



Faculté de médecine Toulouse Rangueil
Enseignement des techniques de réadaptation

Mémoire présenté en vue de l'obtention
du Certificat de Capacité d'Orthophonie

Création d'un test mettant en lien
stéréognosie orale et manuelle :
intérêt chez des patients atteints de cancers
des voies aéro-digestives supérieures

Pailhas Caroline

Sous la direction de Virginie Woisard et Michèle Puech

Sommaire

Remerciements.....	7
Synthèse	8
Introduction.....	13
Problématique et Hypothèses.....	15
I. Partie théorique.....	16
A. Système somesthésique.....	16
1. Récepteurs et fibres afférentes	17
2. Les différents types de récepteurs.....	18
Les mécanorécepteurs	18
Les récepteurs de la proprioception	18
3. Les voies de la sensibilité tactile.....	19
La voie lemniscale ou voie des colonnes dorsales.....	19
La voie extralemniscale	20
4. Les voies de la proprioception	20
5. Le cas particulier de la sensibilité tactile de la face.....	21
6. Notion de somatotopie	23
Moelle épinière	23
Tronc cérébral	23
Thalamus.....	23

Cortex somesthésique	24
7. Le toucher actif (ou sensibilité haptique).....	25
Définition	25
Traitement neurologique de la sensibilité haptique	25
La sensibilité haptique : un système sensitif unique	26
L'exploration manuelle	26
La bouche comme organe d'exploration tactile	27
8. Stéréognosie.....	28
Définition	28
État des lieux des connaissances en matière de stéréognosie	29
Comparaison entre les compétences manuelles et orales	30
9. La sensibilité tactile au service de la fonction	31
Lien entre sensibilité et motricité.....	31
Sensibilité tactile et déglutition.....	31
Sensibilité tactile et articulation de la parole	32
B. Les cancers des voies aéro-digestives supérieures.....	33
1. Les différents types de cancers des VADS.....	33
2. Les différents traitements.....	33
La radiothérapie	34
La chimiothérapie	35
Les chirurgies des cancers des voies aéro-digestives supérieures	35
Les chirurgies du larynx.....	35
Les chirurgies de la cavité buccale	36
3. Conséquences fonctionnelles des différents traitements.....	37
Conséquences de la pathologie elle-même	37

Conséquences des différentes méthodes chirurgicales	38
Conséquences de la radiothérapie	40
Conséquences de la chimiothérapie	41
Les effets des traitements sur la sensibilité tactile	41
II. Partie expérimentale : évaluation des compétences stéréognosiques orales et manuelles	43
1. Hypothèses de travail	43
2. Méthodologie	43
3. Population	45
Population étudiée.....	45
Critères d'inclusion.....	45
Description de l'échantillon	45
4. Conditions d'expérimentation.....	46
5. Matériel.....	47
Choix des formes	47
Modalité de réponse.....	48
Création du matériel.....	51
Désinfection du matériel.....	52
Matériel nécessaire à la passation	52
6. Protocole, consignes de passation et principes de cotation.....	53
MMSE.....	53
Evaluation des compétences stéréognosiques orales et manuelles	54
7. Résultats.....	57
Statistiques : sujets sains.....	57
Comportements observés chez les sujets sains lors de la passation.....	57

Distribution des scores chez les sujets sains	57
Étude des scores selon les tranches d'âge	59
Influence de l'âge sur les scores	62
Étude des temps de reconnaissance et des temps d'analyse selon les tranches d'âge	64
Influence de l'âge sur les temps d'analyse et de reconnaissance.....	65
Influence du sexe sur les scores	66
Corrélation entre les performances manuelles et orales	68
Statistiques : sujets pathologiques	77
Comportements observés chez les sujets pathologiques lors de la passation	77
Présentation de l'analyse statistique sur les sujets pathologiques	78
Comparaison des scores des sujets pathologiques et des sujets sains.....	78
Comparaison des temps d'analyse et de reconnaissance des sujets pathologiques et des sujets sains.....	80
Comparaison des scores des individus au sein du groupe pathologique en fonction des différents traitements.....	81
8. Discussion	84
Discussion autour des aspects quantitatifs	84
Création du test : faisabilité	84
Discussion autour de la distribution des scores	85
Corrélation entre les compétences stéréognosiques orales et manuelles	85
Différence observée entre les hommes et les femmes	86
Influence de l'âge.....	86
Comparaison des sujets sains et des sujets pathologiques	86
Discussion autour des aspects qualitatifs	87
Procédures exploratoires durant la passation.....	87
La stéréognosie : une compétence éduicable	87
Perspectives.....	88

Conclusion	89
Bibliographie.....	91
Table des illustrations	95
Annexes.....	98
Annexe 1 : Grille de cotation du M.M.S.E.	98
Annexe 2 : Fiche de consignes du M.M.S.E.....	99
Annexe 3 : Grille de cotation utilisée pour l'évaluation de la stéréognosie orale et manuelle	100
Annexe 4 : Modélisation 3D et photographies des pièces utilisées pour l'évaluation de la stéréognosie orale.	101
Annexe 5 : Modélisation 3D et photographies des pièces utilisées pour l'évaluation de la stéréognosie manuelle.....	102
Annexes 6 : Planches de propositions pour l'évaluation des compétences stéréognosiques orales	103
Annexes 7 : Planches de propositions pour l'évaluation des compétences stéréognosiques manuelles.....	108
Annexe 8 : base de données utilisée pour les sujets sains et pathologiques	113

Remerciements

Je remercie tout d'abord mes maîtres de mémoire Virginie Woisard et Michèle Puech de m'avoir soutenue dans mon projet et de m'avoir conseillée tout au long de cette année.

Je remercie toute l'équipe du service d'onco-réhabilitation de l'Institut Universitaire du Cancer de Toulouse pour leur patience et leur intérêt pour mon travail et plus particulièrement Michèle Pierre pour ses conseils avisés concernant la mise en place du protocole.

Je remercie Jean-Claude Farenc pour son aide précieuse au début de ma réflexion.

Je remercie également Hamid Jalalzai et Marine Claeys pour leur aide concernant le traitement statistique de mes données. Un grand merci aussi à Audrey Bergounan et Vittoria Cavazzoni pour leur talent de traductrices!

Je remercie toutes les personnes qui ont accepté de participer à cette étude et sans qui ce projet n'aurait pu aboutir.

Je remercie tout particulièrement Pierre-Alain de m'avoir soutenue au quotidien durant cette année riche en émotions. Merci d'être toujours présent.

Je remercie aussi Thibault pour son amitié et son soutien, ainsi que ses parents.

Je remercie enfin ma famille. Un grand merci à mon père d'avoir conçu et fabriqué le matériel nécessaire à ce projet. Merci aussi à ma mère de m'avoir rassurée tout au long de cette année et de m'avoir ouvert son carnet d'adresses. Merci à Sylvie pour sa présence toujours bienveillante et rassurante.

Pour finir, un grand merci à Jocelyne Posth d'avoir cru en moi et de m'avoir permis d'intégrer l'école de Toulouse en deuxième année.

Synthèse

L'objectif de ce travail de recherche est de mieux cerner le rôle de la sensibilité tactile au cours des fonctions orales de déglutition et d'articulation afin de mieux prévenir les difficultés de réhabilitation chez les patients traités pour les cancers des voies aéro-digestives supérieures. Cette question semble particulièrement pertinente car, chez bon nombre de ces sujets, les traitements proposés ont des conséquences importantes sur les fonctions orales. Ces atteintes concernent la motricité mais aussi les différents types de sensibilité : tactile, thermique, haptique...

Afin de comprendre quel rôle peut jouer la sensibilité sur les capacités motrices et donc sur le bon déroulement des fonctions orales, un test de stéréognosie orale et manuelle a été créé. La stéréognosie correspond à la capacité de reconnaissance des formes par le seul biais de la modalité tactile. C'est une tâche faisant appel à la sensibilité tactile mais aussi à la proprioception et à la motricité, dans la mesure où elle nécessite des mouvements exploratoires.

Les compétences orales et manuelles ont été comparées afin de voir si une corrélation pouvait être mise en évidence entre les deux modalités. En effet, une mise en corrélation permettrait, pour des patients atteints de pathologies rendant difficile une évaluation orale, de proposer une évaluation seulement manuelle.

La création et la normalisation du test créé ont eu pour but de répondre à plusieurs questions. En premier lieu, il s'agissait de voir si les compétences orales et manuelles étaient corrélées. Puis, dans la mesure où le test a été expérimenté sur des sujets sains et sur des sujets pathologiques, les deux groupes ont pu être comparés. Au cours de cette étude, des réponses ont aussi pu être apportées sur l'influence de l'âge ou du sexe sur les compétences stéréognosiques.

Parallèlement à la création du matériel, un certain nombre de points ont été abordés dans une grande partie théorique afin de mieux saisir tous les enjeux du test créé.

Ainsi, il était dans un premier temps primordial de se pencher sur le système somesthésique. En effet, c'est ce système qui régit la sensibilité tactile et qui confère à l'individu des compétences stéréognosiques.

Le terme « somesthésie » désigne un ensemble de plusieurs types de sensibilités : extéroception pour le traitement des informations d'origine extérieure au corps, intéroception pour le traitement des informations internes et proprioception pour le traitement des informations sur la position des différentes parties du corps dans l'espace.

Le système somesthésique est un système sensoriel particulier car il possède des récepteurs sur la totalité du corps et n'est donc pas limité à un organe.

Les informations tactiles reçues par les différents récepteurs sont acheminées jusqu'au cortex somesthésique par la voie des colonnes dorsales ou voie lemniscale. Pour ce qui est de la sensibilité de la bouche et de la face, les informations tactiles sont traitées de façon un peu différente.

Ainsi, bien que la main et la bouche soient deux organes assez proches en termes d'acuité tactile, quelques différences peuvent être observées entre ces deux modalités. En effet, la main et la bouche sont les seuls organes permettant une sensibilité active (ou haptique). La sensibilité active s'oppose à la sensibilité passive (contact tactile passif ne nécessitant aucun mouvement) car elle nécessite l'intervention de la motricité pour la production de mouvements exploratoires et de la proprioception.

La stéréognosie, qui est une notion au centre de ce projet, est une capacité découlant de la sensibilité haptique. Au cours d'une tâche de stéréognosie, le sujet est amené à produire des mouvements exploratoires afin de reconnaître des formes ou des objets. En plus de la sensibilité active, les tâches de stéréognosie font appel à d'autres compétences comme les capacités de mémorisation ou de reconnaissance.

C'est ce qui rend la tâche de stéréognosie particulièrement intéressante dans le cadre de ce travail de recherche.

De nombreuses études ont mis en évidence que les compétences stéréognosiques d'un sujet étaient le reflet de compétences plus larges. En effet, un sujet ayant des

difficultés fonctionnelles orales présentera, en général, des difficultés de reconnaissance orale de formes.

La partie théorique de ce mémoire s'intéresse aussi aux différents types de cancers des voies aéro-digestives supérieures ainsi qu'aux traitements habituellement proposés et aux conséquences fonctionnelles de ces traitements. En effet, le test de stéréognosie créé a été proposé à des sujets pathologiques afin de savoir si leurs résultats étaient plus faibles que ceux des sujets sains.

Ces informations ont permis de savoir dans quelle mesure les traitements proposés affectaient la sensibilité tactile et, par conséquent les fonctions orales de déglutition et d'articulation de la parole.

Pour ce qui est de la partie pratique de ce mémoire de fin d'étude, son but était de répondre aux diverses hypothèses posées au départ, à savoir : les performances stéréognosiques orales et manuelles sont-elles corrélées ? Les sujets pathologiques et les sujets sains ont-ils des performances comparables ? Existe-t-il une influence du sexe sur les performances ? Existe-t-il une influence de l'âge sur les performances ?

Concernant la création du test, des pièces ont été conçues et un protocole a été mis au point afin de rendre la passation rapide et peu coûteuse en énergie. L'épreuve débute par la passation de la version consensuelle du GRECO du Mini Mental State Examination, (MMSE) afin d'évaluer les capacités cognitives du sujet. Cela permet de s'assurer que l'évaluation de la stéréognosie sera compatible avec les capacités du sujet.

Durant la passation du test de stéréognosie orale et manuelle, le sujet ne doit pas voir les pièces. Il a donc les yeux bandés durant toute l'épreuve. Il est seulement invité à ouvrir les yeux entre chaque pièce pour désigner sa réponse sur des planches de propositions comportant l'item cible ainsi que quatre distracteurs.

Pour chaque pièce, le temps d'analyse et le temps de reconnaissance sont relevés. Afin de relever le temps d'analyse, le chronomètre est lancé dès que le sujet referme la bouche ou la main sur la pièce et arrêté quand il retire la pièce de sa bouche ou de sa main. Pour relever le temps de reconnaissance de forme, le chronomètre est lancé

quand le masque est ôté et est arrêté quand le sujet pointe une réponse sur la planche de propositions.

Les passations ont été pratiquées auprès de 60 sujets sains, âgés de 20 à 80 ans et de 20 sujets pathologiques, atteints de cancers des voies aéro-digestives supérieures et ayant bénéficié de différents types de traitements.

Les sujets ont été répartis en trois tranches d'âges : 20/40 ans, 40/60 ans et 60/80 ans afin de rendre plus précises les normes obtenues à l'issue du traitement statistique des données.

D'un point de vue clinique, il a été observé que les sujets produisaient au cours du test, des mouvements exploratoires tant avec la main pour les items manuels qu'avec la langue ou les lèvres pour les items oraux. Cela confirme qu'une tâche de stéréognosie fait bien appel à la sensibilité haptique.

L'étude des résultats chez les sujets sains a permis de déterminer une norme en matière de stéréognosie orale et manuelle. Par ailleurs, d'un point de vue statistique, un certain nombre d'éléments ont pu être mis en évidence au cours de cette étude.

Tout d'abord, chez les sujets sains, les statistiques ont permis de montrer que l'âge avait une influence sur les compétences stéréognosiques orales et manuelles. En revanche, l'âge ne semble pas influencer de façon nette les temps d'analyse et de reconnaissance.

De plus, le traitement statistique a mis en évidence une différence de performances entre les hommes et les femmes, particulièrement pour l'épreuve manuelle.

Enfin, aucune corrélation n'a été démontrée entre les compétences stéréognosiques orales et manuelles concernant les scores mais aussi concernant les temps d'analyse et de reconnaissance.

Par ailleurs, les sujets pathologiques sont effectivement plus en difficulté que les sujets sains. Cette différence entre les sujets sains et les sujets pathologiques peut s'observer sur les scores mais aussi sur les temps. Il a aussi été surprenant de constater

que les sujets pathologiques avaient des résultats inférieurs aux sujets sains tant sur l'épreuve orale que sur l'épreuve manuelle.

Enfin, au sein du groupe de sujets pathologiques, des différences ont pu être mises en évidence entre les individus selon les traitements suivis. En effet, les traitements par radiothérapie semblent beaucoup plus affecter la sensibilité tactile et donc les compétences stéréognosiques que les traitements par chimiothérapie ou les traitements chirurgicaux.

Ce mémoire de fin d'étude a permis de souligner l'intérêt d'une évaluation des compétences stéréognosiques chez des patients atteints de cancers des voies aéro-digestives supérieures. Cependant, il serait intéressant de savoir si une telle évaluation pourrait constituer un facteur prédictif de bonne récupération fonctionnelle chez les patients. En d'autres termes, il serait pertinent de voir si les patients présentant des difficultés stéréognosiques ont plus de mal que les autres à récupérer sur un plan fonctionnel. Cette question sous-tend l'idée qu'il pourrait être utile à de nombreux patients atteints de cancers des voies aéro-digestives supérieures, de bénéficier d'une rééducation orthophonique axée sur la sensibilité, en amont des traitements habituellement utilisés.

Introduction

Ce projet de mémoire prend place au sein d'une vaste réflexion sur les éléments prédictifs d'une bonne récupération fonctionnelle des patients atteints de cancers des voies aéro-digestives supérieures après les différents traitements (chirurgie, radiothérapie...).

Les données cliniques montrent que les compétences perceptives entrent en jeu dans la récupération fonctionnelle de la déglutition et de l'articulation de la parole chez les patients. Le traitement perceptif étant à la base des compétences motrices, nous pouvons supposer que les difficultés de récupération chez certains patients sont sous-tendues par une déficience perceptive. Dans cette logique, il semble pertinent de tester les compétences perceptives chez des sujets atteints de cancers des voies aéro-digestives supérieures afin d'être prédictifs quant à la récupération motrice.

Ce projet va s'intéresser à la stéréognosie (ou gnose tactile) qui permet la reconnaissance des objets par le biais de la modalité tactile passive (toucher passif) et de la modalité haptique (toucher actif). Les capacités de reconnaissance de formes font partie des éléments perceptifs pouvant conditionner la réhabilitation des fonctions orales après un traitement chirurgical et/ou par radiothérapie et/ou par chimiothérapie chez des patients atteints de cancers des voies aéro-digestives supérieures.

D'un point de vue théorique, les compétences stéréognosiques orales et manuelles seront définies et comparées. En effet, le traitement neurologique étant sensiblement le même pour la main et pour la bouche, ces deux éléments peuvent être comparés. La mise en corrélation des compétences stéréognosiques orales et manuelles permettrait de proposer à des patients présentant des modifications neuro-anatomiques de la cavité buccale, une évaluation manuelle. Par ailleurs, nous montrerons également que les compétences perceptives et plus précisément les capacités de reconnaissance de formes sont des éléments ayant une part importante dans le bon déroulement des fonctions orales.

D'un point de vue plus pratique, une évaluation de la stéréognosie sera proposée selon deux modalités : stéréognosie manuelle et stéréognosie orale. Pour ce faire nous travaillerons sur un test de reconnaissance tactile de formes géométriques. Les résultats obtenus par le biais de ce test permettront de créer une norme et ainsi, de connaître les seuils pathologiques.

Problématique et Hypothèses

Au cours de cette étude, nous avons cherché à savoir dans quelle mesure la perception tactile était impliquée dans la réalisation motrice des fonctions orales. Les résultats obtenus par le biais du test que nous proposons permettront de répondre à plusieurs questions :

- Y a-t-il une corrélation entre stéréognosie manuelle et stéréognosie orale?
- Y a-t-il une différence notable entre les capacités stéréognosiques des sujets sains et des sujets pathologiques ?
- L'âge des sujets a-t-il une influence sur les compétences stéréognosiques ?
- Le sexe des sujets a-t-il une influence sur les compétences stéréognosiques ?

I. Partie théorique

A. Système somesthésique

Nous allons ici nous pencher sur le traitement neurologique de la sensibilité tactile et proprioceptive. Cela permettra par la suite de mieux comprendre comment la perception est essentielle à la motricité et ce que représentent, d'un point de vue neurologique les compétences stéréognosiques.

Le système somesthésique est un système sensoriel qui permet de ressentir un ensemble de sensations dues à des stimulations corporelles. Ces sensations sont les sensations thermiques, nociceptives, tactiles, proprioceptives...

C'est ce système qui confère à chaque individu des compétences stéréognosiques. En effet, c'est l'intégration par le cortex somesthésique d'une combinaison d'informations perçues par le système somesthésique qui permet de reconnaître les formes et les tailles.

Le système somesthésique comprend trois types de sensibilités :

- La sensibilité extéroceptive qui permet la réception, la transmission et le traitement des stimulations extérieures au corps.
- La sensibilité intéroceptive qui permet le traitement des informations internes.
- La sensibilité proprioceptive qui véhicule des informations sur les mouvements et la position des différentes parties du corps.

Le système somesthésique est particulier car il possède des récepteurs dans tout le corps. A l'inverse des autres systèmes sensoriels, il n'est pas limité à un organe.

1. Récepteurs et fibres afférentes

Toute sensation somesthésique commence par une stimulation interne ou externe. Le corps est capable de réagir aux stimulations, de transmettre l'information sensitive au système nerveux central parce qu'il est pourvu de récepteurs spécialisés dans les muscles et dans la peau.

On peut classer ces récepteurs selon leur fonction. En effet, les mécanorécepteurs interviennent dans la sensibilité tactile, les récepteurs spécialisés des muscles, tendons et articulations interviennent dans la proprioception et les nocicepteurs interviennent dans la sensibilité thermique et algique.

Tous les récepteurs sont liés à des fibres afférentes (neurones) dont les corps cellulaires se regroupent pour former les ganglions spinaux, rachidiens ou le ganglion de Gasser dans le cas de la sensibilité de la face. Ces ganglions constituent un passage pour toutes les informations sensibles provenant du corps.

Les récepteurs liés aux fibres afférentes peuvent être non encapsulés (pour les sensations de douleur, de chaud et de froid) ou encapsulés.

Si elles sont encapsulées, le seuil de déclenchement des potentiels d'action est plus bas, donc elles réagissent plus vite aux stimulations..

Les fibres somesthésiques et les récepteurs qui leur sont associés peuvent être classés selon plusieurs critères :

- Le diamètre de l'axone qui est déterminant dans la vitesse de conduction des potentiels d'action.
- La taille du champ récepteur, c'est à dire la surface du corps gérée par un récepteur.
- Le type de réponse aux stimuli qui peut être de deux types : réponse lente mais qui dure dans le temps ou réponse rapide mais qui cesse dès la fin de la stimulation.

2. Les différents types de récepteurs

Les mécanorécepteurs

Les mécanorécepteurs sont situés dans la peau et sont, selon leur type et leur fonction, plus ou moins proches de la surface de celle-ci. D'après Purves et al. (2011), il en existe quatre types :

- Les cellules de Merkel sont utiles pour la reconnaissance des formes car elles réagissent aux courbes, aux bordures et à la texture.
- Les corpuscules de Meissner sont sensibles aux déformations de la peau.
- Les corpuscules de Pacini sont sensibles aux vibrations.
- Les corpuscules de Rufini détectent les étirements de la peau consécutifs aux mouvements.

Les récepteurs de la proprioception

Il en existe trois types selon Purves et al. (2011). Ces récepteurs sont situés dans les muscles, les tendons et les articulations et donnent des informations relatives à la position et aux mouvements des différentes parties du corps. Ces récepteurs sont :

- Les fuseaux neuromusculaires qui se trouvent dans les muscles et servent à transmettre des informations concernant le changement de longueur des muscles.
- Les organes tendineux de Golgi, situés dans les tendons et qui donnent des informations sur la tension des muscles.
- Les récepteurs articulaires, situés dans l'articulation et permettant de transmettre des informations relatives à l'amplitude des mouvements et à la vitesse de déplacement des différentes parties du corps.

3. Les voies de la sensibilité tactile

Les voies de la sensibilité tactile sont des voies ascendantes, c'est à dire qu'elles transmettent des informations en provenance du corps vers le système nerveux central.

Il existe deux voies permettant d'acheminer les informations sensibles au cortex somesthésique : la voie lemniscale et la voie extra-lemniscale.

La voie lemniscale ou voie des colonnes dorsales

Il s'agit d'une voie utile pour la transmission d'une partie des informations relatives à la proprioception et des informations relatives au sens tactile.

Les récepteurs correspondent en réalité aux extrémités dendritiques des neurones de premier ordre. Les corps cellulaires de ces neurones de premier ordre se regroupent dans les ganglions spinaux, rachidiens ou dans le ganglion de Gasser pour la sensibilité de la face. Les axones des neurones de premier ordre pénètrent dans la colonne dorsale (qui est un faisceau de fibres nerveuses) et remontent le long de la moelle épinière jusqu'au bulbe rachidien.

Ce sont des noyaux de la colonne dorsale (le noyau gracile ou de Goll et le noyau cunéiforme ou de Burdach) qui, au niveau du bulbe rachidien font le relais entre les neurones de premier ordre et les neurones de deuxième ordre. Les neurones de deuxième ordre, à la sortie des noyaux gracile et cunéiforme forment des fibres arquées internes qui, après décussation (franchissement de la ligne médiane), deviennent le lemnisque médian pour aboutir ensuite dans le noyau ventral postérieur latéral, au sein du thalamus.

C'est au niveau du noyau ventral postérieur latéral que les neurones de deuxième ordre font synapse avec les neurones de troisième ordre. Les axones de ces neurones se projettent ensuite sur le gyrus post-central. C'est cette partie que l'on nomme cortex somesthésique primaire (ou SI). Par ailleurs, les axones des neurones de troisième ordre se projettent également sur le cortex somesthésique secondaire (ou SII).

Selon Delorme et Flückiger (2003), cette voie est dédiée aux sensations tactiles fines, aux sensations de frottement contre la peau, aux sensations causées par des vibrations et aux sensations de la position du corps dans l'espace.

La voie extralemniscale

Cette voie est moins intéressante dans le cadre de ce mémoire car selon Delorme et Flückiger (2003) elle concerne uniquement les sensations diffuses, la douleur, les sensations sexuelles, thermiques ainsi que les chatouillements et les démangeaisons. De plus, il s'agit d'une voie beaucoup plus lente et moins précise que la voie lemniscale.

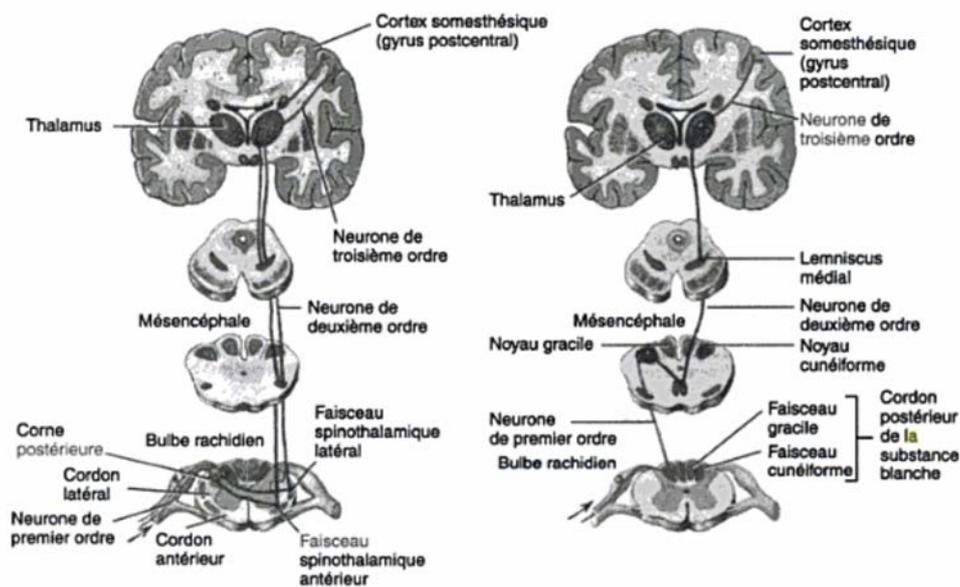


Figure 1 : illustration des voies sensorielles lemniscale (droite) et extralemniscale (gauche) de la moelle épinière au cerveau donnée par Delorme et Flückiger (2003) dans Delorme A., Flückiger M. Perception et réalité : une introduction à la psychologie des perceptions. Paris : De Boeck 2003, page 167.

4. Les voies de la proprioception

La proprioception est une sensibilité inconsciente. Elle est d'une grande utilité car c'est elle qui permet de situer le corps dans l'espace. Elle permet de contrôler de façon souvent inconsciente notre position et nos mouvements.

Selon Purves et al. (2011), les informations relatives à la proprioception sont traitées de manière un peu différente que les informations tactiles. En effet, les informations proprioceptives issues des parties supérieures du corps empruntent les mêmes voies que les informations tactiles même si celles-ci sont divisées dès leur entrée dans la moelle épinière en deux branches : branche afférente et branche efférente afin de pouvoir exercer des activités réflexes.

En revanche, pour ce qui est de la sensibilité proprioceptive des parties inférieures du corps, l'organisation est différente. Dans ce cas, les neurones de premier ordre, donc reliés aux récepteurs (organe tendineux de Golgi et fuseaux neuro-musculaires), une fois entrés dans la moelle épinière vont faire synapse avec les neurones du noyau de Clarke situés dans la partie médiane de la corne postérieure. Dans le noyau de Clarke, les neurones de premier ordre font synapse avec les neurones de deuxième ordre.

Ces neurones remontent jusqu'au bulbe rachidien via le faisceau spinocérébelleux dorsal (ou faisceau de Flechsig). Sur ce trajet, les fibres des neurones de troisième ordre se divisent : une partie remonte jusqu'au cervelet et l'autre partie franchit la ligne médiane (décussation) pour rejoindre le lemnisque médian. A partir de là, les fibres empruntent le même trajet que les fibres dédiées à la sensibilité tactile.

5. Le cas particulier de la sensibilité tactile de la face

Comme le décrivent Purves et al. (2011), la sensibilité tactile de la face a un fonctionnement un peu différent. En effet, dans le cas de la sensibilité tactile de la face, les neurones de premier ordre possèdent des terminaisons dendritiques aboutissant sur des récepteurs. Ces récepteurs selon leur situation sur la face ou la cavité buccale, sont liés à des fibres appartenant à l'une des branches du nerf trijumeau (V) : branche ophtalmique, maxillaire ou mandibulaire. Les corps cellulaires de ces fibres sont regroupés dans le ganglion de Gasser (dont la fonction est comparable à celle des ganglions spinaux et rachidiens) ou ganglion trigéminal. Les axones des neurones de premier ordre font synapse dans le noyau principal du complexe trigéminal au niveau du pont moyen (complexe sensitif trigéminal) avec les neurones de deuxième ordre. Ces neurones empruntent le lemnisque trigéminal jusqu'au noyau ventro-postero-médian dans le thalamus. C'est à cet endroit que les

neurones de deuxième ordre font synapse avec les neurones de troisième ordre. Les axones des neurones de troisième ordre aboutissent ensuite dans le cortex somesthésique (SI et SII).

Rappelons que le nerf trijumeau est un nerf mixte (donc à la fois moteur et sensitif). Il est composé de trois divisions qui sont la branche ophtalmique, la branche maxillaire et la branche mandibulaire. La branche ophtalmique est une branche sensitive qui innerve les zones proches de l'oeil, le front et les cavités nasales. La branche maxillaire est également sensitive et innerve les joues, la lèvre supérieure, les mâchoires, les gencives et la partie postérieure des cavités nasales. Enfin, la branche mandibulaire est à la fois sensitive et motrice. La partie motrice de la branche mandibulaire innerve les muscles de la mastication et le voile du palais. La partie sensitive de la branche mandibulaire innerve les 2/3 antérieurs de la langue, les muqueuses de la bouche, la mandibule et la lèvre inférieure.

Comme pour la sensibilité du corps, il existe aussi pour la face une autre voie, dédiée aux sensibilités thermique et nociceptive.

Concernant les informations proprioceptives, elles empruntent pour la face également un trajet un peu différent que les informations tactiles. En effet, pour les informations proprioceptives, les corps cellulaires des neurones de premier ordre ne sont pas regroupés dans le ganglion de Gasser mais dans le noyau mésencéphalique du trijumeau, situé bien plus haut dans le système nerveux central.

Les terminaisons dendritiques de ces neurones de premier ordre sont liées aux fuseaux neuro-musculaires et aux organes tendineux de Golgi de la face et de la zone orale. Les neurones de premier ordre font synapse soit avec des neurones des noyaux du tronc cérébral (responsables des mouvements réflexes, toujours initiés par la sensibilité proprioceptive) soit avec des neurones de deuxième ordre situés dans le thalamus. Dans le thalamus, ces neurones font synapse avec des neurones de troisième ordre jusqu'au cortex somesthésique primaire et secondaire.

6. Notion de somatotopie

Les voies de la sensibilité tactile et proprioceptive du corps et de la face ont une organisation somatotopique. Cela signifie qu'à toutes les étapes du traitement nerveux, chaque partie du corps est traitée dans des zones dédiées. Ainsi, tous les neurones, sur l'intégralité de leurs trajets sont en lien avec une partie spécifique du corps.

Moelle épinière

Concernant la moelle épinière, elle constitue le lieu de passage de tous les nerfs (qu'ils soient sensitifs ou moteurs) qui se projettent dans le corps. Les nerfs sont constitués des axones des neurones.

On distingue deux parties dans la moelle épinière : la substance grise (corne) contenant les corps cellulaires des neurones et la substance blanche (cordon ou colonne) contenant les axones des neurones. Les neurones sont regroupés en différents endroits de la moelle épinière (corne ou colonne) selon leurs types (ascendants, descendants) et leurs fonctions (véhiculant les informations tactiles, proprioceptives, nociceptives...)

Parallèlement à cette organisation, les neurones dans la moelle épinière sont organisés selon les différentes parties du corps auxquelles ils sont liés.

Donc, il existe une somatotopie au sein de la moelle épinière, chaque information étant traitée dans un endroit spécialisé.

