual attention select the forest and the trees? In *Nature*, 382(6592): 626-8.
- [33]. Glisson, C.C., Galetta, S. L (2007). Visual rehabilitation : now you see ; now you don't. *Neurology*, 68, 22, 1881-1882. Cités par Chokron, Gaudry (2009).
- [34]. Goebel, R., Muckli, L., Zanella, F.E., Singer, W., Stoerig, P. (2001). Sustained extrastriate cortical activation without visual awareness revealed by fMRI studies of hemianopic patients. *Vision Research*, 41, 1 & 2, 1459-1474. Cités par Chokron, Gaudry (2009).
- [35]. Gregory, R. L. (2000). *L'œil et le cerveau*, Neurosciences et cognition.
- [36]. Griffon, P. (2011). Neuropsychologie et déficience visuelle, pratiques cliniques et réadaptatives. Communication aux journées de l'ALFPHV, Mons.
- [37]. Habib, M. (1998). Mécanismes nerveux de la vision. In Habib, M. (Ed.). *Bases neurologiques des comportements*, (pp.109-130), 3<sup>ème</sup> édition Paris : Masson.
- [38]. Heilman, K.M., Valenstein, E. (1979). Mechanisms underlying hemispatial neglect, *Annals of Neurology*, 5, 2, 166-170. Cités par Chokron, Gaudry (2009).
- [39]. Henriksson, L., Raninen, A.L., Näsänen, R., Hyvärinen L., Vanni, S. (2007). Training-induced cortical representation of a hemianopic hemifield, *Journal of Neurosurgery and Psychiatry* 78(1), 74-81.
- [40]. Hopfinger, J.B., Woldorff, M.G., Fletcher, E.M., Mangun, G.R. (2001). Dissociating top-down attentional control from selective perception and action, *Neuropsychologia*, 39, 1367-1371. Cités par Moroni (2004).
- [41]. Hubel, D. (1994). *L'œil le cerveau et la vision*, Belin.
- [42]. James, T. W. (1890). *The principles of psychology*, Volume One, New-York : Dover. Cité

par Moroni (2004).

- [43]. James, T. W., Humphrey, G.K., Gati, J. S., Servos, P., Menon, R.S., Goodale, M.A. (2002). Haptic study of three-dimensional objects activates extrastriate visual areas, *Neuropsychologia*, 40, 1706-1714. Cités par Dulin (2008).
- [44]. Kinsbourne, M. (1987). Mechanisms of unilateral spatial neglect, in Jeannerot M. (Ed.), *Neurological and Neuropsychological Aspects of Spatial Neglect* (pp. 69-86). North Holland: Elsevier Science Publishers. Cité par Chokron, Gaudry (2009).
- [45]. Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*, Londres, Prentice Hal. Cité par Lamargue-Hamel (2004).
- [46]. Kalafat, M., Hugonot-Diener, L., Poitrenaud, J. (2002). Standardisation et étalonnage français du « Mini Mental State » (MMS) Version GRECO, in *Revue de Neuropsychologie*, Marseille: ADRSC, 33p.
- [47]. Kasten, E., Poggel, D.A., Müller-Oehring, E., Gothe, J., Schulte, T. Sabel, B.A. (1999). Restoration of vision II: Residual functions and training unduced visual field enlargement in brain-damaged patients. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 15, 2 & 3, 273-287. Cité par Chokron, Gaudry (2009).
- [48]. Kerkhoff, G., Münsinger, U., Haaf, E., Eberle-Strauss, G., Stögerer, E. (1992). Rehabilitation of homonymous scotomas in patients with post-geniculate damage of the visual system: saccadic compensation training, *Restorative Neurology and Neurosciences*, 4, 245-254.
- [49]. Kerkhoff, G., Münsinger, U., Meier, E.K. (1994). Neurovisual rehabilitation in cerebral blindness, *Archives of Neurology*, 51, 474-481.
- [50]. Kosslyn, S. M. (1994). *Image and brain: The resolution of the imagery debate*. Cambridge, Masson : The MIT Press. Cité par Dulin (2008).
- [51]. Laberge, D. (1998). Attention as an Intensification of Cortical Activity, *Revue de Neuropsychologie*, 8, n°1, 53-81. Cité par Bukiatmé, Chausson (2004).
- [52]. Lamargue-Hamel, D. (2004), Des notions d'attention..., in *L'attention, Rééducation*

*Orthophonique*, Juillet 2004, 218,7-23.

- [53]. Lechevalier, B., Eustache, F., Viader, F. (2008). Les unités de la reconnaissance faciale aux épreuves de la prosopagnosie, in *Perception et agnosies : séminaires Jean-Louis Signoret*, (pp. 200-202), De Boeck université.
- [54]. Lin, K.C. (1996). Right-hemispheric activation approaches to neglect rehabilitation poststroke. *American journal of occupational therapy*, 50, 7, 504-515. Cité par Chokron, Gaudry (2009).
- [55]. Luyat, M. (2009). *La perception*, Les topos, Dunod.
- [56]. Marr, D. (1982). *Vision : A computational investigation into the human representation and processing of visual information*, New York : Freeman. Cité par Seve-Ferrieu (2005), Bonnet, Ghiglione et al. (2003) et Sieroff (2004)
- [57]. Mathiou, C., Neuville, J. (2010). De la perception à la mémorisation : étude de la mémoire verbale et visuelle chez des patients enfants et adultes porteurs de troubles neurovisuels, mémoire pour l'obtention du Certificat de Capacité d'Orthophoniste, Université Pierre et Marie Curie Paris VI.
- [58]. Matlin, M. W., (2001). *La cognition: introduction à la psychologie cognitive, neurosciences et cognition*, De Boeck université.
- [59]. Mellet, E., (1998). Anatomie fonctionnelle de l'imagerie mentale visuelle en TEP et en IRM fonctionnelle, in Belin, C., Boucart, M., Hénaff, M.A., *Vision : aspects perceptifs et cognitifs*, (pp. 63-76), Collection Neuropsychologie, Marseille: Solal.
- [60]. Mesulam, M.M. (1990). Large Scale Neurocognitive Networks and Distributed Processing for Attention Language and Memory, *Annales of Neurology*, 28, 597-613. Cité par Bukiatmé, Chausson (2004).
- [61]. Moroni, C. (2004). Bases anatomiques de l'attention : apport de l'imagerie fonctionnelle, in *L'attention, Rééducation Orthophonique*, (pp. 49-67), Juillet 2004, 218.
- [62]. Naccache, L., Slachevsky, A., Levy, R., Dubois, B. (2000). Simultanagnosia in a patient with right brain lesions., *Journal of neurology*, 247 (8), 250-251.

- [63]. Nelles, G., De Greiff, A., Pscherer, A., Forsting, M., Gerhard, H., Esser, J., Diener, H.C. (2007). Cortical activation in hemianopsia after stroke. *Neuroscience Letter*, 426, 1, 34-38. Cités par Chokron, Gaudry (2009).
- [64]. Pambakian, A.L.M., Kennard, C. (1997). Can visual function be restored in patients with homonymous hemianopia? *British Journal of Ophthalmology*, 81, 324-328.
- [65]. Pambakian, A.L.M., Mannan, S.K. & al. (2004). Saccadic visual search training: a treatment for patients with homonymous hemianopia, *Journal of Neurosurgery and Psychiatry*, 75, 1443-1448.
- [66]. Pambakian, A.L.M., Currie, J., Kennard, C. (2005). Rehabilitation Strategies for patients with homonymous visual field defects. *Journal of Neuro-Ophthalmology*, 25,2, 136-142.
- [67]. Perez, C., Cavezian, C., Peyrin, C. & al. (2009). Plasticité des aires visuelles corticales après une lésion rétrochiasmatiche : approche en neuro-imagerie, *Revue de Neuropsychologie*, Neurosciences cognitives et Cliniques, 1 (3), 254-260.
- [68]. Posner, M.I. (1978). *Chronometric Explorations of Mind:the third Paul M. Fitts Lectures*. Hillside, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. Cité par Chokron, Gaudry (2009).
- [69]. Posner, M.I., Petersen, S.E. (1990). The attention system of the human brain, *Annual review of Neuroscience*, 13, 25-42. Cités par Bukiatmé, Chausson (2004).
- [70]. Pylyshyn, Z.W. (1973). What the mind's eye tells the mind's brain : A critique of mental imagery. *Psychological Bulletin*, 1-25. Cité par Dulin (2008)
- [71]. Raminen, A., Vanni, S., Hyvärinen, L., Näsänen, R. (2007). Temporal sensitivity in a hemianopsic visual field can be improved by long-term training using flicker simulation. *Journal of neurology neurosurgery and psychiatry* 78, 1, 66-73. Cités par Chokron, Gaudry (2009).
- [72]. Rees, G., Lavie, N. (2001). What can functional imaging reveal about the role of attention in visual awareness?, *Neuropsychologia*, 39, 1343-1353. Cités par Moroni (2004).

