



<http://portaildoc.univ-lyon1.fr>

Creative commons : Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale -
Pas de Modification 2.0 France (CC BY-NC-ND 2.0)



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/fr>



Université Claude Bernard  Lyon 1

INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE LA READAPTATION

Directeur Docteur Xavier PERROT

COMPARAISON DES APTITUDES NEURO-VISUELLES CHEZ DES SPORTIFS DE HAUT NIVEAU

MEMOIRE présenté pour l'obtention du

CERTIFICAT DE CAPACITE D'ORTHOPTISTE

par

PHILBOIS Florentin
FABIE Marie

Autorisation de reproduction

LYON, le

Professeur Ph. DENIS
Responsable de l'Enseignement
Mme C. CHAMBARD
Directrice des Etudes

N° 2019/15

Président
Pr Frédéric FLEURY

Vice-président CFVU
M. CHEVALIER Philippe

Vice-président CA
M. REVEL Didier

Vice-président CS
M. VALLEE Fabrice

Directeur Général des Services
M. VERHAEGHE Damien

Secteur Santé

U.F.R. de Médecine Lyon Est
Directeur
Pr. RODE Gilles

U.F.R d'Odontologie
Directeur
Pr. SEUX Dominique

U.F.R de Médecine Lyon-Sud
Charles Mérieux
Directrice
Pr BURILLON Carole

Institut des Sciences Pharmaceutiques
et Biologiques
Directrice
Pr VINCIGUERRA Christine

Département de Formation et
Centre de Recherche en Biologie
Humaine
Directeur
Pr SCHOTT Anne-Marie

Institut des Sciences et Techniques de
Réadaptation
Directeur
Dr Xavier PERROT

Comité de Coordination des
Etudes Médicales (CCEM)
Pr COCHAT Pierre

Secteur Sciences et Technologies

U.F.R. Des Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives
(S.T.A.P.S.)

Directeur

M. VANPOULLE Yannick

Institut des Sciences Financières et d'Assurance (I.S.F.A.)

Directeur

M. LEBOISNE Nicolas

Ecole Supérieure du Professorat et de l'Education

Directeur

M. CHAREYRON Pierre

UFR de Sciences et Technologies

Directeur

M. DE MARCHI Fabien

POLYTECH LYON

Directeur

Pr PERRIN Emmanuel

IUT LYON 1

Directeur

M. VITON Christophe

Ecole Supérieure de Chimie Physique Electronique de Lyon (ESCPE)

Directeur

M. PIGNAULT Gérard

Observatoire astronomique de Lyon

Directeur

Mme DANIEL Isabelle

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Alexandre Debarge, orthoptiste à Clermont Ferrand, pour avoir accepté de nous prêter son matériel pour la réalisation de nos tests. Nous le remercions aussi pour avoir répondu à toutes nos questions sur le sujet. Nous n'aurions pas pu réaliser ce mémoire sans son implication.

Nous remercions également notre maître de mémoire, Brice Goutagny, pour avoir accepté de superviser notre travail. Ses précieux conseils, sa disponibilité et son enthousiasme ont fait de lui l'un des meilleurs enseignants que nous avons eu durant nos trois années de formation.

Par ailleurs nous remercions le professeur Philippe Denis, responsable d'enseignement de l'école d'orthoptie de Lyon et chef d'ophtalmologie de l'Hôpital de la Croix Rousse.

Nous remercions chaleureusement l'équipe enseignante de l'école d'orthoptie de Lyon en particulier, Mme Claudine Chambard, directrice des études, et Mme Estelle Lagedamont ainsi que les orthoptistes, médecins et internes croisés sur nos lieux de stages pour tout le savoir-faire transmis.

Bien sûr, nous n'oublions pas tous les participants aux différents tests de notre étude. Sans eux nous n'aurions pas pu tester nos hypothèses. Qu'ils retrouvent ici toute notre gratitude.

Enfin, nous souhaitons remercier nos familles et amis pour leur soutien tout au long de ces études.

Table des matières

I. Introduction	3
II. Contexte théorique	4
1) Anatomie de la perception visuelle et de la réponse motrice.....	4
A. La rétine.....	4
B. Les voies optiques.....	6
C. Les aires visuelles	8
D. Les aires motrices	10
(1) <i>Motricité volontaire</i>	10
(2) <i>Motricité réflexe</i>	12
E. Oculomotricité.....	12
2) Les aptitudes utiles aux sportifs	14
A. Perception de l'environnement.....	14
B. Stratégies mentales et traitement multi-tâches	15
C. Temps de réaction et anticipation	16
D. Attention et concentration	17
E. Coordination oculo-motrice.....	18
3) Les outils de l'orthoptiste pour aider les sportifs	19
A. Le bilan orthoptique	19
B. Le Neurotracker.....	20
C. FITLIGHT Trainer TM	22
III. Partie pratique	25
A. Méthode.....	25
(1) <i>Population cible</i>	25
(2) <i>Matériel et protocole expérimental</i>	26
B. Hypothèse.....	27
C. Présentation des résultats	28
IV. Discussion	31
V. Conclusion	32
VI. Bibliographie	33
Annexes	36

I. Introduction

L'orthoptie est un domaine au sein duquel se regroupent de multiples spécificités, telles que la basse vision, la neurovision, la posturologie... L'objectif premier de la profession est de mettre ses capacités au service de personnes ayant des difficultés visuelles. Pour se faire l'orthoptiste réalise des rééducations pour permettre aux patients de retrouver un confort visuel, de l'autonomie.

Depuis peu, certains orthoptistes ont innové et ont ajouté à leur pratique l'étude et l'entraînement des capacités neurovisuelles chez les sportifs. C'est un sujet sur lequel le monde de l'orthoptie se penche de plus en plus, et pour preuve, le dernier congrès scientifique du Syndicat National Autonome des Orthoptistes (les 23 et 24 mars 2019), avait pour thématique "Vision et sport".

Au cours de nos premières recherches nous avons pu constater qu'il existait plusieurs méthodes de travail orthoptique pour entraîner les aptitudes neurovisuelles des sportifs. Nous nous sommes alors demandé si tous les sportifs, avant avoir effectué des entraînement neurovisuels, avaient des aptitudes neurovisuelles similaires.

C'est alors que nous avons contacté Alexandre Debarge, orthoptiste à Clermont Ferrand qui utilise le Neurotracker dans son activité professionnelle, et qui a gentiment accepté de nous aider pour mettre en place l'étude de notre mémoire.

Dans une première partie théorique, nous présenterons les différentes structures anatomiques qui interviennent dans la perception visuelle ainsi que dans la mise en place d'une réponse aux différents stimuli visuels. Ensuite nous évoquerons les différentes aptitudes neurovisuelles utiles dans la pratique d'une activité sportive. Pour finir nous expliquerons les différents outils que nous avons utilisé pour réaliser notre étude.

Dans une deuxième partie nous décrirons notre expérience. Nous présenterons la méthode utilisée au cours de nos tests sur les sportifs ainsi que les résultats obtenus. Enfin, nous interpréterons et discuterons de ces résultats et des facteurs qui les ont influencés.

II. Contexte théorique

1) Anatomie de la perception visuelle et de la réponse motrice

L'œil humain perçoit les ondes (dont la longueur d'onde est comprise entre 400 et 800 nanomètres) émises par une source lumineuse et dirige les rayons vers la rétine, tapissant le fond de l'œil. A ce niveau-là, le signal lumineux est transformé en signal nerveux et celui-ci est transmis au cerveau via le nerf optique et les voies visuelles.

A. La rétine

Les photons pénétrants dans l'œil doivent traverser les différentes couches de la rétine avant d'atteindre les cellules chargées d'effectuer la transduction du signal lumineux en signal nerveux. En effet ces cellules se situent dans la couche la plus extérieure des couches de la rétine. Il s'agit des photorécepteurs : les cônes et les bâtonnets.

La rétine se compose de dix couches, de la plus externe à la plus interne (1) :

- L'épithélium pigmentaire
- La couche des photorécepteurs
- La membrane limitante externe
- La couche nucléaire externe
- La couche plexiforme externe
- La couche nucléaire interne
- La couche plexiforme interne
- La couche des cellules ganglionnaires
- La couche des fibres optiques
- La membrane limitante interne

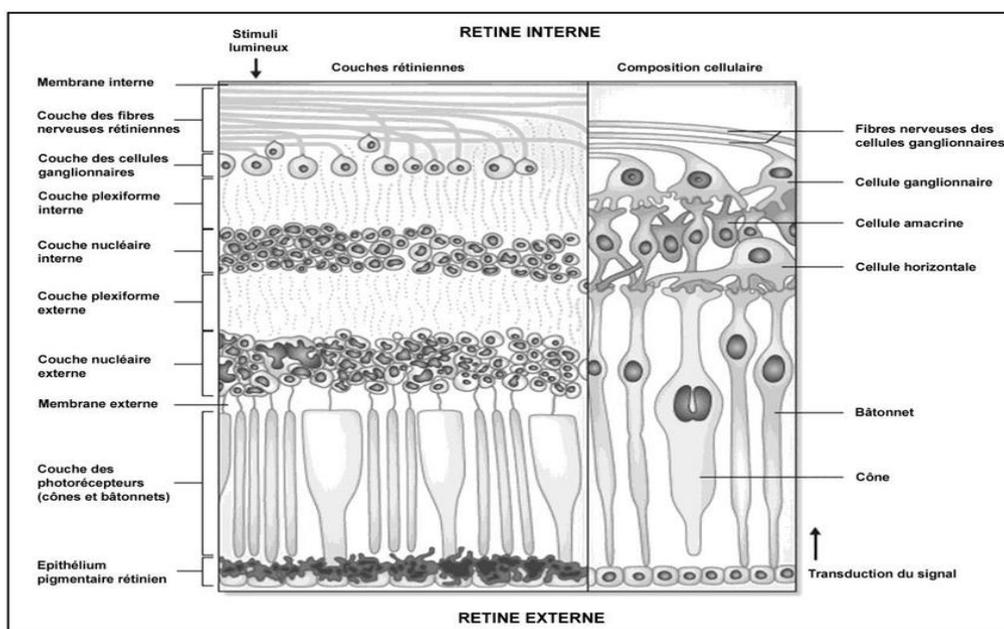


Figure 1 : Schéma d'une coupe histologique représentant les différentes couches de la rétine (2)

La rétine se divise en deux grandes parties, la rétine centrale et la rétine périphérique. La partie centrale sert à la vision fine et la perception des couleurs. Elle se compose de la macula, de la fovéa et de la fovéola. Cette partie est très riche en cônes. Elle permet la fixation et la prise d'information.

La partie périphérique quant à elle, se compose principalement de bâtonnets. Plus on s'éloigne de la rétine centrale plus le nombre de cônes diminue. La rétine périphérique permet de percevoir l'environnement sans pour autant que celui-ci soit vu net ou coloré. Elle permet de détecter les mouvements et de distinguer ce qui passe dans le champ visuel. Une fois un objet perçu par la rétine périphérique l'œil va effectuer un mouvement de saccade d'attraction visuelle pour fixer cet objet avec la vision centrale.

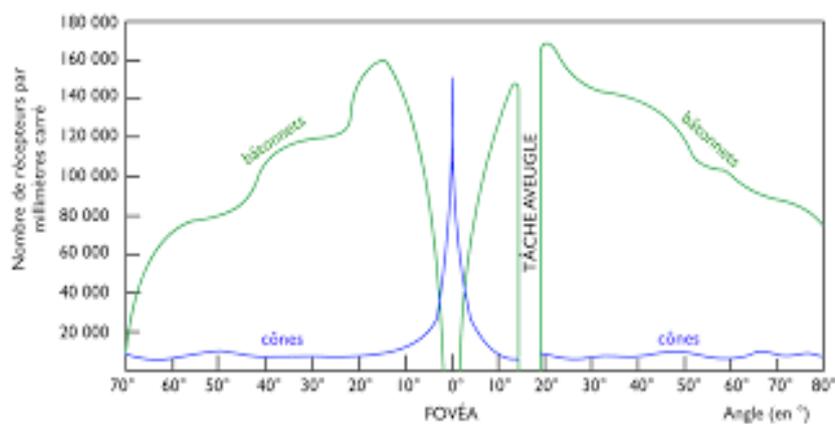


Figure 2 : répartition du nombre de cônes et de bâtonnets sur la rétine (3)

De plus chaque point du champ visuel possède un point rétinien correspondant. La rétine centrale correspond au champ visuel central, la rétine nasale correspond au champ visuel temporal et la rétine temporale correspond au champ visuel nasal.