Tronc cérébral

Dans le tronc cérébral, lieu de passage de tous les nerfs, tous les noyaux ont une localisation spécifique en fonction du rôle qu'ils jouent et des parties du corps qui y sont traitées.

Thalamus

Le thalamus, qui est une sorte de porte d'entrée au cortex pour toutes les informations sensorielles, possède également cette organisation somatotopique.

Cortex somesthésique

Pour finir, le cortex somesthésique, situé dans le lobe pariétal est composé des aires 1, 2, 3a et 3b selon Brodmann. Son organisation est également somatotopique. Il est ici intéressant de constater que les représentations corticales des différentes parties du corps ont des tailles plus ou moins importantes.

L'importance des représentations corticales varie en fonction de la densité des récepteurs dans la région du corps concernée. Ainsi, les régions ayant les représentations corticales les plus importantes sont celles des mains et de la cavité buccale (lèvres, langue...). Il n'existe donc pas, au niveau cortical, de lien entre la taille du segment du corps traité et l'importance de sa représentation corticale.

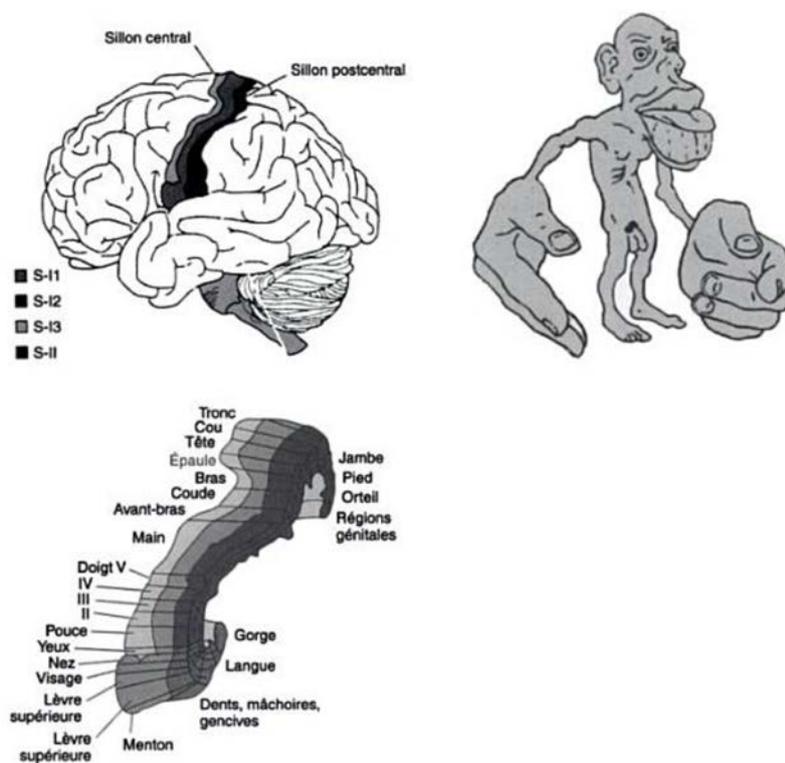


Figure 2 : disposition somatotopique du cortex somesthésique primaire de l'homme issue de Delorme A., Flüchiger M. Perception et réalité : une introduction à la psychologie des perceptions. Paris : De Boeck 2003, page 169.

7. Le toucher actif (ou sensibilité haptique)

Définition

La sensibilité tactile passive permet à un sujet de recevoir des informations tactiles de l'extérieur. Dans ce cas, le sujet est passif par rapport à la stimulation ce qui n'est pas le reflet de toutes les stimulations tactiles qu'il reçoit au quotidien.

En réalité, c'est le toucher actif qui est le plus utilisé. Il se caractérise par le fait que l'individu ne subit pas seulement la stimulation tactile mais l'initie, la contrôle en ayant recours à la motricité. La sensibilité haptique (ou toucher actif) fait partie intégrante du système somesthésique. Selon Hatwell, Streri et Gentaz (2000), elle consiste en une combinaison d'éléments tactiles, proprioceptifs et moteurs : « Il est dorénavant bien admis que la perception haptique résulte d'un couplage intime motricité / sensibilité. La perception, dans le contexte de l'exploration, est intimement liée à l'action. ».

En effet, les mouvements que l'on produit dans le cadre du toucher actif vont activer des récepteurs proprioceptifs en plus des récepteurs habituellement sollicités dans le cadre du toucher passif. De plus, aux éléments sollicités pour le toucher passif s'ajoutent des éléments moteurs qui sont utiles pour explorer les objets.

Traitement neurologique de la sensibilité haptique

Concernant le traitement cérébral de la sensibilité haptique, au traitement des informations tactiles et proprioceptives s'ajoute le traitement des informations motrices. Le traitement moteur est principalement assuré par le cortex moteur primaire. Il possède, lui aussi, une organisation somatotopique et offre une place importante aux mains et à la cavité buccale. Selon Hatwell, Streri et Gentaz (2000), le cortex moteur primaire est lié au cortex somesthésique. En effet, quand on saisit un objet, le retour sensitif tactile nous permet d'ajuster notre mouvement. Concernant le traitement moteur, les aires pariétales postérieures et les aires prémotrices ont aussi un rôle important.

La sensibilité haptique : un système sensitif unique

Généralement, on considère que la vision est le meilleur moyen d'exploration de l'environnement dont nous disposons. Dans une étude portant sur la reconnaissance d'objets signifiants par le biais de la modalité haptique, Klatzky et al. (1985) ont montré que cette modalité était également un système très performant d'exploration. Au cours de l'expérience, les sujets devaient analyser 100 objets tout en étant privés de la modalité visuelle. Les résultats de cette étude ont été surprenants puisque les sujets ont reconnu en moyenne 96% des objets, et ce, en très peu de temps. Ces objets étaient divisés en plusieurs catégories : les ustensiles de cuisine, les produits ménagers, les outils, les fournitures de bureau, la nourriture, les vêtements, les jeux.

Cette expérience montre bien l'efficacité et l'utilité de la sensibilité haptique.

Selon Gentaz (2009), les modalités visuelles et haptiques sont deux notions distinctes l'une de l'autre. En effet, la vision permet de saisir simultanément tous les traits d'un objet alors que la sensibilité haptique est séquentielle c'est à dire qu'elle ne permet pas de s'intéresser à toutes les caractéristiques d'un objet en même temps. Par ailleurs, la sensibilité haptique est surtout utile au quotidien pour apprécier les textures ou les températures. La sensibilité haptique est aussi un système sensoriel particulier parce qu'elle possède des récepteurs sur tout le corps et n'est donc pas limitée à un organe.

L'exploration manuelle

Lederman et Klatzky (1987) ont, eux, étudié les mouvements produits par les mains lors des tâches d'exploration manuelle. Ils ont ainsi décrit 6 procédures exploratoires utilisées en fonction des caractéristiques de l'objet manipulé.

Ces procédures peuvent être :

- Le mouvement latéral correspondant à un frottement de petite amplitude de l'objet afin d'en apprécier la texture
- La pression qui permet de juger la dureté d'un objet.

- Le contact statique qui permet d'évaluer la température d'un objet. Cette procédure se fait avec la paume de la main et non avec les doigts.
- Le soulèvement qui consiste à poser l'objet dans la main à plat et à faire des petits mouvements de bas en haut pour en évaluer le poids.
- L'enveloppement qui se fait en englobant l'objet avec sa main. Cette procédure permet d'évaluer le volume de l'objet mais aussi d'avoir une idée de sa forme.
- Le suivi des contours qui permet d'évaluer de façon plus précise la forme de l'objet.

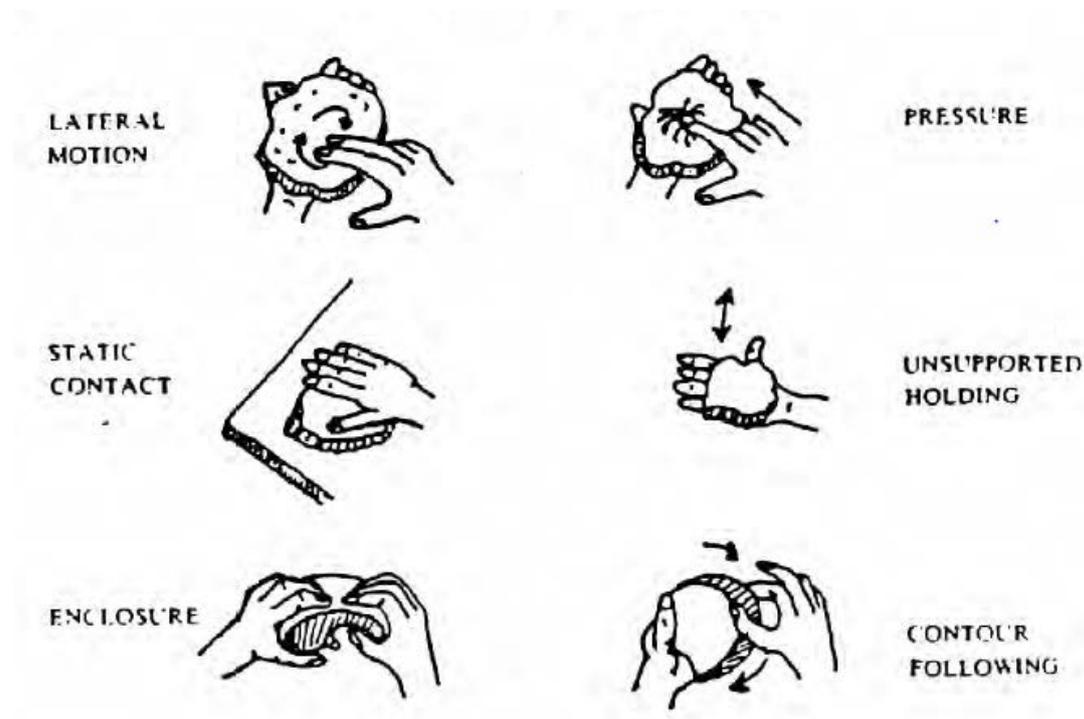


Figure 3. Les 6 procédures exploratoires décrites par Lederman et Klatzky (1987).

La bouche comme organe d'exploration tactile

L'organe principal de la sensibilité haptique est la main. En effet, la main sert d'outil d'exploration au quotidien. Ainsi, tous les mouvements que l'on produit pour apprécier la taille, la forme, le poids, la température d'un objet relèvent de la modalité haptique. Le plus souvent, la sensibilité haptique est utilisée en complément de la vue

mais il arrive que le sens tactile soit utilisé seul. C'est par exemple le cas quand on cherche un objet dans le noir ou dans un sac.

Cependant, on trouve à partir des années 60 de nombreuses études, comme celle de Mc Donald et Aungst (1967) présentant la bouche comme un organe clé dans la sensibilité haptique. En effet, la cavité buccale (et plus particulièrement la langue) est pourvue de nombreux récepteurs sensibles à la déformation, la pression. D'un point de vue tactile, il s'agit donc d'une zone particulièrement sensible. Par ailleurs, elle est le lieu exclusif de la gustation.

La cavité buccale est une zone faisant le lien entre l'intérieur et l'extérieur du corps. Elle possède de ce fait un rôle clé dans de nombreuses fonctions vitales comme la respiration ou l'alimentation.

Comme nous l'avons vu, la représentation corticale de la zone buccale tient une place importante au sein du cortex somesthésique. Cela donne une première piste pour comprendre l'importance que peut avoir la sensibilité tactile pour le bon déroulement des différentes fonctions orales (déglutition, articulation, phonation).

Selon Foster et al. (2011), la mastication est une activité motrice complexe sous contrôle sensitif permanent. En effet, l'exploration sensitive effectuée par les différentes structures buccales au cours du temps buccal de la déglutition donne au cerveau des informations concernant les propriétés du bolus afin d'adapter la séquence motrice de mastication à ces propriétés. En d'autres termes, c'est le toucher actif qui permet l'adaptation motrice lors de la mastication.

8. Stéréognosie

Définition

La stéréognosie est la capacité de reconnaissance des objets par le biais de la modalité tactile. D'un point de vue neurologique, c'est une fonction qui est assurée par le lobe pariétal. En cas de lésion dans le lobe pariétal, il peut exister chez certains patients une astéréognosie. Celle-ci peut être due à un déficit au niveau tactile ou bien une impossibilité à donner du sens à ce qui est perçu. La stéréognosie est une tâche

qui fait intervenir la modalité haptique car, pour reconnaître un objet grâce au sens tactile, il faut l'explorer et donc utiliser la motricité et la proprioception.

La stéréognosie nécessite, en plus de capacités sensibles et motrices, des capacités de mémorisation et de reconnaissance. Pour reconnaître un objet, il faut pouvoir comparer cet objet à un stock de concepts. On peut mesurer les compétences stéréognosiques d'un sujet en l'amenant à reconnaître des objets sans intervention de la vue.

État des lieux des connaissances en matière de stéréognosie

Jacobs et al. (1998) ont rassemblé et mis en lien les résultats des études menées sur la stéréognosie orale. Ils rapportent que, le plus souvent, ces tests sont pratiqués pour comparer des individus en cas de changement de l'état buccal (avec ou sans chirurgie, avec ou sans appareillage...). Selon eux, les tests de stéréognosie orale sont intéressants car ils permettent de tester la sensibilité de façon fiable. Il s'agit de tests écologiques (se rapprochant de la fonction) puisqu'ils donnent des informations sur la façon dont les sujets appréhendent les différentes caractéristiques des objets qu'ils ont dans la bouche. Par ailleurs, étant donné que les tests de stéréognosie permettent de mesurer la sensibilité haptique, ils donnent aussi des informations sur les compétences motrices et proprioceptives du sujet.

Une étude de Jacobs et al. (1998), permet de conclure à la pertinence d'une évaluation de la stéréognosie orale. En effet, un bon score au cours d'un test de stéréognosie indique que le sujet testé reçoit correctement toutes les informations sensorielles et motrices nécessaires au bon déroulement des différentes fonctions orales.

Concernant les variables habituellement prises en compte dans les tests de stéréognosie orale, on retrouve les formes (plus ou moins complexes), les différentes tailles de formes, l'âge des sujets, le sexe des sujets, le temps de réponse et le niveau d'éducation des sujets.

Selon Williams et Lapointe (1971), le sexe et le niveau d'éducation n'ont pas d'influence sur les scores et les temps de reconnaissance des formes. En revanche, selon eux, l'âge des sujets fait beaucoup varier les résultats. Ces résultats sont

expliqués par le fait que le vieillissement entraîne une altération des capacités tactiles et motrices.

Comparaison entre les compétences manuelles et orales

Comme nous l'avons expliqué, la main et la bouche sont comparables d'un point de vue sensitif. De ce fait, des études ont été menées sur les capacités stéréognosiques de ces deux organes. Selon Jacobs et al. (1998), un lien évident entre les capacités stéréognosiques orales et manuelles n'a jamais été démontré. Cependant, les études comparant ces deux éléments sont assez peu nombreuses. Albashaireh et al. (1988) ont par exemple comparé la perception des diamètres de trous avec la main et avec la bouche et n'ont pas obtenu une corrélation linéaire.

Cette absence de corrélation peut être mise sur le compte d'une différence d'utilisation de la modalité haptique orale et manuelle. En effet, l'exploration haptique manuelle est très souvent couplée à la vision alors que l'exploration haptique orale est uniquement tactile. De ce fait, les compétences stéréognosiques manuelles ont tendance à être plus développées.

Cependant, le traitement neurologique est sensiblement le même pour une tâche de reconnaissance tactile manuelle et orale. Fujii et al. (2011) ont étudié les zones d'activation cérébrale à l'aide de l'IRM fonctionnelle lors de tâches de stéréognosie orale et manuelle. Cette expérience leur a permis de pouvoir déterminer les différentes zones cérébrales activées durant des tâches de reconnaissance tactile de formes (quelle que soit la modalité). Ces zones sont le cortex somesthésique primaire, le cortex moteur primaire, le gyrus supramarginal, l'aire prémotrice, le cortex moteur secondaire, le gyrus fusiforme, le cortex préfrontal.

Par ailleurs, les auteurs ont pu noter que, malgré de nombreux points communs, les tâches de reconnaissance manuelle et orale activaient des zones différentes. En effet, pour la stéréognosie manuelle, ils ont remarqué qu'il y avait, en plus de l'activation des zones communes, une activation du cortex visuel associatif. Le cortex visuel associatif joue un rôle dans la reconnaissance, et, est souvent considéré comme le lieu de passage de toutes les informations multimodales. Cela montre bien que les informations visuelles sont indissociables des tâches de reconnaissance manuelle de

formes et ce, même si le sujet analyse manuellement des formes les yeux fermés. En revanche, l'analyse orale d'une forme ne provoque pas l'activation du cortex visuel associatif parce qu'en cas d'analyse orale, le contrôle visuel est impossible.

En parallèle, Fujii et al. (2011) ont aussi pu noter une activation du cortex insulaire lors des tâches de reconnaissance orale de formes (et seulement pour la reconnaissance orale). L'insula joue un rôle dans la mémorisation à court terme et à long terme des informations tactiles.

9. La sensibilité tactile au service de la fonction

Lien entre sensibilité et motricité

La sensibilité tactile, aussi bien orale que manuelle est, comme nous l'avons montré, très liée à la motricité. En effet, c'est grâce au feed-back sensitif que nous recevons constamment que nous sommes capables d'ajuster nos mouvements. Ainsi, la motricité est toujours précédée par les aspects sensitifs. Le Métayer (2007), s'appuyant sur les conclusions de F. Roy, créateur d'un test degnosies faciales et linguales, dit d'ailleurs : « lorsque lesgnosies linguales sont basses, les praxies linguales le sont aussi. ».

On comprend dès lors qu'un déficit de sensibilité tactile peut entraîner des difficultés fonctionnelles. Dans le cas de la main, un manque de sensibilité peut entraîner un manque de précision des mouvements, des difficultés de préhension, des difficultés de reconnaissance de la forme...

Concernant la bouche, nous avons vu qu'elle est une zone importante dans la mesure où elle assure des fonctions importantes voire vitales comme la déglutition ou l'articulation. Dans ce cas, un déficit perceptif peut avoir des conséquences lourdes et altérer nettement la qualité de vie des patients.

Sensibilité tactile et déglutition

D'un point de vue fonctionnel, la déglutition est une fonction assez complexe. En effet, elle est constituée de mouvements volontaires au cours du temps oral et de mouvements réflexes au cours des temps pharyngé et oesophagien.

Par ailleurs, elle nécessite de nombreux mouvements effectués sur une durée très courte. Si la durée du temps buccal est variable en fonction des caractéristiques du bol alimentaire, le temps pharyngé dure en moyenne une seconde.

Afin d'enchaîner ces mouvements de façon rapide et précise, un feed-back sensitif constant est nécessaire et ce, particulièrement durant le temps oral de la déglutition. Les récepteurs tactiles sont présents dans toute la cavité buccale et permettent le contrôle sensitif de la mastication, de la préhension labiale, de la manipulation du bolus dans la bouche. En effet, Foster et al. (2011) ont montré que, durant le temps oral de la déglutition, la séquence motrice est en permanence adaptée en fonction de la texture des aliments.

La sensibilité tactile a aussi un rôle important durant le temps pharyngé car c'est le contact entre le bol alimentaire et la zone de Wassilef qui permet le déclenchement du temps pharyngé.

Engelen et al. (2004) ont montré une corrélation entre les capacités perceptives et les capacités motrices sur 22 individus sains. Pour cela, les auteurs ont analysé leurs capacités de jugement oral de la taille, l'acuité spatiale, le temps de mastication et les tailles des particules alimentaires au bout de 15 mouvements masticatoires

Par ailleurs, Hirano et al. (2004) ont montré qu'il y a avait un lien entre les compétences stéréognosiques et les compétences de mastication.

Sensibilité tactile et articulation de la parole

Plusieurs auteurs (Rondal, 2000 ; Estienne 2009) donnent les troubles de la sensibilité tactile parmi les étiologies possibles des troubles d'articulation. Tout comme la fonction de déglutition, la fonction d'articulation est précise et complexe et nécessite donc un retour sensitif constant. En effet, dans l'articulation des sons, la coordination des différents organes bucco-faciaux est essentielle. De plus, les mouvements nécessaires à l'articulation sont enchaînés rapidement pour produire la parole.

Cependant, les études menées dans les années 70 sur le lien entre articulation et sensibilité tactile donnent des résultats mitigés.

Par exemple, Schliesser et Cary (1973) ont soumis des enfants ayant obtenus des résultats faibles lors d'épreuves de reconnaissance orale de formes à une évaluation de l'articulation de la parole. Cette étude a permis de conclure que des compétences stéréognosiques orales faibles ne constituaient pas un indicateur fiable de trouble articulaire. En revanche, les résultats de l'étude ont montré qu'à l'inverse, les enfants présentant des troubles articulaires avaient des scores plus faibles que la moyenne lors d'épreuves de stéréognosies.

Cela permet de conclure qu'il existe souvent des troubles sensitifs chez les sujets présentant des troubles articulaires mais qu'un trouble sensitif n'implique pas forcément de troubles articulaires.

B. Les cancers des voies aéro-digestives supérieures

1. Les différents types de cancers des VADS

D'un point de vue histologique, la grande majorité des cancers des voies aéro-digestives supérieures (90% selon Dulguerov et Remacle, 2009) sont des carcinomes épidermoïdes.

Les cancers des VADS peuvent être situés à tous les niveaux des territoires buccaux, pharyngés et laryngés.

Ces pathologies sont donc caractérisées par une localisation et un classement TNM. Cela permet de déterminer au mieux les traitements et les conduites à tenir. La classification TNM fait état de la taille de la lésion, d'une éventuelle atteinte ganglionnaire et d'éventuelles métastases.

2. Les différents traitements

En cancérologie ORL, les traitements les plus couramment utilisés sont la chirurgie, la radiothérapie et la chimiothérapie. Le choix des traitements mis en place est fait par l'équipe médicale en fonction de plusieurs éléments : la localisation de la

tumeur, sa taille, son évolution, ses caractéristiques histologiques, la présence ou l'absence d'atteinte ganglionnaire ou de métastases à distance de la tumeur... Les traitements par chirurgie et/ou radiothérapie sont les plus utilisés. La chimiothérapie est proposée en cas de tumeurs volumineuses afin d'en réduire la taille avant l'intervention chirurgicale ou quand la localisation de la tumeur ne permet pas d'intervenir chirurgicalement.

La radiothérapie

Le principe de la radiothérapie externe est de traiter les tumeurs en utilisant des rayons ionisants. Le but est de supprimer les cellules malades tout en conservant les cellules saines. Les radiations envoyées brisent la composition de l'ADN dans les cellules, les empêchant ainsi de se reproduire. Les cellules saines sont donc également touchées par les radiations mais, à l'inverse des cellules pathologiques, elles ont tendance à se réparer spontanément. Cependant, malgré cette réparation spontanée, les cellules saines sont touchées donc la radiothérapie externe entraîne des effets secondaires.

La dose de rayons est calculée en fonction de la nature de la tumeur puis est fractionnée (quantité de rayons par séances) et étalée dans le temps (nombre de séances et fréquence).

La radiothérapie externe peut être utilisée comme unique traitement dans certains cas. En effet, cela se pratique quand l'état de santé du patient contre-indique une intervention chirurgicale, quand la tumeur n'est pas opérable ou si les médecins jugent que l'intervention chirurgicale causerait des dommages fonctionnels trop lourds. Il arrive enfin que la radiothérapie externe soit utilisée comme traitement unique dans le cas de tumeurs très limitées.

Bien souvent, la radiothérapie est utilisée en complément de la chirurgie afin de minimiser les risques de récurrence. Il arrive également que cette technique soit utilisée en association avec la chimiothérapie. L'association de la radiothérapie et de la chimiothérapie constitue le traitement de choix dans le cas des tumeurs non-opérables et assez évoluées.

La chimiothérapie

Le principe de la chimiothérapie est d'injecter dans le sang des substances empêchant les cellules de se diviser et ainsi de proliférer. Le traitement attaque les cellules malades mais aussi les cellules saines. C'est pour cette raison que les séances sont toujours entrecoupées de pauses thérapeutiques. La chimiothérapie est principalement utilisée en cancérologie ORL associée à la radiothérapie dans le cadre de lésions non-opérables.

Les chirurgies des cancers des voies aéro-digestives supérieures

Les chirurgies du larynx

En fonction de la sévérité de la pathologie, les méthodes chirurgicales diffèrent. Il existe deux grands types d'interventions : les laryngectomies partielles et les laryngectomies totales.

Les laryngectomies partielles consistent en l'exérèse de structures laryngées plus ou moins étendues en fonction de la taille de la lésion cancéreuse. Ces interventions sont pratiquées pour des tumeurs ne nécessitant pas une exclusion laryngée totale. On rencontre deux types de chirurgies : les chirurgies verticales et les chirurgies horizontales. Chaque chirurgie modifie la fermeture glottique tout en préservant un niveau de fermeture suffisant pour assurer la protection des voies aériennes lors de la déglutition.

Pour les chirurgies verticales, l'idée est de préserver au maximum le côté sain afin d'obtenir un moyen de compensation efficace après l'intervention. Cependant, en fonction de l'importance de la lésion et donc de l'étendue de l'exérèse, les difficultés fonctionnelles sont plus ou moins importantes.

On trouve parmi ces chirurgies :

- L'hémilaryngopharyngectomie verticale qui consiste en une exérèse de la moitié de l'épiglotte, d'une bande ventriculaire, d'une corde vocale, d'un aryténoïde et d'un sinus piriforme.

- La laryngectomie frontale antérieure fait aussi partie des chirurgies verticales. Il s'agit d'une intervention plus importante puisqu'elle entraîne également la suppression de structures saines comme le tiers antérieur du cartilage thyroïde et, en fonction de la taille et de la localisation de la lésion, une partie de la corde vocale saine et de la bande ventriculaire saine. La laryngectomie frontale antérieure consiste, selon Dulguerov et Remacle (2009), en l'exérèse de la moitié inférieure de la bande ventriculaire du côté atteint, du cartilage aryténoïde du côté atteint et de la corde vocale atteinte.

Les chirurgies partielles horizontales permettent par la suite une fermeture horizontale du larynx. Ces chirurgies sont appelées laryngectomies horizontales sus-glottiques. Il s'agit soit d'une CHEP, soit d'une CHP :

- La CHEP (cricohyoïdoépiglottopexie) qui suppose une exérèse du cartilage thyroïde, des deux cordes vocales, des bandes ventriculaires ainsi qu'une pexie entre le cartilage cricoïde, l'épiglotte et la base de langue.
- La CHP (cricohyoïdopexie) qui suppose une exérèse du cartilage thyroïde, des cordes vocales, de l'intégralité de l'épiglotte et des bandes ventriculaires avec reconstruction par pexie entre la base de langue et le cartilage cricoïde.

La laryngectomie totale est préconisée quand la lésion a une taille importante et que le larynx est fixé.

Les chirurgies de la cavité buccale

Selon le classement TNM de la lésion et sa localisation, différentes interventions peuvent être pratiquées pour traiter une tumeur de la cavité buccale. Dulguerov et Remacle (2009) décrivent les interventions couramment pratiquées :

- La glossectomie partielle qui est un geste assez peu invasif, n'entraînant bien souvent aucune conséquence fonctionnelle.

- L'hémi-glossectomie qui est l'exérèse de la moitié de la langue.
- La glossectomie transverse qui est utilisée pour traiter des pathologies assez avancées. Ici, seule une partie de la base de langue reste présente.
- La glossectomie totale exclut totalement la langue, y compris la base de langue.
- La pelvi-mandibulectomie est pratiquée en cas de lésion du plancher buccal ou de la face inférieure de la langue.
- La bucco-pharyngectomie trans-mandibulaire est un geste pratiqué dans le cadre de lésions de la loge amygdalienne. L'exérèse de la tumeur peut nécessiter une reconstruction par lambeau. Selon les cas, l'exérèse peut s'étendre au plancher buccal ou au voile du palais.

En fonction de l'importance de la lésion, une chirurgie ganglionnaire peut être pratiquée. Dans ce cas, un curage ganglionnaire sera effectué, entraînant une perte musculaire et des lésions nerveuses.

3. Conséquences fonctionnelles des différents traitements

Dans cette partie, nous nous intéresserons aux conséquences fonctionnelles des traitements pratiqués en cancérologie ORL ou maxillo-faciale. Cependant, nous n'explorerons pas toutes les conséquences mais seulement celles pouvant avoir un lien avec les fonctions orales.

Conséquences de la pathologie elle-même

En dehors de tout traitement, la pathologie cancéreuse en elle-même peut provoquer un certain nombre de symptômes pouvant affecter les différentes fonctions orales. C'est souvent l'apparition de ces signes qui amènent les patients à consulter.

Les symptômes fréquents en cas de tumeurs de la cavité buccale, de l'oropharynx ou de l'hypopharynx peuvent être, selon Dulguerov et Remacle (2009):

- Une masse, une lésion visible
- Des problèmes dentaires comme une mauvaise cicatrisation, des douleurs ou la chute des dents
- Des douleurs
- Une sensation de gêne ou de corps étranger
- La présence de sang dans la salive
- L'odynophagie qui correspond à une sensation douloureuse lors de la déglutition
- Une dysphagie.
- La modification de la voix.
- Un trismus.

L'apparition de ces symptômes constitue une gêne certaine dans le bon déroulement des fonctions orales. En effet, ils peuvent altérer l'articulation de la parole, la phonation et tous les temps de la déglutition.

Conséquences des différentes méthodes chirurgicales

Selon Chabolle et al. (2013), on rencontre différents types de complications et séquelles suite aux diverses méthodes chirurgicales.

Les auteurs font état de complications nerveuses qui peuvent être temporaires ou définitives. Les lésions des nerfs durant les interventions chirurgicales sont fréquentes et peuvent être accidentelles ou induites par la localisation de la tumeur ainsi que la technique chirurgicale pratiquée.

Les lésions nerveuses peuvent entraîner des parésies ou des paresthésies voire des paralysies et des anesthésies. Ainsi, ces lésions peuvent entraîner des difficultés fonctionnelles chez les patients.

Les chirurgies pratiquées présentent des risques accrus pour les nerfs trijumeau, facial, vague, accessoire, hypoglosse.

Le nerf trijumeau (V) est un nerf mixte divisé en une branche ophtalmique, une branche maxillaire et une branche mandibulaire. Une lésion du nerf trijumeau peut donc, selon la localisation de la lésion, provoquer des troubles sensitifs oraux (anesthésie ou paresthésie) et des troubles moteurs (paralysie).

Le nerf facial (VII) est un nerf mixte qui permet la sensibilité gustative ainsi que la motricité de la face et la sécrétion de la salive. Une lésion du nerf facial est donc susceptible de provoquer une hyposialie, une agueusie ou des paralysies faciales.

Le nerf vague (X) est un nerf mixte. Au niveau moteur, une lésion de ce nerf peut provoquer une paralysie laryngée à l'origine d'altérations vocales et de dysphagie. Au niveau sensitif, une lésion du nerf laryngé supérieur peut entraîner une anesthésie du pharynx et du larynx.

Le nerf accessoire (XI) est un nerf mixte souvent atteint au cours des évidements ganglionnaires. Le plus souvent, ces lésions entraînent une paralysie du muscle sterno-cléido-mastoïdien.

Le nerf hypoglosse (XII) est un nerf moteur. S'il est lésé, il peut survenir une paralysie de la langue.

Le geste chirurgical en lui-même provoque des changements anatomiques. En fonction de la taille de la lésion et de sa localisation, les conséquences sont plus ou moins importantes.

Les interventions portant sur le larynx sont susceptibles de créer des dysphonies et des dysphagies. Les interventions de la cavité buccale seront susceptibles de générer des difficultés d'articulation de la parole, de déglutition (pour le temps oral). De plus, les interventions impliquant la mandibule peuvent entraîner une limitation d'ouverture et donc des défauts de mastication et de transport des aliments (de type défaut de contrôle du bolus).

De nombreuses études ont été menées sur les conséquences fonctionnelles de la chirurgie dans le cadre du traitement des cancers des voies aéro-digestives supérieures.

Logemann et al. (1979) se sont intéressés aux conséquences fonctionnelles de plusieurs types de chirurgies. Ils ont pu à cette occasion mettre en évidence que les patients ayant subi une chirurgie de la partie antérieure de la langue et/ou du plancher buccal présentaient par la suite des difficultés de transport oral et de mastication. Les auteurs ont également noté que les patients traités par une chirurgie de la base de langue avaient tendance à avoir des problèmes de propulsion du bolus ainsi qu'un temps oral allongé.