- [73]. Rey-Debove, J., Rey, A. (texte remanié et amplifié sous la direction de.) (2012). *Le Petit Robert : dictionnaire alphabétique et analogique de la langue française* / Nouvelle éd. du "Petit Robert" de Paul Robert, Nouvelle éd. 2013. - Paris : le Robert, DL 2012 - 1 vol.
- [74]. Ro, T., Rafal, R. (2006). Visual restoration in cortical blindness : Insights from natural and TMS-induced blindsight, *Neuropsychological Rehabilitation*, 16 (4), 377-396.
- [75]. Rock, I. (2001). *La perception*, neurosciences et cognition, De Boeck université.
- [76]. Rousseau, M., Beis, J.M., Pradat-Diehl, P., Martin, Y., Bartolomeo, P., Chokron, S., Leclercq, M., Louis-Dreyfus, A., Marchal, F., Pérénnou, D., Prairial, C., Samuel, C., Sieroff, E., Wiart, L., Azouvi, P. (2001). Normalisation d'une batterie de dépistage de la négligence spatiale. Etude de l'effet de l'âge, du niveau d'éducation, du sexe, de la main et de la latéralité. *Revue Neurologique*, 157, 1385-1400
- [77]. Samuel, C., Azouvi, P., Bergego, C., Louis-Dreyfus, A., Marlier, N., Moutourcy, B., Bussel, B. (1992). Héminégligence visuo-spatiale : théorie, évaluation et rééducation. *Glossa, les cahiers de l'Unadreo*, 32, 20-24.
- [78]. Schmitz, R., Peigneux, P. (2011). Age-related Changes in visual Pseudoneglect, *Brain and Cognition*, 76, 382-389.
- [79]. Seron, X., Baron, J.C., Jeannerod, M. (1999). *Neuropsychologie humaine*, 2ème édition, Mardaga.
- [80]. Seron, X., Van Der Linden, M. & al. (2000). *Traité de neuropsychologie clinique*, coll. Neuropsychologie, Tome 1, Solal, Marseille.
- [81]. Seve-Ferrieu, N. (2005). *Neuropsychologie corporelle, visuelle et gestuelle : du trouble à la rééducation*, 3<sup>ème</sup> édition, coll. Neuropsychologie Rééducation, Masson, Paris.
- [82]. Shallice, T. (1982). Specific Impairments of planning, in Broadbent, D.E., Weiskrantz, L. (Eds), *The Neuropsychology of cognitive function*, London, The Royal Society, 199-209. Cité par Bukiatmé, Chausson (2004).
- [83]. Shiffrin, R.M., Schneider W. (1977). Controlled and automatic human information processing II, perceptual learning, automatic attending and a general theory, *Psychological*

- Review*, 84, 127-190. Cités par Bukiatmé, Chausson (2004).
- [84]. Sieroff, E. (1992). Introduction à l'attention sélective : définition et propriétés, *Revue de neuropsychologie*, vol.2, n°1, 3-27. Cité par Bukiatmé, Chausson (2004).
- [85]. Sieroff, E. (2004). *La neuropsychologie : approche cognitive des syndromes cliniques*, coll. Cursus, A. Colin, Paris.
- [86]. Silvanto, J., Cowey, A., Lavie, N., Walsh, V. (2007). Making the blindsighted see. *Neuropsychologia*, 45, 14, 3346-3350. Cités par Chokron, Gaudry (2009).
- [87]. Sturm, W. (2002). Neuro-anatomie fonctionnelle de l'attention, in Couillet, J., Leclerc, M., Moroni, C., Azouvi, P. (Eds), *Neuropsychologie de l'attention* (pp.55-72), Marseille: Solal.
- [88]. Tarel, C., Marion, M.A., (2007). Comparaison des capacités de perception visuelle et d'imagerie mentale dans les troubles visuels d'origine centrale et périphérique, Mémoire pour l'obtention du Certificat de Capacité d'Orthophoniste ; sous la direction du Dr Sylvie Chokron , Université Pierre et Marie Curie Paris VI.
- [89]. Thiel, C.M., Zilles, K., Fink, G.R. (2004). Cerebral correlates of alerting, orienting and reorienting of visuospatial attention : an event-related fMRI study, *Neuroimage*, 21, 318-328. Cités par Moroni (2004).
- [90]. Van Zommeren, A.H., Brouwer, W.H. (1987). Head injury and concept of attention. In Levin, H.S., Grafman, J., Eisenberg, H.M. (Eds). *Neurobehavioural recovery from head injury* (pp. 398-415). New-york : Oxford University Press.
- [91]. Van Zommeren, A.H., Brouwer, W.H. (1994). Theories and concepts of attention, *Clinical Neuropsychology of attention*, New-York: Oxford University Press, 7-38. Cités par Bukiatmé, Chausson (2004).
- [92]. Vignal, C., Dan, M., American academy of ophthalmology (AAO), Société française d'ophtalmologie (SFO), (2011). *Neuro-ophtalmologie*, Masson.
- [93]. Vilayphonh, M., Cavézian, C., Laloum, L., De Agostini, M., Watier, L., Vasseur, V., Chokron, S. (2009). Batterie d'Evaluation des troubles Visuo-Attentionnels (E.V.A.) chez

l'enfant de 4 à 6 ans. *Revue de Neuropsychologie*, 1(2), 110-119.

- [94]. Weiskrantz, L., Warrington, E.K., Sanders, M.D., Marshall, J. (1974). Visual capacity in the hemianopic field following a restriction occipital ablation. *Brain*, 97, 1, 709-728.
- [95]. Wickens, C.D. (1984). Processing resources in attention, in Parasuraman, R., Davies, D.R. (Eds). *Varieties of attention*, Londres Academic Press. Cité par Lamargue-Hamel (2004).
- [96]. Zihl, J. (1980). "Blindsight" improvement of visually guided eye movements by systematic practice in patients with cerebral blindness, *Neuropsychologia*, 18, 71-77.
- [97]. Zihl, J. (1981). Recovery of visual function in patients with cerebral blindness. Effect of specific practice with saccadic localization. *Experimental Brain Research*, 44 (2), 159-169.
- [98]. Zihl, J. (2000). *Rehabilitation of visual disorders after brain injury*, New-York: Psychology Press.
- [99]. Zihl, J., Von Cramon, D. (1979). Restitution of visual functions in patients with cerebral blindness, *Journal of Neurosurgery and Psychiatry*, 42, 312-322.
- [100]. Zimmermann, P., Fimm, B. (1994). TEA Test d'évaluation de l'attention, Würzelen : Psytest. Cités par Lamargue-Hamel (2004).

## **Annexes**

Annexe 1 :

**FICHE PATIENT/ ANAMNESE**

**NOM/ PRENOM :**

**ÂGE :**

**DATE ET LIEU DE NAISSANCE :**

**LANGUE MATERNELLE :**

**METIER/ ACTIVITE EXERCEE :**

**NIVEAU D'ETUDES :**

**LATERALITE :**

**Antécédents médicaux / Traitement en cours :**

**Port de lunettes : non            oui            si oui correction :**

**Troubles ou difficultés visuels au cours de la vie :**

**Prise en charge en orthophonie au cours de la vie ? si oui pourquoi ? durée ?**

**PLAINTE DU PATIENT :**

Annexe 2 :

# **CAHIER DE L'EXAMINATEUR**

## **BILAN T.N.V. ADULTES**

## Passation complète : épreuves 1 à 30

Date : +        -  
Lieu : +        -

### 1) Orientation Spontanée du regard

Noter si, en entrant dans la salle, le patient explore correctement :

- La pièce /1
- Le siège /1
- L'interlocuteur /1

**Score total : /3**

### 2) Test de Bisiach Révisé

Le patient répondra au petit questionnaire suivant

**Consigne :** *Pourquoi êtes-vous ici ? Que vous est-il arrivé ?*

- Y a-t-il quelque chose qui ne va pas avec votre vision ?*
- Avez-vous l'impression que vous auriez besoin de lunettes (ou que vos lunettes ne sont pas ou plus adaptées) ?*
- Voyez-vous distinctement le monde qui vous entoure ?*
- Vous cognez-vous davantage qu'avant ? Si oui, d'un côté en particulier ?*
- Lorsque vous cherchez quelque chose, avez-vous plus de difficultés à le trouver qu'avant ?*
- Votre entourage vous a-t-il fait part d'inquiétudes vous concernant ?*

**Score total : /3**

### 3) Déviation Tête/Yeux (observation)

Déviation tête ou yeux vers la gauche :    oui            non  
Déviation tête ou yeux vers la droite :    oui            non

#### 4) Distinction Gauche/Droite et Schéma corporel

**Consigne :** « *Je vais vous donner certaines consignes que vous devrez réaliser :* »

- |   |    |
|---|----|
| <input type="checkbox"/> Mettez vos mains sur vos épaules                   | /2 |
| <input type="checkbox"/> Mettez votre main gauche sur votre genou droit     | /2 |
| <input type="checkbox"/> Mettez votre pied droit sur votre mollet gauche    | /2 |
| <input type="checkbox"/> Mettez votre index gauche sur votre joue droite    | /2 |
| <input type="checkbox"/> Mettez votre pouce droit sur votre majeur gauche » | /2 |

**Score total :** /10

#### 5) Praxies symboliques-représentatives (+latéralité)

**Consigne :** « *Je vais maintenant vous donner des consignes pour lesquelles vous devrez faire semblant de faire quelque chose :* »

- |  |    |
|--|----|
|  | L  |
| I) Faites semblant de regarder dans une longue vue | /1 |
| II) Faites semblant de vous brosser les dents      | /1 |
| III) Faites semblant d'écrire une lettre           | /1 |
| IV) Faites semblant de taper dans un ballon        | /1 |
| V) Faites le geste qui signifie « Au revoir »      | /1 |
| VI) Faites le geste qui signifie « C'est bien »    | /1 |