B. Les voies optiques

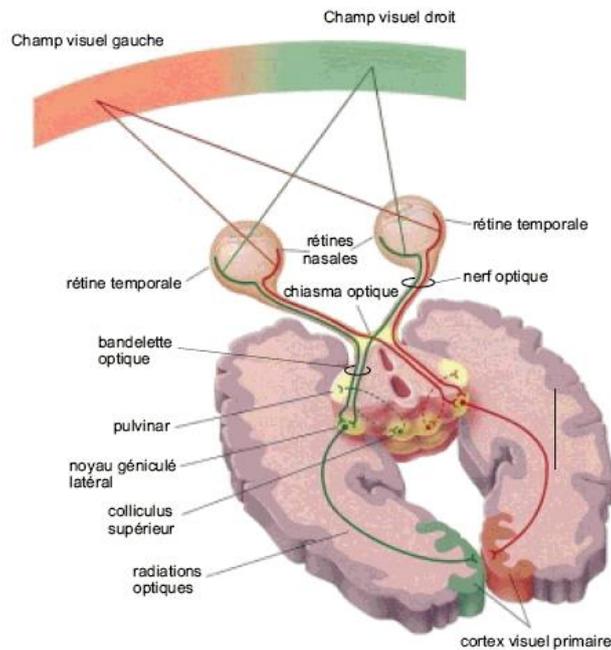


Figure 3 : représentation schématique de la projection du champ visuel sur l'hémirétine correspondante et des voies sous corticales (4)

A l'arrière du globe oculaire, au niveau de la papille, se détache le **nerf optique** contenant les axones des cellules ganglionnaires (environ 1 à 1,2 millions). Ces axones passent à travers la sclère au niveau de la lame criblée et s'entourent d'une gaine de myéline après l'avoir traversée. Il existe tout le long du nerf optique une représentation topographique rétinotopique : en effet, plus une fibre est au centre du nerf, plus elle code pour une information située proche de l'aire fovéale.

Les deux nerfs optiques vont ensuite se réunir pour former le **chiasma optique**, juste en avant de l'hypophyse. Au niveau du chiasma, les fibres en provenance des rétines nasales décussent et rejoignent le trajet des fibres issues de la rétine temporale controlatérale. Ainsi, la moitié gauche du champ visuel sera perçu par l'hémisphère cérébral droit et inversement.

Après avoir traversé le chiasma, les fibres forment deux **tractus optiques** (ou bandelettes optiques) qui se dirigent vers les **corps genouillés latéraux** homolatéraux.

Les axones des cellules ganglionnaires vont pouvoir emprunter l'une des trois voies décrites ci-après. Le trajet de la majorité des axones des fibres ganglionnaires (80%) est à destination des corps genouillés latéraux où ils feront synapse avec les neurones des radiations optiques. C'est la *voie rétinogéniculée-striée* ou voie visuelle primaire.

Certaines fibres ganglionnaires vont quitter la bandelette optique juste après avoir passé le chiasma pour rejoindre un ensemble de noyaux sous corticaux, dont les principales cibles sont le colliculus supérieur (qui programme les saccades oculaires) et le prétectum (qui stabilise l'image sur la rétine). C'est la *voie rétinotectale*.

D'autres axones de fibres ganglionnaires, photosensibles à la lumière vont aller en direction des noyaux suprachiasmatiques (responsables de la synchronisation du rythme circadien de l'organisme), afin d'assurer la voie afférente du réflexe pupillaire à la lumière. C'est la *voie photique*.

Les CGL gauche et droit montrent une organisation en six couches de cellules distinctes. La distribution des neurones du CGL en différentes couches indique que des aspects distincts de l'information visuelle en provenance de la rétine pourraient être traités séparément au niveau de ce relais synaptique.

Les couches ventrales 1 et 2, appelées couches magnocellulaires (M) contiennent des neurones sensibles à la détection du mouvement alors que les couches plus dorsales 3, 4, 5 et 6, couches parvocellulaires (P) sont chargées de la résolution spatiale et de la vision des couleurs. (5)

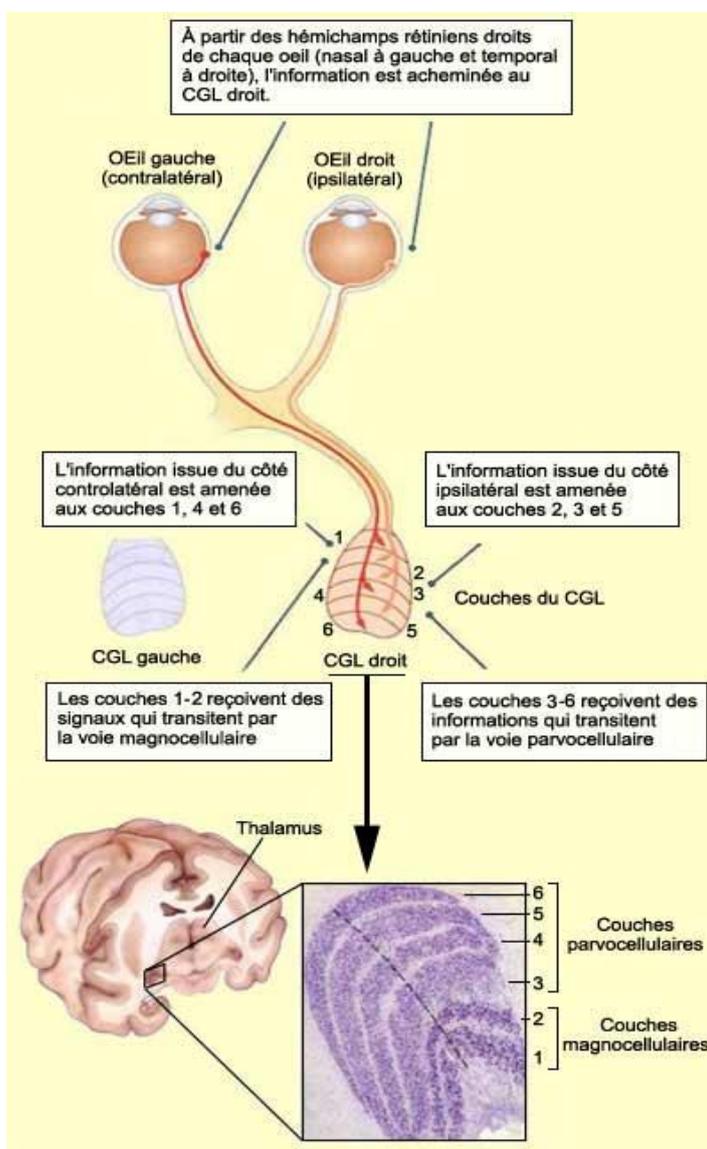


Figure 4 : Schéma fonctionnel du corps genouillé latéral

Après la synapse réalisée au niveau du CGL, de nouveaux axones constituent les **radiations optiques** et se projettent en direction du **cortex visuel primaire**.

Tout le long de leur trajet, de la rétine au cortex, les fibres conservent une organisation rétinotopique bien structurée. Cela permet à la rétine de se projeter point par point au niveau de l'aire striée.

C. Les aires visuelles

Les aires visuelles se situent dans le lobe occipital. Chacune de ces aires a un rôle bien défini en fonction de la population neuronale qui les compose. Certaines sont sensibles aux mouvements, d'autres à la reconnaissance des couleurs ou des formes. L'hémichamp visuel gauche se projette sur le cortex visuel droit et l'hémichamp visuel droit sur le cortex visuel gauche. La projection des informations provenant de la fovéa est représentée proche du pôle occipital, alors que les informations provenant de la vision périphérique, sont projetées sur les parties plus antérieures de la surface corticale, les informations visuelles sont donc « encodées » dans la direction postéro-antérieure. (6)(7)

Les aires V1 et V2 sont les aires visuelles primaires :

- L'aire V1 est organisée en colonnes de cellules sur des coupes parallèles à la surface. En 1988, Margaret Livingstone et David Hubel (8) ont montré que les cellules de l'aire V1 sensibles à la couleur sont concentrées dans ces colonnes, alors que les cellules sensibles à la forme sont situées entre les colonnes. Ces informations proviennent des couches parvocellulaires des corps géniculés latéraux. Ces cellules se situent dans les couches 2 et 3 de l'aire V1. Les informations sont ensuite transmises aux autres aires visuelles. Les cellules qui se situent dans la couche 4B de l'aire V1 reçoivent des informations des couches magnocellulaires du corps géniculé latéral. Ces cellules ne sont pas sensibles à la couleur.
- L'aire V2 s'organise en bandes minces et en bandes larges. Les cellules sensibles à la couleur se situent dans les bandes minces et les cellules sensibles à la direction du mouvement se situent dans les bandes larges. Des cellules sensibles à la forme se trouvent à la fois dans les bandes larges et dans les espaces clairs entre les bandes. (9)

Les aires V1 et V2 transmettent des signaux spécialisés en termes de couleur, de forme ou de mouvement aux aires d'association V3, V4 et V5 :

- L'aire V3 reçoit des informations provenant des couches 2 et 3 de V1 et des bandes larges de V2. Elle permet l'analyse des formes en mouvement et des distances.
- L'aire V4 reçoit des informations provenant des couches 2 et 3 de V1 et des bandes minces de V2. Elle permet l'analyse de la couleur.
- L'aire V5 reçoit des informations provenant de la couche 4B de V1 et des bandes larges de V2. Elle permet l'analyse des mouvements. (10)

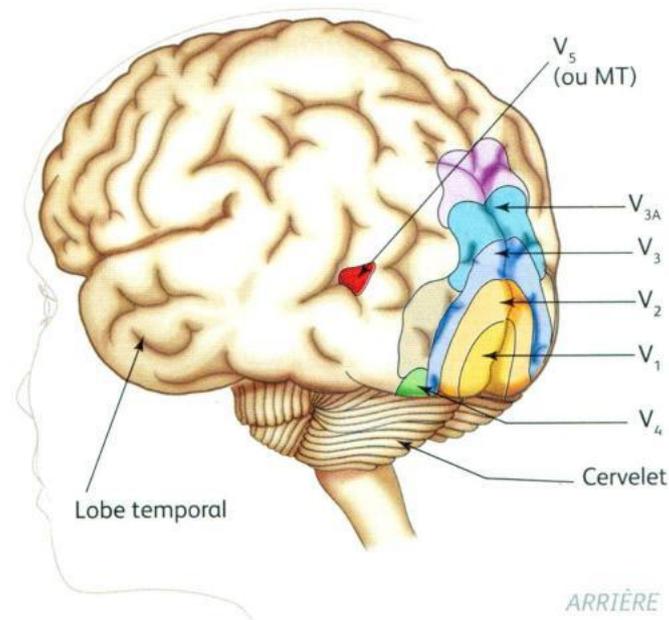


Figure 5 : Schéma du cerveau en vue latéro-caudale localisant les différentes aires corticales visuelles. (11)

L'analyse des stimuli visuels commencée dans les aires visuelles se poursuit ensuite dans deux grands systèmes corticaux de traitement de l'information visuelle. La première est une voie ventrale, la voie du "quoi ?", qui s'étend vers le lobe temporal et qui permet la reconnaissance des objets. La seconde est une voie dorsale, la voie du "où ?", qui se projette vers le lobe pariétal et permet la localisation de l'objet. (12) Les aires visuelles communiquent en continu avec le reste des aires cérébrales comme celles du langage, de la mémoire ou des émotions pour amener du sens à ce que nous voyons, ce qui peut aussi influencer notre perception visuelle. De plus l'interprétation visuelle est la première étape d'une réponse motrice à un stimulus visuel. (13)

D. Les aires motrices

Il existe deux types de motricité : la motricité volontaire et la motricité involontaire (ou réflexe) dont nous parlerons plus brièvement. Chacune de ses motricités possède un chemin d'action différent.

(1) Motricité volontaire

La commande de tous nos mouvements volontaires s'effectue dans le cerveau et implique de nombreuses structures, dont la principale est le **cortex moteur**, qui reçoit toutes les afférences sensorielles. Il se situe à l'arrière du lobe frontal et fonctionne en contrôle croisé : le cortex moteur de l'hémisphère droit contrôle les mouvements du côté gauche du corps et vice versa. Il se subdivise en deux aires : l'aire 4 (ou cortex moteur primaire) qui commande directement l'exécution d'un mouvement et l'aire 6 (cortex prémoteur) qui joue un rôle dans la planification et l'organisation du mouvement.

En 1937, les travaux du neurochirurgien Wilder Penfield et de Edwin Boldrey (14) ont permis de cartographier le cortex moteur sous la forme d'un homonculus sur lequel chaque muscle est associé à une zone du cortex moteur plus ou moins large suivant la finesse et la complexité de mouvement pouvant être effectué. Par exemple, les muscles de la main (permettant la précision, dextérité et motricité fine) sont représentés dans une zone beaucoup plus vaste que ceux de la jambe (induisant des mouvements plus grossiers).