Pauloski et al. (1993) ont étudié l'articulation et la déglutition chez des patients atteints de tumeurs du plancher buccal ou de la partie antérieure de la langue. Pour cela, ils ont comparé les performances des patients en phase pré-opératoire, un mois après l'intervention et 3 mois après l'intervention. Ils ont pu relever chez ces patients des difficultés durant le temps oral de la déglutition et des troubles articulatoires. De plus, ils précisent que ces difficultés persistent bien souvent au delà de trois mois après l'intervention chirurgicale et ont tendance à devenir chroniques.

Pour ce qui est des chirurgies de la base de langue, selon Logemann et al. (1993), on retrouve chez les patients des difficultés importantes de propulsion du bol alimentaire ainsi que des troubles articulatoires portant essentiellement sur les consonnes fricatives.

Conséquences de la radiothérapie

Selon Chabolle et al. (2013), la radiothérapie est susceptible d'avoir des conséquences à court terme sur les fonctions orales. On parle alors de complications. Par ailleurs, les conséquences de la radiothérapie peuvent apparaître ou persister à plus long terme. Dans ce cas, il s'agit de séquelles.

Chabolle et al. (2013) notent à court terme une mucite (inflammation de la muqueuse) chez 60% des patients ayant subi une radiothérapie. Ils relèvent aussi des troubles du goût et de l'odorat, des infections diverses, des troubles de la déglutition, des problèmes dentaires ...

A plus long terme, il peut exister un trouble salivaire (hyposialie le plus souvent), des problèmes dentaires, des nécroses cutanées, des fibroses ainsi que des douleurs.

Par ailleurs, Pauloski et al. (1998) ont étudié les effets de la radiothérapie sur les fonctions d'articulation et de déglutition et ont montré que la radiothérapie avait bien un effet néfaste particulièrement sur le temps pharyngé de la déglutition du fait notamment d'un défaut d'élévation laryngée et d'un défaut de fermeture laryngée. Selon eux, ces difficultés fonctionnelles sont dues aux effets secondaires de la radiothérapie comme l'hyposialie ou la fibrose.

Conséquences de la chimiothérapie

Selon Chabolle et al. (2013), la chimiothérapie peut entraîner à court terme des mucites. Ces mucites sont la cause de troubles salivaires ou bien d'infections bactériennes ou mycosiques.

A plus long terme, il arrive que les patients présentent des neuropathies périphériques responsables d'une perte de sensibilité.

Par ailleurs, le traitement par chimiothérapie associé au traitement par radiothérapie augmente fortement le risque de complications et de séquelles dentaires mais aussi le déficit de propulsion pharyngée.

Les effets des traitements sur la sensibilité tactile

Comme nous venons de le voir, les traitements des différents cancers des voies aéro-digestives supérieures ne sont pas sans conséquences fonctionnelles. Les troubles de la sensibilité peuvent faire partie de ces conséquences et sont particulièrement gênants car ils empêchent tout feed-back sensitif.

Un déficit sensitif peut être causé par la chirurgie en cas de lésion de nerf ou à cause de la formation de tissus cicatriciels. De même, la radiothérapie est susceptible de causer des fibroses ou une hyposialie à l'origine de troubles sensitifs. Bodin et al. (2004) ont montré que la radiothérapie était responsable de troubles sensitifs à long terme puisque aucune amélioration n'était constatée dans l'étude chez les patients, un an après la fin de l'irradiation. La xérostomie ou l'hyposialie causée par les radiations provoque aussi une diminution importante de l'acuité tactile. En effet, la production

de salive a un rôle majeur dans la perception gustative et dans le feed-back sensitif, nécessaire aux diverses fonctions orales.

Jäghagen et al. (2008) ont montré au cours d'une étude portant sur les difficultés de déglutition rencontrées par la patient traités pour des cancers de la cavité buccale ou du pharynx, que l'importance des troubles de la déglutition durant le temps pharyngé était corrélée à la sévérité des troubles sensitifs chez des patients traités pour des cancers des voies aéro-digestives supérieures. Pour cela, les auteurs ont effectué, chez 19 patients, une évaluation des mécanismes physiopathologiques puis une étude de la sensibilité tactile passive (par stimulation bilatérale du palais, de la langue et du plancher buccal) et active (par le biais d'un test de reconnaissance tactile de formes et d'un test de jugement de taille).

Il paraît donc évident que, chez des patients traités pour des cancers des voies aéro-digestives supérieures, les épreuves faisant appel aux compétences stéréognosiques sont déficitaires. Des tests de stéréognosie ont d'ailleurs été proposés à des patients atteints de cancers de la cavité buccale et du pharynx traités par radiothérapie et chirurgie par Bodin et al. (2000). Ces tests confirment que les compétences stéréognosiques diminuent nettement après les traitements. Ils ne notent aucune amélioration de cette fonction un an après la fin des traitements. En revanche, il n'existe pas de différence significative entre les capacités des patients atteints de cancers de la cavité buccale et celles des patients atteints de cancer du pharynx.

II. Partie expérimentale :

évaluation des compétences stéréognosiques orales et manuelles

1. Hypothèses de travail

Afin de répondre à nos hypothèses, une évaluation des compétences stéréognosiques orales et manuelles a donc été créée. Nous avons voulu savoir en premier lieu s'il existait une corrélation entre les compétences manuelles et orales. En effet, une mise en corrélation permettrait, pour des patients atteints de pathologies rendant difficile une évaluation orale, de proposer une évaluation exclusivement manuelle.

Nous avons ensuite cherché à savoir si l'âge et le sexe des sujets avait une influence sur les compétences stéréognosiques de manière à tenir compte de ce facteur au cours de la rééducation des sujets pathologiques si ces hypothèses se trouvaient vérifiées.

Enfin, nous avons voulu savoir si des différences existaient entre les sujets sains et les sujets pathologiques concernant les compétences stéréognosiques.

2. Méthodologie

Afin de répondre à ces différentes hypothèses, nous proposerons à des sujets sains ainsi qu'à des sujets pathologiques une évaluation des compétences stéréognosiques. Des calculs seront effectués afin de voir s'il existe une corrélation entre les compétences stéréognosiques orales et les compétences stéréognosiques manuelles. Par ailleurs, l'influence de l'âge et du sexe sera aussi étudiée. Enfin, le traitement statistique des données nous permettra de voir s'il existe une différence significative entre les compétences des sujets sains et celles des sujets pathologiques.

La passation du test débutera toujours par l'évaluation des fonctions cognitives afin de s'assurer que le sujet testé est en mesure de subir l'évaluation des compétences stéréognosiques. Les fonctions cognitives seront évaluées grâce à la version consensuelle du GRECO (Groupe de Réflexion sur les Evaluations Cognitives) du Mini Mental State Examination, dont l'étalonnage et la standardisation a été proposé par Kalafat et al. (2003).

Si la passation du MMSE n'indique aucune difficulté d'ordre cognitive, le sujet pourra être soumis à l'évaluation des compétences stéréognosiques orales et manuelles.

Pour cela, le sujet sera amené à analyser puis à reconnaître 10 formes géométriques avec la bouche et 10 formes géométriques avec la main. Les formes seront présentées au sujet de façon randomisées. Cette randomisation sera obtenue grâce à un carré latin d'ordre 10.

1	2	4	8	5	10	9	7	3	6
2	4	8	5	10	9	7	3	6	1
3	6	1	2	4	8	5	10	9	7
4	8	5	10	9	7	3	6	1	2
5	10	9	7	3	6	1	2	4	8
6	1	2	4	8	5	10	9	7	3
7	3	6	1	2	4	8	5	10	9
8	5	10	9	7	3	6	1	2	4
9	7	3	6	1	2	4	8	5	10
10	9	7	3	6	1	2	4	8	5

Figure 4 : carré latin d'ordre 10 utilisé pour la randomisation de l'ordre de présentation des pièces.

A l'issue des différentes passations, un traitement statistique des données sera effectué afin de pouvoir répondre aux hypothèses.

3. Population

Population étudiée

La population étudiée est composée d'une part de 60 sujets sains pour vérifier la faisabilité du test, et d'autre part de 20 sujets présentant des cancers des voies aéro-digestives supérieures.

Critères d'inclusion

L'inclusion des sujets sains dans l'étude nécessitait une intégrité des fonctions cognitives, un âge compris entre 20 et 80 ans et l'absence de pathologies susceptibles d'altérer la sensibilité tactile.

Les sujets pathologiques pouvaient être inclus dans l'étude s'ils présentaient un fonctionnement cognitif normal et s'ils n'étaient pas trop fatigables.

Description de l'échantillon

L'échantillon est composé de 60 sujets sains répartis en trois tranches d'âge : tranche 20/40 ans, tranche 40/60 ans et tranche 60/80 ans. Sur les 60 sujets, il y a 35 femmes et 25 hommes.

La tranche d'âge 1 est composée de 20 individus : 9 femmes et 11 hommes. La tranche d'âge 2 est composée de 26 individus : 16 femmes et 10 hommes. La tranche d'âge 3 est composée de 14 individus : 10 femmes et 4 hommes.

Au sein de chaque tranche d'âge, les sujets étaient répartis de façon à ce que la plupart des âges soit représentés.

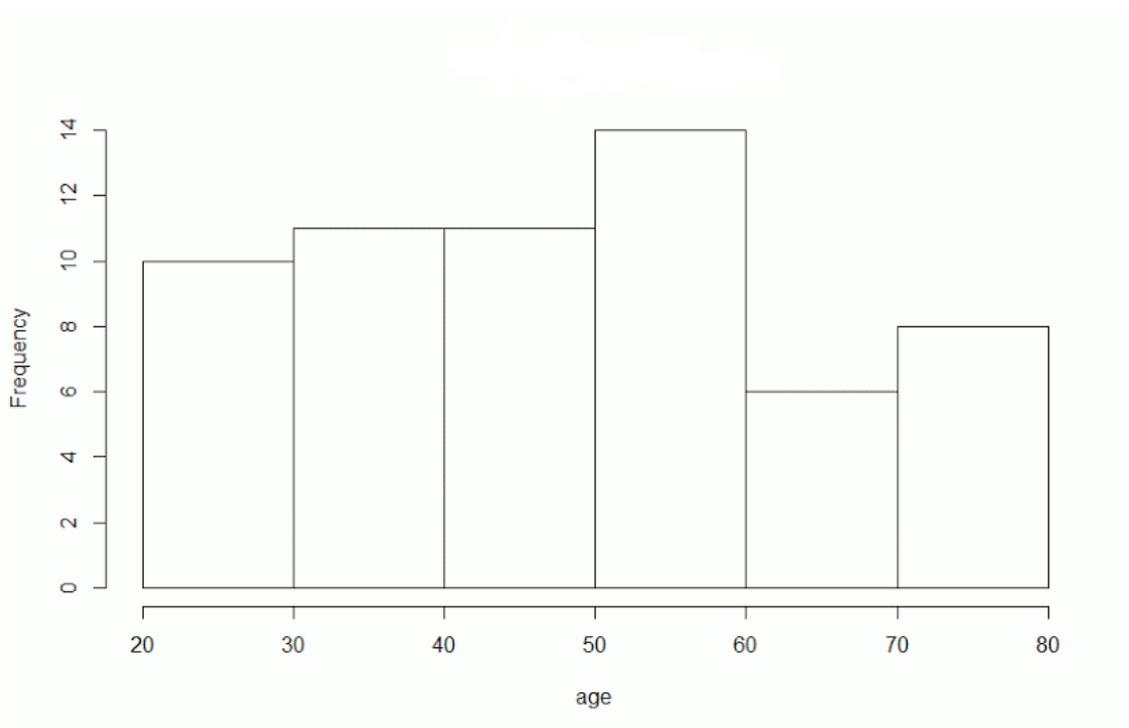


Figure 5 : histogramme représentant la répartition des sujets en fonction de l'âge.

Par ailleurs, le test a été proposé à 20 sujets pathologiques âgés de 18 ans à 77 ans afin de pouvoir comparer leurs résultats à ceux des sujets sains. Parmi ces 20 sujets, il y a 4 femmes et 16 hommes. Ces patients étaient atteints de pathologies cancéreuses diverses : langue, larynx, poumon avec lésion du nerf récurrent, tronc cérébral, amygdale, cordes vocales, base de langue, sinus piriforme. La majorité des sujets pathologiques ont été testés en post-opératoire. Seuls 4 patients n'avaient pas subi d'interventions chirurgicales au moment de la passation du test.

Concernant les traitements, sur ces 20 patients, 16 ont subi une intervention chirurgicale. Un traitement par chimiothérapie a été pratiqué pour 6 patients sur les 20 étudiés. Enfin, 15 patients sur les 20 ont été traités par radiothérapie.

4. Conditions d'expérimentation

Les sujets sains ont été testés lors de visites à domicile. Les conditions de passations décrites dans la méthodologie ont toujours été respectées.

En ce qui concerne les sujets pathologiques, ils ont été testés en milieu hospitalier, à l'Institut Universitaire du Cancer de Toulouse.

5. Matériel

Choix des formes

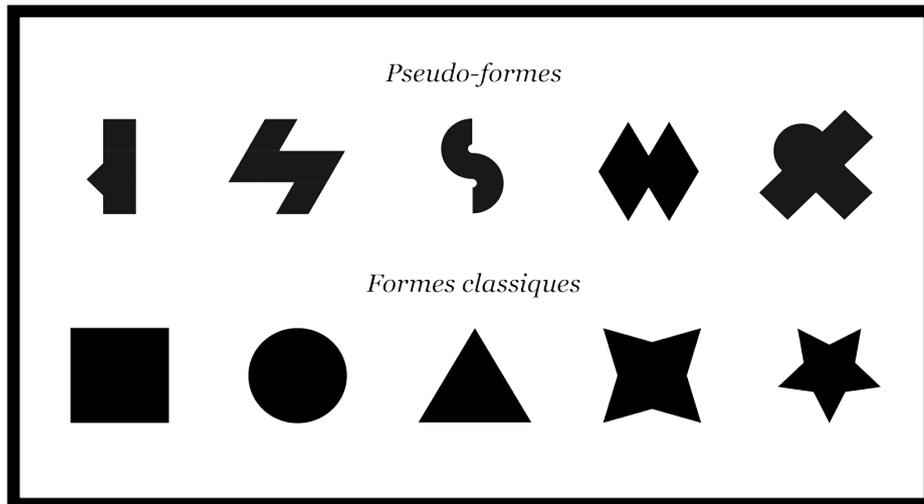
Le choix des formes découle des données de la littérature concernant les tests de stéréognosie. L'objectif principal du test étant d'évaluer les compétences sensibles, le choix unique de formes classiques (carré, triangle, étoile...) risquait de faire entrer en jeu des compétences autres que sensibles. En effet, pour reconnaître une forme « classique » (carré, triangle, étoile...), le patient fait appel à ses capacités perceptives mais aussi à sa mémoire de reconnaissance (qui permet de déterminer si un stimulus a déjà été rencontré avant) et à sa mémoire sémantique (retrouver le concept en mémoire).

Pour palier ce phénomène, des pseudo-formes ont été créées. Nous avons donc choisi de proposer 10 formes classiques et 10 pseudo-formes.

Par ailleurs, les formes proposées sont assez diversifiées et permettent d'explorer différents aspects importants dans les processus de reconnaissance tactile : droite, courbe, angles aigus, angles obtus...

Concernant la quantité d'items, 20 pièces ont été créées : 10 pièces pour l'évaluation des compétences stéréognosiques orales (5 formes et 5 pseudo-formes) et 10 pièces pour l'évaluation des compétences stéréognosiques manuelles (5 formes et 5 pseudo-formes). Cette quantité d'items paraît pertinente dans la mesure où elle permet de faire une mesure assez fine des compétences des sujets sans pour autant rendre la passation trop longue et trop fastidieuse. Nous avons fait le choix de proposer des formes différentes pour les évaluations orales et manuelles afin d'éviter un effet d'apprentissage et donc d'introduire un biais.

Stéréognosies orales



Stéréognosies manuelles

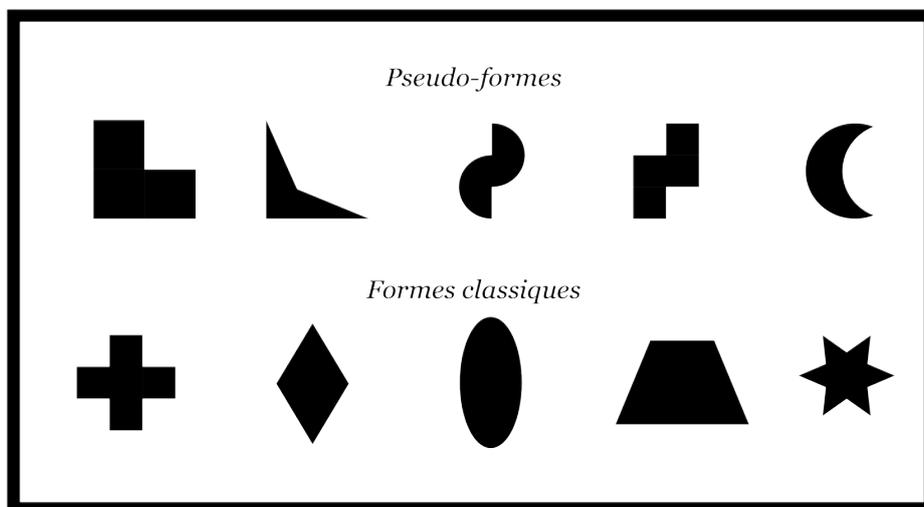


Figure 6 : Formes proposées pour l'évaluation stéréognosique orale et manuelle.

Modalité de réponse

Plusieurs modalités de réponse étaient envisageables. Les patients testés pouvaient soit dénommer la forme perçue, soit la pointer sur une planche de dessins parmi plusieurs propositions.

Il a été décidé de donner aux sujets des planches de propositions. Ces planches sont numérotées de 1 à 20 et sont présentées en annexes. Les planches 1 à 10 correspondent aux items proposés pour l'évaluation stéréognosique orale et les

planches 11 à 20 correspondent aux items proposés pour l'évaluation stéréognosique manuelle. Cette solution a été choisie car elle présentait moins de risques de biais que la dénomination. En effet, si on demande au patient de nommer la forme, on fait appel à des compétences autres que la simple reconnaissance (utilisation de la mémoire sémantique par exemple). Par ailleurs, la choix de la dénomination comme modalité de réponse ne permettait pas de présenter aux patients des pseudo-formes, n'ayant pas de noms.

En accord avec les données de la littérature, notre choix s'est porté sur l'utilisation de planches de propositions comme modalité de réponse. En effet, les études menées par Williams et Lapointe (1971) et Le Métayer (2007) portant sur l'évaluation stéréognosique décrivent ce type de procédures.

Une planche de propositions a donc été créée pour chaque item. Ces planches comportent la réponse correcte ainsi que quatre distracteurs créés à l'issue d'une réflexion sur les difficultés perceptives que pouvait présenter l'item.

Concernant les planches utilisées pour tester les compétences stéréognosiques orales, les distracteurs proposés se basent sur les caractéristiques de la forme et les éventuelles confusions que celle-ci peut entraîner :

- Planche 1 : Les difficultés de perception peuvent ici provenir de la localisation dans l'espace des différents angles, de la détection des angles, de la confusion angle/arrondi.
- Planche 2 : quantité d'angles perçus, caractère aigu ou obtus des angles, confusion arrondi/angle.
- Planche 3 : présence ou absence d'encoches, quantité de courbes, intensité de la courbure et caractère courbe ou anguleux de la forme, distinction courbe/droite.
- Planche 4 : confusion losange/triangle, nombre de losanges, quantité d'angles perçus.

- Planche 5 : localisation dans l'espace des angles et des courbures, place de chacun des éléments (courbes ou angles) les uns par rapport aux autres, quantité d'éléments.
- Planche 6 : Confusion droite/courbe, caractère aigu ou obtus des angles, perception de la longueur des droites, confusion angle/arrondi.
- Planche 7 : caractère ondulé ou droit, présence ou absence d'encoches, distinction rond/ovale.
- Planche 8 : distinction courbe/droite, distinction triangle/losange, confusion angle/arrondi.
- Planche 9 : quantité d'angles, caractère aigu ou obtus des angles, distinction droite/droite brisée, distinction triangle/carré.
- Planche 10 : quantité d'angles, distinction triangle/carré, caractère aigu ou obtus des angles.

Le même principe a été appliqué pour créer les planches de distracteurs utilisées pour tester les stéréognosies manuelles :

- Planche 11 : discrimination angle/arrondi, caractère aigu ou droit des angles, distinction angle aigu et angle obtus.
- Planche 12 : Confusion entre droite et droite brisée, distinction angle/arrondi, caractère courbe ou droit des bordures.
- Planche 13 : présence ou absence d'encoches, quantité de courbes, intensité de la courbure et caractère courbe ou anguleux de la forme, distinction courbe/droite.
- Planche 14 : localisation dans l'espace des différentes parties de la pièce, quantité d'angles, de droites, de carrés, position des différentes parties.
- Planche 15 : discrimination de l'épaisseur du croissant, distinction courbe/droite, quantité de courbes.

- Planche 16 : Quantité d'angles perçus, présence ou absence d'angles droits, distinction angle/arrondi, caractère droit ou obtus des angles.
- Planche 17 : caractère aigu, obtus ou droit des angles, distinction droite/courbe.
- Planche 18 : confusion ovale/rond, confusion ovale/losange arrondi, distinction droite/courbe, présence ou absence d'encoches.
- Planche 19 : présence ou absence d'encoches, orientation des droites (parallèles, divergentes, convergentes), caractère aigu, obtus ou droit des angles, distinction droite/courbe.
- Planche 20 : quantité de pointes, distinction droite/droite brisée, distinction angle/arrondi.

Création du matériel

Afin d'évaluer les compétences stéréognosiques orales et manuelles des sujets, des pièces ont été fabriquées. Deux types de pièces ont été créées : celles utilisées pour tester les compétences stéréognosiques orales et celles utilisées pour tester les compétences stéréognosiques manuelles.

Les pièces ont été réalisées par un tourneur/fraiseur fabriquant habituellement de l'appareillage technique de laboratoire, de mesure et d'essai.

Toutes les pièces ont été fabriquées à partir de polytétrafluoroéthylène (PTFE) . Ce choix a été fait car le PTFE est un polymère ayant des propriétés compatibles avec l'expérience réalisée. En effet, il est très résistant à la plupart des produits chimiques ce qui a permis l'utilisation de produits désinfectants adaptés. De plus, il résiste aussi à des températures élevées (le PTFE est stable jusqu'à plus de 300°C). Par ailleurs, il s'agit d'un matériau répondant aux normes alimentaires et allergènes. Les pièces en PTFE ont été réalisées par tournage et/ou fraisage selon les formes. Afin d'éviter les blessures ou les sensations désagréables lors de la passation du test, une abrasion des arêtes, un adoucissement des surfaces lisses et un polissage final de l'ensemble ont été effectués.

En ce qui concerne les dimensions des pièces, elles ont toutes une épaisseur de 4,2 mm et une taille de 15 mm.

Les pièces utilisées pour tester les compétences stéréognosiques orales ont, pour des raisons de sécurité, été pourvues de tiges en Inox. Ces manches ont été réalisés dans un Inox de type 316 L étiré diamètre 2 mm. Une coupe à la longueur souhaitée a d'abord été effectuée puis une suite de gorges permettant le harponnage de la pièce en PTFE a été réalisée sur chaque manche. Cet assemblage permet le blocage unidirectionnel de l'ensemble.

Afin de s'assurer que les pièces étaient résistantes aux produits de désinfection recommandés, un test a été pratiqué. Les pièces sont en effet restées en immersion durant 24h dans un bain de SEPTANIOS MD. Ce test a permis de constater qu'aucune altération des matériaux ne s'était produite.

Désinfection du matériel

Les pièces en PTFE et Inox sont désinfectées après chaque passation dans un bain de SEPTANIOS MD de la marque ANIOS durant 15 minutes. Elles sont ensuite rincées à l'eau claire et séchées. Le SEPTANIOS MD est un nettoyant pré-désinfectant de l'instrumentation compatible avec de nombreux métaux et plastiques. Il a une action sur un grand nombre de bactéries, de levures et de virus.

Matériel nécessaire à la passation

Pour le MMSE, le matériel requis est le suivant : un crayon, une montre, une feuille blanche, une grille de cotation (cf. annexes) et une fiche de consignes.

Le matériel nécessaire à l'évaluation des compétences stéréognosiques est le suivant: 10 formes géométriques en PTFE munies d'une tige en inox (stéréognosie orale) et 10 formes géométriques en PTFE dépourvues de tige (stéréognosie manuelle), 20 planches de propositions de réponses (cf. annexes), un chronomètre manuel, une grille de cotation et un masque pour occlure le champ visuel du sujet testé.

6. Protocole, consignes de passation et principes de cotation

MMSE

L'épreuve débute par la passation de la version consensuelle du GRECO du Mini Mental State Examination, (MMSE) afin d'évaluer les capacités cognitives du sujet. Le MMSE commence par la détermination du niveau socio-culturel du sujet à l'aide d'un questionnaire. En effet, l'étalonnage du MMSE tient compte du niveau socio-culturel du sujet testé.

Les niveaux socio-culturels sont déterminés comme suit :

NSC 1	Aucun diplôme
NSC 2	Certificat d'études primaires ou CAP
NSC 3	Fin de scolarité entre la classe de 3ème et la classe de terminale.
NSC 4	Obtention du bac ou plus.

Figure 7 : tableau résumant la classification par niveaux socio-culturels inspiré de Kalafat et Al. (2003).

Nous n'avons pas, dans notre étude effectué de calculs prenant en compte ces niveaux socio-culturels. Ce classement a seulement servi à la cotation du MMSE.

Concernant le MMSE à proprement parler, les consignes de passation sont données par Kalafat et al., (2003) dans une étude proposant une standardisation et un étalonnage du test.

Le MMSE porte sur plusieurs champs d'investigation. En effet, il existe des items sur l'orientation temporelle, sur l'orientation spatiale, sur l'apprentissage verbal, l'attention, le rappel de mots vus précédemment, sur le langage et sur les praxies constructives.

Pour la passation du MMSE, il faut se munir d'un crayon et d'une montre pour l'épreuve de dénomination, d'une feuille blanche pour l'épreuve de compréhension orale et les praxies constructives, d'une grille de cotation et d'une fiche de consignes

sur laquelle apparaît en gros caractères « FERMEZ LES YEUX » ainsi que la figure à recopier pour l'épreuve de praxies constructives.

Les questions sont posées dans l'ordre dans lequel elles apparaissent sur la grille de cotation. Pour la plupart des questions, un délai de 10 secondes est accordé. Ce délai est de 20 secondes pour la répétition de mots, de 30 secondes pour l'écriture et de 1 minute pour les praxies constructives. La plupart du temps, le sujet a la possibilité de corriger ses réponses s'il le souhaite.

Pour le MMSE, les consignes données sont celles indiquées par Kalafat et al. (2003). Les questions posées au sujet apparaissent sur la grille de cotation disponible en annexes.

La cotation appliquée est celle donnée par Kalafat et al. (2003). Le MMSE est composé de 30 items valant chacun 1 point. A chaque réponse correcte, 1 point est accordé. Si le sujet testé ne répond pas ou si sa réponse est erronée, on ne compte pas de point. Cela donne un score final sur 30.

Si le sujet obtient un score normal lors de la passation du MMSE, il pourra être soumis à l'évaluation des compétences stéréognosiques orales et manuelles.

Evaluation des compétences stéréognosiques orales et manuelles

L'évaluation des compétences stéréognosiques orales et manuelles est une épreuve de reconnaissance de formes géométriques. Une partie de l'épreuve mesure les capacités de reconnaissance de formes orales et l'autre mesure les capacités manuelles. Les formes utilisées ont une taille de 15 mm et une épaisseur de 4,2 mm.

Le test débute par l'évaluation des compétences stéréognosiques orales. Sont ici utilisées : les 10 pièces de Téflon munies d'une tige en Inox, les 10 fiches au format A5 correspondantes et une grille de cotation.

Le sujet ne doit pas voir les pièces. Il a donc les yeux bandés durant toute l'épreuve. Il est seulement invité à ouvrir les yeux entre chaque item pour désigner sa réponse sur les planches de propositions.

Pour chaque pièce, le temps d'analyse et le temps de reconnaissance sont relevés. Afin de relever le temps d'analyse de la pièce, le chronomètre est lancé dès que le sujet referme la bouche sur la pièce et arrêté quand il retire la pièce de sa bouche. Pour relever le temps de reconnaissance de forme, le chronomètre est lancé quand le masque est ôté et est arrêté quand le sujet pointe une réponse sur la planche de propositions. Pour chaque pièce, le sujet a sous les yeux la planche de propositions correspondant à la pièce.

La passation ne commence que quand le sujet a bien compris la consigne.

Quand l'évaluation des compétences stéréognosiques orales est terminée, l'évaluation des compétences stéréognosiques manuelles peut être commencée.

La passation se fait de la même manière ici. Le sujet doit également garder les yeux fermés (à l'exception des temps où il doit pointer ses réponses) car il ne doit jamais voir les pièces.

Les 10 pièces (ici dépourvues de tiges) sont présentées de façon aléatoire sur le principe du carré latin d'ordre 10. Pour chaque pièce, la planche de proposition correspondant à la pièce est présentée au sujet.

Pour l'évaluation des compétences stéréognosiques manuelles, le temps d'analyse et le temps de reconnaissance sont relevés. Afin de relever le temps d'analyse de la pièce, le chronomètre est lancé dès que la sujet referme la main sur la pièce et arrêté quand il lâche la pièce. Pour relever le temps de reconnaissance de forme, le chronomètre est lancé quand le masque est ôté et est arrêté quand le sujet pointe une réponse sur la planche de propositions.

L'épreuve est présentée au sujet testé de la façon suivante.

- Stéréognosie orale :

“Dans cette épreuve, vous allez devoir analyser 10 formes géométriques avec votre bouche. Vous aurez un masque sur les yeux durant toute l'épreuve car il ne faut pas que vous voyiez les pièces. Pour chaque forme, je vous demanderai d'ouvrir la bouche et je déposerai la pièce. Vous pourrez ensuite la manipuler librement à l'aide de la tige.

Quand vous penserez avoir bien analysé la forme, vous la sortirez de votre bouche pour me la rendre. Entre chaque pièce proposée, je retirerai le masque pour vous montrer une planche de propositions. Vous devrez désigner sur cette planche la forme que vous pensez avoir eu dans la bouche.

Durant cette épreuve, vous serez chronométré. Cependant, le plus important est de bien identifier chaque forme.”

- Stéréognosie manuelle :

“Dans cette épreuve, vous allez devoir analyser 10 formes géométriques avec votre main. Vous aurez un masque sur les yeux durant toute l'épreuve car il ne faut pas que vous voyiez les pièces. Pour chaque forme, je vous demanderai d'ouvrir la main et je déposerai la pièce. Vous pourrez ensuite la manipuler librement.

Quand vous penserez avoir bien analysé la forme, vous me rendrez la pièce. Entre chaque pièce proposée, je retirerai le masque pour vous montrer une planche de propositions. Vous devrez désigner sur cette planche la forme que vous pensez avoir eu dans la bouche.

Durant cette épreuve, vous serez chronométré. Cependant, le plus important est de bien identifier chaque forme.”

Pour la cotation de l'évaluation des compétences stéréognosiques, une réponse juste donne 1 point et une réponse fausse 0 point. Cela permet d'obtenir un score sur 10 en reconnaissance orale de formes et un autre score sur 10 en reconnaissance manuelle de formes.

Pour chaque forme, sont notés les temps d'analyse de la forme et de reconnaissance de la forme.

7. Résultats

Statistiques : sujets sains

Comportements observés chez les sujets sains lors de la passation

Au cours des nombreuses passations effectuées, nous avons pu noter des comportements communs à un grand nombre de personnes. En premier lieu, nous avons pu remarquer que les sujets utilisent généralement la langue, les lèvres et parfois les dents et l'intérieur des joues. Pour l'appréciation de la forme, c'est la langue qui est préférentiellement utilisée. Cependant, nous avons pu noter qu'une petite quantité de sujets avait tendance à plus utiliser les lèvres.

Les comportements procéduraux des sujets face aux items oraux et aux items manuels sont comparables.

Distribution des scores chez les sujets sains

Les scores obtenus chez les sujets normaux sont représentés sur la figure 6.

Cette représentation révèle que les scores obtenus par les sujets sains sur l'épreuve de stéréognosie orale sont distribués de manière Gaussienne avec une médiane à 5 alors que les scores obtenus sur l'épreuve de stéréognosie manuelle sont distribués asymétrique quasi exponentielle.