**Score total :** /6

#### 6) Réflexes visuels

**Consigne :** « *Je vais devoir m'approcher de vos yeux pour vérifier vos réflexes. »* »

- |                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| Réflexe photomoteur :               | /1 |
| Réflexe de clignement à la menace : | /1 |

**Score total :** /2

#### 7) Discrimination lumière-obscurité

**Consigne :** « *Dites-moi si la lumière est allumée ou éteinte »* »

Nombre d'essais réussis : /3

**Score total :** /1

## 8) Poursuite/ Fixation du regard

**Consigne :** « Vous devez maintenant fixer et suivre cet objet des yeux sans bouger la tête »  
puis « Vous devez suivre et fixer la lumière toujours sans bouger la tête »

- Poursuite d'un objet contrasté + fixation
  - En champ central (fixation 10s) /1
  - Poursuite ordonnée /1
  - dans CV gauche (fixation 10s) /1
  - Poursuite aléatoire /1
  - Dans le CV droit (10s) /1

En cas d'échec, reproduire l'épreuve avec une poursuite de lumière dans l'obscurité, si cela ne suffit pas, renforcement lampe + clochette

Absence de nystagmus : /1  
Dissociation mouvement céphalique et oculaire possible : /1

**Score total : /7**

## 9) Détection/ Champs visuels

**Consigne :** « Fermez les yeux, quand je vous le dirai vous devrez les ouvrir, fixer la croix au centre et me dire quand mon stylo disparaît »

Ligne diagonale haut gauche	/1	cm
Ligne diagonale haut droite	/1	cm
Ligne diagonale bas gauche	/1	cm
Ligne diagonale bas droite	/1	cm
Ligne perpendiculaire gauche	/1	cm
Ligne perpendiculaire haut	/1	cm
Ligne perpendiculaire bas	/1	cm
Ligne perpendiculaire droite	/1	cm

**Score total : /8**

**Si le patient est au lit ou qu'il présente une cécité corticale ou un syndrome de Balint : effectuer cette épreuve de la façon suivante :**

**Consigne :** « Fermez les yeux, quand je vous le dirai vous devrez les ouvrir, fixer mon nez et me dire où se trouve le marqueur. Vous irez le chercher doucement sans bouger ni les yeux ni la tête. »

/1	/1	/1
/1	Yeux du patient	/1
/1	/1	/1

**Score total : /8**

### 10) Extinction visuelle

**Consigne :** « Après avoir ouvert les yeux, fixez mon nez. Tout en me regardant, attrapez le ou les crayons »

2 cibles détectées :    oui    non  
Cible gauche :        oui    non  
Cible droite :        oui    non

**Score total : /1**

### 11) Orientation volontaire du regard

– Sur consignes verbales

**Consigne :** « Pouvez-vous regarder en haut, en bas, à droite, à gauche »

Haut            /1  
Bas             /1  
Droite         /1  
Gauche        /1

- Sur afférences proprioceptives (yeux fermés)

**Consigne :** « Vous allez fermer les yeux, je vais toucher différents endroits de votre corps, quand vous le sentirez il faudra regarder l'endroit où je vous ai touché »

Genou Droit            /1  
 Front                    /1  
 Bras gauche            /1  
 Épaule droite         /1

- Sur afférences auditives (yeux fermés puis orientation)

**Consigne :** « Vous allez faire la même chose mais en regardant maintenant en direction du bruit »

Haut gauche            /1  
 Haut droit              /1  
 Bas gauche             /1  
 Bas droit                /1

**Score total :    /12**

## 12) Barrages



**Consigne :** « Voici un dessin, il va falloir l'entourer/ le barrer parmi d'autres dessins »

Barrage des M :  
 Nombre de cibles barrées            /25  
 Nombre d'erreurs :  
 Nombre d'omissions :  
 Première cible : Gauche      Centre      Droite

**Score total :    /25**

**Temps :**

Barrage des bols :  
 Nombre de cibles entourées :  
 A gauche                                /15  
 A droite                                    /15  
 Au centre                                 /5  
 Nombre d'erreurs :  
 Nombre d'omissions :  
 Première cible : Gauche      Centre      Droite

**Score total :    /35**

**Temps :**

### 13) Recherche de cibles



**Consigne :** « Voici une photo : pouvez-vous retrouver dans cette photo la voiture (1), le chien (2), la calculatrice (3), les lunettes (4), la montre (5) »

Voiture	/1	Chien	/1
Calculatrice	/1	Lunettes	/1
Montre	/1		

**Score total :** /5

**Temps :**

### 14) Bissection de lignes (BEN)

**Consigne :** « Je vais vous demander de couper chacune des lignes en leur milieu de façon à les diviser, le plus précisément possible, en deux parties égales. »

Ligne 1 :	mm	Ligne 3 :	mm
Ligne 2 :	mm	Ligne 4 :	mm

**Score total :** mm

### 15) Coordination visuo-motrice

**Consigne :** « Pour cette épreuve, vous devez repasser sur les pointillés le plus précisément possible »

Triangles gauches :	/2
Triangles droits :	/2
Triangles centraux :	/2

**Score total :** /6

### 16) Lecture/ Écriture

**Consigne :** « Pouvez-vous lire ces lettres, ces syllabes, ces mots (vrais mots), ces mots (faux mots), cette phrase, ces chiffres, ces nombres. » puis « pouvez-vous épeler le mot poisson? » et « pouvez vous écrire la phrase : ... »

- Lecture de lettres ( /1.5): m s i
- Lecture de syllabes ( /3): bla voi nu
- Lecture de mots ( /3): Table Monsieur Chandelier
- Lecture de logatomes ( /1.5): Trupin Carsilu Pournaita

- Lecture de phrase ( /1): Je vais à la mer demain.
- Lecture de chiffres ( /1.5) : 8 2 6
- Lecture de nombres ( /1.5) : 39 210 573
- Copie ( /1) : « *Pouvez-vous recopier ce mot* » Automobile
- Epellation ( /1) : « *Pouvez-vous épeler le mot **POISSON*** »
- Ecriture (sous dictée) ( /1) : « *Pouvez-vous écrire " les fraises que j'ai ramassées hier n'étaient pas mûres " »*

**Score total : /13**

### 17) Mémoire visuelle (EVA)

**Consigne :** « *Je vais vous présenter un dessin qu'il faudra ensuite retrouver parmi d'autres qui lui ressemblent ; attention ce doit être exactement le même dessin dans le même sens.* »

**Score total : /4**

### 18) Reconnaissance visuelle et Astéréognosie

- Avec contrôle visuel

**Consigne :** « *Je vais vous présenter 3 objets ; il faudra me dire ce que c'est* »

Clé : /1  
Tasse : /1  
Ciseaux : /1

**Score total :  
/3**

- Sans contrôle visuel :

**Consigne :** « *Vous allez devoir fermer les yeux, je vais vous donner des objets et il faudra me dire ce que c'est sans les regarder* »

Briquet : /1  
Crayon : /1  
Montre : /1

**Score total : /3**

### 19) Différenciation 2D/3D

**Consigne :** « Est-ce que c'est une gomme ou un rectangle? Est-ce que c'est une balle ou un rond? »

Gomme	/1	Rectangle blanc	/1
Rond blanc	/1	Balle de ping-pong	/1

**Score total : /4**

### 20) Jugement d'identité

**Consigne :** « Je vais vous présenter des dessins, il faudra que vous me disiez s'ils sont identiques ou différents. S'ils sont différents, vous devez me dire pourquoi »

Différences gauches :	/2	Différences centrales :	/2
Différences droites :	/3	Similarité :	/2

Fausse différences : oui non

Combien :

Emplacement :

Persévérations : oui non

**Score total : /9**

### 21) Figures enchevêtrées



**Consigne :** « Pouvez-vous me dire ce que vous reconnaissez sur ce dessin »

Présenter la seconde planche si le patient présente un trouble du langage important type manque du mot. Dans ce cas, la cotation se fait sur désignation.