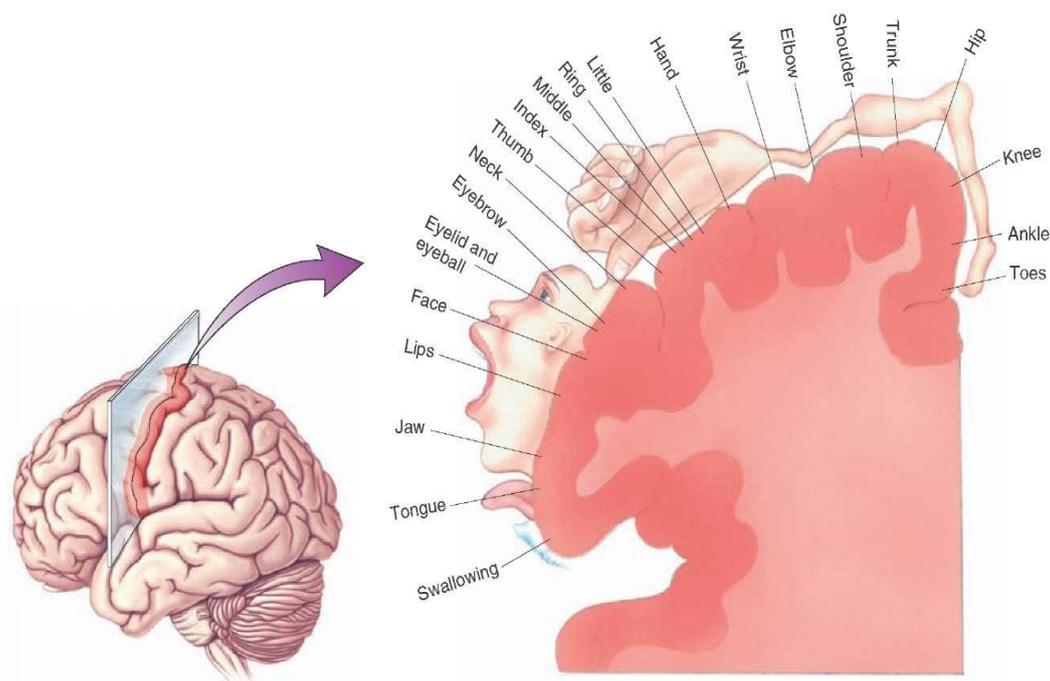


Figure 5 : Homonculus de Penfield

Les **ganglions de la base** (noyau caudé, putamen, globus pallidus...) sont des structures cérébrales intervenant également dans la motricité. Ils sont impliqués dans une boucle complexe reliant différentes aires corticales. Ils relaient ainsi les influx en provenance des aires frontales, préfrontales et pariétales en direction la partie médiale de l'aire 6, appelée aire motrice supplémentaire. Leur rôle est de sélectionner puis de déclencher des mouvements volontaires harmonieux mais ils agissent aussi comme des filtres en bloquant la réalisation de mouvements inadaptés. Les ganglions de la base n'ont pas qu'un rôle moteur car ils sont aussi impliqués dans la mémorisation et le traitement des processus cognitifs et émotifs.

Le **cervelet**, relié au cerveau par un pont de fibres nerveuses, est le centre de l'équilibre et de la coordination des mouvements. Il reçoit des informations sensorielles (vision, proprioception, audition...) provenant des cortex sensoriels sur l'intention d'un mouvement et informe ensuite le cortex moteur en retour des caractéristiques requises pour le mouvement à effectuer (direction, force, durée, amplitude...)

La commande cérébrale d'un mouvement peut se décomposer en trois grandes phases :

- Dans un premier temps, le cortex préfrontal emmagasine les informations sensorielles concernant la situation dans laquelle se trouve l'individu, puis **planifie une réponse adaptée**.
- Cette réponse est ensuite transmise à l'aire 6 (cortex prémoteur) qui **sélectionne un ensemble de muscles** qui devront se contracter pour réaliser le mouvement.
- Ces informations sont enfin transmises à l'aire 4 (cortex moteur primaire), chargé d'**exécuter le mouvement** en activant les groupes musculaires précis par l'entremise des motoneurones de la moelle épinière. (15)

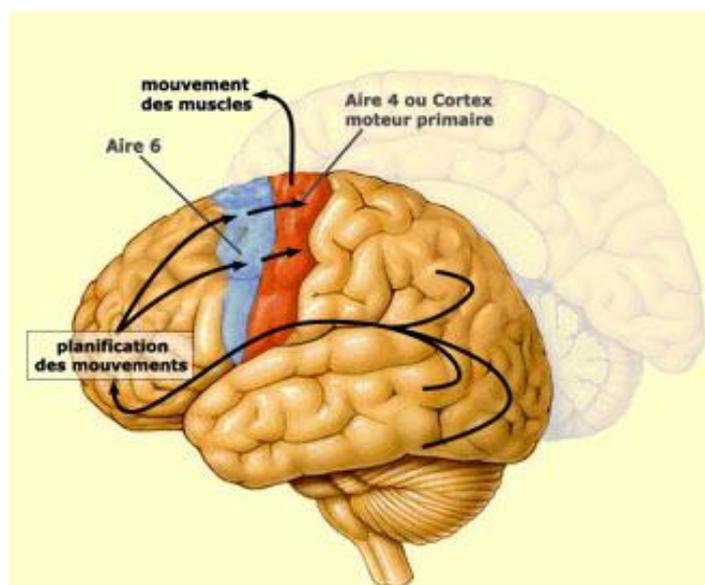


Figure 6 : schéma simplifié illustrant la commande cérébrale d'un mouvement

(2) Motricité réflexe

Un réflexe est “une réponse automatique, involontaire et immédiate d’une structure ou d’un organisme vivant déclenchée par la stimulation d’un récepteur sensible.” (16) Il permet de réagir très rapidement à une situation, sans faire intervenir le cerveau et sa réponse volontaire.

Les travaux du neurophysiologiste anglais Sir Charles Scott Sherrington (prix Nobel de physiologie et de médecine en 1932) sur la physiologie du système nerveux, ont permis de mieux comprendre les mécanismes du réflexe et d’établir la notion “d’arc réflexe.” Un arc réflexe (ou boucle réflexe) se compose de cinq composantes utiles à l’élaboration du réflexe :

- Un récepteur qui détecte un stimulus (pression, choc, changement de luminosité...) puis le transforme en un influx nerveux sous la forme de potentiels d’action
- Une voie afférente, composée d’un neurone sensitif, qui conduit le message nerveux au centre nerveux chargé de l’analyser
- Un centre nerveux, qui élabore une réponse adaptée. Il est situé dans la substance grise de la moelle épinière. A ce niveau-là, le neurone sensitif fait synapse avec deux types de neurones : le motoneurone du muscle à contracter et l’interneurone qui inhibe le motoneurone du muscle antagoniste.
- Une voie efférente, composé du motoneurone, qui véhicule l’ordre moteur en direction de l’effecteur
- Un effecteur (muscle ou glande), responsable de l’exécution de la commande motrice. (17)

Au niveau oculaire, il existe le réflexe photomoteur ou réflexe pupillaire répondant à une stimulation lumineuse et induisant la constriction de l’iris (myosis) ou à l’inverse, lorsque l’intensité lumineuse diminue, la pupille se dilate (mydriase).

Il y a également le réflexe vestibulo-oculaire, qui, en réponse à une modification de l’orientation des canaux semi-circulaires du vestibule de l’oreille interne, le système des muscles oculomoteurs compense le mouvement de la tête par un mouvement des yeux, égal en amplitude mais de direction opposée. Cela permet de maintenir stable une image sur la rétine. (18)

E. Oculomotricité

Les mouvements oculaires permettent l’exploration de l’environnement et la sélection d’informations congruentes. Quand la rétine périphérique perçoit un objet qui nous interpelle, les yeux vont effectuer un mouvement de saccade afin que la projection de cet objet se fasse sur la macula, zone de la rétine centrale qui permet la vision nette.

Le système oculomoteur se compose de 6 muscles:

- Le droit latéral : permet un mouvement d'abduction
- Le droit médial : permet un mouvement d'adduction
- Le droit supérieur : permet un mouvement d'élévation
- Le droit inférieur : permet un mouvement d'abaissement
- L'oblique supérieur (ou grand oblique) : permet un mouvement d'abaissement et d'intorsion
- L'oblique inférieur (ou petit oblique) : permet un mouvement d'élévation et d'extorsion (19)

Les muscles oculomoteurs sont innervés par trois paires de nerfs crâniens :

- La paire de nerfs III qui innerve les droits médiaux, les droits supérieurs, les droits inférieurs et les obliques inférieurs.
- La paire de nerfs IV qui innerve les obliques supérieurs.
- La paire de nerfs VI qui innerve les droits latéraux.

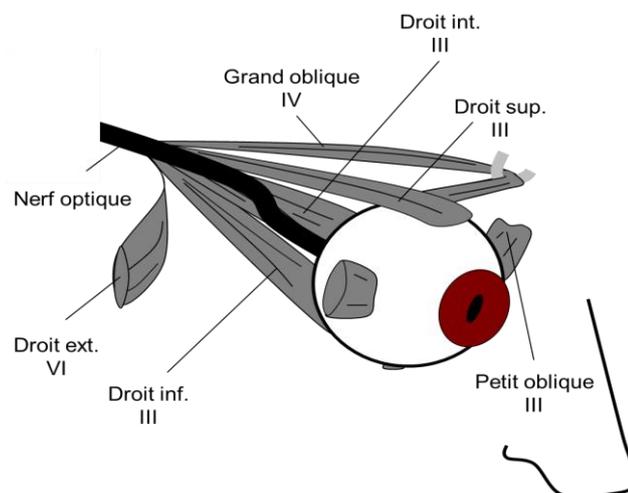


Figure 7 : Schéma des muscles oculomoteurs (20)

Les quatre muscles droits et l'oblique supérieur prennent leur origine au niveau de l'anneau de Zinn au fond de la cavité orbitaire. L'oblique supérieur passe dans la trochlée avant de se rattacher au globe oculaire. L'oblique inférieur est le plus court des muscles oculomoteurs et prend son origine au sommet de l'orbite. Les quatre muscles droits ont leur point de fixation en avant du globe oculaire alors que les muscles obliques sont rattachés à l'arrière du globe oculaire. (21)

A chaque muscle correspond un antagoniste homolatéral et un synergiste controlatéral (agoniste). Par exemple : le muscle droit latéral droit a pour antagoniste le muscle droit médial droit et comme agoniste le droit médial gauche. Cette synergie est réglée par deux lois :

- la loi de Hering: lors de mouvements binoculaires, l'influx nerveux est envoyé en quantité égale aux muscles agonistes des deux yeux. Par exemple, dans le regard à droite, le droit latéral droit et le droit médiale gauche reçoivent en même temps la même quantité d'influx nerveux. Ce mécanisme assure le parallélisme des deux yeux dans les différentes directions du regard.
- la loi de Sherrington : quand les muscles synergistes se contractent, les muscles antagonistes se relâchent. Par exemple, le regard à droite fait intervenir la contraction du droit latéral droit et du droit médial gauche, et parallèlement selon la loi de Sherrington le relâchement du droit médial droit (antagoniste du droit latéral droit) et du droit latéral gauche (antagoniste du droit médial gauche). (22)

2) Les aptitudes utiles aux sportifs

A. Perception de l'environnement

Les informations visuelles représentent 90% des informations reçues par le cerveau concernant le milieu environnant. Cela montre l'importance de la perception visuelle dans la pratique sportive. De plus chaque sport a ses spécificités.