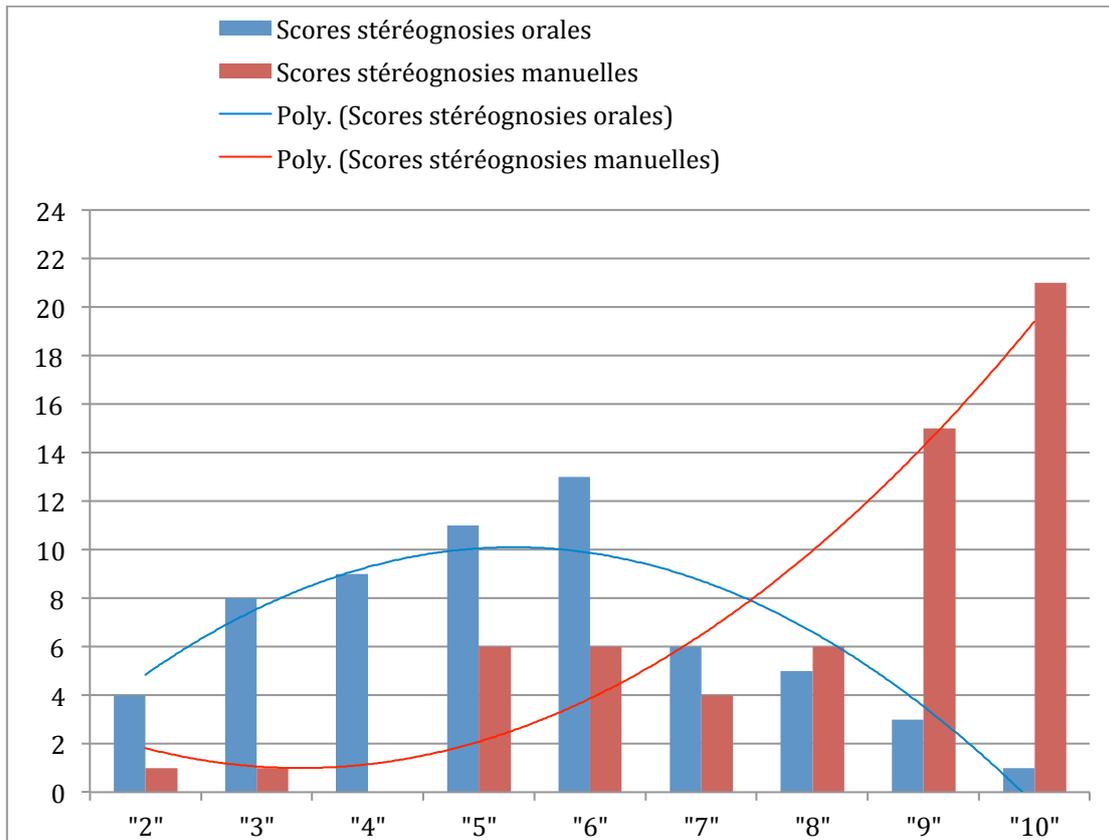


Figure 8 : Histogramme des scores obtenus pour les stéréognosies orales et les stéréognosies manuelles pour les sujets sains et courbe de tendance.

En revanche, la distribution des résultats concernant les temps d'analyse est similaire pour l'épreuve de stéréognosie orale et pour l'épreuve de stéréognosie manuelle, avec toujours une tendance asymétrique plus marquée pour les stéréognosies manuelles.

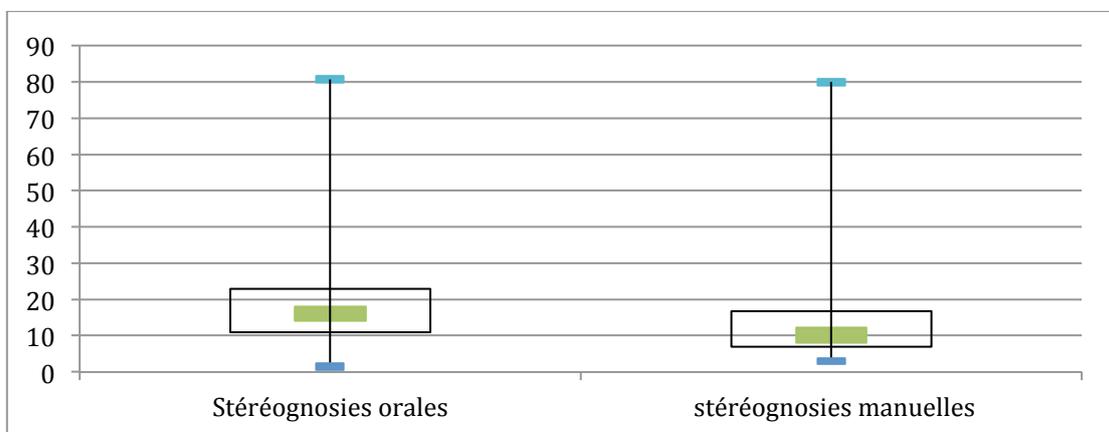


Figure 9 : Boîte à moustaches résumant les performances des sujets sains en termes de temps d'analyse.

Étude des scores selon les tranches d'âge

Les calculs statistiques ont été produits à partir du logiciel d'analyse statistique R.

Le test ayant été créé en vue de donner une norme en matière de stéréognosie orale et manuelle, les moyennes et les écarts-types ont donc été calculés.

Si on ne considère que les scores oraux (score sur 10 avec un seuil pathologique fixé à -2 écarts-types), on obtient le tableau suivant :

Tranche d'âge	20/40	40/60	60/80	Tout âges confondus
Moyenne	6,2	5,31	4,14	5,33
Écart-type	1,99	1,81	1,61	1,95

Figure 10 : tableau regroupant les moyennes, les écarts-types et les seuils pathologiques des scores oraux pour les différentes tranches d'âge.

Si on ne considère que les scores manuels, les résultats sont les suivants :

Tranche d'âge	20/40	40/60	60/80	Tout âges confondus
Moyenne	9,4	7,88	7,07	8,2
Écart-type	0,75	2,29	1,94	2,02

Figure 11 : tableau regroupant les moyennes, les écarts-types et les seuils pathologiques des scores manuels pour les différentes tranches d'âge.

Enfin, en prenant en compte le score oral et le score manuel (donc on obtient un score sur 20), on obtient ce tableau :

Tranche d'âge	20/40	40/60	60/80	Tout âges confondus
Moyenne	15,6	13,19	11,21	13,53
Ecart-type	2,28	3,15	2,83	3,23

Figure 12 : tableau regroupant les moyennes, les écarts-types et les seuils pathologiques des scores totaux pour les différentes tranches d'âge.

Des boîtes à moustaches ont été faites pour représenter les scores oraux en fonction de la tranche d'âge, les scores manuels en fonction de la tranche d'âge et les scores totaux en fonction de la tranche d'âge. Rappelons que, sur une boîte à moustaches, les individus sont représentés autour de la médiane et non de la moyenne. La médiane sépare l'échantillon en deux groupes de même taille. Sur les schémas, les scores apparaissent sur l'axe des ordonnées et les tranches d'âge apparaissent sur l'axe des abscisses.

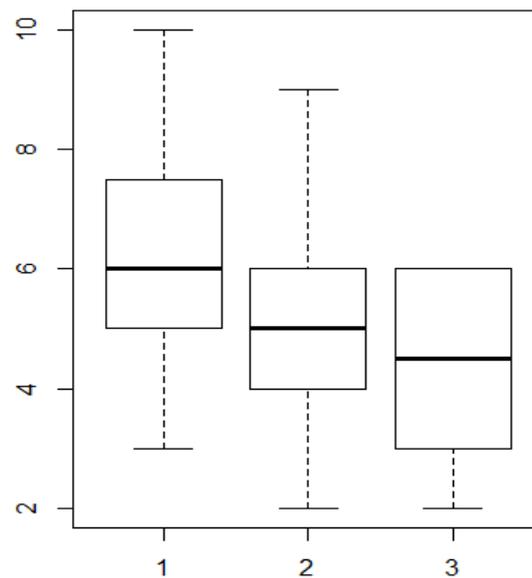


Figure 13 : boîte à moustaches représentant les scores oraux (axe des ordonnées) en fonction de la tranche d'âge (axe des abscisses).

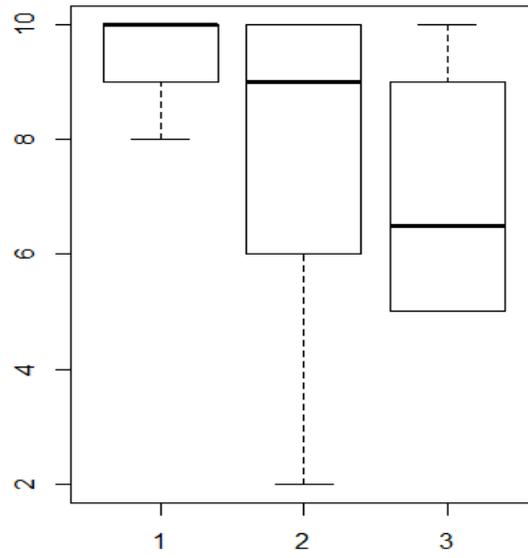


Figure 14 : boîte à moustaches représentant les scores manuels (axe des ordonnées) en fonction de la tranche d'âge (axe des abscisses).

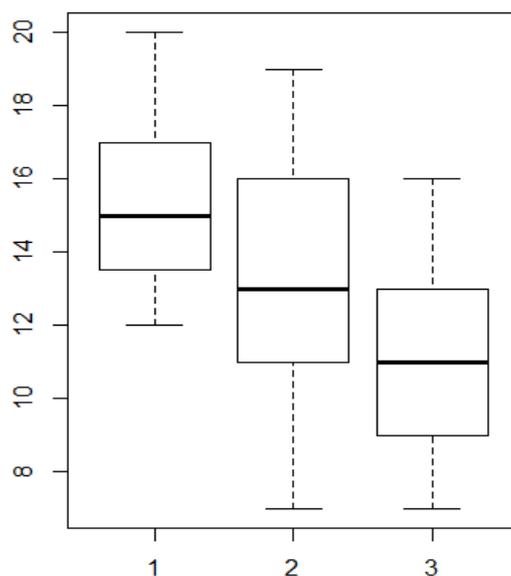


Figure 15 : boîte à moustaches représentant les scores totaux (axe des ordonnées) en fonction de la tranche d'âge (axe des abscisses).

Les boîtes à moustaches permettent de se rendre compte que les scores, qu'ils soient oraux, manuels ou totaux tendent à diminuer quand l'âge des sujets augmente. Cela donne un premier indice sur l'influence de l'âge sur les capacités stéréognosiques orales et manuelles.

Influence de l'âge sur les scores

Des tests de Student ont été pratiqués afin de voir si l'âge avait une influence sur le score. Les calculs ont été faits une fois pour l'épreuve orale, une fois pour l'épreuve manuelle et une fois pour la totalité des épreuves.

Concernant l'épreuve de stéréognosie orale, on a cherché à déterminer si en moyenne, le score oral de la tranche d'âge 1 et le score oral de la tranche d'âge 2 étaient comparables. La p-value de 12% nous dit qu'en moyenne ils sont identiques.

Pour les scores oraux entre la tranche d'âge 2 et la tranche d'âge 3, la p-value de 4% nous montre qu'ils sont très différents.

Enfin, pour les scores oraux entre la tranche d'âge 1 et la tranche d'âge 3, la p-value de 0,2% nous montre une différence très importante.

On peut donc conclure que, pour les scores oraux, l'âge a une influence certaine sur les scores. Cependant, aucune différence de score n'a été mise en évidence par le test de Student entre les tranches d'âge 1 et 2. Cela est peut-être dû au fait que l'échantillon n'est pas assez important.

Pour ce qui est des scores manuels, on a commencé par regarder s'il y avait une différence entre les scores des tranches d'âge 1 et 2. On retrouve ici une p-value de 0,3% qui nous dit que les scores sont en moyenne très différents entre ces deux tranches d'âge.

Pour les scores manuels entre la tranche d'âge 2 et 3, on retrouve une p-value de 24% qui nous indique que les sujets appartenant à la tranche d'âge 2 ont en moyenne les mêmes scores que les sujets appartenant à la tranche d'âge 3.

Enfin, pour les scores manuels entre la tranche d'âge 1 et 3, la p-value de 0,006% montre qu'il existe une très grande différence de score entre les sujets jeunes et les sujets âgés.

Pour finir, les scores totaux (score oral et score manuel) ont été comparés en tenant compte des différentes tranches d'âge.

Sur les scores totaux, entre la tranche d'âge 1 et la tranche d'âge 2, la p-value de 0,4% montre une différence de score.

Entre la tranche d'âge 2 et la tranche d'âge 3, la p-value est de 5%. Ce résultat est discutable car il se situe précisément sur la limite de l'intervalle de confiance. On peut dire que les scores de ces deux tranches d'âge sont différents même si cette différence est assez faible.

Enfin, pour les scores totaux entre la tranche d'âge 1 et la tranche d'âge 3, la p-value de $6 \cdot 10^{-5}$ (inférieur à 1%) nous montre que les scores entre ces deux tranches d'âge sont très différents.

En résumé, on peut remarquer que globalement, l'âge a une influence sur le score. Cette constatation est particulièrement visible entre les tranches d'âge 1 et 3. En effet, les différences entre les tranches d'âge 2 et 3 sont moins marquées.

Étude des temps de reconnaissance et des temps d'analyse selon les tranches d'âge

Des calculs ont aussi été faits sur les temps d'analyse et de reconnaissance afin de connaître les temps moyens au sein du groupe de sujets sains et de déterminer des seuils pathologiques.

Tranche d'âge	Temps d'analyse moyen sur l'ensemble des items (en secondes)	Temps de reconnaissance moyen sur l'ensemble des items (en secondes)
20/40	13,67	6,38
40/60	17,41	8,24
60/80	16,53	8,91
Toutes tranches d'âge confondues	15,96	7,77

Figure 16 : tableau regroupant les moyennes des temps d'analyse et des temps de reconnaissance sur l'ensemble des items et pour les différentes tranches d'âge.

On remarque ici que les temps d'analyse sont plus longs pour la tranche d'âge 2 que pour la tranche d'âge 1. En revanche, les temps d'analyse sont plus courts pour la tranche d'âge 3 que pour la tranche d'âge 2. Cela pourrait correspondre à une diminution des capacités d'attention et de concentration chez les sujets les plus âgés. Pour ce qui est des temps de reconnaissance, ils ont tendance à augmenter légèrement à chaque changement de tranche d'âge.

Les écarts-types ont été calculés pour le temps d'analyse et le temps de reconnaissance pour chaque tranche d'âge afin de connaître le seuil pathologique pour les temps.

Tranche d'âge	20/40	40/60	60/80	Tout âges confondus
Moyenne	13,67	17,41	16,53	15,96
Écart-type	7,1	10,33	8,64	9,28

Figure 17 : tableau déterminant les seuils pathologiques selon les tranches d'âge pour le temps d'analyse.

Tranche d'âge	20/40	40/60	60/80	Tout âges confondus
Moyenne	6,38	8,24	8,91	7,77
Écart-type	5,3	6,96	5,62	6,63

Figure 18 : tableau déterminant les seuils pathologiques selon les tranches d'âges pour le temps de reconnaissance.

Si la moyenne du temps d'analyse du sujet testé diffère de la moyenne de sa tranche d'âge, on peut penser que ses difficultés portent plus sur les capacités perceptives.

En revanche, si c'est la moyenne du temps de reconnaissance qui diffère de la moyenne des sujets d'une tranche d'âge donnée, on pourra s'interroger sur l'éventuelle présence de troubles d'ordre cognitifs (difficultés en mémoire de travail, difficultés à prendre une décision...).

Influence de l'âge sur les temps d'analyse et de reconnaissance

Concernant les temps d'analyse, les tests de Student pratiqués montrent des différences entre les tranches d'âge.

Concernant les temps d'analyse, les résultats suivants ont été obtenus :

Entre la tranche d'âge 1 et la tranche d'âge 2, la p-value est de 1,9% donc en moyenne, les temps d'analyse de ces deux tranches d'âge sont différents.

Entre la tranche d'âge 2 et 3, on retrouve une p-value de 43% ce qui nous montre que les deux groupes ne peuvent pas être considérés comme différents. D'un point de vue statistique, ces deux tranches d'âge se comportent de la même façon.

Entre les tranches d'âges 1 et 3, la p-value est de 3,1% donc les groupes 1 et 3 ont en moyenne des temps d'analyse différents.

Pour ce qui est des temps de reconnaissance, les résultats suivants ont été obtenus :

Entre la tranche d'âge 1 et la tranche d'âge 2, la p-value est de 13% donc en moyenne, les temps de reconnaissance de ces deux tranches d'âge sont similaires.

Entre la tranche d'âge 2 et 3, on retrouve une p-value de 50% ce qui montre que les deux groupes ne peuvent pas être considérés comme différents. D'un point de vue statistique, ces deux tranches d'âge se comportent de la même façon.

Entre les tranches d'âge 1 et 3, la p-value est de 2,9% donc les groupes 1 et 3 ont en moyenne des temps de reconnaissance différents.

Ces résultats ne permettent donc pas de dire que l'âge influence fortement les temps d'analyse et de reconnaissance. Cependant, cela mériterait d'être étudié sur plus de sujets et avec une meilleure répartition au sein des tranches d'âge. En effet, le fait que la comparaison entre la tranche d'âge 1 (sujets jeunes) et la tranche d'âge 3 (sujets âgés) montre des différences importantes en terme de temps, tend à indiquer qu'il pourrait exister un effet de l'âge sur les temps d'analyse et de reconnaissance.

Influence du sexe sur les scores

Dans un deuxième temps, des calculs ont été faits pour étudier les différences de scores entre les hommes et les femmes sur le test. Les moyennes et les écarts-types ont été ici recalculés en tenant seulement compte des résultats des hommes puis en tenant seulement compte des résultats des femmes.

Tranche d'âge	Stéréognosie orale (score sur 10)		Stéréognosie manuelle (score sur 10)		Total (score sur 20)	
	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
20/40	6,09	1,87	9,45	0,69	15,55	2,11
40/60	5,9	1,85	8,6	2,01	14,5	2,88
60/80	5,25	0,96	7,75	2,06	13	2,16

Figure 19 : tableau regroupant les scores des hommes selon les différentes tranches d'âge.

Tranche d'âge	Stéréognosie orale (score sur 10)		Stéréognosie manuelle (score sur 10)		Total (score sur 20)	
	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
20/40	6,33	2,23	9,33	0,87	15,66	2,6
40/60	4,94	1,73	7,44	2,39	12,37	3,12
60/80	3,7	1,64	6,8	1,93	10,5	2,84

Figure 20 : tableau regroupant les scores des femmes selon les différentes tranches d'âge.

Concernant l'influence du sexe, des tests de Student (ou t test) ont été pratiqués et donnent les résultats suivants :

Pour les scores oraux, si l'on compare les performances des hommes et des femmes, la p-value de 5% amène à rejeter l'hypothèse de l'influence des sexes. En d'autres termes, la différence de sexe n'entraîne aucune différence de score.

Pour ce qui est des scores manuels en revanche, la p-value de 2,9% tend à montrer que les hommes et les femmes ont en moyenne des scores différents.

Enfin, la comparaison des scores totaux des hommes d'une part et des femmes d'autre part, donne une p-value de 1,1%. Cela montre que, pour les scores totaux, les hommes et les femmes n'ont, en moyenne, pas les mêmes scores.

Corrélation entre les performances manuelles et orales

Afin de voir si une corrélation existait entre stéréognosie manuelle et stéréognosie orale, plusieurs éléments ont été pris en compte. En effet, les performances orales et manuelles ont été comparées en termes de scores et en termes de temps d'analyse et de reconnaissance.

Pour ce qui est des temps, des tests statistiques ont été pratiqués pour comparer les temps d'analyse et de reconnaissance pour chaque tranche d'âge, selon le caractère oral ou manuel. Rappelons que plus un coefficient de corrélation est proche de 1 ou de -1, plus la corrélation est importante. La corrélation est dite négative quand le résultat est négatif et positive quand le résultat est positif.

La corrélation est considérée comme significative quand elle est située entre 0,5 et 1 ou entre -0,5 et -1. Dans les autres cas, elle est considérée comme faible et n'est donc pas significative.

Si l'on s'intéresse plus précisément au temps d'analyse, on obtient les résultats suivants :

Le coefficient de corrélation entre la main et la bouche pour la tranche d'âge 1 est de -0,28. Ce coefficient indique une corrélation négative faible. Le graphique de dispersion qui suit montre bien l'absence de corrélation.

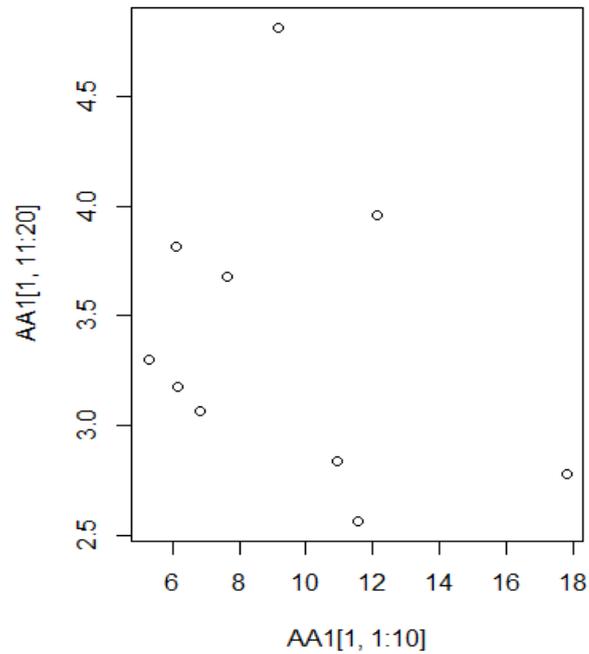


Figure 21 : graphique de dispersion pour l'étude des corrélations entre temps d'analyse (nommé AA1) pour l'épreuve orale (axe des abscisses) et temps d'analyse pour l'épreuve manuelle (axe des ordonnées) pour la tranche d'âge 1.

Pour la tranche d'âge 2, le coefficient obtenu est de -0,44. Là encore, ce résultat indique une corrélation négative faible. La graphique de dispersion qui suit montre qu'il n'existe pas de corrélation à proprement parler mais que, contrairement à l'étude des corrélations pour la tranche d'âge 1, les points sont plus regroupés. On peut alors parler de tendance.

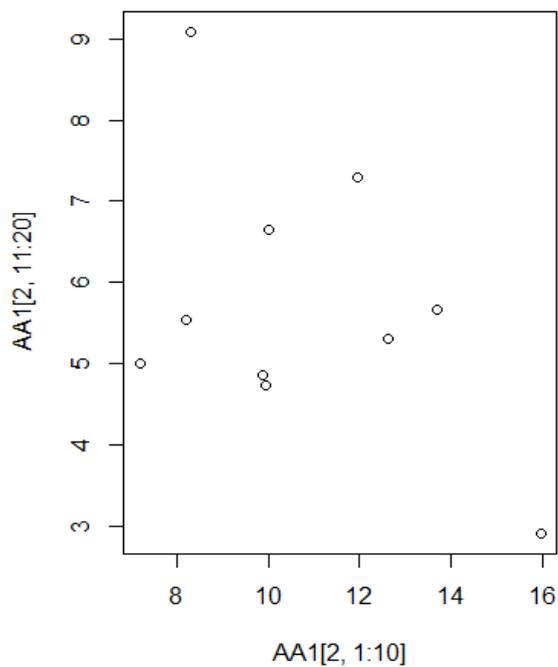


Figure 22 : graphique de dispersion pour l'étude des corrélations entre temps d'analyse pour l'épreuve orale (axe des abscisses) et temps d'analyse pour l'épreuve manuelle (axe des ordonnées) pour la tranche d'âge 2.

Pour la tranche d'âge 3, le coefficient obtenu est de 0,53. Ce résultat indique une corrélation positive assez forte. Concernant le graphique de dispersion qui suit, on note que les points sont assez groupés. On peut donc en conclure qu'il existe une corrélation, même si celle-ci reste assez faible.

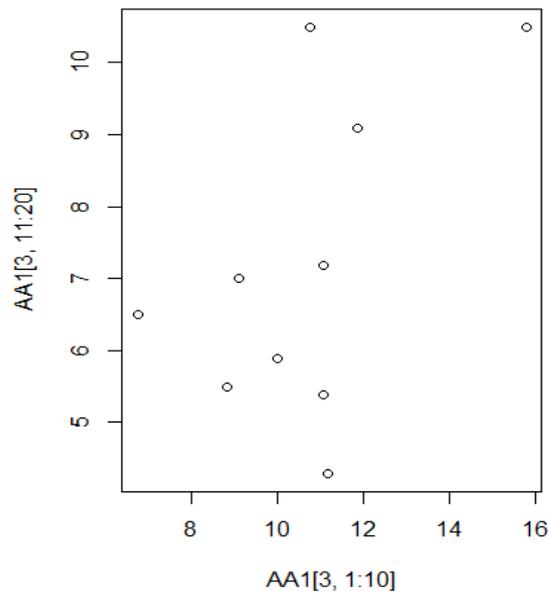


Figure 23 : graphique de dispersion pour l'étude des corrélations entre temps d'analyse pour l'épreuve orale (axe des abscisses) et temps d'analyse pour l'épreuve manuelle (axe des ordonnées) pour la tranche d'âge 3.

Enfin, toutes tranches d'âge confondues, le coefficient de corrélation entre la main et la bouche pour les temps d'analyse est de -0,12. Cela montre une corrélation négative très faible. Cette conclusion est bien visible sur le graphique de dispersion qui suit. En effet, les points ne sont ici absolument pas regroupés.

En conclusion, on ne peut pas considérer que les temps d'analyse manuels et les temps d'analyse oraux soient corrélés.

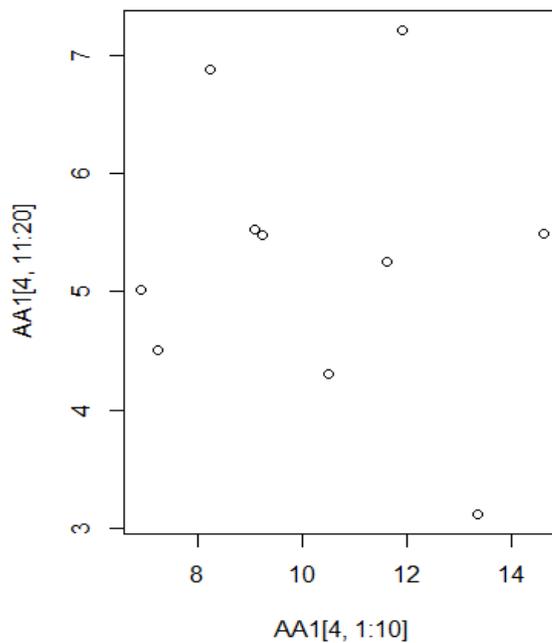


Figure 24 : graphique de dispersion pour l'étude des corrélations entre temps d'analyse pour l'épreuve orale (axe des abscisses) et temps d'analyse pour l'épreuve manuelle (axe des ordonnées) pour l'ensemble des sujets testés.

Si on se penche sur les temps de reconnaissance, on obtient les résultats suivants :

Le coefficient de corrélation entre la main et la bouche pour la tranche d'âge 1 est de -0,055. Ce coefficient indique une très faible corrélation négative. Cela correspond bien à ce que l'on peut remarquer sur le graphique de dispersion qui suit.

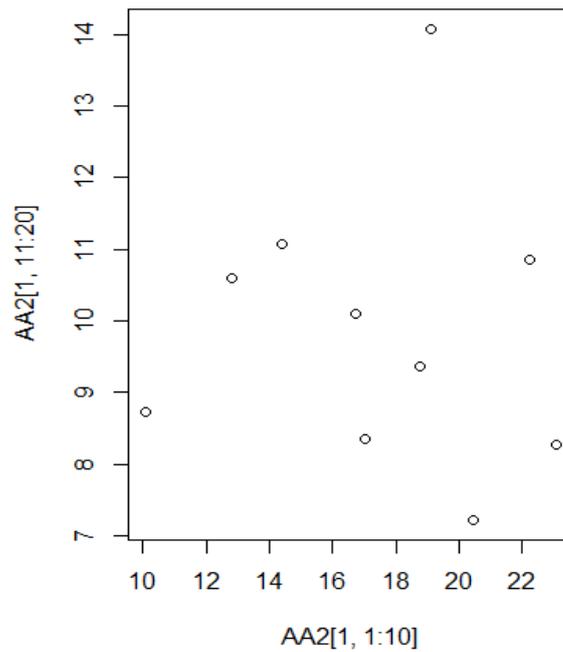


Figure 25 : graphique de dispersion pour l'étude des corrélations entre temps de reconnaissance pour l'épreuve orale (axe des abscisses) et temps de reconnaissance pour l'épreuve manuelle (axe des ordonnées) pour la tranche d'âge 1.

Pour la tranche d'âge 2, le coefficient obtenu est de 0,32. Ce résultat indique une corrélation positive faible. Sur le graphique de dispersion, la dispersion des points ne montre effectivement pas de corrélation claire.

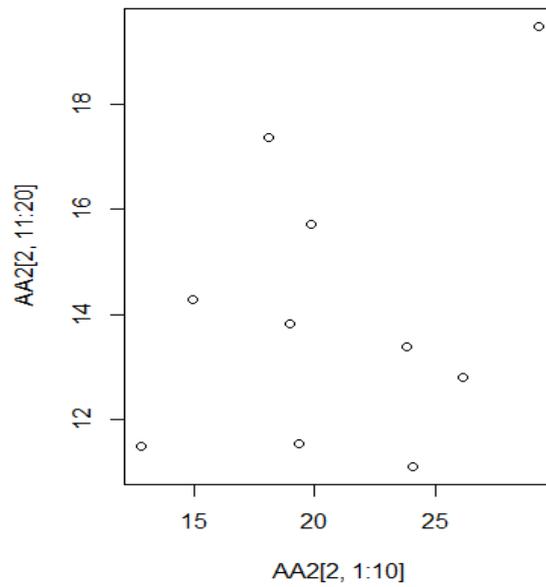


Figure 26 : graphique de dispersion pour l'étude des corrélations entre temps de reconnaissance pour l'épreuve orale (axe des abscisses) et temps de reconnaissance pour l'épreuve manuelle (axe des ordonnées) pour la tranche d'âge 2.

Pour la tranche d'âge 3, le coefficient obtenu est de 0,25. Ce résultat indique une corrélation positive faible. Là encore, la dispersion des points ne montre pas de corrélation nette.

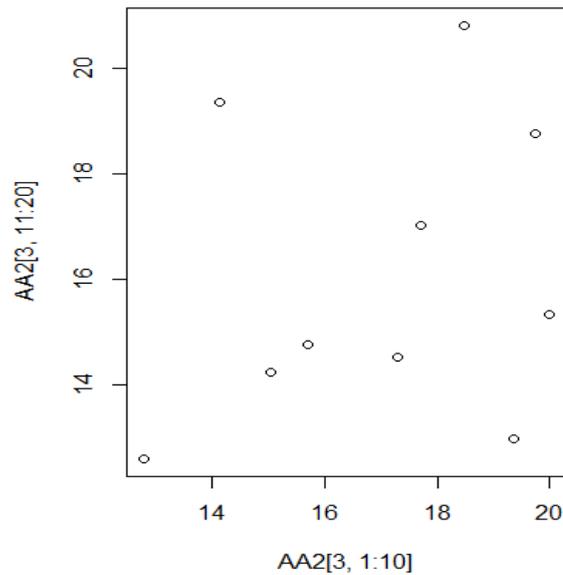


Figure 27 : graphique de dispersion pour l'étude des corrélations entre temps de reconnaissance pour l'épreuve orale (axe des abscisses) et temps de reconnaissance pour l'épreuve manuelle (axe des ordonnées) pour la tranche d'âge 3.

Enfin, toutes tranches d'âge confondues, le coefficient de corrélation entre la main et la bouche pour les temps d'analyse est de 0,24. Cela montre une corrélation positive très faible.

En conclusion, on ne peut pas considérer que les temps de reconnaissance manuels et les temps de reconnaissance oraux soient corrélés. Le graphique de dispersion ci-dessous ne permet pas de mettre en évidence une quelconque corrélation.