**Consigne :** « Montrez moi sur les côté ce que vous voyez au milieu »

Chaussure	/1	lunettes	/1
moto	/1	t-shirt	/1
fourchette	/1	maison	/1
guitare	/1	souris	/1
pantalon	/1	canard	/1
tasse	/1		

Fausse reconnaissances : oui non

Nombre omissions à gauche :

Nombre omissions à droite :

**Score total : /11**

**Temps :**

## 22) Perception des couleurs

**Consigne :** « Voici des carrés colorés, pouvez-vous me montrer... »

Nombre de désignations correctes : /8

**Consigne :** « Voici des dessins. Pouvez-vous mettre la couleur qui correspond le mieux sur chacun des dessins »

Nombre de choix corrects : /5

**Consigne :** « Pouvez-vous mettre ensemble les carrés de même couleur »

Nombre d'associations correctes : /8

**Score total : /21**

## 23) Reconnaissance des visages célèbres

**Consigne :** « Je vais vous montrer des visages de personnes célèbres, vous devrez me dire si vous les reconnaissez »

Maryline Monroe :	/1	Céline Dion :	/1
Michael Jackson :	/1	Albert Einstein :	/1
Catherine Deneuve :	/1	Édith Piaf :	/1
Jean Dujardin :	/1	Nicolas Sarkozy :	/1

**Score total : /8**

## 24) Appariement de visages identiques

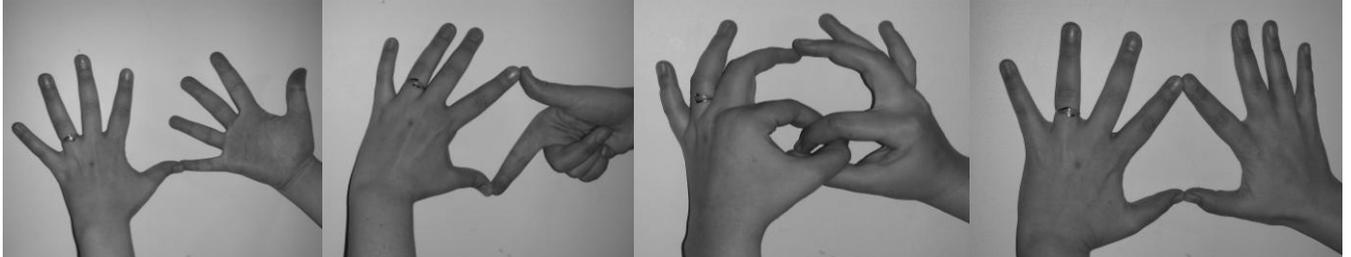
**Consigne :** « Je vais vous montrer la photo d'un visage qu'il faudra mémoriser, une feuille blanche vous sera présentée puis une troisième planche sur laquelle vous devrez retrouver le visage mémorisé parmi d'autres visages. »

Visage homme : /1  
Visage femme : /1  
Nombre de fausses reconnaissances :

**Score total : /2**

## 25) Imitation de la position des mains

**Consigne :** « Vous allez devoir reproduire exactement la même position que moi avec vos mains »



Pouce auriculaire :

/1

Ronds :

/1

Carré :

/1

Pique :

/1

**Score total : /4**

## 26) Appariement sémantique scène/image

**Consigne :**

« Vous allez avoir sous les yeux l'image d'une scène puis je vais vous présenter successivement des dessins, vous devrez me dire si le dessin va bien avec l'image ou pas. »

Rocher :

/1

Plateau fromage :

/1

Menottes :

/1

Serveur :

/1

Trousse à pharmacie :

/1

Assiette :

/1

Dauphin

/1

Enfant puni :

/1

Feu tricolore :

/1

Cahier avec zéro :

/1

Cuisinier :

/1

Enfant grondé :

/1

**Score total : /12**

## 27) Évaluation de la distance

**Consigne :** Je vais vous présenter successivement des objets, vous devrez me dire s'ils vous semblent être situés plutôt à 20 cm ou à 1m de vous. Vous devrez fermer les yeux entre chaque essai.

**Score total : /5**

## 28) Épreuve de l'horloge (BEN)



**Consigne :** « *Je vais vous demander de placer les chiffres à l'intérieur du cadran de cette horloge. »*  
« *Pouvez-vous maintenant indiquer 9h10 avec des aiguilles. »* »

Cadran complété à gauche : /1  
Cadran complété à droite : /1

**Score total :** /2  
**Temps :**

## 29) Dessin d'une forme simple yeux ouverts/ yeux fermés

**Consigne :** « *Pouvez-vous dessiner un rond dans un carré ?* »  
« *Pouvez-vous faire la même chose sur cette autre feuille mais cette fois-ci en fermant les yeux ?* » »

Dessin yeux ouverts : /1  
Dessin yeux fermés : /1

**Score total :** /2

## 30) Orientation spatiale (BIP)

**Consigne :** « *Je vais vous présenter une première planche sur laquelle sont dessinés des points que vous devrez mémoriser. Il y aura ensuite une page blanche puis une troisième planche avec une flèche. Vous devrez me dire si la flèche pointe en direction d'un des points que vous avez vus sur la première planche. »* »

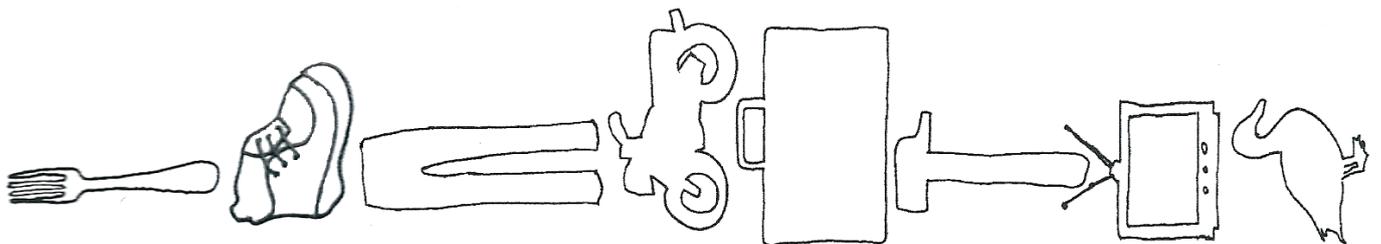
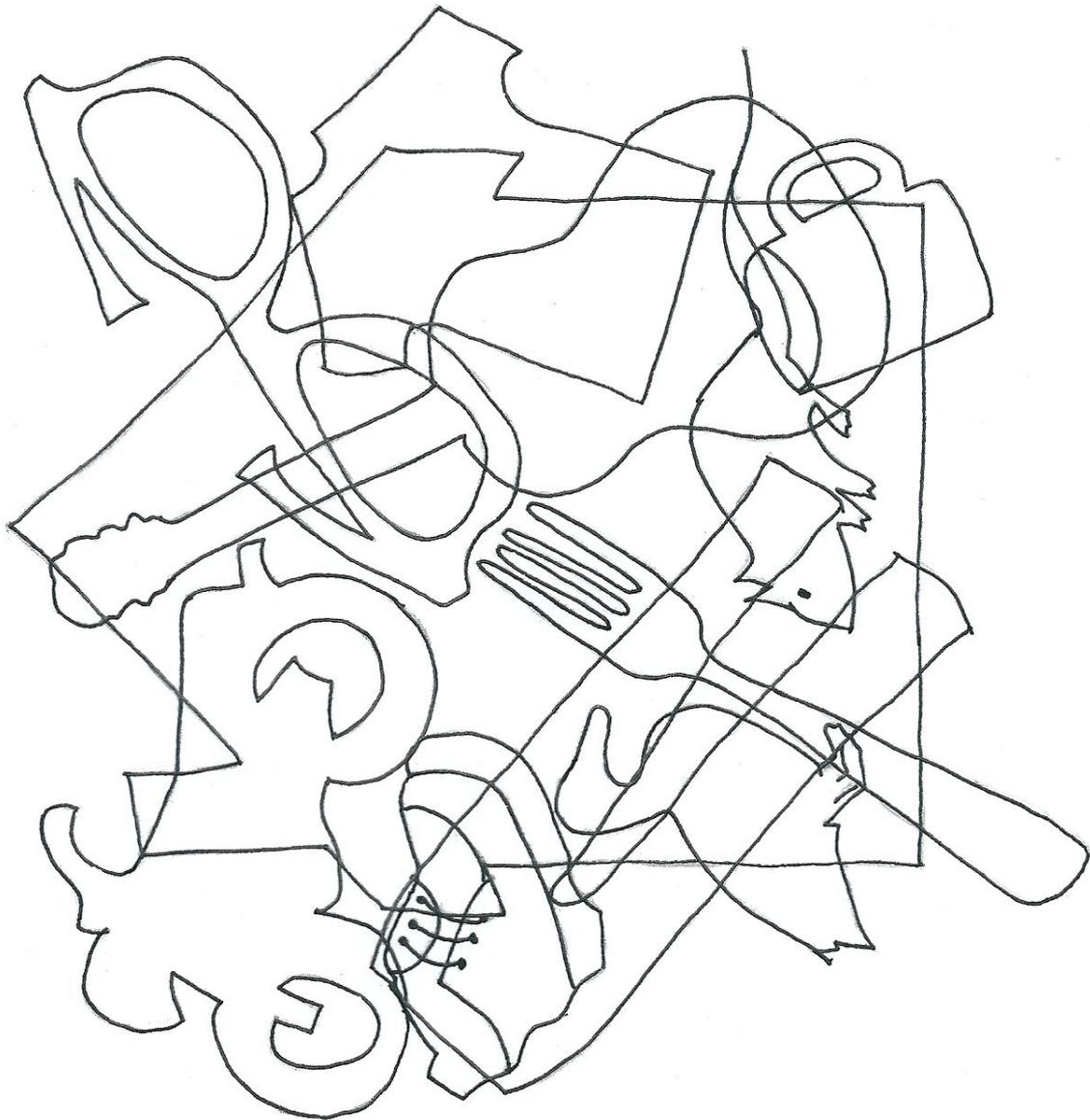
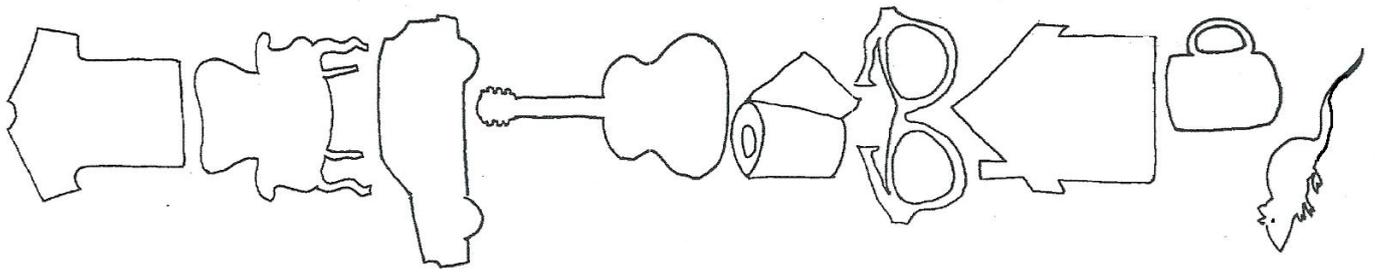
Haut droit : /1                      Haut gauche : /1  
Bas droit : /1                      Bas gauche : /1  
Nombre d'erreurs :