Dans le cadre d'un sport collectif, le sportif doit interpréter des informations provenant de son environnement de façon efficace et rapide afin de pouvoir prendre la bonne décision. Pendant les phases de jeu, le joueur doit intégrer et gérer le déplacement de ses coéquipiers, celui des adversaires mais aussi la trajectoire d'une balle, un ballon, etc... Le sportif doit accorder de l'attention à chacune des informations visuelles et dans le même temps il doit gérer les actions motrices qu'il doit réaliser avec un maximum de précision comme faire une passe à un coéquipier ou même choisir ses déplacements. La capacité à distribuer simultanément son attention sur différentes cibles en mouvement est appelé "MOT" (Multiple Object Tracking). (23) (24)

La prise d'information grâce à cette aptitude est limitée au mouvement et à une reconnaissance sommaire des objets (forme, direction mouvement et vitesse). Pour mieux percevoir les détails de ces objet le sportif sera obligé de focaliser son

attention sur l'objet qui l'intéresse. En 2005 Cavanagh et Alvarez ont montré que cette aptitude visuelle est possible par le biais de mécanismes attentionnels multi focalisés. Cette capacité à suivre plusieurs éléments dynamiques dans le champ visuel périphérique est essentielle pour obtenir de bonnes performances dans les sports d'équipe. Il faut donc une grande zone d'intégration afin d'analyser au mieux une scène visuelle dynamique. (25)

Dans les sports de vis à vis comme les sports de combat et de raquette mais aussi dans les duels lors de sports collectifs, l'athlète doit pouvoir interpréter les mouvements de son adversaire. C'est la lecture du mouvement biologique qui correspond à la perception des mouvements humains et qui dépendrait d'une interaction entre les systèmes perceptifs et le système moteur. En interprétant les mouvements de son adversaire le sportif est capable de deviner ses mouvements et cela va lui permettre d'anticiper la prochaine action afin de prendre le dessus. (26)

B. Stratégies mentales et traitement multi-tâches

Les actions dans le sport sont temporellement dynamiques. L'attention sélective permet de se concentrer sur l'information utile dans le cadre de l'action en cours. Cependant cette attention n'est pas figée sur le moment présent mais permet d'évaluer les différentes possibilités d'évolution de la situation et de déterminer laquelle est la plus possible. Cette aptitude est utile dans le cas de face à face afin d'anticiper les actions de l'adversaire mais aussi pour évaluer des trajectoires d'interception pour récupérer le ballon, la balle, le palet...

Une fois que le sportif a perçu la situation de la scène visuelle qui se présente à lui, il va devoir prendre une décision. Il va adapter ses mouvements par rapport à son adversaire, il va mettre en place une trajectoire d'interception, il va se placer là où il pense que son adversaire va jouer le volant, la balle, etc...

Dans les sports collectifs, les joueurs en position de défense doivent être prêts à réaliser des interceptions afin de couper les attaques adverses. Un défenseur dans ce cas doit être capable d'évaluer la trajectoire du ballon ou de son adverse et de mettre au point une stratégie d'interception. Après avoir pris l'information visuelle et après l'avoir traitée, le sportif met au point mentalement une probable trajectoire qui va lui permettre l'interception. Il va commencer par se déplacer vers le point d'interception qu'il aura estimé. Au fur et à mesure de l'évolution de sa trajectoire et de celle de son adversaire il va y avoir des ajustements réguliers afin que l'interception soit réussie.

Nous avons vu précédemment que dans la perception et la reconnaissance d'un mouvement biologique le système moteur intervenait. Lorsque ce système moteur participe majoritairement à mettre en place la réponse motrice, alors l'interprétation des mouvements de l'adversaire sera moins bonne et le sportif ne prendra pas forcément la bonne décision. Afin de diminuer les erreurs techniques et tactiques le système moteur doit trouver un équilibre entre la prise d'information, l'interprétation du mouvement biologique et la mise en place du mouvement en réponse à la scène visuelle présente. Il est donc nécessaire de travailler sur le traitement multi-tâches afin de diminuer les erreurs dans le jeu. (23) (27) (28)

C. Temps de réaction et anticipation

Avant l'initiation du mouvement il existe un temps de réaction : c'est le délai qui sépare une stimulation d'une réponse. Ce temps de réaction est variable d'un individu à un autre et dépend de nombreux facteurs : la fatigue, le manque d'attention, le stress, la consommation de certaines substances (médicament, alcool, drogues...), l'âge, la chaleur peuvent être sujets à augmenter ce délai. Chaque modalité sensorielle engendre un temps de réaction différent. Par exemple une information auditive suscitera un temps de réaction plus court qu'une information visuelle. Ceci s'explique par le fait que le trajet sensoriel d'une modalité visuelle est plus long et plus complexe à traiter que celui d'une modalité auditive.

Le temps de réaction peut être amélioré, comme toute habilité cognitive. Grâce à ces entraînements répétitifs, le sportif va développer des capacités à répondre de plus en plus rapidement à tel ou tel stimulus. Avoir un bon temps de réaction est un point fort pour un sportif car cela signifie qu'il possède de bons réflexes et qu'il pourra ainsi anticiper plus facilement l'action de l'adversaire et agir vite à son tour.

Afin d'anticiper une action, le sportif va devoir saisir le plus précocement possible une série d'informations. Les points clés d'une bonne anticipation sont :

- Une pré-identification des signaux pertinents.
- La perception de ses signaux en vision périphérique qui se projettent sur une zone plus ou moins écartée du point de fixation maculaire. Par exemple, au fleuret sur une action d'attaque de l'adversaire, l'escrimeur va focaliser son regard sur l'arme de l'adversaire, il percevra dans les 20 degrés centraux le plastron (zone vulnérable en fleuret) et la tête, qui même si le visage est masqué, peut livrer des informations par son orientation. Dans les 40° il pourra apercevoir la ceinture pelvienne et les cuisses donnant des signaux

sur le déplacement de l'adversaire. Dans les 70° le fleurettiste aura un aperçu du positionnement et de la mobilisation des pieds de son adversaire.

- Une attention visuelle portant sur un champ spatial le plus large possible afin de saisir les opportunités offensives. (29)

La distance entre les protagonistes ainsi que la vitesse d'une action (ou vitesse de la balle/du volant...) conditionnent le délai dont le sportif dispose pour anticiper ses gestes.



Figure 8 : Schéma des secteurs visuels inscrivant les indices pertinents que doit repérer, en permanence, un fleurettiste (d'après H. Leseur) (29)

D. Attention et concentration

Plusieurs types d'attentions ont été détaillées lors de travaux neuropsychologiques.

Tout d'abord, l'attention sélective permet de sélectionner les informations pertinentes à la réalisation d'une tâche cognitive et d'inhiber toutes les sources d'information inutiles. Lors d'un match de tennis, il est fondamental pour le joueur d'observer son adversaire : son positionnement sur le terrain, sa direction de regard, l'orientation de sa raquette vont lui donner des informations utiles pour anticiper la trajectoire de la balle alors que ses commentaires de colère ou l'expression de son visage, par exemple, seront sans importance.

L'attention partagée (ou attention divisée) est l'aptitude à traiter en parallèle plusieurs types d'informations et gérer sa concentration sur plusieurs cibles simultanément. Par exemple au rallye automobile, le pilote doit traiter plusieurs sources d'informations : attention visuelle (trajectoire de sa voiture), attention auditive (instructions du copilote et bruit du moteur), attention proprioceptive (doser la pression sur les pédales d'accélération/freinage et la position du volant).

L'attention préparatoire est la "capacité à se préparer à déclencher le traitement d'une information cible". C'est une forme d'anticipation qui permet de se préparer à la survenue d'un événement attendu. Par exemple, lors d'un départ de course en formule 1, le pilote fixe son attention sur le signal lumineux et sait qu'au moment où la lumière s'éteindra, il devra démarrer le plus vite possible. Une bonne attention préparatoire permet donc d'améliorer le temps de réaction et ainsi d'être plus performant. Autre exemple, dans un match de tennis, si le joueur sait que l'adversaire sert plus fréquemment à droite du carré de service, il va augmenter son attention préparatoire dans son champ visuel droit, au détriment du champ visuel gauche. Il va ainsi anticiper une probable trajectoire de la balle et se préparer à sa réception.

L'attention soutenue (ou concentration) est la capacité à maintenir l'attention de façon stable sur une tâche de durée relativement longue, tout en ignorant les distractions. Les recherches cognitives montrent qu'elle est cruciale pour atteindre de bonnes performances, notamment en cas de faible motivation ou lors d'une tâche monotone. C'est une tâche difficile à maintenir lors d'efforts importants et le niveau de concentration fluctue beaucoup au cours d'une épreuve sportive. De nombreux facteurs influencent le degré de concentration.

Il y a des distracteurs internes (pensées parasites, sensations physiques, fatigue, peur, stress mais aussi émotions positives) et des distracteurs externes (cri et pression des supporters, faute d'arbitrage, réaction négative du partenaire...).

Il est possible d'améliorer sa concentration en réduisant les distractions internes et en faisant abstraction des distractions externes. (27) (30) (31) (32) (33)

E. Coordination oculo-motrice

Afin d'atteindre un objet dans l'environnement, un athlète doit transformer les informations sensorielles en un ensemble de commandes aux muscles des différentes parties du corps afin de frapper, attraper, intercepter son objectif. L'œil va guider le corps en fixant l'attention sur l'objet à atteindre, en évaluant à quelle distance il se trouve, de quel côté il est et même le mouvement de cet objet. Le mouvement oculaire réalisé par les muscles oculomoteurs donne aussi une indication au cerveau de la position à laquelle se trouve l'objet en question, à

gauche, à droite, l'angle par rapport au droit devant. La coordination oculo-motrice est présente dans toutes les pratiques sportives, que ce soit lors de sports de combat, sports de raquette, sports collectifs, automobile... (34) (35)

Certains sports de face à face comme le tennis de table, la boxe ou encore l'escrime sont des situations où le sportif doit avoir des aptitudes visuomotrices perfectionnées. En effet les échanges entre les sportifs sont très rapides et avec une distance très courte qui les sépare. Dans leur article sur "*les effets de la dominance oculaire sur la coordination œil-main dans les duels sportifs*", G. Azémar, J.-F. Stein et H. Ripoll (36) ont développé une théorie expliquant le fait qu'à haut niveau une majorité d'athlètes ont une latéralité œil-main croisée. En effet l'œil dominant est sollicité et va transmettre les informations visuelles perçues en vision centrale à l'hémisphère ipsilatéral via la voie géniculostriée. Quant à la main, elle reçoit la commande motrice par l'aire motrice contralatérale. Pour économiser du temps dans la réponse motrice, ces sportifs ont développé une latéralité œil-main croisée car cela ne nécessite pas aux informations de passer d'un hémisphère cérébral à un autre. En effet si l'œil gauche est dominant il va transmettre les informations à l'hémisphère gauche du cerveau qui commande aussi la main droite. Cela permet d'avoir quelques dixièmes de seconde d'avance sur l'adversaire, ce qui peut suffire parfois à prendre le dessus.

Les gardiens de but, que ce soit au football, au hockey ou encore au handball, ont besoin d'une excellente coordination oculomotrice. En effet ils reçoivent dans leur direction des projectiles qu'ils doivent intercepter. Souvent ces projectiles sont très rapides (palet de hockey peut atteindre 180km/h, un tir de handball font en moyenne 100km/h, un tir au football dépasse les 100km/h) et le gardien doit, en un instant, placer son corps en opposition sur la trajectoire du projectile. (37)

3) Les outils de l'orthoptiste pour aider les sportifs

A. Le bilan orthoptique

La première étape dans la prise en charge de l'entraînement visuel des sportifs est la réalisation du bilan orthoptique. Comme pour tout bilan il faut débiter par un interrogatoire. Afin de connaître ses antécédents, il est utile de demander au patient s'il a déjà eu une rééducation orthoptique antérieure (et si oui, pour quoi ?), s'il porte une correction optique (lunettes ou lentilles) et à quand remonte son dernier contrôle ophtalmologique.

Il est également important de savoir s'il a des signes fonctionnels dans la vie de tous les jours, car il faudra en connaître les causes puis les régler avant de débiter l'entraînement visuel. Cela peut être des maux de têtes, de la fatigue visuelle, une vision floue, un éblouissement à la lumière, ...

Il est aussi primordial de savoir, quel sport est pratiqué, à quel poste, si le sportif a déjà eu des KO ou des traumatismes au niveau de la tête.

De plus il faut également lui demander sa latéralité : est-il droitier ou gaucher ? De quel pied préfère-t-il tirer ? Quel est son œil directeur.

Ensuite nous poursuivons le bilan en faisant les examens de la vision binoculaire. Nous commençons tout d'abord par la mesure de son acuité visuelle en lui faisant une réfraction objective et subjective (brouillard) en monoculaire puis en binoculaire.

Nous réalisons ensuite un examen sous écran afin de détecter d'éventuelles phories voire un strabisme. Grâce à la baguette de Maddox ainsi qu'à une barre de prisme nous pouvons de mesurer l'angle des déviations latentes horizontales et verticales (AOE : angle objectif dans l'espace).

Nous pouvons également faire le test du biprisme pour détecter un éventuel micro-strabisme.

Nous poursuivons avec un examen de la motilité oculaire dans les neuf positions du regard afin de noter d'éventuelles limitations et de déterminer quels seraient les muscles atteints.