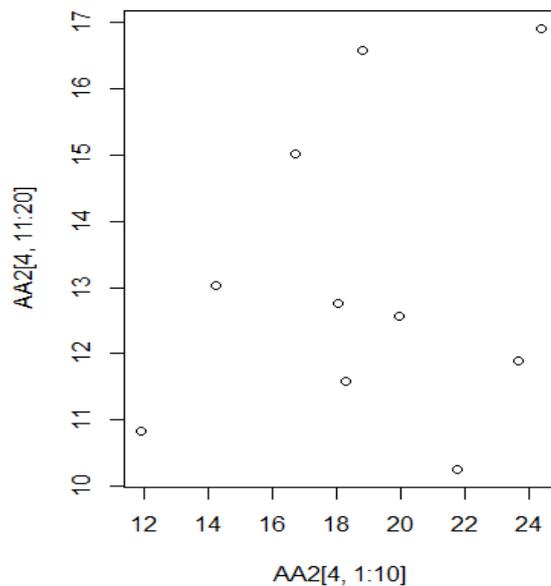


Figure 28 : graphique de dispersion pour l'étude des corrélations entre temps de reconnaissance pour l'épreuve orale (axe des abscisses) et temps de reconnaissance pour l'épreuve manuelle (axe des ordonnées) pour l'ensemble des sujets testés.

L'analyse statistique ne permet donc pas de montrer qu'il existe une corrélation entre les performances orales et les performances manuelles en ce qui concerne les temps d'analyse et des temps de reconnaissance.

Par ailleurs, des calculs ont été faits pour voir s'il existait une corrélation entre les scores obtenus lors de l'épreuve manuelle et ceux obtenus lors de l'épreuve orale.

Le coefficient de régression, noté r^2 est une valeur donnant des informations sur la nature des relations existant entre les données mises en lien. Il est toujours compris entre 0 et 1. Quand r^2 est proche de 1, la probabilité que les données mises en relation soient corrélées est forte. A l'inverse, plus r^2 est éloigné de 1, moins les données sont corrélées.

Si l'on compare les scores obtenus sur l'épreuve de stéréognosie manuelle et les scores obtenus sur l'épreuve de stéréognosie orale, la valeur de r^2 est de 0,1. Cette valeur de r^2 indique qu'il n'existe aucune corrélation entre les scores obtenus pour l'épreuve de stéréognosie manuelle et pour l'épreuve de stéréognosie orale.

Score_stereognosies_orales vs. Score_stereognosies_manuelles by levels of Age

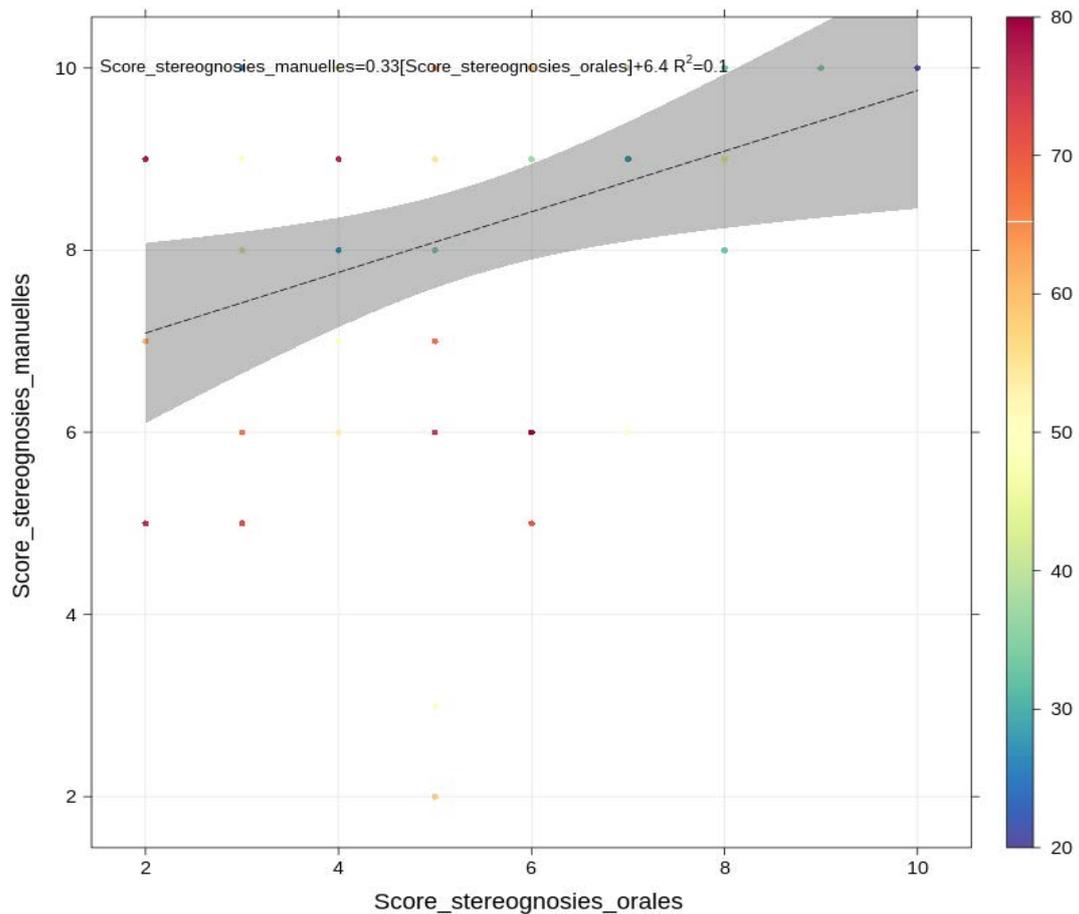


Figure 29 : étude des corrélations entre les scores obtenus sur l'épreuve de stéréognosie manuelle et sur l'épreuve de stéréognosie orale en fonction de l'âge.

Statistiques : sujets pathologiques

Comportements observés chez les sujets pathologiques lors de la passation

Globalement, les sujets pathologiques ont réagi de la même façon face aux différents items que les sujets sains. Cependant, certains patients, ne possédant plus les structures anatomiques nécessaires à une analyse complète de la forme, ont eu des comportements différents. Ainsi, nous avons pu noter que, dans les cas de glossectomies, les patients compensaient systématiquement avec les lèvres.

Présentation de l'analyse statistique sur les sujets pathologiques

Après une analyse spécifique aux sujets sains, les performances des sujets pathologiques ont été comparées à celle des sujets sains. Les deux groupes ont été comparés en termes de temps d'analyse et de reconnaissance et en termes de scores.

Concernant les temps, les temps d'analyse et de reconnaissance ont été traités de façon globale dans un premier temps (épreuve orale et manuelle). Par ailleurs, les groupes ont été comparés en fonction des temps d'analyse pour les épreuves orales d'une part et des temps d'analyse pour les épreuves manuelles d'autre part. De plus, ont été également comparés les temps de reconnaissance pour les épreuves manuelles d'une part et les épreuves orales d'autre part.

Cependant, en raison du petit nombre de femmes et de l'hétérogénéité du groupe en termes d'âge, nous n'avons pas pu rechercher de corrélations concernant ces paramètres.

Pour effectuer ces calculs, nous n'avons pas tenu compte des tranches d'âges. En effet, le groupe des sujets pathologique n'étant pas très varié, les calculs n'auraient pas été suffisamment fondés.

Comparaison des scores des sujets pathologiques et des sujets sains

Nous avons commencé par établir les moyennes en termes de scores pour les sujets pathologiques.

Moyenne des scores oraux sur 10	4,15
Moyenne des scores manuels sur 10	6,4
Moyenne des scores totaux sur 20	10,55

Figure 30: tableau regroupant les moyennes des scores chez les sujets pathologiques.

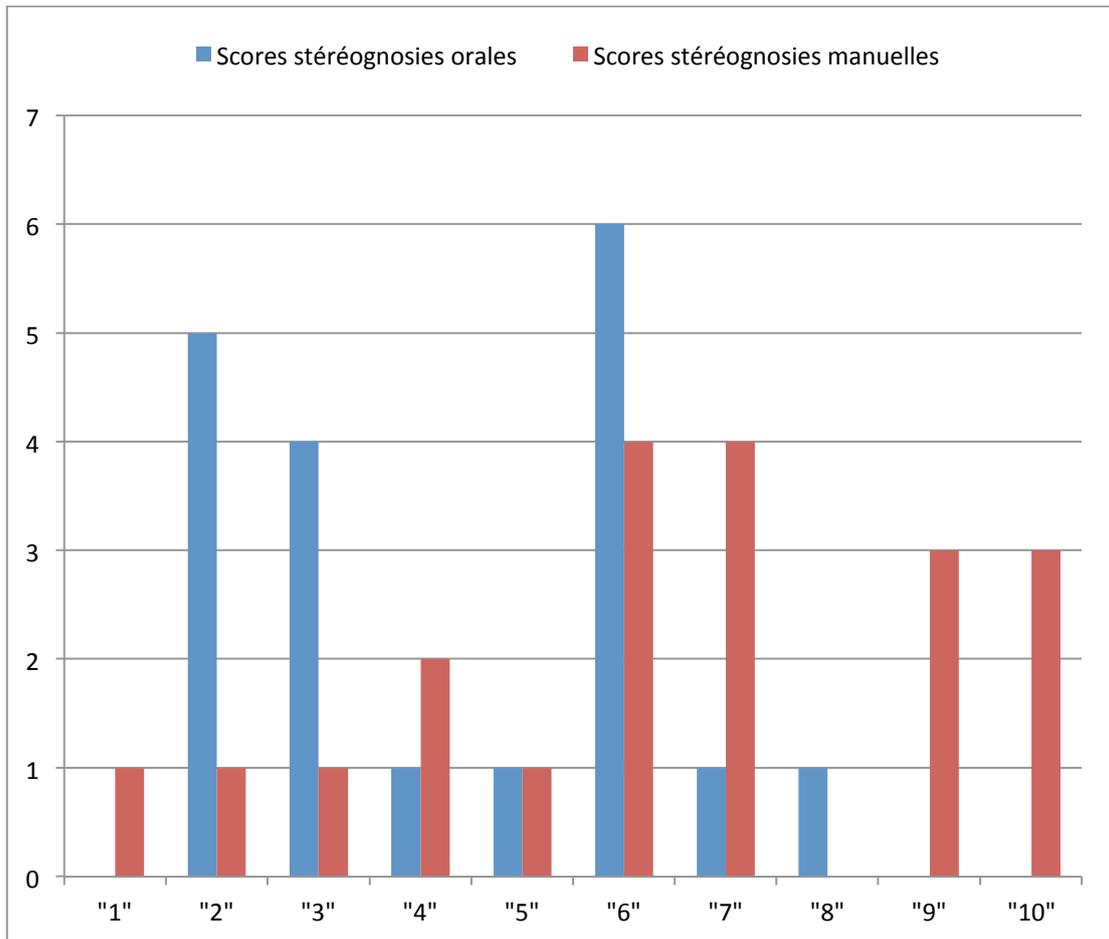


Figure 31 : Histogramme des scores obtenus pour les stéréognosies orales et les stéréognosies manuelles pour les sujets pathologiques.

La comparaison des scores oraux chez les sujets sains et chez les sujets pathologiques donne une p-value de 3,3%. Cette p-value indique que les sujets sains et les sujets pathologiques ont, en moyenne des scores très différents pour l'épreuve de stéréognosie orale.

Concernant la comparaison des deux groupes sur les scores manuels, la p-value obtenue est de 1%. Là encore, une différence est observée entre les deux groupes.

En théorie, le groupe de sujets pathologiques devrait se différencier sur l'épreuve orale et non sur l'épreuve manuelle, étant donné que leur pathologie affecte essentiellement les fonctions orales. Cependant, ce test de Student nous montre que les compétences manuelles sont également atteintes chez les sujets pathologiques.

Enfin, les comparaisons des scores totaux chez les sujets sains et chez les sujets pathologiques donnent une p-value de 0,3% ce qui indique que, globalement, les scores des sujets sains et les scores des sujets pathologiques sont très différents.

Comparaison des temps d'analyse et de reconnaissance des sujets pathologiques et des sujets sains

Nous avons commencé par établir les moyennes des temps d'analyse et de reconnaissance chez les sujets pathologiques.

Moyennes des temps d'analyse			Moyenne des temps de reconnaissance		
Oraux (sur 10)	Manuels (sur 10)	Totaux (sur 20)	Oraux (sur 10)	Manuels (sur 10)	Totaux (sur 20)
25,14	10,93	21,09	17,05	8,06	11,08

Figure 32: tableau regroupant les moyennes des temps d'analyse et des temps de reconnaissance oraux, manuels et totaux chez les sujets pathologiques.

Pour ce qui est des temps d'analyse et de reconnaissance, des différences entre les deux groupes ont aussi pu être mises en évidence.

En effet, sur le temps d'analyse dans sa globalité (en prenant en compte l'épreuve orale et l'épreuve manuelle), si on compare les sujets sains et les sujets pathologiques, la p-value obtenue est de 0,3%. Ce chiffre indique que le temps d'analyse est plus important chez les sujets pathologiques et chez les sujets sains.

Pour ce qui est du temps d'analyse sur l'épreuve orale, une différence entre les groupes est aussi mise en évidence puisqu'une p-value de 0,22% est relevée.

Enfin, la comparaison des temps d'analyse sur l'épreuve manuelle seule indique également que les sujets sains et les sujets pathologiques ne se comportent pas de façon similaire. En effet, la p-value est ici de 1,6%.

Là encore, il est surprenant de constater que le temps d'analyse manuel est en moyenne plus long chez les sujets pathologiques. Cela tend donc à montrer que, au

sein de la population pathologique, et, à l'issue des différents traitements, les compétences stéréognosiques orales sont particulièrement atteintes. On peut aussi noter une atteinte des compétences stéréognosiques manuelles.

La comparaison entre les sujets sains et les sujets pathologiques pour les temps de reconnaissance (épreuve orale et épreuve manuelle), donne une p-value de 0,7%. Ce chiffre indique que le temps de reconnaissance est plus important chez les sujets pathologiques que chez les sujets sains.

Concernant la comparaison des temps de reconnaissance sur l'épreuve orale, une différence entre les groupes est aussi mise en évidence puisque une p-value de 0,83% est relevée.

Enfin, la comparaison des temps de reconnaissance sur l'épreuve manuelle seule indique également que les sujets sains et les sujets pathologiques ne se comportent pas de façon similaire. En effet, la p-value est ici de 0,2%.

Les temps d'analyse manuels sont donc en moyenne plus longs chez les sujets pathologiques. Les sujets pathologiques ont plus de difficultés pour la reconnaissance que les sujets sains, tant pour l'épreuve orale que pour l'épreuve manuelle.

Comparaison des scores des individus au sein du groupe pathologique en fonction des différents traitements

Bien que le groupe des sujets pathologiques ne comporte que 20 sujets, nous avons effectué quelques calculs afin de savoir si certains traitements avaient plus d'impact sur les compétences stéréognosiques que d'autres. D'un point de vue clinique, les patients traités par radiothérapie ont semblé obtenir des scores inférieurs à ceux des autres sujets pathologiques. Des tests de Student ont donc été pratiqués afin de voir si cette constatation se vérifiait d'un point de vue statistique.

Concernant les scores oraux, les sujets traités par radiothérapie obtiennent un score moyen de 3,4 sur 10. Les sujets n'ayant pas été traités par radiothérapie obtiennent un score moyen de 6,4 sur 10. Les moyennes obtenues ici montrent effectivement un certain écart. Par ailleurs, le test de Student donne une p-value de 0,022%. La différence entre les deux groupes est donc ici évidente.

En revanche, pour les scores manuels, les choses sont différentes. Les sujets traités par radiothérapie ont un score moyen de 6,13 sur 10 et les sujets non traités par radiothérapie obtiennent une moyenne de 7,2 sur 10. Ici, la p-value de 53% permet d'exclure toute différence entre les deux groupes. En d'autres termes, les patients traités par radiothérapie obtiennent, en moyenne, des scores comparables aux autres patients.

Pour finir, les scores totaux ont été comparés. Le score total moyen pour les patients traités par radiothérapie est de 9,53 sur 20 et celui des patients non traités par radiothérapie est de 13,6 sur 20. Le test de Student donne ici une p-value de 7,3% qui permet de montrer que la différence observée entre les groupes n'est pas significative.

Il semblerait donc que le traitement par radiothérapie puisse affecter les compétences stéréognosiques orales.

Dans un second temps, ont été comparés les patients traités par chimiothérapie et les patients n'ayant pas été traités par chimiothérapie. Aucune différence entre les groupes n'a ici été observée. Le traitement par chimiothérapie ne semble donc pas avoir de répercussions sur les compétences stéréognosiques des sujets traités.

En effet, pour les scores oraux, les moyennes relevées sont proches : 4,07 sur 10 avec chimiothérapie et 4,33 sur 10 sans chimiothérapie. La p-value est ici de 81,8% ce qui permet d'exclure totalement une différence entre les deux groupes.

De plus, sur les scores manuels, la moyenne est de 6 chez les sujets traités par chimiothérapie et de 7,33 sur 10 chez les sujets non traités par chimiothérapie. Le test de Student montre une p-value de 35%. De ce fait, il faut considérer que les groupes ont, en moyenne, des scores comparables.

Enfin, concernant les scores totaux, les moyennes sont également très proches : 10,07 sur 20 avec chimiothérapie et 11,67 sur 20 sans chimiothérapie. Par ailleurs, la p-value obtenue est de 34% ce qui montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les scores des deux groupes.

Pour finir, les sujets ayant subi une intervention chirurgicale ont été comparés à ceux qui ont été traités par d'autres moyens que la chirurgie. Ces calculs n'ont pas

permis de mettre en évidence des différences significatives de score entre les sujets traités par la chirurgie et les autres.

En premier lieu, les scores oraux ont été comparés. Les moyennes sont ici très proches : 4 sur 10 avec chirurgie et 4,75 sur 10 sans chirurgie. Le test de Student donne une p-value de 45% ce qui permet d'affirmer que les sujets ayant subi une intervention chirurgicale ont des scores en moyenne similaires aux autres sujets.

Par ailleurs, concernant les scores manuels, les sujets traités par la chirurgie obtiennent une moyenne de 6 sur 10. Les autres sujets (ayant bénéficié d'autres types de traitements) obtiennent un score moyen de 8 sur 10. La p-value retrouvée ici est de 12% ce qui permet d'affirmer que les deux groupes obtiennent des scores similaires.

Enfin, les scores totaux ont été comparés. Le score total moyen pour les patients opérés est de 10 sur 20 et celui des patients non opérés est de 12,75 sur 20. Le test de Student donne ici une p-value de 5,4% qui permet de montrer que la différence observée entre les groupes n'est pas significative.

Les différences de scores entraînées par la chirurgie mériteraient tout de même d'être étudiées sur un nombre plus important d'individus. En effet, les sujets non opérés ne sont que 4, contre 16 sujets opérés. De plus, la p-value de 5,4% concernant les différences de scores totaux entre les patients opérés et les patient non-opérés est une valeur limite. Il est donc envisageable qu'une différence significative puisse être mise en évidence avec une population plus importante.

Il est important de nuancer ces résultats. En effet, le groupe étudié est seulement composé de 20 sujets pathologiques, ce qui est trop faible pour affirmer la validité de ces résultats. De plus, les patients étudiés n'ont jamais un traitement unique. Il est donc difficile d'attribuer des scores diminués à un traitement en particulier.

Ces résultats permettent cependant de donner quelques pistes de réflexion.

8. Discussion

Discussion autour des aspects quantitatifs

Création du test : faisabilité

Ce travail de recherche a permis de mettre en évidence que le test que nous avons créé est faisable et adapté. En premier lieu, nous avons choisi de fabriquer des pièces plus petites que ce qui est rapporté dans l'étude de Bodin et al. (2000). En effet, durant la création des premiers prototypes de pièces, nous n'avons pas trouvé que la taille indiquée par ces auteurs était optimale. Les nombreuses passations effectuées ont montré que la taille que nous avons sélectionnée était adaptée.

Nous avons également fait le choix de créer des pièces de la même taille pour les items oraux et manuels dans la mesure où, selon Delorme et Flückiger (2003), l'acuité tactile est la même pour la pulpe des doigts et pour la langue. Ce choix s'est également avéré pertinent.

Pour la passation du test, 20 items ont été créés. Cette quantité d'items a porté à une demi-heure environ le temps de passation, ce qui est correct, même pour les sujets pathologiques. Par ailleurs, le test comportait assez d'items pour avoir des résultats complets.

Le fait d'utiliser un pointage sur une planche comportant plusieurs propositions n'a pas posé de problèmes. De même, les consignes données lors de la passation du test ont été bien comprises par l'ensemble des sujets testés.

Plus globalement, le niveau de difficulté du test que nous avons créé s'est avéré adapté. En effet, dans la population de sujets sains, plusieurs sujets ont pu reconnaître l'intégralité des formes. Les sujets du groupe pathologique ont obtenu des résultats variés reflétant leurs compétences et leurs difficultés.

Le test s'est donc avéré pertinent, adapté et faisable.

Discussion autour de la distribution des scores

L'évaluation des compétences stéréognosiques orale et manuelle répond donc à une double exigence de pertinence et de faisabilité. Cependant, la distribution des scores chez les sujets sains pose problème dans la mesure où l'on obtient une médiane à 5 sur 10. Or, pour que cette distribution soit correcte, on attendrait une médiane supérieure à la moitié de l'échelle. Cette constatation suppose qu'un travail statistique devrait être entrepris pour rendre les résultats exploitables.

Corrélation entre les compétences stéréognosiques orales et manuelles

L'objectif premier de ce mémoire était de savoir si les compétences stéréognosiques orales et manuelles étaient corrélées chez les sujets sains. Cela aurait permis de pouvoir tirer des conclusions sur les compétences orales à partir d'une simple évaluation des compétences stéréognosiques manuelles. Or, les résultats que nous obtenons ne permettent pas de montrer cette corrélation.

Il n'est donc pas envisageable d'utiliser le test créé pour prédire un niveau de stéréognosie orale à partir de l'évaluation des compétences stéréognosiques manuelles. De ce fait, il n'est pas possible d'utiliser ce test dans ce but auprès de sujets pathologiques.

Par ailleurs, il a été surprenant de constater qu'au sein du groupe de sujets pathologiques, les difficultés portaient autant sur les capacités de reconnaissance tactile orale que sur les capacités de reconnaissance tactile manuelle. En tenant compte du fait que la main et la bouche sont deux organes liés d'un point de vue sensitif, nous pouvons nous demander si la diminution de l'acuité tactile orale provoquée par les traitements proposés aux sujets atteints de cancers des voies aéro-digestives supérieures n'engendre pas la diminution de l'acuité tactile manuelle.

Différence observée entre les hommes et les femmes

A l'issue du traitement statistique des données concernant les sujets sains, il a été surprenant de constater que les femmes avaient des résultats significativement plus faibles que les hommes. Les données de la littérature ne font pas état de ce phénomène. Cependant, il est possible que la supériorité numérique des femmes au sein du groupe de sujets sains engendre cette différence.

Cela nous conforte dans l'idée, que le test que nous avons créé doit être normalisé. En effet, la différence observée entre les hommes et les femmes doit être prise en compte.

Influence de l'âge

Nous retrouvons, grâce aux calculs effectués, une influence de l'âge sur les compétences stéréognosiques orales et manuelles. Jacobs et al. (1998) font d'ailleurs le même constat.

Comparaison des sujets sains et des sujets pathologiques

A l'issue de ce travail de recherche, il paraît évident que les compétences des sujets pathologiques sont plus faibles que celles des sujets sains. Cependant, nous avons pu remarquer que les patients mettaient en place des compensations relativement efficaces. C'est par exemple le cas pour les sujets pathologiques ayant subi une glossectomie et qui parviennent malgré tout à identifier quelques pièces grâce à une analyse effectuée avec les lèvres.

En étudiant les sujets pathologiques, nous avons aussi pu constater que les traitements proposés pouvaient avoir des conséquences plus ou moins importantes. Ainsi, les patients traités par radiothérapie semblent avoir plus de difficultés que les autres à identifier des formes géométriques par le biais de la sensibilité tactile.

Discussion autour des aspects qualitatifs

Procédures exploratoires durant la passation

Concernant les procédures d'exploration tactile des pièces, nous avons pu noter que l'utilisation des lèvres et de la langue n'avait pas le même rôle dans le processus d'analyse de la forme. si l'on se réfère aux six procédures exploratoires proposées par Lederman et Klatzky (1987), on peut noter que les lèvres sont utilisées préférentiellement pour effectuer des mouvements de pression (évaluation de la dureté de l'objet) et d'enveloppement (analyse globale de la forme). Par ailleurs, la langue semble être utilisée pour effectuer une analyse beaucoup plus précise. En effet les patients produisent souvent des mouvements latéraux sur la pièce avec la langue afin d'en apprécier la texture ainsi qu'une poursuite des contours pour analyser la forme de façon précise. Cette poursuite des contours avec la langue a été constatée de façon systématique. Cependant, nous avons pu noter qu'une petite quantité de sujets avaient plus tendance à utiliser les lèvres.

Dans la mesure où la langue et les lèvres peuvent produire des mouvements exploratoires, nous pouvons conclure que ces deux organes sont effectivement des organes permettant une exploration tactile au même titre que la main.

La stéréognosie : une compétence éduicable

Les compétences stéréognosiques sont plus ou moins développées selon les individus. Il existe donc, à la base, des compétences données pour chaque individu et des traitements qui viennent altérer ces compétences.

De ce fait, chez certains sujets les compétences stéréognosiques restent correctes malgré les traitements.

Au cours de notre étude sur les sujets sains, nous avons d'ailleurs pu constater qu'il existait des typologies de personnes. Il s'agit de remarques subjectives et non vérifiées par des calculs statistiques, mais il semblerait que la profession, les habitudes ou les hobbies des individus conditionnent les compétences stéréognosiques. En effet, chez les sujets sains, les deux meilleurs scores pour les stéréognosies orales ont été relevés chez deux cuisiniers professionnels. Par ailleurs,

nous avons constaté que les personnes pratiquant des activités manuelles nécessitant une bonne sensibilité tactile comme la mécanique, la couture, le tricot, avaient tendance à obtenir d'excellents résultats pour les stéréognosies manuelles.

Pour ce qui est des sujets pathologiques, certains ont montré, malgré les traitements subis, d'excellentes capacités. Dans tous les cas, les sujets pathologiques ayant obtenus de bons scores avaient, du fait de leur profession ou leurs hobbies, une bonne acuité tactile. En effet, ces propos peuvent être illustrés par le cas d'un patient, ancien militaire et de ce fait habitué à monter des armes dans des conditions extrêmes (dans le noir, en courant...), ayant subi une laryngectomie partielle et ayant obtenu des très bons scores tant sur l'épreuve orale que sur l'épreuve manuelle.

Perspectives

Ces constatations laissent supposer que la stéréognosie est une compétence "éducable". De ce fait, on peut aussi considérer qu'elle peut être améliorée par une rééducation spécifique.

Ces constatations mènent donc à une réflexion sur une éventuelle rééducation des patients atteints de cancers ORL et présentant des difficultés en parallèle des traitements proposés.

Cette rééducation pourrait permettre aux patients une meilleure récupération fonctionnelle.

Il serait également intéressant de savoir si une telle évaluation pourrait constituer un facteur prédictif de bonne récupération fonctionnelle chez les patients. En d'autres termes, il serait pertinent de voir si les patients obtenant des scores faibles lors de l'évaluation des compétences stéréognosiques orales et manuelles ont plus de difficultés que les autres à récupérer sur un plan fonctionnel. Pour cela, il faudrait pratiquer une évaluation en amont des traitements et voir s'il existe une corrélation entre des compétences stéréognosiques faibles à la base et d'éventuelles difficultés lors de la réhabilitation fonctionnelle.

Conclusion

La partie théorique de ce travail a permis de montrer que la sensibilité tactile a un rôle important dans les diverses fonctions orales. En effet, elle permet d'avoir un feedback sensitif permanent, nécessaire au bon déroulement des diverses séquences motrices.

La motricité orale, étant particulièrement fine et complexe, on peut mieux cerner l'importance de la sensibilité tactile. Dans le cas des patients atteints de cancers des voies aéro-digestives supérieures, les traitements entraînent bien souvent une perte de la sensibilité. Les répercussions de cette perte de sensibilité tactile sur les fonctions orales peuvent donc être importantes.

L'étude de la sensibilité pouvant passer par de nombreuses modalités (sensibilité thermique, sensibilité tactile passive, sensibilité tactile active...), nous avons choisi d'étudier les capacités stéréognosiques. Il s'agit d'une compétence relevant de la sensibilité haptique. Elle permet de mesurer la sensibilité tactile, tout en évaluant en même temps la motricité et la proprioception.

Cet aspect est particulièrement intéressant dans la problématique des cancers des voies aéro-digestives supérieures car, comme nous le savons, les traitements touchent également les capacités motrices.

Les résultats que nous avons obtenus à l'issue de notre expérimentation nous ont permis de constater qu'il n'existait pas de corrélation entre les compétences stéréognosiques orales et les compétences stéréognosiques manuelles. Cela signifie qu'une évaluation manuelle ne permet pas de tirer des conclusions sur les compétences stéréognosiques orales.

L'étude des sujets sains a permis de mettre en évidence une influence de l'âge sur la capacité de reconnaissance tactile de formes. Cette conclusion est en accord avec les données de la littérature.

En revanche, nous avons pu noter, chez les sujets sains, des différences de scores entre les hommes et les femmes, ce qui est plus surprenant.

Pour finir, la comparaison des sujets sains et des sujets pathologiques a confirmé que la pathologie cancéreuse et les traitements utilisés affectaient beaucoup les capacités sensibles tactiles. Nous avons aussi noté que le traitement par radiothérapie semblait avoir plus de conséquences que les autres types de traitements sur les compétences stéréognosiques.

Au cours de ce mémoire de fin d'étude, nous avons vu que les compétences sensibles tactiles mises en évidence par une évaluation de la stéréognosie pouvaient être le reflet des capacités fonctionnelles des sujets.

De ce fait, l'évaluation sensitive des individus atteints de cancers des voies aéro-digestives supérieures en amont des traitements proposés semble pertinente. En effet, celle-ci permettrait, en cas de déficit, la mise en place d'une rééducation orthophonique adaptée.

Bibliographie

Albashaireh Z. S. M., Orchardson R. Comparison of the human perception of hole size by the tongue and the fingers. *Arch Oral Biol* 1988 ; Vol. 33 (3) ; pp. 183-185.

Bodin I, Jäghagen E. L., Isberg A. Intraoral sensation before and after radiothérapie and surgery for oral and pharyngeal cancer. *Wiley Periodicals, Inc. Head Neck* 2004 ; 26 : 923-929.

Bodin I., Lind N., Henningsson G., Isberg A. Deterioration of intraoral recognition of shapes after treatment of oral and pharyngeal cancer. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2000 ;122:584-9.

Chabolle F. *Complications et séquelles des traitements en cancérologie ORL : Rapport de la société française d'ORL et de chirurgie cervico-faciale*. Elsevier Masson 2013.

Delorme A., Flückiger M. *Perception et réalité : une introduction à la psychologie des perceptions*. Paris : De Boeck 2003.

Dulguerov P., Remacle M. *Précis d'audiophonologie et de déglutition. Tome 2 : Les voies aéro-digestives supérieures*. Marseille : Solal 2009.

Engelen L., Van Der Bilt A., Bosman F. Relationship between oral sensitivity and masticatory performance. *J Dent Res* 2004 ; 83 : 388-92.

Foster K. D., Grigor J. M. W., Cheong J. N., Yoo M. J. Y., Bronlund J. E., Morgenstern M. P. The rôle of oral processing in dynamic sensory perception. *Journal of food science* 2011 ; 76 (2) ; R 49- R 61.

Fujii R., Takahashi T., Toyomura A., Miyamoto T., Ueno T., Yokoyama A. Comparison of cerebral activation involved in oral and manual stereognosis. *Journal of Clinical Neuroscience* 2011 ; 18 ; 1520-1523.

Gentaz, E. *La main, le cerveau et le toucher*. Paris : Dunod 2009.

Giovanni A., Robert D. *Prise en charge orthophonique en cancérologie ORL*. Marseille : Solal 2010.

Hatwell Y., Streri A., Gentaz E. *Toucher pour connaître : psychologie cognitive de la perception tactile manuelle*. Paris : PUF 2000.

Hirano K., Hirano S., Hayakawa I. The rôle of oral sensorimotor functions in masticatory ability. *J Oral Rehabil* 2004 ; 31 ; 199-205.