**Consigne :** « *Je vais vous présenter des planches sur laquelle sont dessinés des points et une flèche. Vous devrez me dire si la flèche pointe en direction d'un des points.* » »

Haut droit : /1                      Haut gauche : /1  
Bas droit : /1                      Bas gauche : /1  
Nombre d'erreurs :

**Score total :** /8

Annexe 3 :



Annexe 4 :

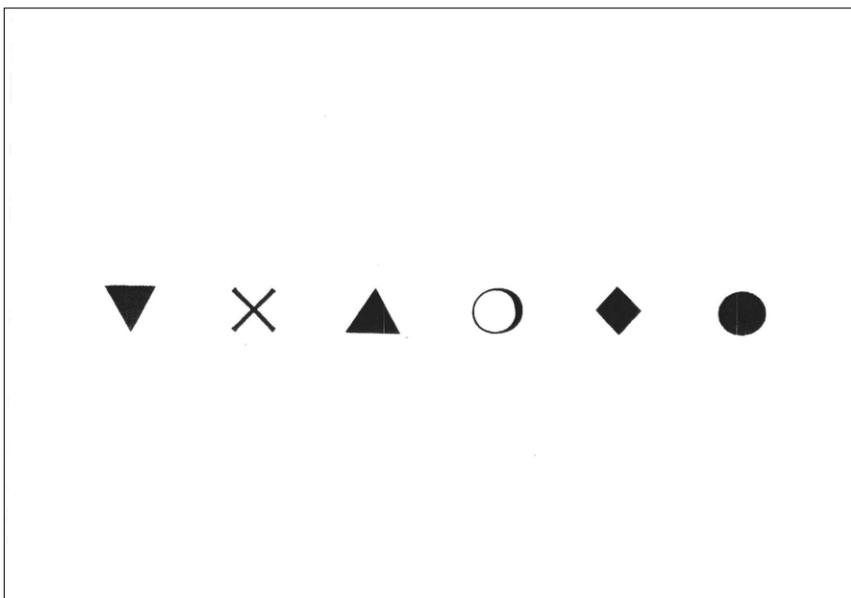
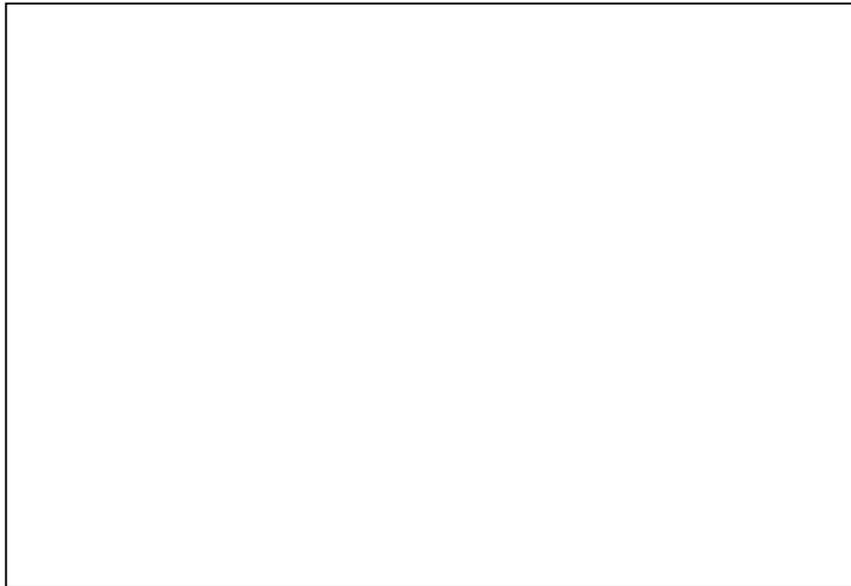
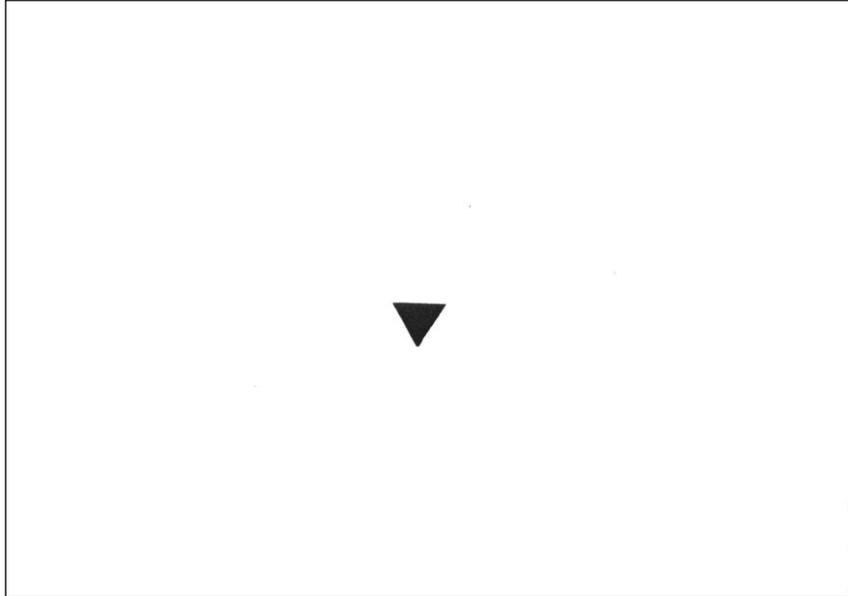
	N
Cécité corticale	1
Vision tubulaire	2
Hémianopsie latérale homonyme	29
Négligence spatiale unilatérale	10
Quadranopsie	6
Poursuite visuelle	12
Orientation volontaire du regard	2
Simultagnosie	9
Ataxie optique	2
Reconnaissance visuelle	4
Trouble de la mémoire visuelle	7
Alexie	4
Prosopagnosie	1
Trouble visuo-constructif	6
Trouble de l'analyse visuelle	4
Trouble du langage	10
Démence	1
Trouble exécutif	10

Annexe 5 :

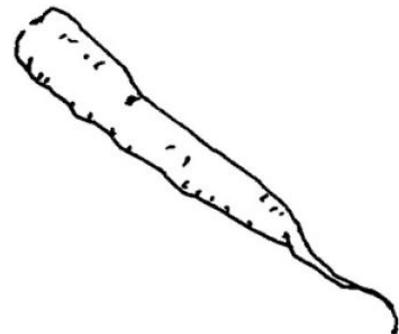
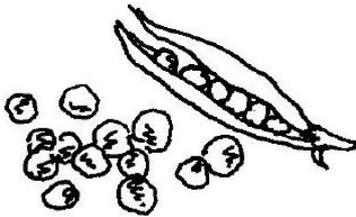
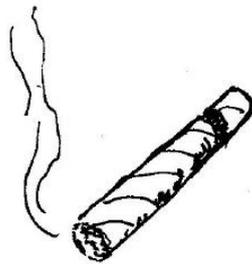
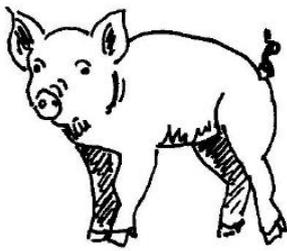
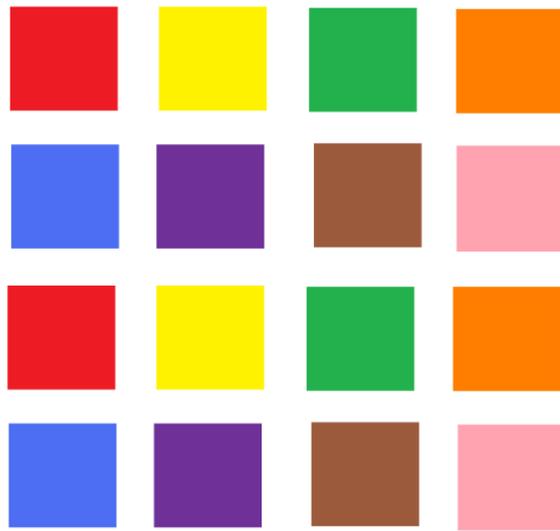
m	s	i
bla	voi	nu
Table	monsieur	chandelier
Trupin	carsilu	pournoita
Je vais à la mer demain		
8	2	6
39	210	573
Automobile		



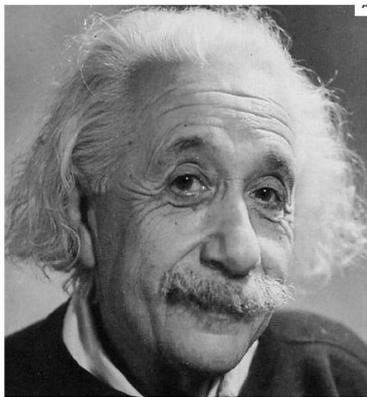
Annexe 7 :