S'il n'a pas de strabisme, nous évaluons la perception du relief à l'aide du TNO, qui nous donnera la valeur de sa discrimination stéréoscopique en secondes d'arc.

Nous passons ensuite aux examens de vergence, en commençant par évaluer le punctum proximum de convergence. Il faut noter à quelle distance du nez il rompt sa fusion, quel œil ne suit plus en convergence et s'il y a présence de diplopie. Ensuite nous mesurons les vergences à l'aide d'une barre de prisme, en convergence et en divergence, de loin et de près.

Un strabisme ou une amblyopie n'empêchent pas de pratiquer une activité sportive, cependant ils ne permettent pas une utilisation du Neurotracker car il est nécessaire d'avoir une vision stéréoscopique correcte. Il est possible de s'adapter dans ces cas de figures en utilisant d'autres outils comme le Fitlight.

Si le sportif a une insuffisance de convergence ou encore un problème du lien accommodation/convergence, par exemple, il sera nécessaire de le prendre en rééducation pour pallier ses problèmes avant d'entamer l'entraînement visuel.

B. Le Neurotracker

Le Neurotracker est un appareil qui a été mis au point par le Professeur Jocelyn Faubert, enseignant à l'école d'optométrie de l'Université de Montréal. (38) Le sportif est placé devant un écran, ou un mur où sera projeté l'image, et porte des lunettes 3D. Il apparaît devant lui un cube, d'une dimension variable suivant la taille de l'écran ou de la projection, où se situent 8 balles. Au début de l'exercice un certain nombre de balles change de couleur. Ce nombre peut aller de 2 à 4, suivant

le niveau de difficulté que l'on souhaite. Ce changement de couleur permet au sportif d'identifier les balles qu'il va devoir suivre et reconnaître.

Dès que l'identification des balles est faite, elles redeviennent de la même couleur que les autres. C'est à ce moment que les balles se mettent en mouvement. Elles font des mouvements rectilignes et chaque changement de direction se fait quand elle touche une des bords du cube ou qu'elle se heurte à une autre balle. Il y a des mouvements verticaux, horizontaux et en profondeur.

Les balles se déplacent toutes à la même vitesse, dont la valeur correspond au nombre de fois que la balle parcourt une longueur du cube en une seconde. Par exemple, la vitesse 1 signifie que la balle va d'un bord à l'autre en une seconde. (39)



Figure 9 : Photographie prise lors d'un entraînement visuel sur le logiciel Neurotracker (39)

Lors de la première visite il est nécessaire de savoir à quel niveau se situent les capacités perceptives du sportif. L'examen de base au départ est une succession de 20 fois 6 secondes de test mais le but final de l'entraînement est de travailler sur des sessions de 20 fois 8 secondes car le cerveau humain est « formaté » pour enregistrer jusqu'à 9 secondes.

La vitesse de départ est de 1. Si la réponse du sujet est juste alors la vitesse augmente pour le test suivant, si la réponse est fautive la vitesse diminue. Au bout des 20 tests réalisés, le Neurotracker nous donne la valeur maximale que peut suivre le sujet. On obtient alors la valeur de référence qui sera nécessaire de faire évoluer ou non durant les entraînements avec le Neurotracker. A chaque fois que cet examen est réalisé le Neurotracker enregistre la valeur et forme une courbe évolutive avec toutes les valeurs obtenues.

Dès que l'évolution se met à ralentir ou qu'elle ne progresse plus l'utilisateur est arrivé à un palier de son entraînement. Afin de continuer à améliorer ses capacités il est nécessaire de passer à des exercices plus difficiles :

- Dans un premier temps on passe aux exercices en faisant lever le sujet. Cette position va obliger le sujet à se concentrer sur l'exercice du Neurotracker tout en gardant l'équilibre de la position debout.
- Ensuite afin d'amplifier le contrôle du maintien de l'équilibre, on place le sujet sur une planche d'équilibre. Le fait d'être moins stable demande une forte concentration visuelle car s'associe le mouvement des balles et le mouvement du corps en déséquilibre.
- Il est possible de modifier le fond du Neurotracker. A la place d'un fond noir uni, il y a un damier qui réalise un mouvement d'avant en arrière. Ce mode est très déstabilisant. Il est nécessaire de commencer l'entraînement avec le damier en position assise pour éviter la chute du sujet car cela peut lui provoquer des vertiges.
- La dernière étape sera de rajouter une tâche liée au sport pratiqué par le sujet durant la séance sur le Neurotracker. Par exemple un basketteur va pouvoir dribbler avec une balle ou un tennisman va renvoyer une balle avec sa raquette. De plus il est possible de mettre le sujet en état de fatigue due à l'effort, en plaçant un tapis de course devant le Neurotracker par exemple.

(40)

Le Neurotracker n'est pas utile que pour les sportifs. Il est également possible de l'utiliser dans les troubles de l'apprentissage et de la concentration. Il permet l'entraînement cognitif pour tout le monde. (41)(42)(43)

C. FITLIGHT Trainer™

“Le FITLIGHT Trainer™ est un système d'entraînement cognitif et de vitesse”, innové aux Etats Unis. Il se compose de plusieurs capteurs lumineux à LED contrôlés par le biais d'un programme sur tablette. Le rôle d'un tel équipement est de modifier les techniques d'entraînements et ainsi que d'améliorer les performances humaines telles que le temps de réaction, la vitesse des mouvements, l'agilité, la précision et la coordination (œil-main et œil-pied). Cela peut aussi bien être utilisé lors d'un entraînement sportif que dans le cadre de soins de santé afin de rééduquer certaines blessures physiques ou même en cas de troubles cognitifs afin d'améliorer les capacités mentales, les perceptions et la concentration.

Les Fitlights™ sont utilisées comme des cibles devant être désactivées. L'utilisateur dispose les capteurs sur des zones stratégiques, en fonction du programme d'entraînement qu'il souhaite aborder et peut également régler manuellement les paramètres adéquats. Il peut faire varier le temps d'éclairage d'un capteur, le délai entre 2 éclairages (temps d'intervalle), la durée de l'entraînement, la couleur des LED, le mode de désactivation du capteur (par contact : le sujet doit toucher le palet pour qu'il s'éteigne ou par détection de proximité : le sujet doit passer au-dessus du capteur pour le désactiver).

Le praticien peut ainsi obtenir un suivi précis des performances du sujet.



Figure 10 : Stephen Curry, meneur dans l'équipe de basket des Warriors de Golden States en NBA, travaille avec l'outil d'entraînement FitLight™

Lors d'un entraînement visuel, cet outil est très intéressant car il permet d'entraîner le sportif à coordonner avec précision les systèmes œil/main et œil/pied. Cela développe également son champ de vision attentionnel : en étant plus attentif aux stimuli qui peuvent arriver dans son champ visuel périphérique, le sportif va petit à petit développer une capacité à analyser de nombreuses informations visuelles.

Un tel entraînement de sa vision périphérique peut avoir des conséquences notables sur sa posture : en effet, certains sportifs vont chercher l'information directement au sol en baissant la tête, ce qui induit une posture plus voutée que chez un sportif qui jette de brefs coups d'œil au sol, qui utilise plus ses mouvements oculaires et qui se sert plus efficacement de sa vision périphérique. Il sera ensuite plus facile pour lui d'analyser le jeu, les coéquipiers, les adversaires, et d'avoir une meilleure visualisation du terrain.

Le Fitlight peut être un bon outil en complément du Neurotracker. Les capteurs peuvent être disposés devant l'utilisateur lorsque celui-ci s'entraîne sur le Neurotracker. Le sportif reste focalisé sur l'écran du Neurotracker en suivant les balles en déplacement (*cf III.B. Explication du fonctionnement du Neurotracker*) et il doit désactiver les capteurs Fitlight™ dès que ceux-ci s'allument. Cela permet d'augmenter la difficulté du test, ainsi le sportif améliore également son traitement multitâche et sa dextérité. (44) (45)

III. Partie pratique

A. Méthode

L'objectif de ce mémoire était de comparer les aptitudes neurovisuelles chez des sportifs de haut niveau. Pour cela nous avons utilisé les deux systèmes d'évaluation de performance déjà décrits dans la partie théorique : Le Neurotracker et le FITLIGHT Trainer.

(1) Population cible

Trente et un sportifs ont volontairement accepté de participer à notre étude en réalisant les tests requis.

Afin d'être sûrs qu'ils aient une pratique et un entraînement régulier dans leur domaine (3 à 4 fois par semaine au minimum), les sujets inclus dans l'étude devaient être sportifs de haut niveau et faire de la compétition au niveau national au minimum.

L'âge de chaque participant devait être compris entre 18 et 35 ans car nous voulions minimiser les effets de l'âge sur les performances sportives et accommodatives. D'autant plus qu'au-delà de 35 ans le nombre de sportif de haut niveau est plus réduit.

Lors du bilan orthoptique pratiqué en début d'examen, les candidats ne devaient pas présenter de strabisme et/ou d'amblyopie, car une bonne vision binoculaire est nécessaire pour les tests en trois dimensions sur le Neurotracker.

Leur acuité visuelle monoculaire et binoculaire en vision de loin devait être à 10/10 minimum et Parinaud 2 en vision de près afin d'écarter les erreurs dues à un déficit visuel.

A l'examen de la motilité oculaire, ils ne devaient présenter aucun problème d'oculomotricité afin de permettre un bon suivi des cibles durant les tests.

Dans notre phase de recherches de candidats susceptibles de participer à notre étude, nous nous sommes rapprochés de divers établissements que fréquentent des sportifs de haut niveau : Clubs sportifs, UFR STAPS de Lyon, salles de sport, magasins d'équipement sportifs, réseaux sponsors. (*Voir annexe n°1*)

Au terme de nos multiples requêtes nous avons pu réunir seulement 31 sportifs de haut niveau dans le cadre de notre étude. Très en deçà de notre objectif de départ. Les profils étaient divers mais il y a une prédominance de rugbymen dans notre échantillon. Au total notre échantillon comptait : cinq boxeurs, un athlète, un skateur (pratiquant de la longboard vitesse) et un rugbyman que nous avons-nous même recruté.

Nous avons également pu récupérer les résultats au test du Neurotracker de vingt-trois joueurs d'une équipe de rugby du Top 14, suivis par Alexandre Debarge. Ces résultats étaient issus de leurs premiers tests sur le logiciel, réalisés dans des conditions identiques aux autres candidats que nous avons examinés. Nous les avons inclus dans notre échantillon.

Cet échantillon se composait donc de 24 sportifs pratiquant un sport collectif (rugby) et de 7 sportifs exerçant un sport individuel (boxe, athlétisme, longboard vitesse)

(2) Matériel et protocole expérimental

- Bilan orthoptique (Voir annexe n°2)

Pour faire notre bilan orthoptique nous avons commencé par un interrogatoire. Ce qui nous intéressait principalement était le type de sport pratiqué et le poste joué (pour les sports collectifs). Nous voulions aussi connaître les antécédents ophtalmologiques et les antécédents de blessures, en particulier les KO, les commotions ou les fractures au niveau de la tête (pour écarter d'éventuelles séquelles neurologiques). Il était également utile de connaître la latéralité de la main et de l'œil.

Si le sujet portait une correction optique, nous souhaitions connaître la nature de son amétropie et savoir si la correction était bien supportée. Nous avons également demandé s'ils avaient des plaintes au niveau visuel, des céphalées fréquentes, des vertiges...

Sur chacun de nos sujets, nous avons commencé par faire une prise d'acuité visuelle de loin et de près, afin de vérifier qu'ils rentraient bien dans les critères de notre étude. De plus, pour contrôler que tous les critères d'inclusions soient réunis, nous avons fait un examen sous écran et une motilité pour vérifier le bon état oculomoteur.

Afin d'avoir un bilan orthoptique complet nous avons fait le test de stéréoscopie TNO, une mesure de l'angle de phorie à la baguette de Maddox et les vergences aux prismes.

- Neurotracker

Nous avons projeté le Neurotracker sur un mur blanc. Le sportif était assis sur une chaise placée à 3m de l'écran. La surface du cube 3D du Neurotracker dans lequel se mouvaient les balles était de 1,5 mètres cube. Afin de percevoir les balles projetées en relief, le sujet devait porter des lunettes 3D.

L'exercice que nous avons choisi de réaliser pour notre étude se déroulait de la façon suivante. Le Neurotracker était réglé de façon à ce qu'il y ait huit balles à l'écran. Le sujet a dû en suivre quatre parmi les huit. Il a pu les identifier, car avant leur mise en mouvement, elles ont changé de couleur pendant 4 secondes. Les balles se sont ensuite mises en déplacement pendant 6 secondes. A l'issue du

déplacement, le sportif a dû nous énoncer la position des quatre balles initialement identifiées.