Jacobs R., Bou Serahl C., Van Steenberghe D. Oral stereognosis : a review of the litterature. *Clin. Oral. Invest* 1998 ; 2 : 3-10.

Kalafat M, Hugonot-Diener L, Poitrenaud J. Standardisation et étalonnage français du "Mini Mental State" (MMS) version GRECO. *Rev Neuropsychol* 2003 ; 13(2) : 209-36.

Klatzky, R. L., Lederman, S. J., Metzger V. A. Identifying objects by touch : An « expert system ». *Perception and psychophysics* 1985 ; 37 (4), 299-302.

Kylie D. Foster, John M.V. Grigor, Jean Ne Cheong, Michelle J.Y. Yoo, John E. Bronlund and Marco P. Morgenstern. The role of oral processing in dynamic sensory perception. *Journal of food science* 2011 ; 76 (2), R 49- R61.

Lederman, S. J., Klatzky, R. L. Extracting objets properties through haptic exploration. *Acta psychologica* 1993 ; 84 (1), 29-40.

Lederman, S. J., Klatzky, R. L. Hand movements : a window into haptic object recognition. *Cognitive psychology* 1987 ; 19 (3), 342-368.

Le Métayer M. Évaluation des gnosies faciales et des gnosies linguales. *Motricité cérébrale* 2007 ; 28 (4), 171-177.

Logemann J. A., Pauloski B. R., Rademaker A. W., McConnel F. M., Heiser M. A., Cardinale S., Shedd D., Stein D., Berry Q., Johnson J. et al. Speech and swallow function after tonsil / base of tongue resection with primary closure. *J. Speech Hear res* 1993 ; 36 (5) : 918-26.

Logemann J. A., Bytell D. E. Swallowing disorders in three types of head and neck surgical patients. *Cancer* 1979 ; 81 : 469-78.

Logemann J. A., Smith C. H., Pauloski B. R., Rademaker A. W., Lazarus C. L., Colangelo L. A., Mittal B., Mac Cracken E., Gaziano J., Stachowiak L., Newman L. Effects of xerostomia on perception and performance of swallow function. *Head Neck* 2001 ; 23 : 317-221.

McFarland D.H. *L'anatomie en orthophonie : parole, déglutition et audition*. 2^Ème édition. Paris : Masson 2009.

Mc Donald E. T., Aungst L. F. Studies in oral sensory functions. In Bosma J. F. (ed.), *Symposium on oral sensation and perception*. Springfield 1967 ; pp. 202-220.

Pauloski B. R., Logemann J. A., Rademaker A. W., McConnel F. M., Stein D., Berry Q., Johnson J., Heiser M. A., Cardinale S., Shedd D. et al. Speech and swallowing function after oral and oropharyngeal resections : one-year follow-up. *Head Neck* 1994 ; 16 (4) : 313-22.

Pauloski B. R., Logemann J. A., Rademaker A. W., McConnel F. M., Heiser M. A., Cardinale S., Shedd D., Lewin J., Baker S. R., Graner D. et al. Speech and swallowing function after anterior tongue and floor of mouth resection with distal flap reconstruction. *J. speech hear res* 1993 ; 36 (2) : 267-76

Pauloski B. R., Rademaker A. W., Logemann J. A., Colangelo L. A. Speech and swallowing in irradiated and non-irradiated postsurgical oral cancer patients. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1998 ; 118 : 616-24

Purves D., Augustine G.J., Fitzpatrick D., Hall W.C., LaMantia A.-S., McNamara J.O., White L.E. *Neurosciences*. 4^{eme} édition. Paris : De Boeck 2011.

Rondal J. A., Seron X. *Troubles du langage : bases théoriques, diagnostic et rééducation*. Mardaga 2000.

Schliesser H. F., Cary M. H. Oral stereognosis in predicting speech performance : preliminary report. *Perceptual and motor skills* 1973 ; 36 : 707-711.

Thibault C., Hily A. C., Terrones M., Le Meur G., Gademer A., Vautrin A., Correia E. Évaluation gnoso-praxique linguale des enfants de 4 ans et demi à 9 ans et demi. *Motricité cérébrale* 2013 ; 34, 128-136.

Williams W. N., Lapointe L. L. Intra-oral recognition of geometric forms by normal subjects. *Perceptual and motor skills* 1971 ; 32, 419-426.

Table des illustrations

Figure 1 : illustration des voies sensorielles lemniscale (droite) et extralemniscale (gauche) de la moelle épinière au cerveau selon Delorme A., Flückiger M. (2003)

Figure 2 : disposition somatotopique du cortex somesthésique primaire de l'Homme selon Purves D. et al. (2011)

Figure 3 : les six procédures exploratoires décrites par Lederman et Klatzky (1987)

Figure 4 : carré latin d'ordre 10 utilisé pour la randomisation de l'ordre de présentation des pièces.

Figure 5 : histogramme représentant la répartition des sujets en fonction de l'âge.

Figure 6 : Formes proposées pour l'évaluation stéréognosique orale et manuelle.

Figure 7 : tableau résumant la classification par niveaux socio-culturels inspiré de Kalafat et Al. (2003).

Figure 8 : Histogramme des scores obtenus pour les stéréognosies orales et les stéréognosies manuelles pour les sujets sains et courbe de tendance.

Figure 9 : Boîte à moustaches résumant les performances des sujets sains en termes de temps d'analyse.

Figure 10 : tableau regroupant les moyennes, les écarts-types et les seuils pathologiques des scores oraux pour les différentes tranches d'âge.

Figure 11 : tableau regroupant les moyennes, les écarts-types et les seuils pathologiques des scores manuels pour les différentes tranches d'âge.

Figure 12 : tableau regroupant les moyennes, les écarts-types et les seuils pathologiques des scores totaux pour les différentes tranches d'âge.

Figure 13 : boîte à moustaches représentant les scores oraux (axe des ordonnées) en fonction de la tranche d'âge (axe des abscisses).

Figure 14 : boîte à moustaches représentant les scores manuels (axe des ordonnées) en fonction de la tranche d'âge (axe des abscisses).

Figure 15 : boîte à moustaches représentant les scores totaux (axe des ordonnées) en fonction de la tranche d'âge (axe des abscisses).

Figure 16 : tableau regroupant les moyennes des temps d'analyse et des temps de reconnaissance sur l'ensemble des items et pour les différentes tranches d'âge.

Figure 17 : tableau déterminant les seuils pathologiques selon les tranches d'âge pour le temps d'analyse.

Figure 18 : tableau déterminant les seuils pathologiques selon les tranches d'âges pour le temps de reconnaissance.

Figure 19 : tableau regroupant les scores des hommes selon les différentes tranches d'âge.

Figure 20 : tableau regroupant les scores des femmes selon les différentes tranches d'âge.

Figure 21 : graphique de dispersion pour l'étude des corrélations entre temps d'analyse (nommé AA1) pour l'épreuve orale (axe des abscisses) et temps d'analyse pour l'épreuve manuelle (axe des ordonnées) pour la tranche d'âge 1.

Figure 22 : graphique de dispersion pour l'étude des corrélations entre temps d'analyse pour l'épreuve orale (axe des abscisses) et temps d'analyse pour l'épreuve manuelle (axe des ordonnées) pour la tranche d'âge 2.

Figure 23 : graphique de dispersion pour l'étude des corrélations entre temps d'analyse pour l'épreuve orale (axe des abscisses) et temps d'analyse pour l'épreuve manuelle (axe des ordonnées) pour la tranche d'âge 3.

Figure 24 : graphique de dispersion pour l'étude des corrélations entre temps d'analyse pour l'épreuve orale (axe des abscisses) et temps d'analyse pour l'épreuve manuelle (axe des ordonnées) pour l'ensemble des sujets testés.

Figure 25 : graphique de dispersion pour l'étude des corrélations entre temps de reconnaissance pour l'épreuve orale (axe des abscisses) et temps de reconnaissance pour l'épreuve manuelle (axe des ordonnées) pour la tranche d'âge 1.

Figure 26 : graphique de dispersion pour l'étude des corrélations entre temps de reconnaissance pour l'épreuve orale (axe des abscisses) et temps de reconnaissance pour l'épreuve manuelle (axe des ordonnées) pour la tranche d'âge 2.

Figure 27 : graphique de dispersion pour l'étude des corrélations entre temps de reconnaissance pour l'épreuve orale (axe des abscisses) et temps de reconnaissance pour l'épreuve manuelle (axe des ordonnées) pour la tranche d'âge 3.

Figure 28 : graphique de dispersion pour l'étude des corrélations entre temps de reconnaissance pour l'épreuve orale (axe des abscisses) et temps de reconnaissance pour l'épreuve manuelle (axe des ordonnées) pour l'ensemble des sujets testés.

Figure 29 : étude des corrélations entre les scores obtenus sur l'épreuve de stéréognosie manuelle et sur l'épreuve de stéréognosie orale en fonction de l'âge.

Figure 30: tableau regroupant les moyennes des scores chez les sujets pathologiques.

Figure 31 : Histogramme des scores obtenus pour les stéréognosies orales et les stéréognosies manuelles pour les sujets pathologiques.

Figure 32: tableau regroupant les moyennes des temps d'analyse et des temps de reconnaissance oraux, manuels et totaux chez les sujets pathologiques.

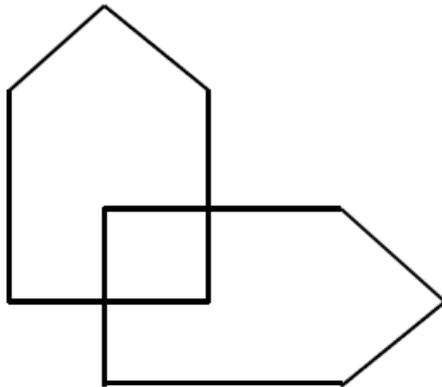
Annexes

Annexe 1 : Grille de cotation du M.M.S.E.

Mini Mental State Examination (MMSE) (Version consensuelle du GRECO)		
Orientation		/ 10
Je vais vous poser quelques questions pour apprécier comment fonctionne votre mémoire. Les unes sont très simples, les autres un peu moins. Vous devez répondre du mieux que vous pouvez. Quelle est la date complète d'aujourd'hui ? _____		
Si la réponse est incorrecte ou incomplète, posez les questions restées sans réponse, dans l'ordre suivant :		
1. En quelle année sommes-nous ?		<input type="checkbox"/>
2. En quelle saison ?		<input type="checkbox"/>
3. En quel mois ?		<input type="checkbox"/>
4. Quel jour du mois ?		<input type="checkbox"/>
5. Quel jour de la semaine ?		<input type="checkbox"/>
Je vais vous poser maintenant quelques questions sur l'endroit où nous trouvons.		
6. Quel est le nom de l'hôpital où nous sommes ?*		<input type="checkbox"/>
7. Dans quelle ville se trouve-t-il ?		<input type="checkbox"/>
8. Quel est le nom du département dans lequel est située cette ville ?**		<input type="checkbox"/>
9. Dans quelle province ou région est située ce département ?		<input type="checkbox"/>
10. A quel étage sommes-nous ?		<input type="checkbox"/>
Apprentissage		/ 3
Je vais vous dire trois mots, je vous voudrais que vous me les répétiez et que vous essayiez de les retenir car je vous les redemandrai tout à l'heure.		
11. Cigare		<input type="checkbox"/>
12. Fleur	ou	<input type="checkbox"/>
13. Porte		<input type="checkbox"/>
	Citron	
	Clé	ou
	Ballon	
	Fauteuil	
	Tulipe	
	Canard	
Répéter les 3 mots.		
Attention et calcul		/ 5
Voulez-vous compter à partir de 100 en retirant 7 à chaque fois ?*		
14.		<input type="checkbox"/>
15.	93	<input type="checkbox"/>
16.	86	<input type="checkbox"/>
17.	79	<input type="checkbox"/>
18.	72	<input type="checkbox"/>
	65	<input type="checkbox"/>
Pour tous les sujets, même pour ceux qui ont obtenu le maximum de points, demander : Voulez-vous épeler le mot MONDE à l'envers ?**		
Rappel		/ 3
Pouvez-vous me dire quels étaient les 3 mots que je vous ai demandés de répéter et de retenir tout à l'heure ?		
11. Cigare		<input type="checkbox"/>
12. Fleur	ou	<input type="checkbox"/>
13. Porte		<input type="checkbox"/>
	Citron	
	Clé	ou
	Ballon	
	Fauteuil	
	Tulipe	
	Canard	
Langage		/ 8
Montrer un crayon.		
22. Quel est le nom de cet objet ?*		
Montrer votre montre.		
23. Quel est le nom de cet objet ?**		
24. Écoutez bien et répétez après moi : « PAS DE MAIS, DE SI, NI DE ET »***		
Poser une feuille de papier sur le bureau, la montrer au sujet en lui disant : « Écoutez bien et faites ce que je vais vous dire :		
25. Prenez cette feuille de papier avec votre main droite,		
26. Pliez-la en deux,		
27. Et jetez-la par terre. »****		
Tendre au sujet une feuille de papier sur laquelle est écrit en gros caractère : « FERMEZ LES YEUX » et dire au sujet :		
28. « Faites ce qui est écrit ».		
Tendre au sujet une feuille de papier et un stylo, en disant :		
29. « Voulez-vous m'écrire une phrase, ce que vous voulez, mais une phrase entière. »*****		
Praxie constructive		/ 1
Tendre au sujet une feuille de papier et lui demander : 30. « Voulez-vous recopier ce dessin ? »		

Annexe 2 : Fiche de consignes du M.M.S.E.

« FERMEZ LES YEUX »

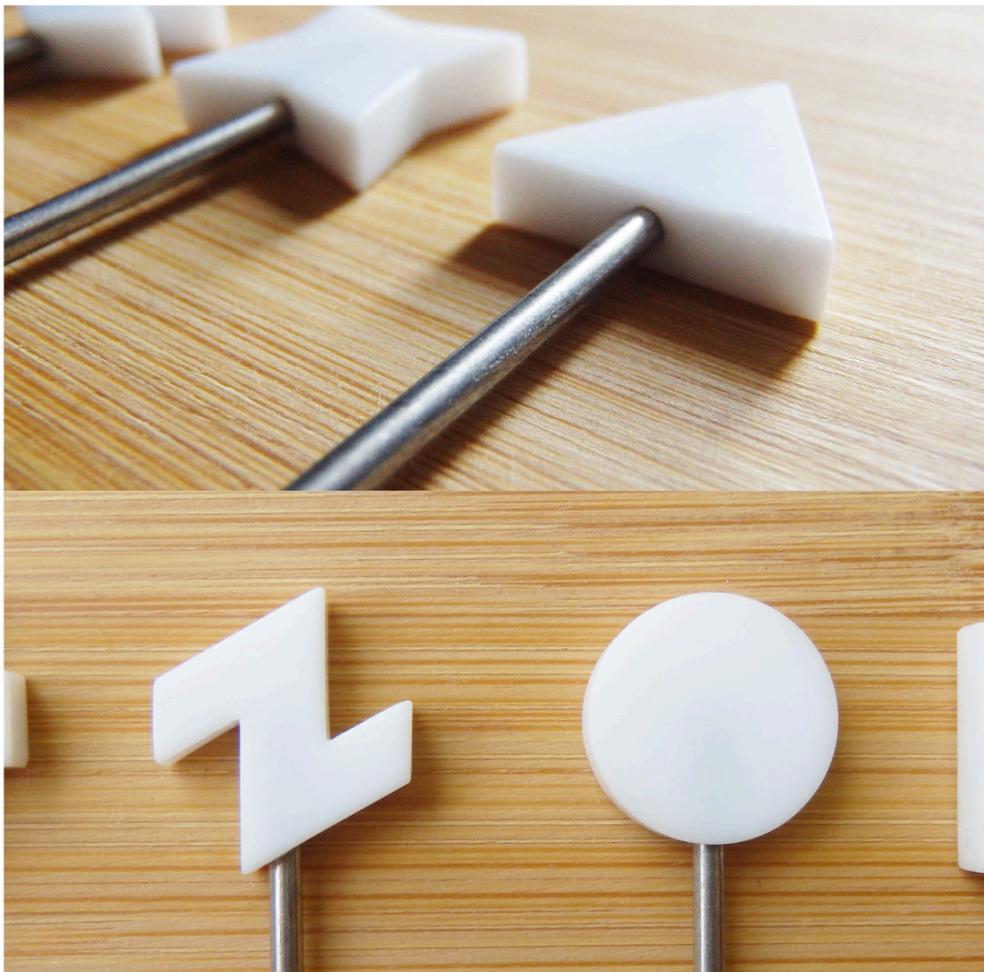


Annexe 3 : Grille de cotation utilisée pour l'évaluation de la stéréognosie orale et manuelle

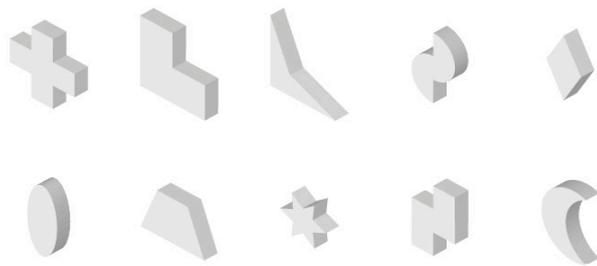
Stéréognosie orale							
Formes				Pseudo-formes			
Forme	Score	Temps 1	Temps 2	Forme	Score	Temps 1	Temps 2
	0/1				0/1		
	0/1				0/1		
	0/1				0/1		
	0/1				0/1		
	0/1				0/1		

Stéréognosie manuelle							
Formes				Pseudo-formes			
Forme	Score	Temps 1	Temps 2	Forme	Score	Temps 1	Temps 2
	0/1				0/1		
	0/1				0/1		
	0/1				0/1		
	0/1				0/1		
	0/1				0/1		

Annexe 4 : Modélisation 3D et photographies des pièces utilisées pour l'évaluation de la stéréognosie orale.



Annexe 5 : Modélisation 3D et photographies des pièces utilisées pour l'évaluation de la stéréognosie manuelle.



Annexes 6 : Planches de propositions pour l'évaluation des compétences stéréognosiques orales

Planche 1

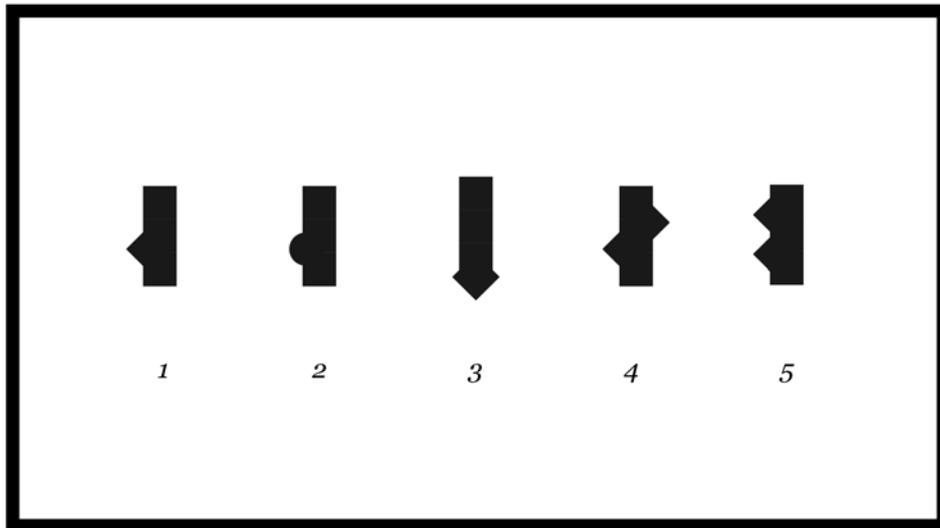


Planche 2

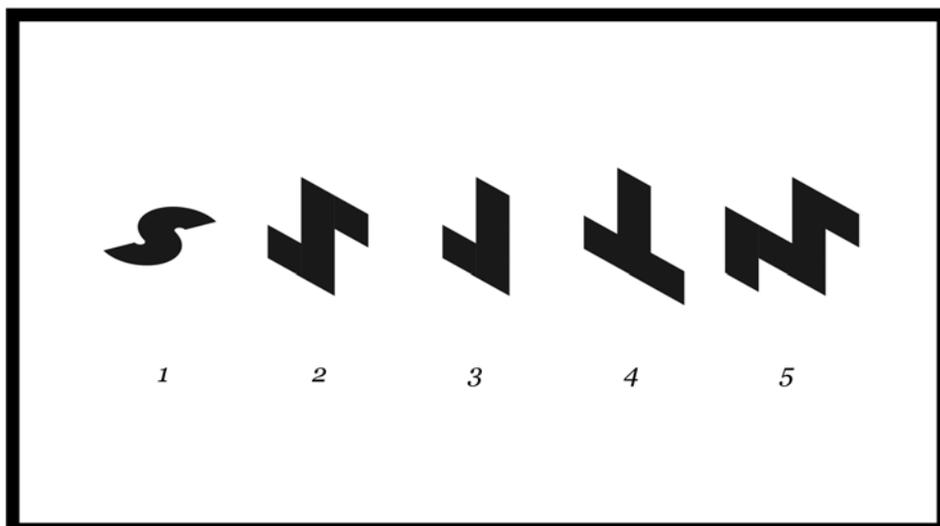


Planche 3

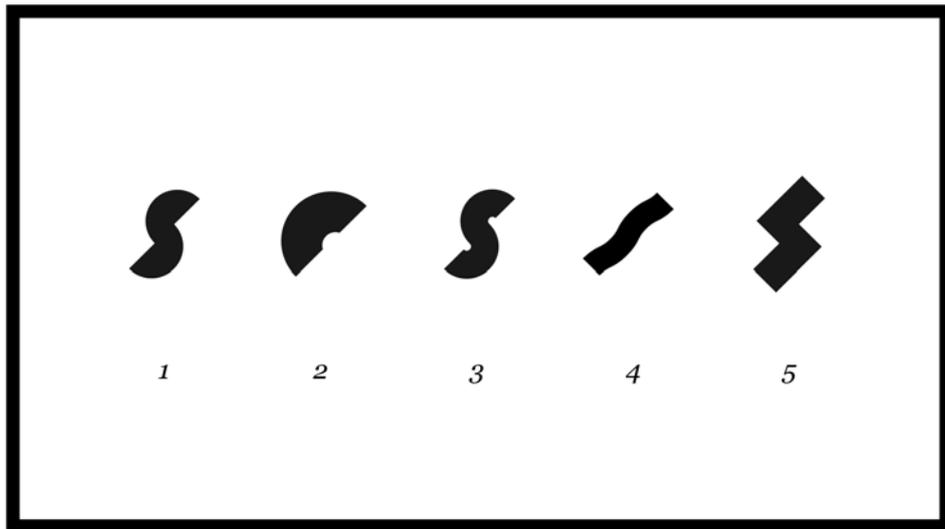


Planche 4

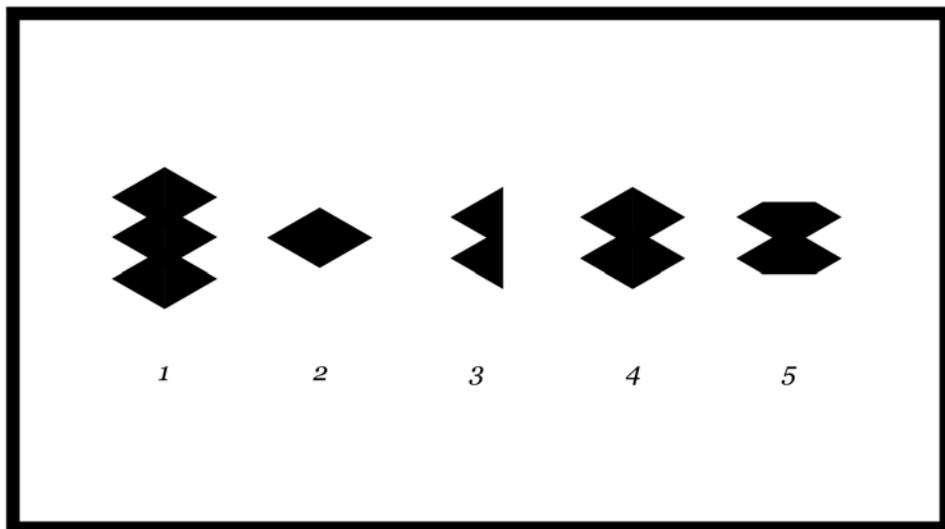


Planche 5

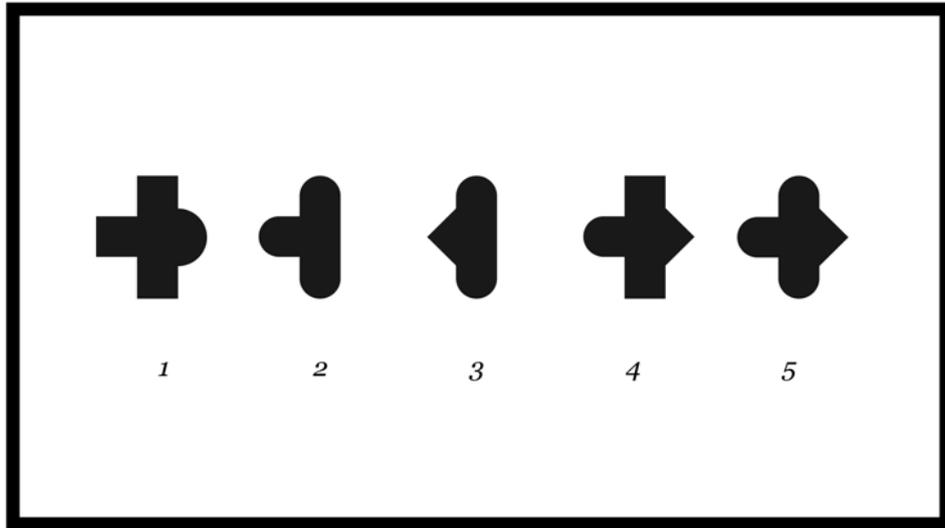


Planche 6

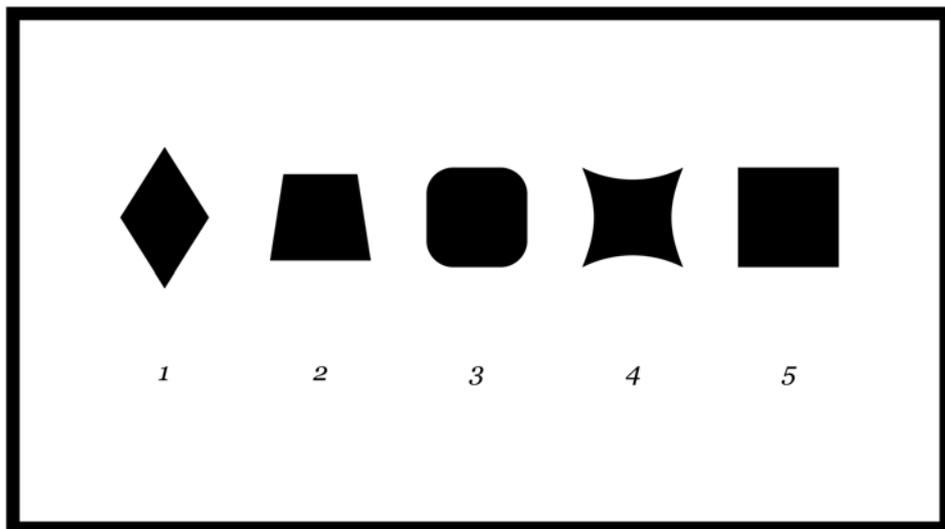


Planche 7

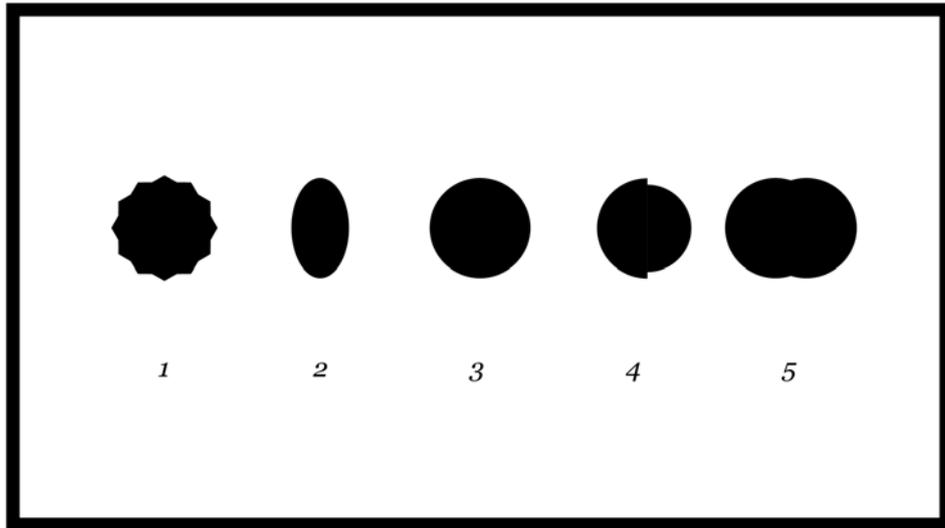


Planche 8

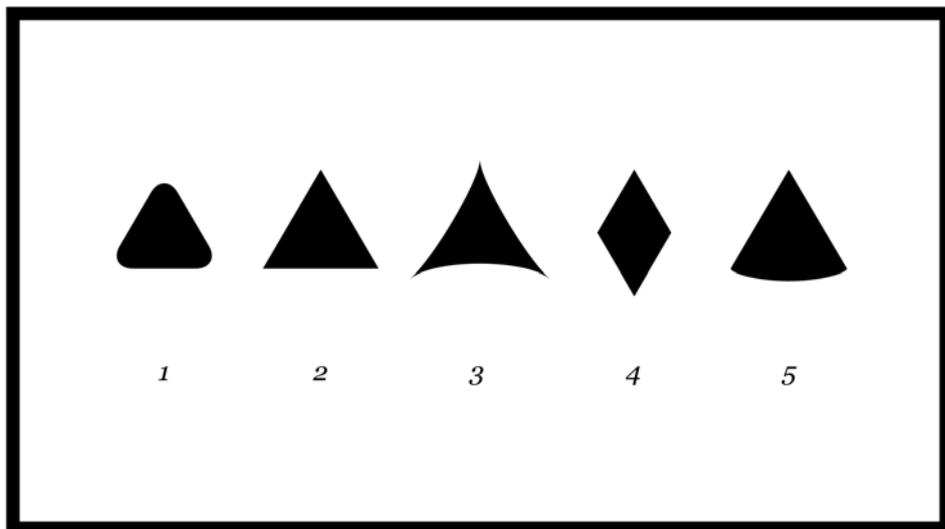


Planche 9

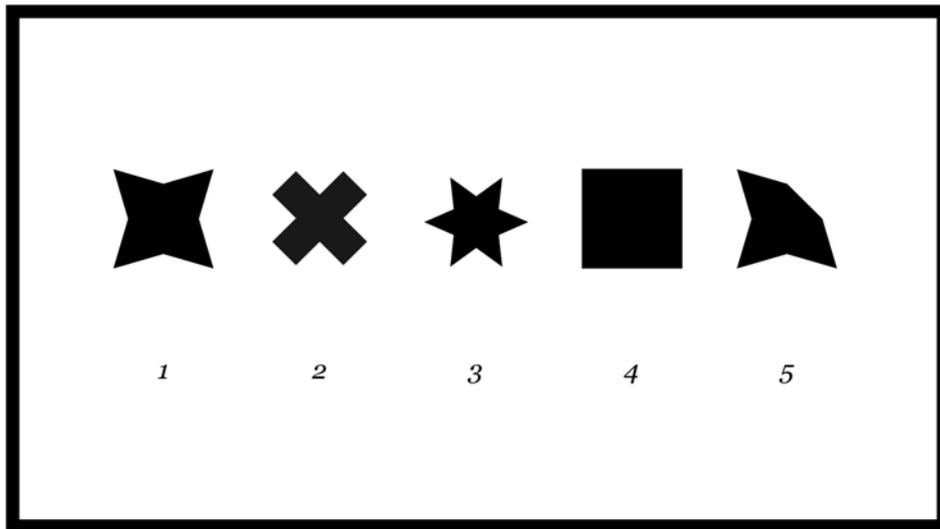


Planche 10



Annexes 7: Planches de propositions pour l'évaluation des compétences stéréognosiques manuelles