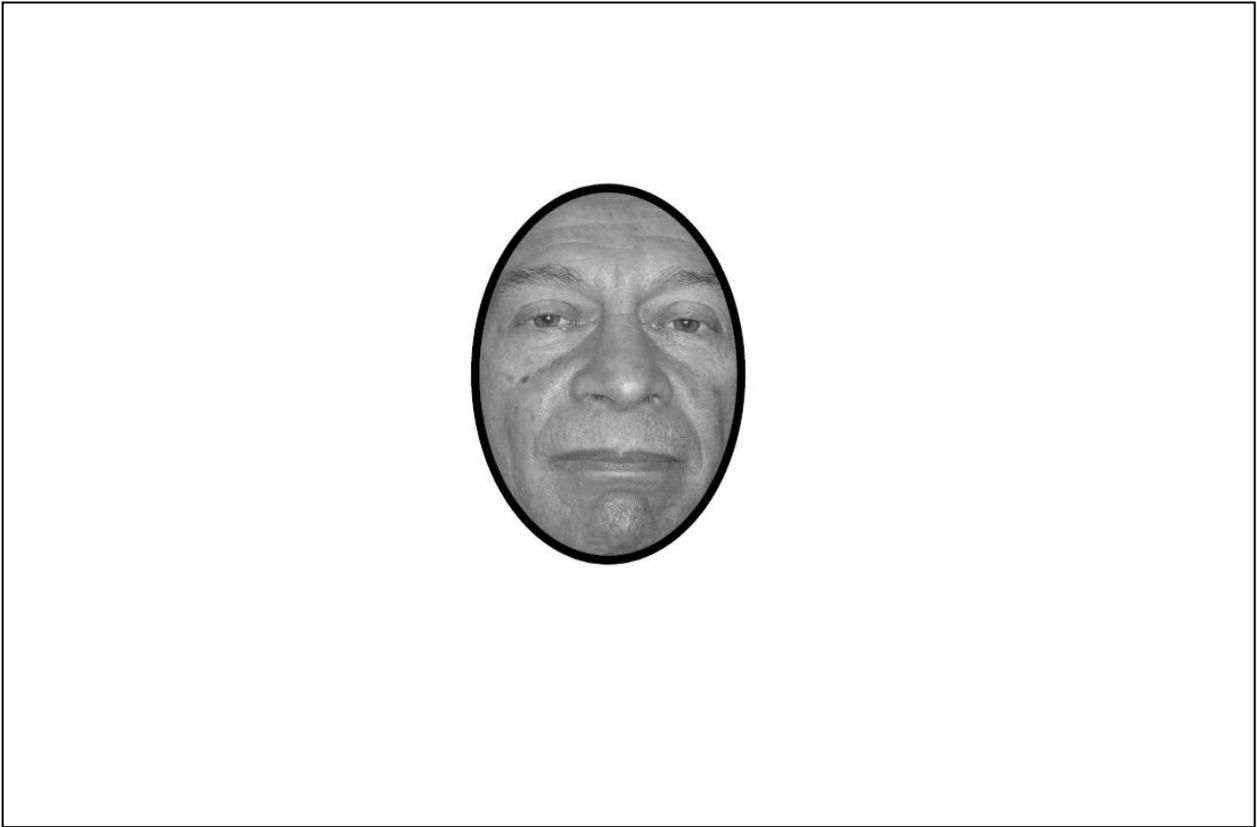
Annexe 8 :



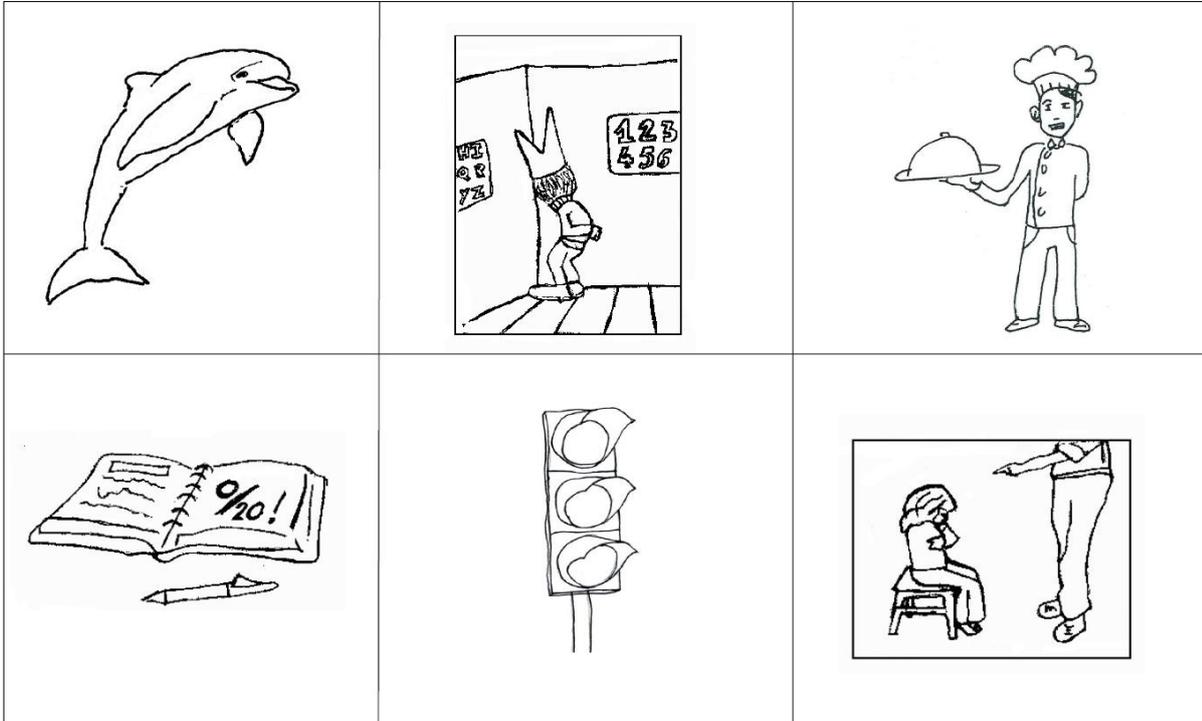
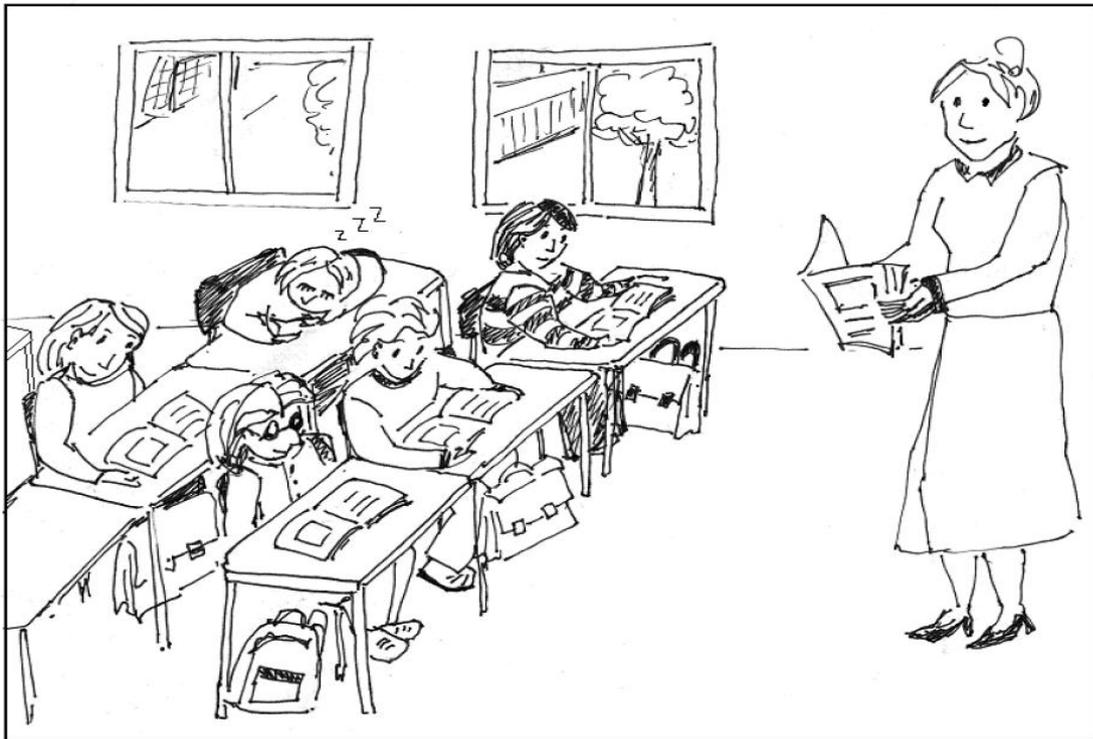
Annexe 9 :