Pour une réponse correcte, la vitesse lors du prochain tour est augmentée et en cas d'erreur elle est diminuée. Le test est répété 20 fois.

La succession de bonnes et de mauvaises réponses ont permis au Neurotracker de faire une estimation de la valeur de la vitesse que pouvait suivre le sportif dans ses prises d'informations.

- Fitlight :

Le sportif était debout face au mur, le but étant de toucher un maximum de capteurs pendant une minute.

Cinq capteurs lumineux (à LED) étaient collés au mur. Leur disposition était la suivante : quatre des capteurs formaient un carré de 1m de côté et le cinquième était placé au centre, à hauteur de torse. Les capteurs du Fitlight étaient réglés de manière à détecter les mouvements dès lors que la main du sujet passait à une distance inférieure à 10 cm du capteur.

Dès l'examen lancé, les diodes s'allumaient alternativement et aléatoirement pendant une durée de 0,5 secondes. Lors de ce laps de temps, le sportif devait venir effleurer (le contact direct étant facultatif) le capteur pour que celui-ci soit comptabilisé comme "**touché**". Un capteur non touché était comptabilisé comme étant "**raté**".

Le logiciel calculait également un **temps de réaction moyen Δt** (en secondes).

$$\Delta t = t_0 - t_1$$

t_0 : temps à partir duquel la diode Fitlight s'allume (en s)

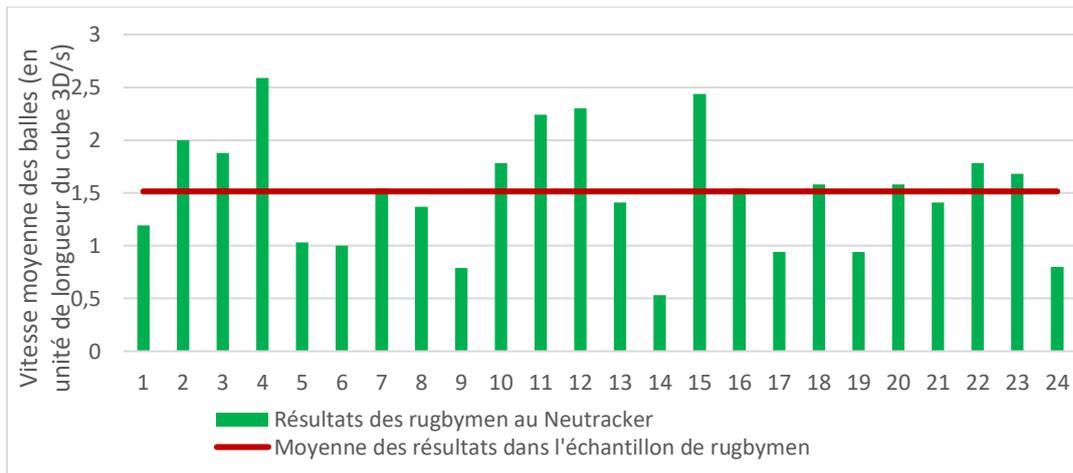
t_1 : temps au bout duquel le sportif a placé sa main devant le capteur (en s)

A la fin du test, le logiciel nous donnait le nombre de capteurs touchés en minute, ainsi que le nombre de loupés et le temps de réaction moyen lors de l'exercice.

B. Hypothèse

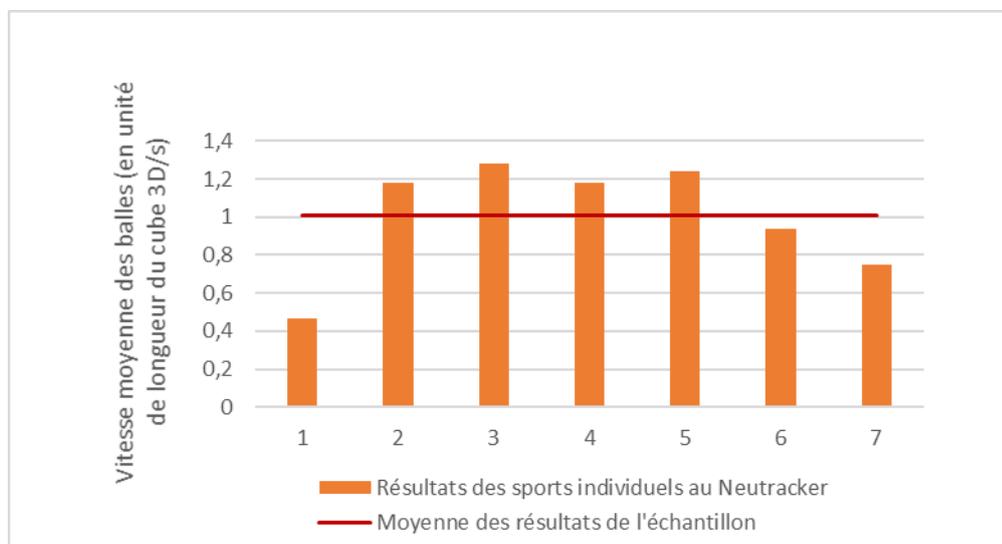
Hypothèse : les aptitudes neurovisuelles sont globalement les mêmes chez tous les sportifs de haut niveau et sont en moyenne supérieures à celles d'un individu lambda.

En effet nous pensions que du fait de leurs entraînements réguliers et répétés, les sportifs ont perfectionné leur aptitudes neurovisuelles, et ainsi gagné en rapidité et en finesse visuo-spatiale. Cette pratique régulière de leur sport, en entraînement et en compétition, leur a permis de solliciter leur attention visuelle périphérique et ainsi de contribuer au développement de stratégies neurovisuelles.



Graphe 2 : Histogramme représentant les résultats des sports collectifs au test du Neurotracker

La moyenne des valeurs pour les sportifs collectifs était de 1.51 avec un écart type de 0.55. Dans ce graphique, nous avons regroupé les résultats des sujets faisant un sport collectif. Nous avons donc noté que les aptitudes à analyser une scène visuelle en mouvement est toujours très différente d'un individu à l'autre.

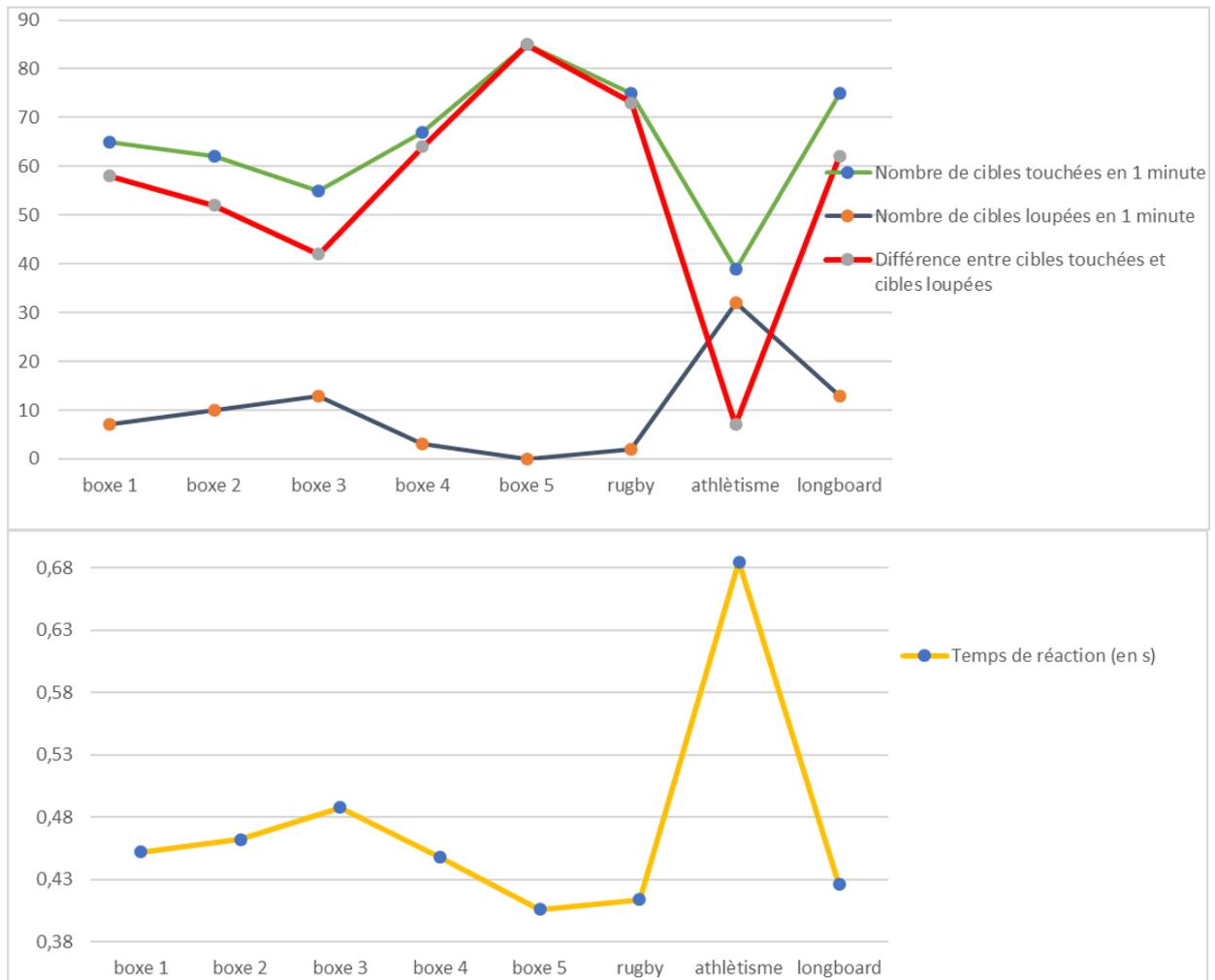


Graphe 3 : Histogramme représentant les résultats des sports individuels au test du Neurotracker

La moyenne des valeurs pour les sportifs individuels était de 1.01 avec un écart type de 0.30. Ce graphique présente les résultats obtenus des sujets faisant un sport individuel. On peut voir que les résultats sont plus homogènes.

- Fitlight

Nous n'avons pas les données de ce test pour tous les 31 participants car l'équipe de rugby a été testé par Alexandre Debarge avant le début de nos investigations pour le mémoire. Voici dans un graphique les résultats obtenus avec les 8 sportifs examinés.



Graphe 4 : Courbes représentant les résultats au test du Fitlight

En une minute, la moyenne des cibles atteintes par les sportifs était de 65,38 cibles. Lors de l'examen ils ont loupé en moyenne 10 cibles en une minute. On voit que les résultats sont assez variables d'un sujet à l'autre. Certains ont eu des temps de réaction plus rapides avec peu de loupés (comme le boxeur n°5, le rugbyman et le longboardeur). D'autres sujets ont eu des temps de réactions plus lents et ont peu de cibles atteintes et un grand nombre de loupés comme le boxeur n°3 et l'athlète.

La moyenne des temps de réaction était de 0.473s

IV. Discussion

L'objectif de notre recherche est de vérifier si les aptitudes neurovisuelles sont similaires chez les sportifs de haut niveau. Pour réaliser cette étude nous avons utilisé deux tests, le Neurotracker et le Fitlight.

Pour le Neurotracker nous avons pu étudier la capacité à évaluer une scène visuelle à différentes vitesses. Nous voyons que les résultats sont très variables. Cependant on note une différence entre sportifs collectifs et sportifs individuels. En effet au sein de la population de sport collectif les mesures sont très variables d'un sujet à l'autre, les valeurs vont de 0.57 à 2.59. Pour les sports individuels les valeurs sont moins variables, la moyenne est de 1.01 avec un individu à 0.47. La différence entre ces deux populations peut être due au petit nombre de sportifs individuels par rapport au nombre de sportifs collectifs dans notre étude. Cette homogénéité des valeurs pour les sports individuels est mise en évidence par l'écart type, de 0.30, inférieur à l'écart type des mesures pour le sport collectif, qui est de 0.55.

Dans la population générale, d'après les travaux de D. Tullo, J.Faubert, J. Guy et A. Bertone (42), le résultat moyen au Neurotracker est de 0,5. Malgré que les résultats soient très variables, on remarque que 93.5% de nos sujets sont au-dessus de ce score. Ils n'ont pas tous les mêmes aptitudes neurovisuelles mais ils sont tout de même au-dessus de la moyenne.

Pour le Fitlight, notre population étudiée est réduite. On a pu mesurer le temps de réponse moteur après une stimulation lumineuse. Nous remarquons que la moyenne de cibles atteintes au Fitlight est de 65.38 pour une moyenne de cibles loupées de 14.08. Cependant le sujet 6 a toujours des résultats très différents du reste de l'échantillon. Nous pouvons peut-être émettre des doutes sur la bonne compréhension du test.