Planche 11

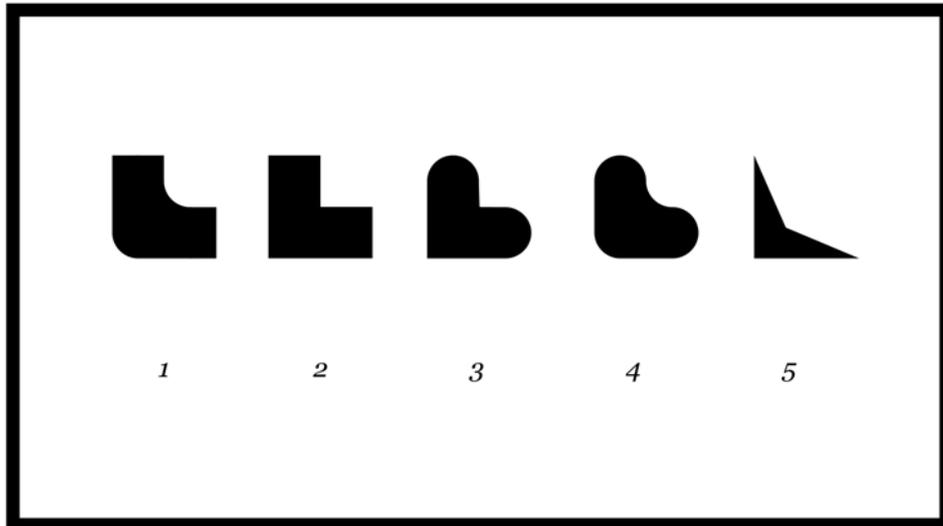


Planche 12

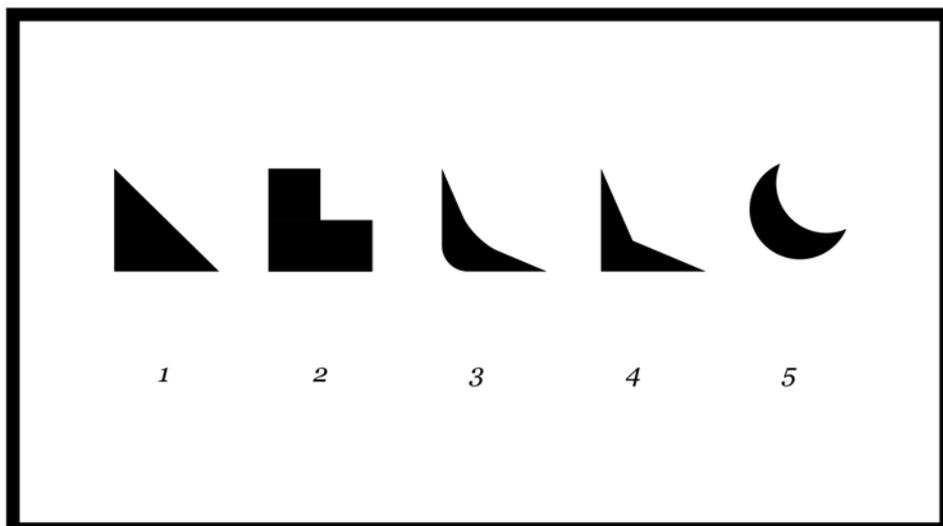


Planche 13

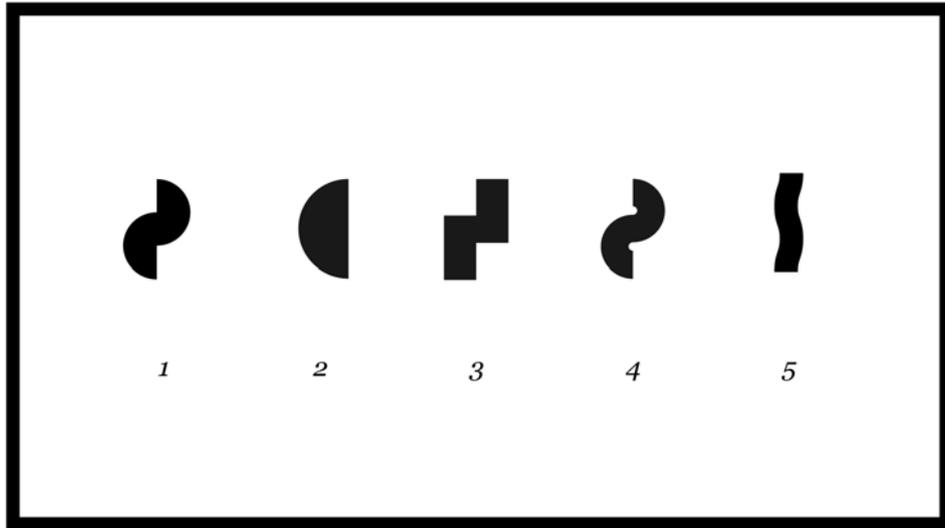


Planche 14

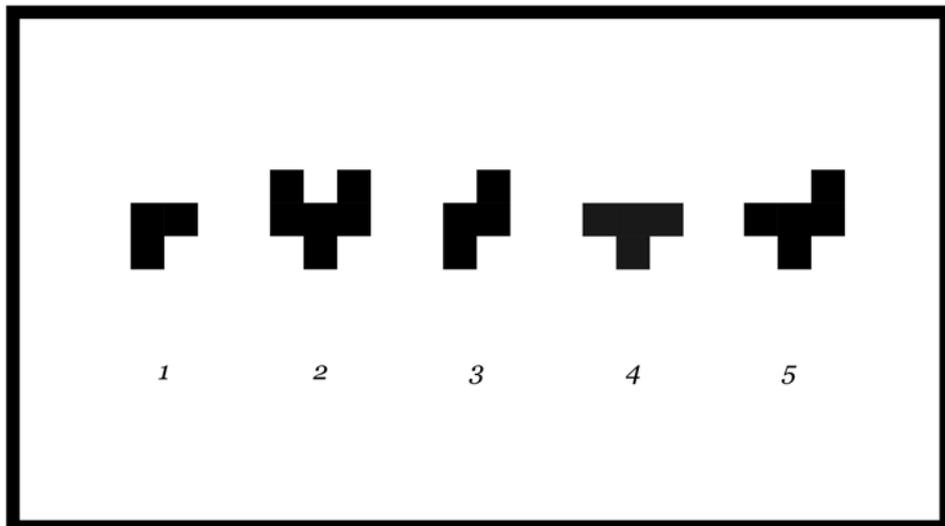


Planche 15

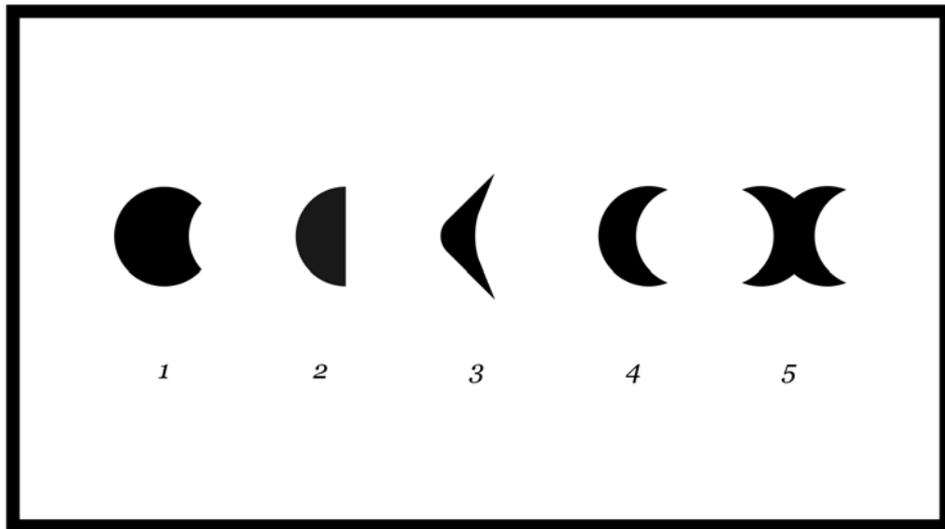


Planche 16

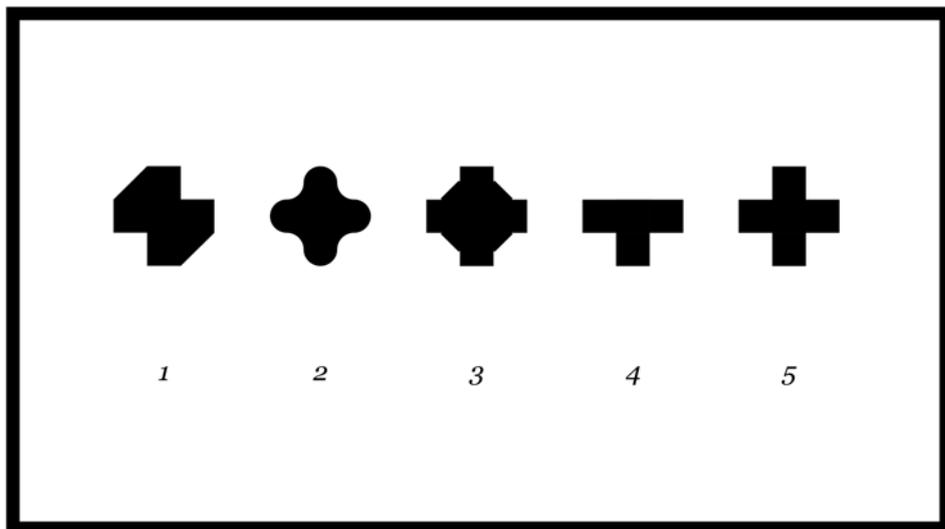


Planche 17

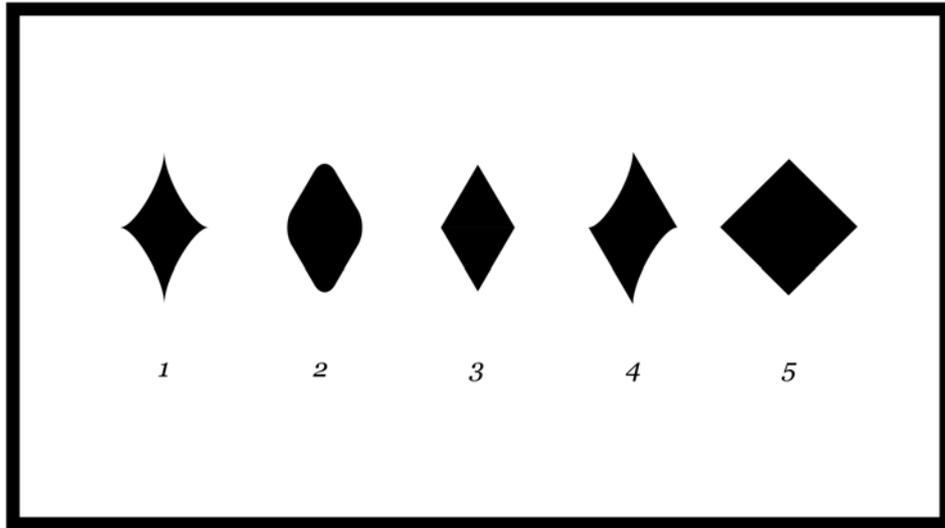


Planche 18

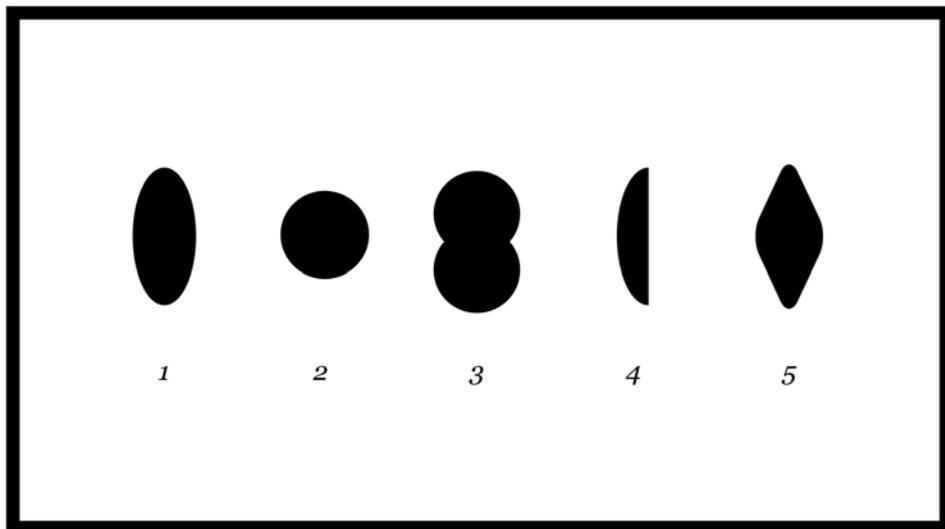


Planche 19

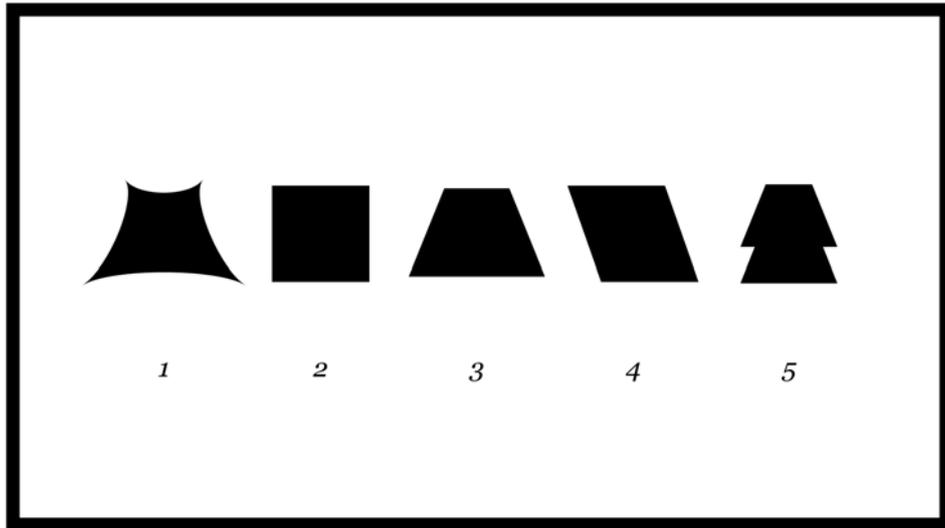
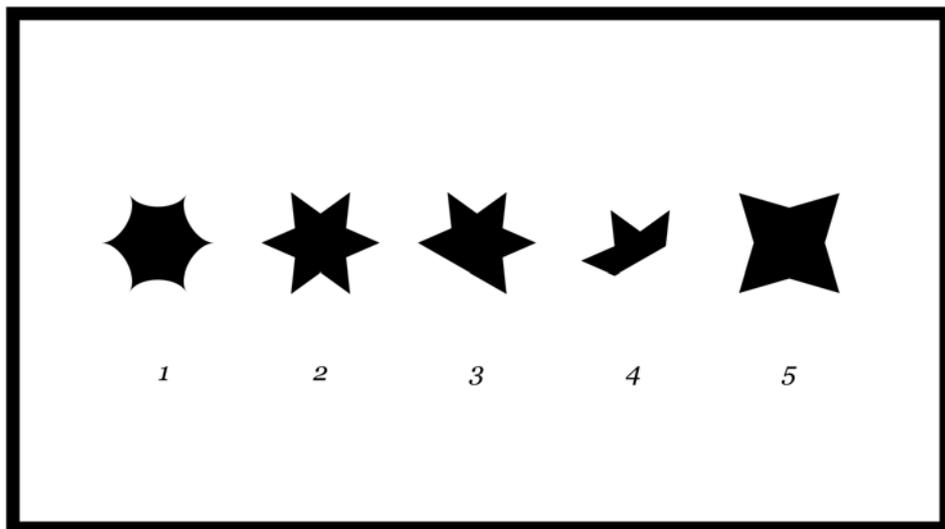


Planche 20



Annexe 8 : base de données utilisée pour les sujets sains et pathologiques

Base de données sujets sains

Age	50	20	22	30	26	53	52	25	76
Sexe	F	F	M	M	M	M	F	F	F
NSC	4	4	4	4	4	2	2	4	1
Score MMSE	29	30	30	30	30	29	29	30	26
Score stéréognosies orales	4	4	3	6	5	9	4	3	2
Score stéréognosies manuelles	7	9	10	9	10	10	6	10	5
Score stéréognosies total	11	13	13	15	15	19	10	13	7
1 TPS 1	29,07	5,72	11,57	13,93	17,75	20,31	11,44	7,65	11,46
1 TPS 2	8	3,15	4,56	3,21	7,5	2,63	2,75	2,75	12,32
2 TPS 1	15,34	3,53	7,63	15,75	8,78	11,15	18,1	14,12	14,28
2 TPS 2	9,13	1,93	2,31	13,75	4,16	2,04	19,84	10,34	14,03
3 TPS 1	20,53	3,94	8,41	8,63	6,91	8,88	13,53	8,5	11,63
3 TPS 2	2,91	2,47	5,6	9,4	3,03	1,6	4,84	1,91	15,22
4 TPS 1	25,32	8,03	15,78	12,53	9,71	15	14,81	11	11,69
4 TPS 2	5,09	3,96	6,59	2,06	3,69	6,94	2,04	5,12	12,06
5 TPS 1	18,1	5,69	12,41	15,07	10,28	9,41	38,44	13,22	12,94
5 TPS 2	5,5	4,02	11,72	17,21	3,5	5,69	5,44	13,47	11,88
6 TPS 1	24,72	6,97	11,25	16,09	9,68	16,53	16,78	14,06	15,32
6 TPS 2	15,79	3,57	6,41	4,19	3,16	3,03	34,22	2,5	7,78
7 TPS 1	23,37	7,97	14,25	16,63	21,56	20,75	64,94	15,19	16,56
7 TPS 2	2,53	5,53	2,44	4,93	2,38	4,5	11,4	18,25	8,93
8 TPS 1	30,75	5,5	16,53	14,59	19,91	26,66	55,21	10,06	17
8 TPS 2	3,56	2,6	5,31	6,82	13,72	10,84	4,16	11,16	9,03
9 TPS 1	31,03	5,41	12,47	13,69	16,78	19,81	25,25	7,78	12,65
9 TPS 2	12,72	7,81	8,57	7,06	3,91	10,47	6,82	5,19	6,03
10 TPS 1	34,37	6,57	9,34	22,94	9,56	35,5	50,84	10,06	11,53
10 TPS 2	13	7	8,09	3,47	5,81	14,75	23,66	8,84	7,81
11 TPS 1	22,44	6,8	6,66	9,43	5,97	7,15	65,29	16,41	19,6
11 TPS 2	3,72	1,63	2,25	2,16	1,37	1,68	3	2,5	10,85
12 TPS 1	25,19	5,97	7	21,41	6,22	9,28	20,88	8,9	12,5
12 TPS 2	3,19	2,59	2,5	2,15	1,28	1,38	22,85	2,59	11,47
13 TPS 1	17,15	3,66	7,03	6,09	5	6,5	15,31	6,44	11,6
13 TPS 2	5,5	1,97	1,88	3,18	2,09	2,09	7,94	3,88	6,41
14 TPS 1	19,97	5,22	9,15	17,22	9,04	14,97	20,62	25,57	19,15
14 TPS 2	8,06	2,38	3,28	3,16	3,16	1,88	2,25	4,63	9,53
15 TPS 1	18,38	4,53	5,28	6,53	8,5	5,38	17,22	8,44	15,85
15 TPS 2	1,94	2,72	2,47	2,03	2	1,31	2,25	3,82	11,88
16 TPS 1	15,25	3,59	6,88	10,13	7,47	20,53	23,38	6,46	9,25
16 TPS 2	3,16	2,91	2,75	3,16	2,22	1,56	5,53	6,47	14,65
17 TPS 1	19,75	3	6,09	10	5,35	11,31	24,47	6,37	14,53
17 TPS 2	4,35	2,31	1,44	3	2,31	2,22	3,82	2,69	13,28
18 TPS 1	13,96	4,56	6,84	15,34	3,97	8,12	38,47	9,34	15,03
18 TPS 2	4,37	2,5	2,91	11,15	1,78	1,59	3,91	3,63	8,47
19 TPS 1	16,6	3	6,12	8,78	5,4	3,38	38,16	5,78	10,75
19 TPS 2	3,57	1,69	1,97	2,28	1,9	2,03	2,5	2,12	7,94
20 TPS 1	16,32	5,53	6,41	8,82	6,47	10,53	65,63	8,35	20,69
20 TPS 2	3,68	2,63	2,78	1,75	3,13	1,84	9,4	3,5	7,66

Base de données sujets sains

Age	67	31	32	24	51	52	74	80	72
Sexe	F	M	M	F	F	M	F	M	F
NSC	1	3	4	4	4	4	2	2	2
Score MMSE	27	28	29	30	30	30	30	28	27
Score stéréognosies orales	3	5	8	9	8	7	3	6	3
Score stéréognosies manuelles	6	9	10	10	8	10	5	6	5
Score stéréognosies total	9	14	18	19	16	17	8	12	8
1 TPS 1	22,94	10,25	20,96	31,13	8,07	10,59	12,28	11,34	17,22
1 TPS 2	4,03	1,4	6,5	2,09	3,1	1,78	11,4	3,75	3,06
2 TPS 1	15,47	14,65	12,19	10,44	30,63	15,44	15	10,53	10,63
2 TPS 2	8,1	14,12	6,29	3,57	3,31	3,19	8,57	4,97	13
3 TPS 1	17,03	9,97	9,44	9,4	11,84	13,06	16,25	11,78	9,53
3 TPS 2	16,97	7,03	2,81	2,66	7,03	5,63	10,53	9,5	8,41
4 TPS 1	16,72	19,07	17,94	25,1	9,25	20,5	15,1	11,57	9,41
4 TPS 2	5,59	1,5	4,6	4,81	4,34	2,84	5,47	10,53	11,72
5 TPS 1	21,37	16,72	13,1	20,88	28,03	22,19	12,37	11,19	16,72
5 TPS 2	14,35	10,03	5,81	2,94	8,12	3,43	9,11	3,81	7,9
6 TPS 1	15,66	14,16	11,91	15,12	24,6	22,28	18,34	21,25	10,12
6 TPS 2	22,9	8,65	5,32	2,22	3,87	14,57	7,62	9,16	19,72
7 TPS 1	19,35	17,47	22,94	63,18	20,25	28,69	9,13	18,25	12,81
7 TPS 2	16,41	10,4	3,03	5,88	10,56	9,5	9	12,5	7,97
8 TPS 1	11,28	17,19	18,78	11,53	33,28	23,1	14,35	17,38	16,96
8 TPS 2	21,6	8,06	6,88	2,91	7,28	12,68	9,63	52,31	6,88
9 TPS 1	20,21	19,5	16,85	17,81	29,25	22,28	15,78	23,22	18,66
9 TPS 2	13,37	13,5	7,59	5,5	8,5	16,25	22,1	5,66	9,71
10 TPS 1	8,19	19,06	19,13	32,16	20,03	27,84	12,94	27,38	12,78
10 TPS 2	9,62	10,38	3,38	44,69	12,66	8,15	16,29	11,87	9,35
11 TPS 1	33,47	6,47	8,25	9,82	5,28	14,97	12,97	9,16	16,87
11 TPS 2	6,69	1,6	1,66	2,31	2,9	2,31	13,75	1,41	2,75
12 TPS 1	17,78	6,35	7,37	5,94	8,22	9,72	14,5	12,82	14,69
12 TPS 2	6,18	9,19	2	3,13	1,34	3,47	5,94	2,5	2,21
13 TPS 1	19,19	4,36	7,19	24,5	8,34	8,03	13,91	11,18	7,78
13 TPS 2	3,03	1,43	2,53	3,71	3	2,46	4,53	2,97	4,66
14 TPS 1	23,97	12,44	11,35	20,62	21,22	9	16,41	36,38	9,25
14 TPS 2	9,53	2,06	2,34	3,03	4,97	1,94	4,78	9,47	5,44
15 TPS 1	18,25	5,31	6,03	8,81	7,9	8,28	19,37	21,56	10,84
15 TPS 2	5,88	2,31	2,5	1,91	2,68	3,68	3,56	2,53	2,53
16 TPS 1	22,44	5,88	9,85	8,84	11,09	8,78	15,88	7,22	9,85
16 TPS 2	9,78	0,87	2,16	1,53	2,22	1,75	5,5	3,65	25,25
17 TPS 1	12,25	4,72	8,34	7,72	4,66	18,66	28,19	13,84	8,59
17 TPS 2	9,38	1,38	2,03	2,97	6,25	2,56	5,42	3,72	2,94
18 TPS 1	14,44	4,07	13,28	9,63	11,72	11,22	12,25	11,06	9,88
18 TPS 2	7,16	2,06	2,34	1,78	4,76	22,63	8,41	17,69	9,57
19 TPS 1	14,72	5,35	5,38	5,31	4,13	7,56	12,75	12,25	5,56
19 TPS 2	4,16	1,87	1,75	2,53	2,38	2,03	1,75	2,62	2,1
20 TPS 1	21,13	6,25	11	11,4	9,4	6,82	10,94	17,63	21,38
20 TPS 2	5,82	1,47	3,06	2,84	2,72	2,75	5,44	3,94	20,56

Base de données sujets sains

Age	27	51	58	48	59	47	56	49	54
Sexe	F	F	M	F	M	M	M	F	F
NSC	4	4	4	4	4	4	2	4	2
Score MMSE	30	30	29	28	30	29	29	26	28
Score stéréognosies orales	7	8	4	6	6	6	6	7	4
Score stéréognosies manuelles	10	9	8	10	5	10	5	6	6
Score stéréognosies total	17	17	12	16	11	16	11	13	10
1 TPS 1	5,47	6,63	15,34	3,37	23,31	18,56	21,06	22,53	17,82
1 TPS 2	6,03	3,87	10,56	1,69	14,91	7,22	8,53	2,37	6,44
2 TPS 1	6,25	10,16	13,44	12,19	10,28	30,47	10,75	11,03	12,72
2 TPS 2	1,94	7,98	4,04	10,85	11,03	14,65	9,31	1,94	6,6
3 TPS 1	4,59	6,25	7,85	10,56	8,22	18,44	17,97	22,09	6,56
3 TPS 2	2,44	7,56	3,03	11,65	11,6	5,53	6,37	7,03	2,87
4 TPS 1	8,91	9,5	6,75	16,16	14,06	25,94	29,84	20,41	19,19
4 TPS 2	4,47	10,31	6,25	11,47	16,41	5,16	7,97	3,91	5,78
5 TPS 1	8,5	12,66	13,65	6,63	12,9	22,19	27,53	22,72	16,22
5 TPS 2	3,19	6,63	26	3,94	9,03	9,5	10,69	4,94	10,28
6 TPS 1	9,44	20,22	15,22	7,38	11,53	32,5	18,66	33,97	15,12
6 TPS 2	4,78	4,94	10,19	16,57	15,91	4,12	12,47	7,22	4,9
7 TPS 1	10,5	31,84	11,84	15,41	14,06	56,47	29,78	48,04	24,37
7 TPS 2	4,84	9,12	3,13	4,84	13,03	8,72	10,13	13,28	10,78
8 TPS 1	9,75	10,69	23,97	10,25	10,03	20,69	16,15	33,53	14,87
8 TPS 2	8,13	5,53	10,85	14,5	5,13	6,88	20,19	31,9	5,03
9 TPS 1	8,96	18,97	16,25	18,06	12,84	56,25	22,66	17,65	9,22
9 TPS 2	5,22	14,16	9,16	3,82	11,63	18,82	11,81	10,84	4,97
10 TPS 1	12,15	13,53	21,37	12,93	12,97	34,22	28,06	54,19	15,44
10 TPS 2	13,19	11,97	5,47	6,03	13,31	27	10,94	7,07	14,97
11 TPS 1	5,78	9,56	10,31	8,57	5,97	5,43	19,03	16,1	9,22
11 TPS 2	2,93	2,25	2,53	3,25	7,16	0,93	10,85	9,88	5,59
12 TPS 1	8	5,5	13,38	9,22	7,6	9,97	16,35	38,41	12,94
12 TPS 2	2,91	2,5	12	3,47	3,78	6,29	3,75	4,25	33,91
13 TPS 1	4,43	5,75	11,5	4,41	7,84	7,16	9,28	6,31	11,22
13 TPS 2	2,65	7,88	2,5	3,57	4,13	4,53	8,63	3,75	3,18
14 TPS 1	9,29	10,25	10,87	8,93	8	9,34	30,37	25,69	12,87
14 TPS 2	2,41	8,32	9,56	2,31	6,44	3,15	10,85	5,13	2,85
15 TPS 1	6,21	4,4	13,68	5,5	7,44	15,56	15,94	10	8,88
15 TPS 2	2,38	1,69	2,5	2,09	5,46	5,12	11,71	2,5	3,65
16 TPS 1	6,47	3,91	6,72	7,82	7,78	5,6	5,81	8,35	8,37
16 TPS 2	2,37	3,57	5,94	1,87	20,32	3,63	2,38	5,15	2,57
17 TPS 1	6,21	6,56	9,12	5,82	7,31	10,22	13,6	15,94	7,81
17 TPS 2	3,72	7,56	11,22	2,34	6,12	3,9	7,25	3,53	2,65
18 TPS 1	7,53	10,16	7,37	5,25	9,16	11,81	19,85	12,78	9,79
18 TPS 2	3,91	11,44	13,75	4,13	4,57	3,84	9,87	6,12	3,28
19 TPS 1	5,91	4,25	10,93	4,82	6,16	5,15	16,56	11,34	6,91
19 TPS 2	3,31	3,93	2,47	1,38	2,75	1,91	2,12	3,25	3,85
20 TPS 1	6,37	9,5	10,47	10,87	12,87	23,4	11,81	24,75	14,31
20 TPS 2	2,47	5,28	4,81	4,44	12,15	4,19	10,22	15,78	4,31

Base de données sujets sains

Age	53	55	78	34	33	36	38	71	39
Sexe	M	F	F	M	F	M	F	F	F
NSC	4	4	1	4	4	4	4	4	4
Score MMSE	30	30	30	29	29	30	30	30	29
Score stéréognosies orales	6	5	2	5	8	7	6	6	7
Score stéréognosies manuelles	10	9	9	10	8	10	9	5	10
Score stéréognosies total	16	14	11	15	16	17	15	11	17
1 TPS 1	13,69	36,12	6,15	26,41	10,28	17,22	24,53	14,22	6,44
1 TPS 2	6,78	5	5,87	7,69	3,04	14,56	6,12	6,57	2,47
2 TPS 1	15,46	14	5,38	14,47	5,22	23,31	18,13	18,35	6,38
2 TPS 2	11,44	8,84	3,69	14,09	4,22	29,4	6,66	5,35	2,6
3 TPS 1	13,53	27,53	9,06	17,75	9	23,12	21	11,75	4,19
3 TPS 2	4,19	10,72	7,78	39,03	2,94	16,19	4,53	6,15	2,94
4 TPS 1	14,69	25,63	10,38	51,75	13,22	21,62	19,68	14,87	14,38
4 TPS 2	6,09	17,07	8,72	11,06	4,28	13,96	3,63	5,78	1,72
5 TPS 1	16,29	26	5,25	30,57	24,38	27,12	24,19	12,84	17,18
5 TPS 2	9,53	18,66	4,78	13,88	15,59	33,44	5,75	4,41	12,81
6 TPS 1	16,28	45,62	8,38	50,38	16,66	44,62	22,81	14,22	26,28
6 TPS 2	8,44	8,16	7,19	11,38	9,81	3,15	10,85	10,82	4,93
7 TPS 1	14,22	40,31	9,47	22,34	26,53	25,25	32,88	18,66	15,22
7 TPS 2	11,84	24,71	5,75	20,68	4,91	60,78	8,75	5	5,19
8 TPS 1	14,75	34,22	7,91	14,35	19,59	23,81	20,91	16,28	10,66
8 TPS 2	12,22	5,5	7,34	15,07	4,94	35,4	7,75	24	4,37
9 TPS 1	23,84	29,93	6,66	45,28	34,16	24,53	20,66	15,19	26
9 TPS 2	10,91	11,15	4,57	9,5	26,56	9,88	31,88	14,13	8,56
10 TPS 1	25,78	46,37	9,07	41,16	44,37	23,22	29,07	15,53	28,75
10 TPS 2	15,91	32,63	9,75	32,31	17,66	69,25	17,4	8,37	11,91
11 TPS 1	14,53	26,78	8,65	36,35	11,43	16,84	10,75	18,97	6,97
11 TPS 2	3	2,81	3,75	3,97	2,53	2,88	3,04	8,97	2,54
12 TPS 1	9,59	31,38	8,62	28,69	15,15	11,94	15,25	13,13	4,81
12 TPS 2	4,7	5,72	10,72	9,15	2,59	2,44	4,34	3,1	2,41
13 TPS 1	10	22,06	5,68	12,28	6,1	13	16,63	13,41	6,22
13 TPS 2	4,5	11,28	8,19	4,13	3,69	2,56	5,09	5,22	3,62
14 TPS 1	13,28	30,13	7,5	27,97	12,1	23,72	17,13	19,22	6,72
14 TPS 2	5,47	3,53	4,75	3,4	3,63	3,6	2,59	3,5	3,66
15 TPS 1	24,81	28,78	6,35	11,66	9,06	5,78	19,78	22,78	5,28
15 TPS 2	5,75	4,6	3,52	2,68	2,5	2,41	2,44	10,16	1,78
16 TPS 1	12,28	26,97	10,19	19,47	6,75	13,35	14,53	19,69	5,87
16 TPS 2	4,75	3,81	4,63	4,25	2,5	3,1	2,94	11,84	1,97
17 TPS 1	17,75	17,56	8,93	9,69	8,5	8,78	7,97	17,71	5,13
17 TPS 2	3,84	7,41	9,03	2,47	5,41	4,22	2,41	9,32	3,22
18 TPS 1	13,47	19,47	8,19	29,15	10	9,09	14,22	12,47	6,44
18 TPS 2	4,63	21,69	2,65	4,5	6,25	5,82	5,03	14,1	2,84
19 TPS 1	7	21,97	7,72	14,47	8,72	9,28	6,31	20,94	4,88
19 TPS 2	2,81	3,12	4,91	2,84	3	2,25	1,94	4,75	3,06
20 TPS 1	20,41	35,53	12,25	29,28	8,94	20,28	25,94	23,18	8,06
20 TPS 2	5,87	6,25	15,87	4,16	2,12	2,91	3,38	18,78	2,21