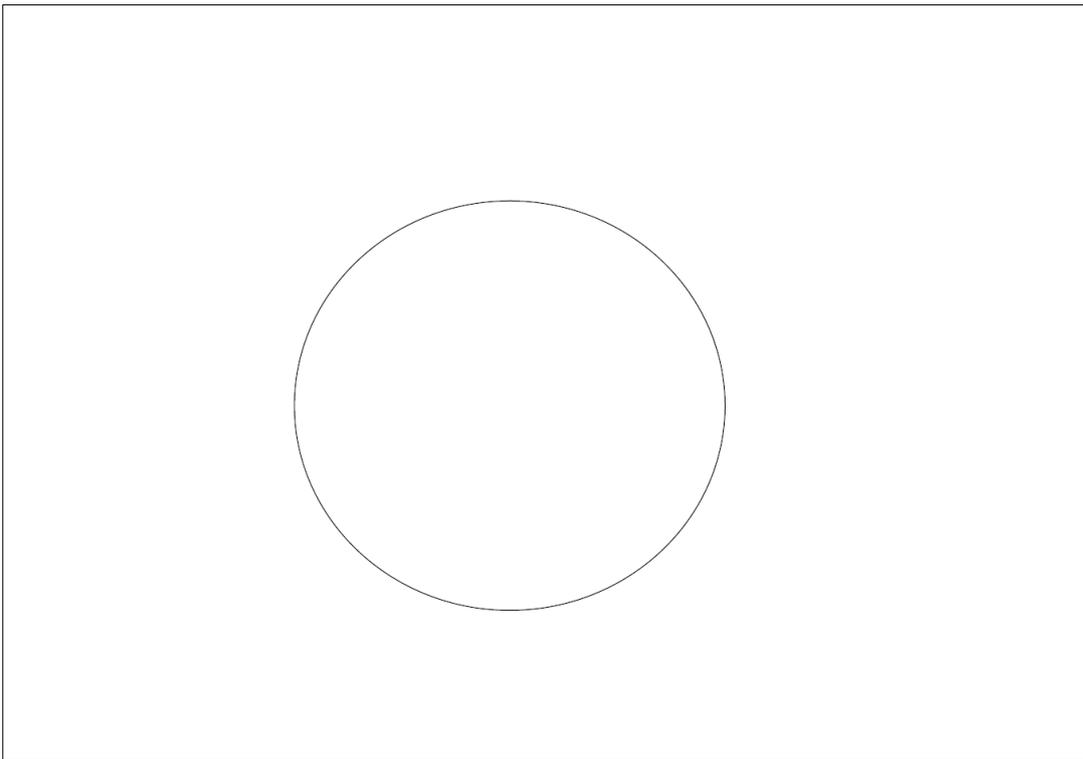
Annexe 10 :



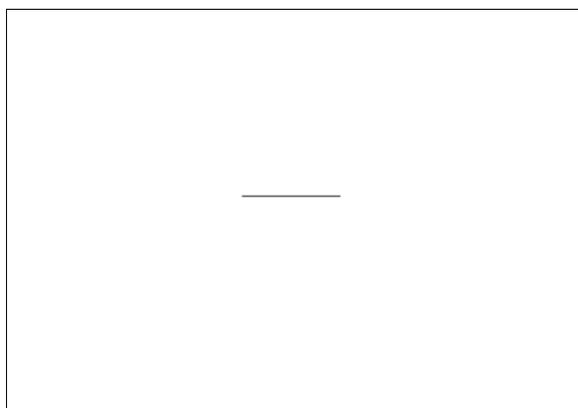
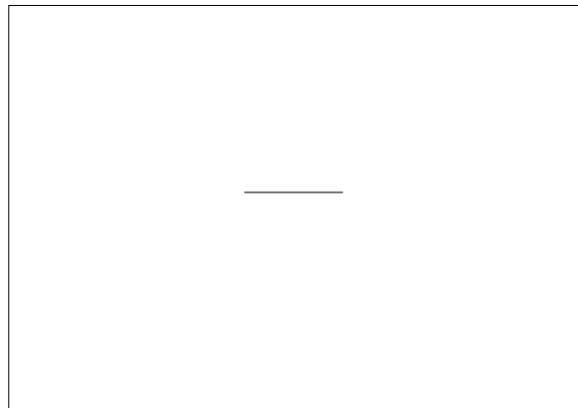
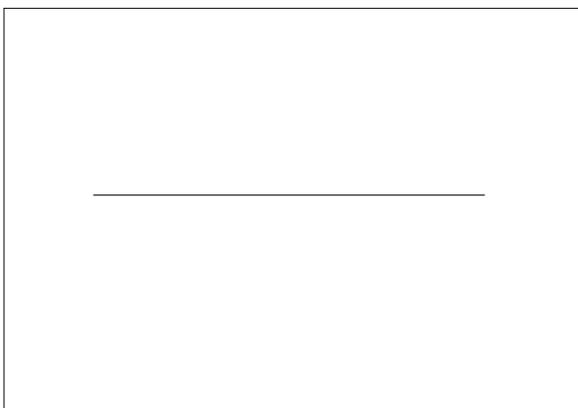
Annexe 11 :



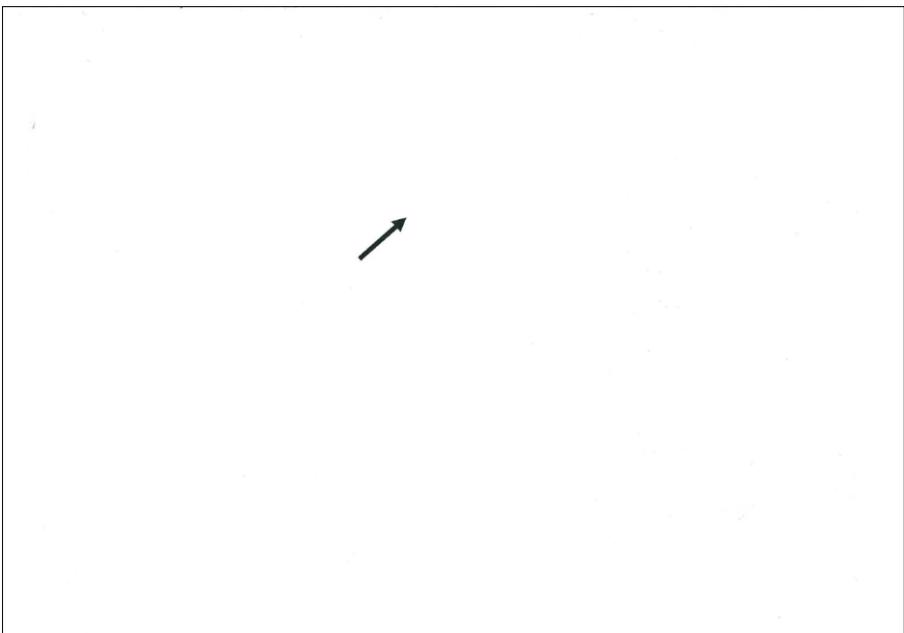
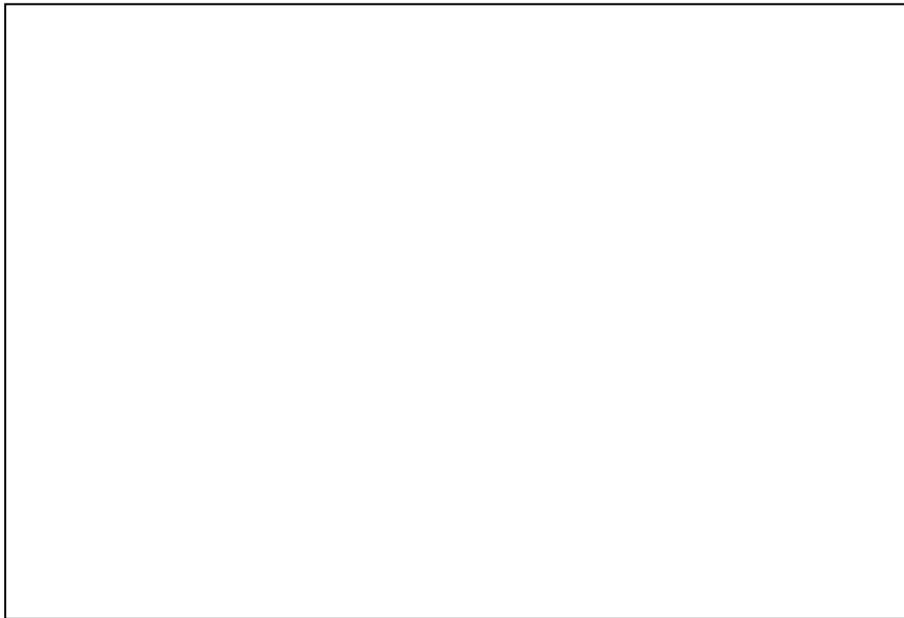
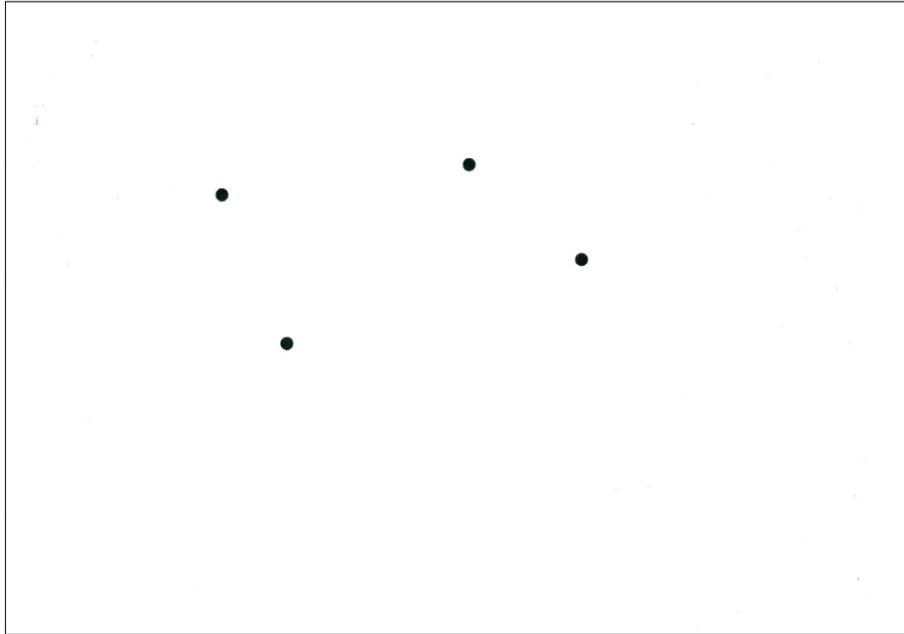
Annexe 12 :