Nous pouvons voir que des sportifs de haut niveau n'ont pas tous les mêmes aptitudes neuro-visuelles. Cependant nous remarquons que pour des sports individuels les résultats sont plus homogènes que pour des sports collectifs.

L'interprétation de ces tests peut être biaisée par différents facteurs. La différence des entraînements d'un sport à l'autre, certains sports n'ont pas de structure professionnelle car ils ne sont pas assez développés en France. L'expérience durant le développement dans la jeunesse n'est pas la même d'un individu à l'autre et elle a pu développer plus ou moins les aptitudes d'un individu.

Les limites de notre étude se situent aussi dans le fait que nous ayons peu de sports différents représentés dans notre population. Est-ce que d'autres pratiques sportives nous auraient donné des résultats différents ? De plus le petit nombre de sujet pratiquant un sport individuel nous donne un résultat qui n'est peut-être pas à l'image d'une population plus large.

A la fin de notre étude plusieurs questions peuvent se poser. Est-ce que l'entraînement neuro-visuel peut-il apporter un avantage au sportif qui le pratique ?

Est-ce que dans un sport collectif, les individus ayant le même poste dans le jeu ont les mêmes aptitudes neurovisuelles ? Existe-il une réelle différence entre sportif collectif et sportif individuel ?

L'orthoptie pratiquée dans l'entraînement de sportifs de haut niveau n'en est qu'à ses débuts. Il reste encore un grand nombre de questions que l'on peut se poser à ce sujet ainsi que de nombreuses méthodes de travail à mettre au point.

V. Conclusion

Nous nous sommes initialement intéressés à ce sujet afin d'en apprendre plus sur les performances visuelles des sportifs et sur le rôle du métier d'orthoptiste dans la rééducation pratiquée chez les sportifs pour améliorer leurs performances visuelles.

L'orthoptie pratiquée dans l'entraînement de sportifs de haut niveau n'en est qu'à ses débuts. Il reste encore un grand nombre de questions que l'on peut se poser à ce sujet ainsi que de nombreuses méthodes de travail à mettre au point.

Notre hypothèse de départ était que les aptitudes neurovisuelles sont les mêmes chez tous les sportifs de haut niveau. A l'issue de ce mémoire, nous ne pouvons malheureusement pas y répondre de manière significative du fait du faible effectif de notre étude.

Cependant nous avons pu constater que les sportifs pratiquant une activité collective avaient des résultats plus variables que des sportifs qui ont une activité individuelle.

Ce mémoire nous a beaucoup apporté sur le plan personnel car il nous a permis d'en apprendre énormément sur cette facette du métier, qui nous était inconnue jusqu'alors mais qui est pourtant en plein essor en France actuellement.

S'il s'avère que cette différence est mise en évidence par une étude sur un échantillon plus grand. Serait-il possible d'adapter l'entraînement neurovisuel pour les sportifs afin qu'il soit adapté aux attentes du sport qu'il pratique ?

L'orthoptie pratiquée dans l'entraînement de sportifs de haut niveau n'en est qu'à ses débuts. Il reste encore un grand nombre de questions que l'on peut se poser à ce sujet ainsi que de nombreuses méthodes de travail à mettre au point.

VI. Bibliographie

- (1) Anatomie de l'Œil : la rétine [Internet]. Disponible sur: http://www.fnro.net/ophtalmologie/Anatomie/AnatOE_Retine/AnatOE_Retine.html
- (2) Couches cellulaires de la rétine (adapté de Saidha et al. 2010). La... | Download Scientific Diagram [Internet].
- (3) Brunet-manquat, Benjamin. « Chapitre 2 – La rétine », s. d., 6.
- (4) Les cibles visuelles. [Internet] Disponible sur: http://theses.univ-lyon2.fr/documents/getpart.php?id=lyon2.2002.fort_a&part=57800
- (5) LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX! [Internet]. [cité 5 janv 2019]. Disponible sur: http://lecerveau.mcgill.ca/flash/i/i_02/i_02_cr/i_02_cr_vis/i_02_cr_vis.html
- (6) Warnking J, Dojat M, Delon-Martin C, Richard N, Segebarth C. Délinéation des aires visuelles rétinotopiques chez le sujet individuel à l'aide de l'IRM fonctionnelle. /data/revues/16310748/v0007i03/04000487/
- (7) Rétinotopie des aires visuelles chez l'homme — Site des ressources d'ACCES pour enseigner la Science de la Vie et de la Terre [Internet]. [cité 5 janv 2019].
- (8) Livingstone M, Hubel D. Segregation of form, color, movement, and depth: anatomy, physiology, and perception. Science. 6 mai 1988;240(4853):740-9.
- (9) La Complémentarité Œil-Cerveau [Internet]. [cité 5 janv 2019]. Disponible sur: <http://avignaud.net/oeil-cerveau.html>
- (10) Le traitement cérébral de l'information visuelle — Site des ressources d'ACCES pour enseigner la Science de la Vie et de la Terre [Internet]. [cité 5 janv 2019].
- (11) aires-corticales | 1ere S SVT [Internet]. [cité 5 janv 2019]. Disponible sur : <https://svt1eres.wordpress.com/vision-theme-3c/seance-4-cerveau-et-vision/aires-corticales/>
- (12) LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX! [Internet]. [cité 5 janv 2019]. Disponible sur: http://lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d_02/d_02_cr/d_02_cr_vis/d_02_cr_vis.html
- (13) La vision de l'oeil au cerveau [Internet]. Unité Fonctionnelle Vision et Cognition. 2011 [cité 5 janv 2019]. Disponible sur: <https://www.vision-et-cognition.com/vision-et-cognition/la-vision-de-loeil-au-cerveau/>
- (14) Penfield W, Boldrey E. SOMATIC MOTOR AND SENSORY REPRESENTATION IN THE CEREBRAL CORTEX OF MAN AS STUDIED BY ELECTRICAL STIMULATION. Brain. 1 déc 1937;60(4):389-443.
- (15) LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX! [Internet]. [cité 5 janv 2019]. Disponible sur: http://lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d_06/d_06_cr/d_06_cr_mou/d_06_cr_mou.html
- (16) RÉFLEXE : Définition de RÉFLEXE [Internet]. [cité 5 janv 2019]. Disponible sur: <http://www.cnrtl.fr/definition/r%C3%A9flexe>

- (17) Reflexe.pdf [Internet]. [cité 5 janv 2019]. Disponible sur: <http://passeport.univ-lille1.fr/site/biologie/Reflexe/Reflexe.pdf>
- (18) Le réflexe vestibulo-oculaire — Site des ressources d'ACCES pour enseigner la Science de la Vie et de la Terre [Internet]. [cité 5 janv 2019].
- (19) Muscles oculomoteurs | Le Guide De La Vue [Internet]. [cité 5 janv 2019].
- (20) L'anatomie des muscles oculomoteurs - Pôle Vision Val d'Ouest - Centre spécialiste de l'ophtalmologie à Lyon [Internet]. [cité 5 janv 2019].
- (21) Anatomie de l'Œil : les muscles oculomoteurs [Internet]. [cité 5 janv 2019]. Disponible sur: http://www.fnro.net/ophtalmologie/Anatomie/AnatOE_MusclOculomoteur/AnatOE_MusclOculomoteur.html
- (22) Le support anatomique des mouvements oculaires — Site des ressources d'ACCES pour enseigner la Science de la Vie et de la Terre [Internet]. [cité 5 janv 2019]
- (23) Faubert J, Barthés S. Entraînement perceptivo-cognitif chez l'athlète. *Ophtalmo autrement*. 2013;11 13-16
- (24) Cavanagh P, Alvarez GA. Tracking multiple targets with multifocal attention. *Trends in Cognitive Sciences*. 1 juill 2005;9(7):349-54
- (25) Bidet-Ildei C, Orliaguet J-P, Coello Y. Rôle des représentations motrices dans la perception visuelle des mouvements humains. *L'Année psychologique*. 2011;Vol. 111(2):409-45.
- (26) Michael GA. *Neuroscience cognitive de l'attention visuelle*. [Texte imprimé] [Internet]. Marseille : Solal, DL 2007.; 2007. (Neurosciences cognitives).
- (27) Tresilian JR. Perceptual and motor processes in interceptive timing. *Human Movement Science*. 1 août 1994;13(3):335-73
- (28) *Neurosciences du sport : traitement des informations visuelles, prises de décision et réalisation de l'action en sport*. [Internet]. [Paris] : I.N.S.E.P., 1987; page 41.
- (29) Lemaire P, Bherer L. *Psychologie du vieillissement: Une perspective cognitive*. De Boeck Supérieur; 2005. 478 p.
- (30) Siéoff É, Drozda-Senkowska E, Ergis A-M, Moutier S. *Psychologie de l'anticipation*. Armand Colin; 2014. 149 p.
- (31) Murphy S, Jenkins S. *The Oxford Handbook of Sport and Performance Psychology*. *International Journal of Sports Science & Coaching*. mars 2013;8(1):259-64
- (32) Huguet S. Améliorer ses capacités de concentration [Internet]. [cité 5 janv 2019]. Disponible sur: <https://www.psychologiesport.fr/amelioration-concentration/>
- (33) Bekkering H, Abrams RA, Pratt J. Transfer of saccadic adaptation to the manual motor system. *Human Movement Science*. sept 1995;14(2):155-64.

- (34) Coordination Oeil-Main - Habilité Cognitive [Internet]. [cité 5 janv 2019]. Disponible sur: <https://www.cognifit.com/fr/science/capacites-cognitives/coordination-motrice>
- (35) Azémar G, Stein J-F, Ripoll H. Effets de la dominance oculaire sur la coordination œil-main dans les duels sportifs. *Science & Sports*. 1 déc 2008;23(6):263-77.
- (36) Vitesse d'un palet de hockey sur glace, poids du palet de hockey sur glace [Internet]. *Option Sport*. 2014 [cité 5 janv 2019]. Disponible sur: <https://www.option-sport.fr/hockey-glace-vitesse-force/>
- (37) Jocelyn FAUBERT. La recherche à l'UdeM. [Internet]. [cité 5 janv 2019]. Disponible sur: <https://recherche.umontreal.ca/nos-chercheurs/repertoire-des-professeurs/professeur/is/in13620/>
- (38) Your Guide to NeuroTracker Scores [Internet]. *NeuroTracker*. 2018 [cité 5 janv 2019]. Disponible sur: <https://neurotracker.net/2018/05/30/guide-neurotracker-scores/>
- (39) Les différents niveaux de l'entraînement NeuroTracker [Internet]. [cité 5 janv 2019]. Disponible sur: <https://neurotracker.net/2016/02/10/video-differents-niveaux-neurotracker/>
- (40) Corbin-Berrigan L-A, Kowalski K, Faubert J, Christie B, Gagnon I. Three-dimensional multiple object tracking in the pediatric population: the NeuroTracker and its promising role in the management of mild traumatic brain injury. *NeuroReport*. 2 mai 2018;29(7):559.
- (41) Fonctions cognitives : la clé de l'amélioration [Internet]. *NeuroTracker*. 2016 [cité 5 janv 2019]. Disponible sur: <https://neurotracker.net/2016/02/04/performance-des-eleves/>
- (42) Tullo D, Guy J, Faubert J, Bertone A. Training with a three-dimensional multiple object-tracking (3D-MOT) paradigm improves attention in students with a neurodevelopmental condition: a randomized controlled trial. *Dev Sci*. 2018;21(6):e12670.
- (43) Speed and Agility Training System For Athletes | FITLIGHT Trainer™ [Internet]. [cité 5 janv 2019]. Disponible sur: https://www.fitlighttraining.com/?fbclid=IwAR0HrwsZGiMatXl-64eideiTYEkH_movxQxW3N8yvDOtNfPf0DucLOyK3wA
- (44) Manuel d'utilisateur du Fitlight™

Annexes

ANNEXE 1 : affiche de démarchage pour la recherche de candidats

RECHERCHE CANDIDATS POUR MEMOIRE ORTHOPTIE

Vous êtes **sportif de haut niveau** et souhaitez participer à une étude comparative sur les aptitudes visuelles des sportifs.

Nous vous proposons de tester gratuitement vos **capacités visuelles** grâce à une session sur logiciel 3D Neurotracker (www.eyesports.fr)

le samedi 30 mars 2019

(durée totale 30 minutes environ)



Le Neurotracker est un logiciel qui permet dans un premier temps d'évaluer les performances visuelles de suivi de cibles mobiles. Lorsqu'il est utilisé régulièrement lors des entraînements, il améliore le traitement multitâche, la concentration et l'anticipation visuelle.