Base de données sujets sains

Age	35	70	21	60	41	45	37	28	29
Sexe	M	F	M	F	F	M	M	F	M
NSC	2	2	4	2	4	4	2	4	4
Score MMSE	28	27	30	27	30	29	30	30	30
Score stéréognosies orales	5	6	10	2	6	8	6	4	7
Score stéréognosies manuelles	8	9	10	7	10	9	9	8	9
Score stéréognosies total	13	15	20	9	16	17	15	12	16
1 TPS 1	15,59	8,19	9,6	7,75	26,65	5,56	8,13	12,87	10,54
1 TPS 2	15,66	2,47	3,6	3,56	3,09	1,68	7	2,04	2,38
2 TPS 1	20,59	11,97	11,16	7,25	13,31	4,93	21,07	18,63	11,19
2 TPS 2	3,15	3,25	3,72	3,59	2,4	1,97	17,72	1,5	8,03
3 TPS 1	7,16	14,28	9,75	5,03	14,22	4,78	19,63	7,72	8,97
3 TPS 2	3,38	3,31	3,28	3,87	4,69	2,41	5,18	2,35	2,38
4 TPS 1	16,25	15,87	14	8,44	25,63	11,81	26,59	18,35	25,81
4 TPS 2	4,06	6,44	2,53	7,03	5,04	10,97	7,47	5,34	24,22
5 TPS 1	16,5	14,4	9,19	11,03	19,75	8,06	10,44	24,07	20,85
5 TPS 2	1,69	8,91	4,07	4,63	6,37	2,63	10,03	14,41	19,94
6 TPS 1	23,81	7,85	14,25	8,15	22,53	7,97	14,94	10,41	20,03
6 TPS 2	6,84	6,37	4,91	3	2,78	3,72	11,44	17,06	9,94
7 TPS 1	23,63	16,59	22,94	6,97	15,03	15,93	25,47	16,87	16,28
7 TPS 2	10,94	8,41	17,81	4,79	9,12	3,53	15,22	24,47	6,87
8 TPS 1	18,84	14,37	21,53	6,38	18,16	14,22	22,6	9,6	25,84
8 TPS 2	4,78	7,5	9,56	6,87	5,56	2,25	13,31	10,18	4,66
9 TPS 1	20,69	17,31	25	7,25	29,1	12,94	16,13	17,75	41,87
9 TPS 2	6,5	13,41	8,81	4,43	5,97	15,97	30,03	9,4	15,44
10 TPS 1	26,06	15,81	17,16	27,44	43,94	6,81	21	18,94	12,1
10 TPS 2	27,22	8,09	3,75	6,91	8,91	7,56	5,75	44,72	13,38
11 TPS 1	7,62	17,63	8,62	8,78	22,25	12,1	14,6	16,47	11,06
11 TPS 2	2,91	4,84	2,34	3,79	2,19	3,72	4,13	17,85	2,6
12 TPS 1	7,53	15,18	8,56	7,12	10,4	8,85	14,29	13,4	9,34
12 TPS 2	3,69	1,93	1,85	2,07	1,65	2,32	9,72	3,28	3,16
13 TPS 1	3,65	6,59	5,6	5,78	6,13	8,19	10,91	13,28	13,75
13 TPS 2	1,93	3,35	1,65	3,72	1,82	1,78	6,78	4,15	2,72
14 TPS 1	11,57	8,37	10,1	8	17,81	12,34	21,69	18,22	5,53
14 TPS 2	13,84	2,13	2,4	3,15	2,53	2,32	6,06	5,13	3,19
15 TPS 1	6,69	5,75	8,1	5,62	10,28	6,22	26,5	4,72	5,31
15 TPS 2	2,37	3,15	2	3,25	3,5	2,94	8,25	3,08	2,35
16 TPS 1	6,6	10,69	6,16	5,72	6,6	5,88	16,16	16,22	9,53
16 TPS 2	1,84	1,66	1,43	2,53	2,62	2,9	1,09	12,15	2,28
17 TPS 1	9,94	4,85	7,71	6,84	9,25	6,81	22,4	9,66	13,72
17 TPS 2	4,91	2,13	2,28	3,38	2,65	2,28	6,69	19,35	3,63
18 TPS 1	8,75	4,94	9,06	6,09	16,28	7,03	13,28	16,09	5,91
18 TPS 2	2,09	2,94	2,81	3,28	1,97	2,62	4,41	21,93	5,84
19 TPS 1	5,72	4,97	6,81	6,97	5,72	5,63	19,28	7,12	6,35
19 TPS 2	1,84	1,78	2,56	2,47	1,37	3,15	3,44	4,13	3,63
20 TPS 1	6,68	10,06	11,53	7,41	19,75	9,06	8,78	10,53	9,97
20 TPS 2	1,66	3,35	1,91	3,06	4	1,85	3,37	3,31	2,72

Base de données sujets sains

Age	57	61	62	68	75	44	40	42	36
Sexe	F	M	F	F	M	M	F	F	F
NSC	4	4	2	4	4	4	4	4	4
Score MMSE	30	30	30	28	29	30	30	27	30
Score stéréognosies orales	4	6	2	5	5	4	5	3	9
Score stéréognosies manuelles	9	10	7	7	6	10	10	8	10
Score stéréognosies total	13	16	9	12	11	14	15	11	19
1 TPS 1	20,97	11,78	20,22	25,12	6,84	15,41	13,87	8,29	22,29
1 TPS 2	6,07	3,37	8,59	18,4	3,63	14,56	5,75	2,79	3,78
2 TPS 1	21,66	9	14,37	22,97	6,47	14,4	9,03	9,18	12,47
2 TPS 2	19,47	9,6	10,65	10,53	18,22	26,09	16,28	1,78	3,57
3 TPS 1	26,37	15,65	7,75	14,97	5,56	12,32	7,5	6,72	3,31
3 TPS 2	28,75	2,6	5,85	11,79	4,9	11,15	2,37	1,43	3,25
4 TPS 1	20,72	49,53	15,97	47,72	11,1	18,34	12,94	14,6	32,69
4 TPS 2	3,87	13,91	10,31	30,15	7,91	3,03	11,65	3,31	7
5 TPS 1	31,81	29,21	19,32	49,06	6,06	11	16,35	6,87	20,09
5 TPS 2	27,31	5,66	6,5	48,25	3,75	22,15	10,28	2,72	14,93
6 TPS 1	27,6	21,56	13,34	35,12	5	10,18	15,32	16,5	22,75
6 TPS 2	10,16	11,4	8,28	17,25	6,25	19,87	8,85	4,59	5,31
7 TPS 1	14,85	41,34	12,06	45,75	11,5	13,87	27,03	24,16	44,12
7 TPS 2	27,87	2,35	8,91	18,34	11,28	13,56	13,53	5,35	8,81
8 TPS 1	37,88	38,88	10,88	30,47	6,85	13,59	18,69	11,6	23,44
8 TPS 2	14,35	32,53	6,59	15,5	4,72	14,6	8,91	14,84	7,59
9 TPS 1	38,69	35,69	12,5	35,5	9,63	12,4	21,75	16,06	17,65
9 TPS 2	37,78	5,03	6,69	19,32	6,85	7,75	5,32	8,9	9,88
10 TPS 1	39,81	38,88	18,28	36,75	9,22	16,75	23,28	20,41	41,47
10 TPS 2	22,72	24,97	13,03	6,19	16,82	14,25	9,47	10	7,85
11 TPS 1	13,1	13,43	17	35,31	18,63	6,4	21,56	8,68	5,19
11 TPS 2	3,15	3,59	5,47	9,03	5,32	1,87	7,34	3,1	2,82
12 TPS 1	15,44	14,75	8,37	17,51	10,54	7,56	14,9	5,5	5,66
12 TPS 2	2,91	3,37	4,97	3,91	14,59	1,84	7,66	2,31	2,63
13 TPS 1	26	9,43	5,81	33,84	8,28	5,97	15,97	4,15	4,5
13 TPS 2	5,44	2,37	2,75	3,22	9,43	3,19	7,15	1,87	3,85
14 TPS 1	36,16	19,13	13,88	37,56	12,43	12,75	18,81	8,38	6,91
14 TPS 2	5,69	15,68	7,91	6,1	12,44	2,22	2,75	5,75	2,41
15 TPS 1	20,44	19,09	8	32,44	10,69	6,06	8,43	4,16	4,53
15 TPS 2	18,9	3,72	5,4	8,03	3,75	2,65	2,37	1,81	4,72
16 TPS 1	14,72	15,72	12,16	36,16	11,25	9,09	10,97	3,66	7,15
16 TPS 2	3,25	5,15	14,4	28,72	8,56	4,31	4,57	2,03	3,37
17 TPS 1	21,72	17,1	5,62	38,53	6,72	6,46	12,03	3,59	4
17 TPS 2	4	8	4,28	15,12	4,87	3,53	2,21	2,38	2,81
18 TPS 1	24,15	16,37	10,18	29,81	8	5,53	9,72	7,78	5,31
18 TPS 2	6,72	22,5	7,28	3,6	6,72	12,12	10,47	2,22	2,72
19 TPS 1	9,97	8,22	8,54	17,87	7,25	4,16	13,32	3,81	4,41
19 TPS 2	4,1	3,19	4,85	2,03	3,31	2	2	2,19	3,16
20 TPS 1	15,35	25,4	8,31	72,12	12,53	6,13	13,53	5,84	6,65
20 TPS 2	4,91	3,37	5,97	12,81	5,75	2,97	3,59	5,41	4,15

Base de données sujets sains

Age	49	50	59	49	64	77
Sexe	F	M	F	F	F	M
NSC	4	4	1	4	4	4
Score MMSE	30	30	28	29	29	28
Score stéréognosies orales	3	3	5	5	5	4
Score stéréognosies manuelles	9	9	2	3	10	9
Score stéréognosies total	12	12	7	8	15	13
1 TPS 1	57,4	60,75	23,78	17,88	8,97	21,09
1 TPS 2	15,72	59,07	12,34	2,84	2,4	8,62
2 TPS 1	27,12	18,03	22,03	10,35	17,25	38,91
2 TPS 2	18,72	7,47	26,59	12,22	14,28	15,87
3 TPS 1	5,78	15,53	18,03	9,57	17,31	16,28
3 TPS 2	5,34	17,22	15,03	2,41	3,66	16,79
4 TPS 1	30,94	33,78	18,19	7,78	25,5	21
4 TPS 2	12,91	22,94	20,68	2,96	2,65	23,53
5 TPS 1	34,32	30,69	20,72	10,15	19,04	18,06
5 TPS 2	5,44	19,79	13,59	4,47	7,19	18,32
6 TPS 1	16,15	39,44	10,78	6,66	11,93	21,84
6 TPS 2	6,37	12,43	14,81	7,25	3,5	12,12
7 TPS 1	48,28	31,65	24,91	12,5	19,19	29,06
7 TPS 2	64,34	14,69	11,62	11,25	7,91	4,91
8 TPS 1	53,15	29,69	50,44	9,35	17,19	22,47
8 TPS 2	12,94	25,94	17,53	30,62	4,5	18,75
9 TPS 1	52,71	42,15	24,54	14,47	20,47	27,5
9 TPS 2	44,84	56,88	27,81	36,9	9,03	20,41
10 TPS 1	28,4	80,63	22,31	17,15	13,53	28,72
10 TPS 2	8,44	17,75	28	3,95	3,25	20,43
11 TPS 1	14,06	34,97	16,44	9,28	29,19	20,16
11 TPS 2	6,53	31,72	13,46	5,37	7,78	6,68
12 TPS 1	11,91	27,09	27,75	6,97	20,91	18,03
12 TPS 2	2,44	13,21	6,81	16,97	8,59	3
13 TPS 1	14,16	30,28	22,59	8,63	14,4	15,25
13 TPS 2	3,38	10,35	8,75	7,75	8,28	12,59
14 TPS 1	9,31	54,5	19,28	8,38	21,34	18,13
14 TPS 2	58,28	53	19,37	4,41	4,78	4,41
15 TPS 1	25,1	36,69	28	16,44	24,63	22,84
15 TPS 2	3,46	7,37	10,63	12,32	5,22	6
16 TPS 1	6,16	29,38	18,06	17,28	8,72	17,56
16 TPS 2	1,72	10,32	12,38	8,41	2,53	10,59
17 TPS 1	17,62	33	17,5	7,75	12,71	25,19
17 TPS 2	4,59	9,75	9,81	18,28	5,19	5,47
18 TPS 1	13,29	30,57	18,03	7,25	18,53	32,29
18 TPS 2	2,9	7,4	18,53	1,03	18,5	17,31
19 TPS 1	21,56	22,09	19,38	11,47	19,23	30,97
19 TPS 2	3,88	5,13	4,15	5,12	5,62	11,06
20 TPS 1	32,15	80,05	23,37	10,9	16,75	18,94
20 TPS 2	4,68	8,69	9,44	4,81	7,56	10,28

Base de données sujets pathologiques

Age	57	63	68	77	54	69
Sexe	M	M	M	M	M	M
NSC	3	4	2	4	2	3
Tranche Age	2	3	3	3	2	3
Pathologie Traitement	Chimiothérapie, cancer larynx	Chirurgie, radiothérapie, Laryngectomie partielle+ Cancer poumon	Cancer larynx, chimio	chirurgie, radiothérapie, chimio	Cancer langue+pilier antérieur, BPTM, radiothérapie et chimiothérapie	Cancer larynx, Pharyngolaryngectomi e supra-cricoidienne +chimio + radiothérapie
Score stéréognosies otales	6	7	6	2	2	2
Score stéréognosies manuelles	9	7	6	7	5	6
Score stéréognosies total	15	14	12	9	7	8
1 TPS1	36,81	25,75	13,38	64,66	13,75	22,59
1 TPS2	3,47	2,88	2,06	24,6	3	4,69
2 TPS 1	10,78	9,09	10	110,22	16,38	14,47
2 TPS 2	3,69	4,09	2,32	28,69	3,09	3,28
3 TPS 1	6,03	11,71	6,93	70,59	12,6	19,12
3 TPS 2	6,38	10,44	2,47	6,91	4,5	8,91
4 TPS 1	13,47	16,75	13,18	81,47	12	12,4
4 TPS 2	3,75	7,28	2,34	6,25	2,56	14,84
5 TPS 1	10,35	13,94	12,25	113,37	15,28	22,93
5 TPS 2	7,69	12,91	5,78	19,94	2,91	4
6 TPS 1	7,66	13,75	13,32	108,69	11,53	18,94
6 TPS 2	2,53	12,06	4,65	12,19	4,5	3,75
7 TPS 1	19,75	18,56	9,97	178,37	17,59	17,13
7 TPS 2	33,22	12,59	5,53	28	3,53	6,03
8 TPS 1	7,81	13,93	12,37	123,54	25,75	21,72
8 TPS 2	4,06	3,47	5,53	6,15	7,75	11,65
9 TPS 1	9,5	22,56	16,79	152,19	6,96	18,65
9 TPS 2	6,06	10,06	3,28	33,19	4,94	30,5
10 TPS 1	12,59	26,62	12,62	205,34	14,07	18,28
10 TPS 2	13,25	10,16	4,5	30,85	2,75	13,82
11 TPS 1	7,16	26,25	13,22	106,03	6,85	22,62
11 TPS 2	3,15	6,35	2,1	16,1	4,03	7,66
12 TPS 1	4,25	11,19	13,59	61,19	8,63	10,13
12 TPS 2	1,59	4,31	4,94	8,37	5,34	1,34
13 TPS 1	5,96	9,56	11,03	62,25	9,75	9,78
13 TPS 2	1,94	5,36	3,66	14,62	3,22	5,04
14 TPS 1	14,06	16,09	8,69	36,72	6,41	13,15
14 TPS 2	8,4	3,15	1,78	5,88	2,81	2,62
15 TPS 1	5,59	11,72	7,84	20,79	10,6	10,46
15 TPS 2	1,5	5,84	5,75	20,25	2,93	9,9
16 TPS 1	7,41	21,94	7,22	25,94	8,47	11,09
16 TPS 2	1,09	18,9	2,35	4,85	2,44	15,62
17 TPS 1	5,08	10,38	7,4	29,72	9,25	5,62
17 TPS 2	2,38	3,62	2,47	5,72	3,38	1,84
18 TPS 1	6,44	18,5	5,62	33,15	10,03	6,19
18 TPS 2	2,37	27,28	1,91	23,15	8,53	2,2
19 TPS 1	4,78	11,12	7,59	26,66	18,87	7,85
19 TPS 2	1,75	2,81	1,59	4,31	4,97	1,4
20 TPS 1	9,25	23,44	10,37	129,75	12,12	10,34
20 TPS 2	3,47	3,63	2,63	68,56	3,41	4,07
Moyenne analyse	10,2365	16,6425	10,669	87,032	12,3445	14,673
Moyenne reconnaissance	5,587	8,3595	3,382	18,429	4,0295	7,658
Moyenne analyse oral	13,475	17,266	12,081	120,844	14,591	18,623
Moyenne reconnaissance oral	8,41	8,594	3,846	19,677	3,953	10,147
Moyenne analyse manuel	6,998	16,019	9,257	53,22	10,098	10,723
Moyenne reconnaissance manuel	2,764	8,125	2,918	17,181	4,106	5,169

Base de données sujets pathologiques

Age	77	18	34	63	66	38
Sexe	M	F	F	F	M	F
NSC	2	2	4	4	4	4
Tranche Age	3	1	1	3	3	1
Pathologie Traitement	Cancer langue. Chirurgie, radiothérapie, chimiothérapie	Cancer TC. Radiothérapie	Chirurgie + chimio	Cancer amygdale droite. Chirurgie + chimio + radiothérapie.	Laryngectomie partielle.	Radiothérapie et chirurgie
Score stéréognosies osées	2	3	8	5	6	3
Score stéréognosies manuelles	4	10	10	6	9	9
Score stéréognosies total	6	13	18	11	15	12
1 TPS1	20,41	10,72	20,32	29,25	21,91	21
1TPS2	4,4	3,34	5,91	18,65	19	3,69
2 TPS 1	25,41	24,38	21,85	26,19	16,88	21,28
2 TPS 2	39,19	27,31	11,56	38	27,97	3,56
3 TPS 1	17,29	11,34	28,15	26,94	20,65	17,34
3 TPS 2	10,69	4,94	21,38	4,68	25,68	5,35
4 TPS 1	12,41	12,07	41,4	37,09	17,19	24,87
4 TPS 2	17,79	2,72	36,28	9,81	21,84	5,91
5 TPS 1	22,18	22,16	59,44	16,43	30,5	17,65
5 TPS 2	6,84	10,84	41,71	25,69	28,65	6,75
6 TPS 1	16,81	21,47	49,53	47,06	26,32	28,29
6 TPS 2	23,44	10,25	4,84	38,97	12,81	4,6
7 TPS 1	24,34	26,28	50,59	51,68	22,94	32,07
7 TPS 2	18,31	18,19	16,07	12,9	35,12	9,53
8 TPS 1	19,28	23,77	56,28	47,94	24,09	19,91
8 TPS 2	7,47	15,75	60,62	11,6	15,84	10,6
9 TPS 1	21,9	27,37	34,22	41,09	27,19	29
9 TPS 2	39,04	37,94	10,56	7,03	25,75	5,47
10 TPS 1	24,25	33,18	33,53	32,4	23,84	22,47
10 TPS 2	5,72	9,38	25,72	34,66	14,5	12,87
11 TPS 1	29,44	14,57	15,72	22,69	38,34	11,75
11 TPS 2	30,9	7,06	1,87	2,81	7,22	2,09
12 TPS 1	30,82	12,6	8,44	16,56	36,06	10,03
12 TPS 2	7,44	3,06	2,19	8,5	38,59	1,53
13 TPS 1	26,97	7,47	5,88	17,78	22,13	6,94
13 TPS 2	20	2,22	2	26,97	14,5	1,78
14 TPS 1	24,35	13,56	19,03	23,44	27,87	15,6
14 TPS 2	14,29	3,81	3,25	3,31	27,37	3,53
15 TPS 1	28,66	13,41	5,47	19,59	33,94	14,85
15 TPS 2	27,94	3,35	1,91	5,75	9,88	3,66
16 TPS 1	12,34	10,78	12,44	13,63	25,43	10,32
16 TPS 2	7,15	2,47	5,22	5,97	25,18	2,72
17 TPS 1	11,1	9,88	10,93	10,47	20,06	8,03
17 TPS 2	15	10,03	3,53	4,19	10,65	1,97
18 TPS 1	33,41	10,31	10,37	11,75	23,25	11,4
18 TPS 2	22,53	12,06	3	2,97	12,97	4,09
19 TPS 1	26,31	11,9	9,4	17,62	19,32	7,81
19 TPS 2	3,34	3,44	5,41	3,69	5,43	2,22
20 TPS 1	58,34	23,07	6,55	20,62	41,19	10,37
20 TPS 2	17,47	24,72	2,65	8,18	14,12	2,31
Moyenne analyse	24,301	17,0145	24,977	26,511	25,955	17,049
Moyenne reconnaissance	16,9475	10,644	13,284	13,7165	19,6535	4,7115
Moyenne analyse oral	20,428	21,274	39,531	35,607	23,151	23,388
Moyenne reconnaissance oral	17,289	14,066	23,465	20,199	22,716	6,833
Moyenne analyse manuel	28,174	12,755	10,423	17,415	28,759	10,71
Moyenne reconnaissance manuel	16,606	7,222	3,103	7,234	16,591	2,59

Base de données sujets pathologiques

Age	67	69	69	55	68	64
Sexe	M	M	M	M	M	M
NSC	2	4	4	2	2	3
Tranche Age	3	3	3	2	3	3
Pathologie Traitement	BPTM + radiothérapie	Cancer des cordes vocales. Laryngectomie partielle + évidement ganglionnaire.	Cancer poumon avec lésion du récurrent. Chirurgie + radiothérapie + chimio	Cordectomie puis pévi-glossectomie + radiothérapie + chimiothérapie.	Laryngectomie partielle + chimio + radiothérapie	Chirurgie + chimio + radiothérapie
Score stéréognosies orales	1	6	6	2	6	3
Score stéréognosies manuelles	7	2	4	3	6	1
Score stéréognosies total	8	8	10	5	12	4
1 TPS1	29,07	22,1	24,28	13,62	10,12	10,75
1TPS2	45,63	2,34	6,31	22,63	3,35	10
2 TPS 1	14,79	27,4	30,19	18,06	7,03	13,81
2 TPS 2	16,38	9,57	5,65	20,53	9,03	12,85
3 TPS 1	13,93	21,88	10,56	17,65	14,56	8,75
3 TPS 2	2,78	13,28	7,1	18,28	17,3	3,44
4 TPS 1	18,56	28,52	19,34	15,66	18,62	29,9
4 TPS 2	10,13	6,06	13,57	7,56	16	10,84
5 TPS 1	15,44	22,68	24,34	16,65	22,09	14,19
5 TPS 2	16,6	7,47	7,09	12	14,43	38,56
6 TPS 1	15,37	22,34	20,09	14,91	20,19	15,53
6 TPS 2	6,22	9,06	13,06	29,66	17,38	18,13
7 TPS 1	17,12	24,97	24,38	15,44	23,75	13,72
7 TPS 2	18,66	8,62	9,16	38,15	11,35	38,41
8 TPS 1	15,25	23,9	13,34	17,19	19,72	14,15
8 TPS 2	13,13	18,34	7,16	18,72	12,25	26,69
9 TPS 1	16,31	29,84	14,6	20,6	17,15	12,54
9 TPS 2	19,13	14,13	3,1	15,25	15,31	23,75
10 TPS 1	21,6	16,19	25,97	11,09	22,22	8,31
10 TPS 2	20,03	21,59	16,68	32,69	31,81	14,37
11 TPS 1	10,34	35,22	11,53	26,41	13,71	12,37
11 TPS 2	13,75	9,47	3,41	8,47	2,72	5,22
12 TPS 1	9,16	25,87	12,81	26,19	14,91	15,69
12 TPS 2	5,81	9,5	4,35	26,18	4,37	4
13 TPS 1	5,62	20,54	10,75	19	13,03	20,68
13 TPS 2	4,63	7,97	9,88	17,03	19,22	7,5
14 TPS 1	13,12	24,72	8	25,34	25,15	22,72
14 TPS 2	17,13	19,25	2,4	11,69	2,1	15,97
15 TPS 1	6,37	28,19	14,72	22,37	19,47	14,69
15 TPS 2	4,03	3,91	3,19	4,31	2,53	13,82
16 TPS 1	7,06	24,65	10,94	31,12	15,79	17,13
16 TPS 2	2,35	9,66	12,06	7,13	7,34	6,75
17 TPS 1	6,43	24,06	6,22	24,88	11,25	6,71
17 TPS 2	24,13	7,5	3,81	7,93	4,16	16,44
18 TPS 1	7,43	20,6	12,84	22,25	14,56	24,25
18 TPS 2	9,88	19,91	7,62	11,81	11,65	13,84
19 TPS 1	5,94	15,63	6,12	19,38	14,1	12,35
19 TPS 2	8,59	3,91	5,18	13	6,59	3,19
20 TPS 1	9,91	33,13	14,82	20,47	14,06	19,68
20 TPS 2	3,53	7,87	8,37	9,12	8,1	14,53
Moyenne analyse	12,941	24,6215	15,792	19,914	16,574	15,396
Moyenne reconnaissance	13,126	10,4705	7,4575	16,607	10,8495	14,915
Moyenne analyse oral	17,744	23,982	20,709	16,087	17,545	14,165
Moyenne reconnaissance oral	16,869	11,046	8,888	21,547	14,821	19,704
Moyenne analyse manuel	8,138	25,261	10,875	23,741	15,603	16,627
Moyenne reconnaissance manuel	9,383	9,895	6,027	11,667	6,878	10,126

Base de données sujets pathologiques

Age	65	39
Sexe	M	M
NSC	2	4
Tranche Age	3	1
Pathologie Traitement	Cancer sinus pirri 2001 traité par chimio + radiothérapie. Récidive langue. Va être opéré.	Carcinome base de langue. Traité par chirurgie + radiothérapie + chimiothérapie.
Score stéréognosies orales	4	3
Score stéréognosies manuelles	7	10
Score stéréognosies total	11	13
1 TPS1	13,87	11,35
1TPS2	10	5,59
2 TPS 1	13,85	11,44
2 TPS 2	10,28	17,54
3 TPS 1	11,78	11
3 TPS 2	8,19	12,34
4 TPS 1	16,13	12,41
4 TPS 2	13,97	13,34
5 TPS 1	14,09	31,25
5 TPS 2	8,84	4,84
6 TPS 1	24,62	13,97
6 TPS 2	30,19	15,4
7 TPS 1	18,72	19,59
7 TPS 2	19,09	20,56
8 TPS 1	16,44	13,13
8 TPS 2	9,78	10,03
9 TPS 1	15,38	25,34
9 TPS 2	11,62	22,91
10 TPS 1	14	15,38
10 TPS 2	26,94	29,21
11 TPS 1	19,4	8,38
11 TPS 2	2,75	3,1
12 TPS 1	13,57	9,88
12 TPS 2	3,9	6,78
13 TPS 1	17,28	7,91
13 TPS 2	3,1	2,43
14 TPS 1	12,75	10,34
14 TPS 2	20,25	2,62
15 TPS 1	14,41	5,28
15 TPS 2	17,5	2,47
16 TPS 1	30,22	9,18
16 TPS 2	12,16	2,46
17 TPS 1	23,28	8,97
17 TPS 2	6,78	3,97
18 TPS 1	16,31	7,1
18 TPS 2	14,84	2,84
19 TPS 1	10,06	7,66
19 TPS 2	3,37	1,91
20 TPS 1	22,65	6,62
20 TPS 2	20,78	2,6
Moyenne analyse	16,9405	12,309
Moyenne reconnaissance	12,7165	9,147
Moyenne analyse oral	15,888	16,486
Moyenne reconnaissance oral	14,89	15,176
Moyenne analyse manuel	17,993	8,132
Moyenne reconnaissance manuel	10,543	3,118

Résumé :

Le traitement perceptif est toujours à la base de l'acquisition des compétences motrices nécessaires pour l'accomplissement d'une fonction. Les données de la littérature montrent que les compétences perceptives entrent en jeu dans la récupération fonctionnelle de la déglutition, de la phonation et de l'articulation de la parole chez les patients atteints de cancers des voies aéro-digestives supérieures. Chez certains patients traités pour un cancer des VADS, les difficultés de récupération motrice pourraient être mises en lien avec une déficience perceptive sous-jacente. Dans cette logique, il semble pertinent de tester les compétences perceptives des patients avant de commencer les traitements afin de savoir s'ils possèdent une bonne acuité tactile et si ce test peut être prédictif quant à la récupération motrice. Ce mémoire porte donc sur la création d'un outil d'évaluation des compétences stéréognosiques orales et manuelles. La mise en corrélation des compétences orales et manuelles permettrait de proposer à des patients ayant des difficultés sensibles au niveau buccal, une évaluation des compétences manuelles. Les capacités de reconnaissance de formes, relevant de la sensibilité tactile, mais aussi de la proprioception et de la motricité, font partie des éléments perceptifs pouvant conditionner la réhabilitation des fonctions orales après un traitement chirurgical et/ou par radiothérapie et/ou par chimiothérapie chez des patients atteints de cancers des voies aéro-digestives supérieures. Une évaluation de la stéréognosie orale proposée avant la mise en place des différents traitements permettrait notamment de proposer une rééducation orthophonique axée sur la perception tactile, aux patients les plus en difficulté.

Mots clés : stéréognosie, cancer ORL, sensibilité tactile, fonctions orales, réhabilitation fonctionnelle.

Abstract :

Literature data show that perceptive skills are involved in the functional recovery of deglutition, phonation and enunciation among patients suffering from upper aerodigestive cancer. In fact, motor skills which are inherent in oral functions are always based on perceptive treatment. Therefore, some patients hardly recover their motor skills because of an underlying perceptive defect. It then seems relevant to test the patients' perceptive skills before starting treatments in order to know if they have a good tactile acuity but also to be predictive regarding the recovery of their motor skills. Therefore, this essay is about creating a tool that could evaluate oral and manual stereognosis skills. The neurological treatment being similar for both hand and mouth, these two elements can be compared. The association of oral and manual skills could enable to suggest a manual evaluation to patients with oral sensitive difficulties. The ability to recognize forms, which is linked to tactile sensitivity but also to proprioception and motor skills, are part of the perceptive elements that can influence the rehabilitation of oral functions after a surgical and/or radiotherapy and/or chemotherapy treatment among patients suffering from upper aerodigestive cancer. Suggesting an evaluation of the oral stereognosis before the various treatments could particularly enable a speech therapy rehabilitation based on tactile perception for patients in greatest difficulty.

Keywords: stereognosis, ENT cancer, tactile sensitivity, oral functions, functional recovery.