Annexe 13 :

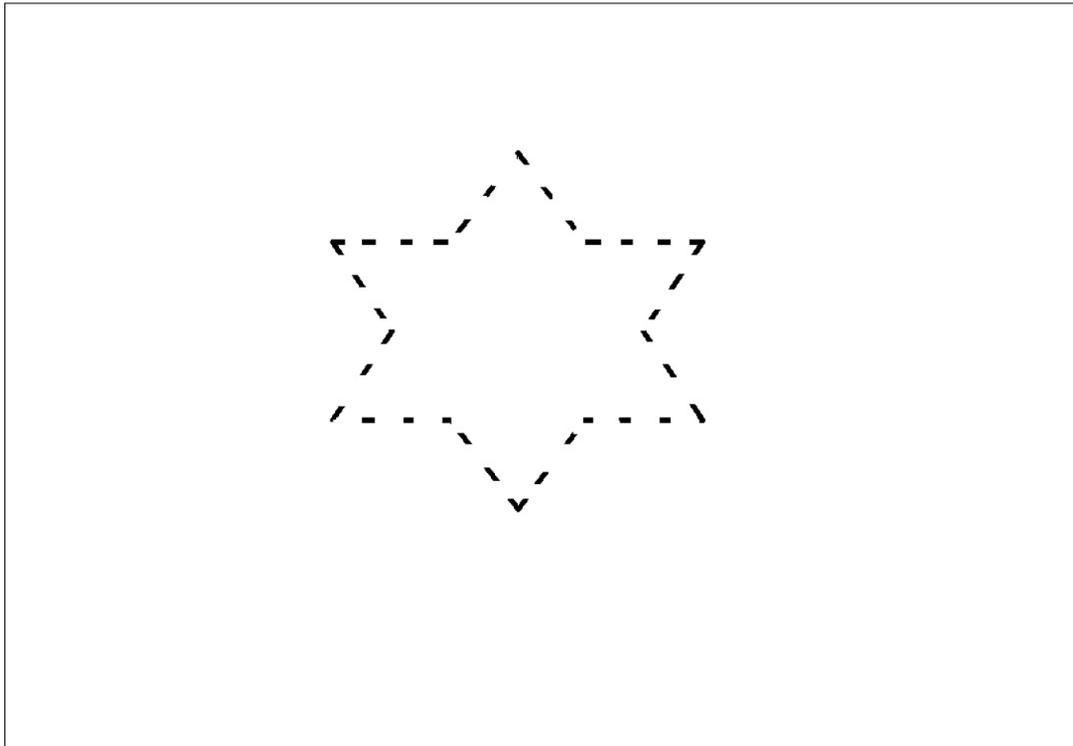


Annexe 14 :

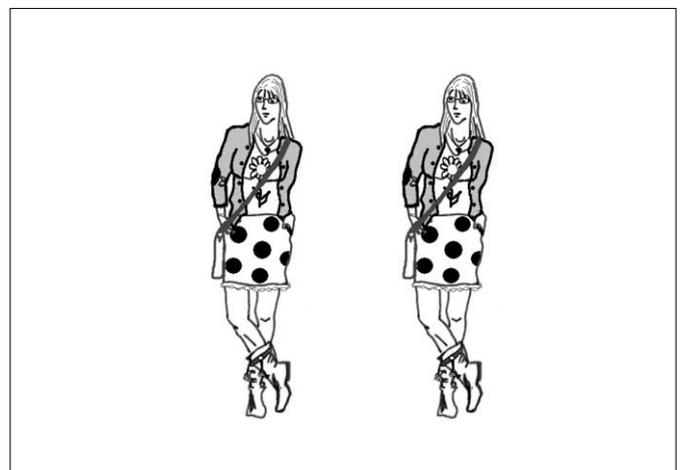
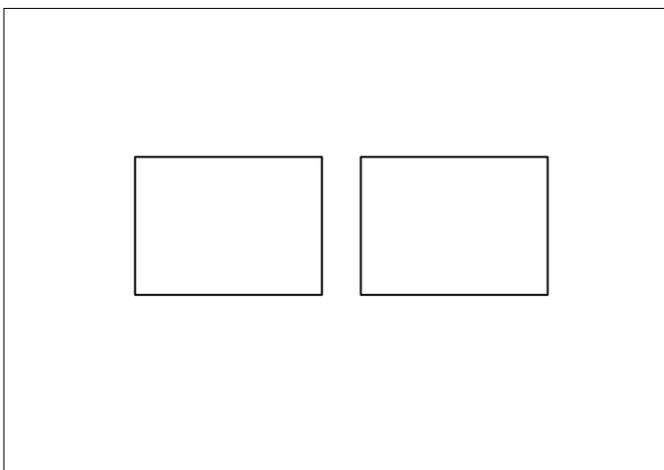
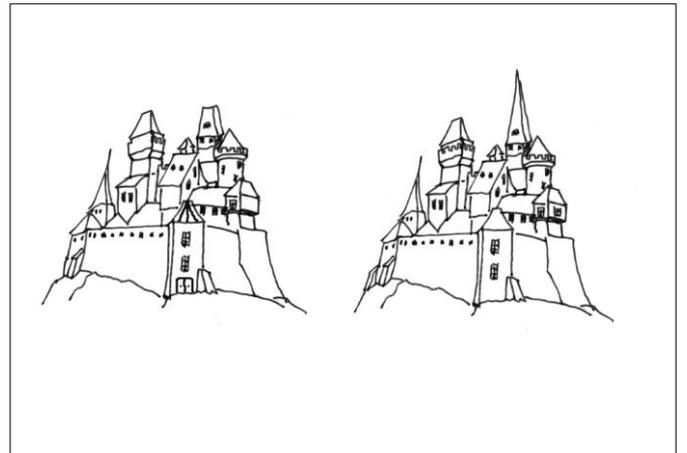
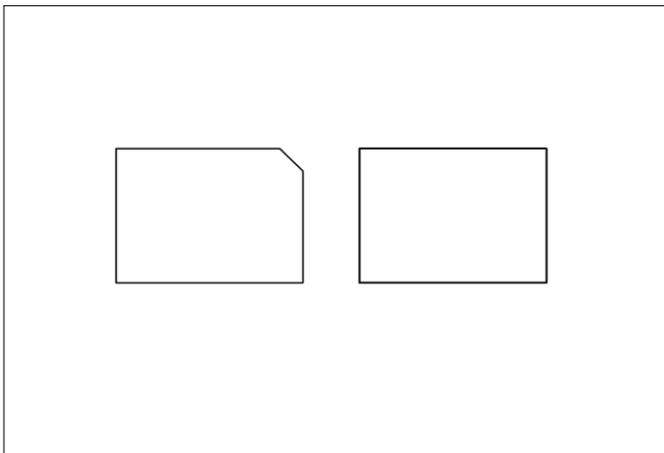




Annexe 16 :



Annexe 17 :



## **Résumé :**

Poursuivant l'entreprise de dépistage précoce des troubles neurovisuels chez l'enfant proposé en 2009 avec la batterie EVA, la présente recherche a eu pour objectif d'élaborer un outil d'évaluation complet des troubles de la fonction visuelle chez l'adulte cérébrolésé.

Pour témoigner de la sensibilité et de la spécificité de notre bilan, nous l'avons soumis à un groupe de patients adultes porteurs de troubles neurovisuels acquis ainsi qu'à un groupe de sujets sains.

Au terme de notre étude, nous pouvons conclure à une sensibilité globale de la batterie élaborée, sa spécificité n'a pu être démontrée du fait d'une population pathologique restreinte trop hétérogène.

## **Abstract :**

Following the 2009 EVA set research for the precocious screening of child neurovisual impairments, this research has established as its purpose the elaboration of a testing tool that also includes visual function impairments in brain damaged adults.

To testify the sensitivity and the specificity of this exam, it has been submitted to a group of adult acquired neurovisual impairment carriers, as well as to a group of healthy individuals.

At the end of this analysis, it can be asserted that the set taken into account owns a global sensitivity but its specificity cannot be demonstrated because of a much too heterogeneous limited pathological population.

## **Mots clés :**

Troubles neurovisuels, fonction visuelle, évaluation, dépistage, champ visuel, adultes  
Neurovisual impairments, visual function, test, screening, visual field, adults

## **Nombre de pages :**

135 pages dont 100 de corps de texte, 10 de bibliographie et 25 d'annexes

## **Bibliographie :**

100 références bibliographiques