Des sportifs de renoms tels que Romain Grosjean et Novak Djokovic ainsi que de nombreuses équipes (All Blacks, Manchester United, Canucks de Vancouver, Yankees de New York..) utilisent régulièrement ce type de logiciel lors de leurs entraînements.

Si vous souhaitez participer ou pour plus d'infos, contactez-nous :

Marie FABIE
06.17.70.93.32
marie.fabie.12@gmail.com

Florentin PHILBOIS
06.47.86.93.82
f.philbois2@gmail.com

ANNEXE 2 : Résultats aux bilans orthoptiques

BILAN ORTHOPTIQUE

Nom / Prénom : AL

Date de naissance : 16/03/1998

Sport pratiqué : RUGBY

→ Si sport collectif, quel poste ? demi de mêlée

Antécédents ophtalmologiques : R.A.S.

→ Port de correction : ~~OUI~~ / **NON** (si oui : LUNETTES ou LENTILLES)

→ Suivi ophtalmologique : **OUI** / ~~NON~~

→ Rééducation orthoptique antérieure ? ~~OUI~~ / **NON** (si oui : motif)

Commotion cérébrale / KO : **OUI** / ~~NON~~ (si oui , en quelle année ? 2015)

Latéralité : Droitier

Gaucher

Ambidextre

Œil directeur : Droit

Gauche

Signes fonctionnels : R.A.S.

Acuité visuelle : VL : 10/10 ODG VP : P1,5 ODG

Examen sous écran : VL : orthophorique
VP : exophorie

Motilité oculaire : D/G dans le regard en haut à gauche, OID
hyperactif et DSG hypoactif

Punctum proximum de convergence : Converge jusqu'au nez

Phorie mesurée à la Baguette de Maddox : VL : 0 dp VP : 1 dp d'exophorie

Stéréoscopie au TNO : 60 secondes d'arc

Fusion aux prismes : D 6 dp C 35 dp C' 45 dp D' 6 dp

Score au Neurotracker : 0.8

Résultats au Fitlight en 1 minute :

→ Nombre de cibles touchées : 75

→ Nombre de cibles loupées : 2

→ Temps de réaction : 0.414 secondes

BILAN ORTHOPTIQUE

Nom / Prénom : AU

Date de naissance : 23/07/1986

Sport pratiqué : BOXE MMA

→ Si sport collectif, quel poste ?

Antécédents ophtalmologiques : tractions vitréennes ODG en 2015 (a eu du laser ODG) + DR OG en 2019 (opéré à HEH)

→ Port de correction : ~~OUI~~ / **NON** (si oui : LUNETTES ou LENTILLES)

→ Suivi ophtalmologique : **OUI** / ~~NON~~

→ Rééducation orthoptique antérieure ? ~~OUI~~ / **NON** (si oui : motif))

Commotion cérébrale / KO : **OUI** / ~~NON~~ (si oui , en quelle année ?))

Latéralité : Droitier

Gaucher

Ambidextre

Œil directeur : Droit

Gauche

Signes fonctionnels : R. A. S .

Acuité visuelle : VL : 10/10 ODG VP : P1,5 ODG

Examen sous écran : VL : exophorie

VP : exophorie

Motilité oculaire : RAS

Punctum proximum de convergence : Converge jusqu'au nez

Phorie mesurée à la Baguette de Maddox : VL: 1 dp d'exophorie

VP: 2 dp d'exophorie

Stéréoscopie au TNO : 60 secondes d'arc

Fusion aux prismes : D 1 dp

C 14 dp

C' 12 dp

D' 14 dp

Score au Neurotracker : 1.18

Résultats au Fitlight en 1 minute :

→ Nombre de cibles touchées : 65

→ Nombre de cibles loupées : 7

→ Temps de réaction : 0.452 secondes

BILAN ORTHOPTIQUE

Nom / Prénom : LF

Date de naissance : 14/09/2000

Sport pratiqué : BOXE THAI

→ Si sport collectif, quel poste ?

Antécédents ophtalmologiques : R.A.S

→ Port de correction : ~~OUI~~ / **NON** (si oui : LUNETTES ou LENTILLES)

→ Suivi ophtalmologique : **OUI** / **NON**

→ Rééducation orthoptique antérieure ? ~~OUI~~ / **NON** (si oui : motif))

Commotion cérébrale / KO : **OUI** / **NON** (si oui, en quelle année ?))

Latéralité : Droitier

Gaucher

Ambidextre

Œil directeur : Droit

Gauche

Signes fonctionnels : R.A.S

Acuité visuelle : VL : 10/10 ODG VP : P1,5 ODG

Examen sous écran : VL : orthoporique

VP : ésophorie

Motilité oculaire : RAS

Punctum proximum de convergence : Converge jusqu'au nez

Phorie mesurée à la Baguette de Maddox : VL: 3 dp d'ésophorie

VP: 10 dp d'ésophorie

Stéréoscopie au TNO : 60 secondes d'arc

Fusion aux prismes : D 8 dp

C 20 dp

C' 30 dp

D' 6 dp

Score au Neurotracker : 1.19

Résultats au Fitlight en 1 minute :

→ Nombre de cibles touchées : 55

→ Nombre de cibles loupées : 13

→ Temps de réaction : 0.488 secondes

BILAN ORTHOPTIQUE

Nom / Prénom : JB

Date de naissance : 28/01/1988

Sport pratiqué : BOXE MMA

→ Si sport collectif, quel poste ?

Antécédents ophtalmologiques : R.A.S

→ Port de correction : ~~OUI~~ / **NON** (si oui : LUNETTES ou LENTILLES)

→ Suivi ophtalmologique : **OUI** / ~~NON~~

→ Rééducation orthoptique antérieure ? ~~OUI~~ / **NON** (si oui : motif))

Commotion cérébrale / KO : **OUI** / **NON** (si oui , en quelle année ?))

Latéralité : Droitier

Gaucher

Ambidextre

Œil directeur : Droit

Gauche

Signes fonctionnels : Fatigue visuelle, sensation de forcer sur ses yeux

Acuité visuelle : VL : 10/10 ODG VP : P1,5 ODG

Examen sous écran : VL : semble orthoporique

VP : semble orthoporique

Motilité oculaire : RAS

Punctum proximum de convergence : Converge jusqu'au nez

Phorie mesurée à la Baguette de Maddox : VL : 4 dp d'exophorie

VP : 2 dp d'ésophorie

Stéréoscopie au TNO : 60 secondes d'arc

Fusion aux prismes : D 6 dp

C 16 dp

C' 30 dp

D' 10 dp

Score au Neurotracker : 1.28

Résultats au Fitlight en 1 minute :

→ Nombre de cibles touchées : 62

→ Nombre de cibles loupées : 10

→ Temps de réaction : 0.462 secondes

BILAN ORTHOPTIQUE

Nom / Prénom : EE

Date de naissance : 24/03/1995

Sport pratiqué : ATHLETISME

→ Si sport collectif, quel poste ?

Antécédents ophtalmologiques : R.A.S

→ Port de correction : ~~OUI~~ / **NON** (si oui : LUNETTES ou LENTILLES)

→ Suivi ophtalmologique : ~~OUI~~ / **NON**

→ Rééducation orthoptique antérieure ? ~~OUI~~ / **NON** (si oui : motif))

Commotion cérébrale / KO : ~~OUI~~ / **NON** (si oui , en quelle année ?))

Latéralité : Droitier

Gaucher

Ambidextre

Œil directeur : Droit

Gauche

Signes fonctionnels : R.A.S

Acuité visuelle : VL : 10/10 ODG VP : P1,5 ODG

Examen sous écran : VL : exophorie
VP : ésophorie

Motilité oculaire : RAS

Punctum proximum de convergence : Rompt sa fusion OG à 2cm du nez

Phorie mesurée à la Baguette de Maddox : VL: 4 dp d'exophorie
VP: 2 dp d'ésophorie

Stéréoscopie au TNO : 60 secondes d'arc

Fusion aux prismes : D 6 dp C 25 dp C' 40 dp D' 12 dp

Score au Neurotracker : 0.47

Résultats au Fitlight en 1 minute :

→ Nombre de cibles touchées : 39

→ Nombre de cibles loupées : 32

→ Temps de réaction : 0.681 secondes

BILAN ORTHOPTIQUE

Nom / Prénom : YM

Date de naissance : 17/11/1997

Sport pratiqué : LONGBOARD VITESSE

→ Si sport collectif, quel poste ?

Antécédents ophtalmologiques : R.A.S

→ Port de correction : ~~OUI~~ / **NON** (si oui : LUNETTES ou LENTILLES)

→ Suivi ophtalmologique : **OUI** / **NON**

→ Rééducation orthoptique antérieure ? ~~OUI~~ / **NON** (si oui : motif))

Commotion cérébrale / KO : **OUI** / **NON** (si oui , en quelle année ?))

Latéralité : Droitier

Gaucher

Ambidextre

Œil directeur : Droit

Gauche

Signes fonctionnels : R.A.S

Acuité visuelle : VL : 10/10 ODG VP : P1,5 ODG

Examen sous écran : VL : exophorie

VP : exophorie

Motilité oculaire : RAS

Punctum proximum de convergence : Converge jusqu'au nez

Phorie mesurée à la Baguette de Maddox : VL: 4 dp d'exophorie

VP: 2 dp d'ésophorie

Stéréoscopie au TNO : 60 secondes d'arc

Fusion aux prismes : D 2 dp

C 30 dp

C' 35 dp

D' 12 dp

Score au Neurotracker : 1.18

Résultats au Fitlight en 1 minute :

→ Nombre de cibles touchées : 75

→ Nombre de cibles loupées : 13

→ Temps de réaction : 0.426 secondes

BILAN ORTHOPTIQUE

Nom / Prénom : CD

Date de naissance : 30/11/1986

Sport pratiqué : KICK BOXING

→ Si sport collectif, quel poste ?

Antécédents ophtalmologiques : R.A.S

→ Port de correction : **OUI** / NON (si oui : ~~LUNETTES~~ ou **LENTILLES**)

→ Suivi ophtalmologique : **OUI** / NON

→ Rééducation orthoptique antérieure ? ~~OUI~~ / **NON** (si oui : motif))

Commotion cérébrale / KO : **OUI** / **NON** (si oui , en quelle année ?))

Latéralité : Droitier

Gaucher

Ambidextre

Œil directeur : Droit

Gauche

Signes fonctionnels : R.A.S

Acuité visuelle : VL : 10/10 ODG VP : P1,5 ODG

Examen sous écran : VL : exophorie

VP : exophorie

Motilité oculaire : RAS

Punctum proximum de convergence : Converge jusqu'au nez

Phorie mesurée à la Baguette de Maddox : VL: 2 dp d'exophorie

VP: 2 dp d'exophorie

Stéréoscopie au TNO : 60 secondes d'arc

Fusion aux prismes : D 10 dp C 30 dp C' 40 dp D' 14 dp

Score au Neurotracker : 0.75

Résultats au Fitlight en 1 minute :

→ Nombre de cibles touchées : 85

→ Nombre de cibles loupées : 0

→ Temps de réaction : 0.406 secondes

BILAN ORTHOPTIQUE

Nom / Prénom : LT

Date de naissance : 04/08/1999

Sport pratiqué : BOXE MMA

→ Si sport collectif, quel poste ?

Antécédents ophtalmologiques : R.A.S

→ Port de correction : ~~OUI~~ / **NON** (si oui : LUNETTES ou LENTILLES)

→ Suivi ophtalmologique : ~~OUI~~ / **NON**

→ Rééducation orthoptique antérieure ? ~~OUI~~ / **NON** (si oui : motif))

Commotion cérébrale / KO : ~~OUI~~ / **NON** (si oui , en quelle année ?))

Latéralité : Droitier

Gaucher

Ambidextre

Œil directeur : Droit

Gauche

Signes fonctionnels : R.A.S

Acuité visuelle : VL : 10/10 ODG VP : P1,5 ODG

Examen sous écran : VL : légère exophorie
VP : semble orthophorique

Motilité oculaire : RAS

Punctum proximum de convergence : Converge jusqu'au nez

Phorie mesurée à la Baguette de Maddox : VL: 2 dp d'exophorie
VP: 0 dp

Stéréoscopie au TNO : 60 secondes d'arc

Fusion aux prismes : D 8 dp C 20 dp C' 35 dp D' 12 dp

Score au Neurotracker : 0.94

Résultats au Fitlight en 1 minute :

→ Nombre de cibles touchées : 67

→ Nombre de cibles loupées : 3

→ Temps de réaction : 0.451 secondes