



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

Creative commons : Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale
- Pas de Modification 4.0 France (CC BY-NC-ND 4.0)



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr>



Université Claude Bernard  Lyon 1

INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE LA RÉADAPTATION

Directeur Professeur Jacques LUAUTE

COMPARAISON DES APTITUDES VISUELLES CHEZ UN GROUPE DE SPORTIFS DE HAUT NIVEAU ET UN GROUPE DE NON SPORTIFS

MÉMOIRE présenté pour l'obtention du

CERTIFICAT DE CAPACITÉ D'ORTHOPTISTE

par

OLIVIER Anouk
ZINUTTI Constance

Autorisation de reproduction

LYON, le

(date de soutenance)

Professeur Ph. DENIS
Responsable de l'Enseignement
Mme E. LAGEDAMONT
Directrice des Études

N° (du permis d'imprimer)



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. ROLLAND Pierre

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
Pr LUAUTE Jacques

Comité de Coordination des
Etudes Médicales (CEM)
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

Institut National Supérieur du Professorat et de l'éducation (INSPé)

Directeur

M. CHAREYRON Pierre

UFR de Sciences et Technologies

Directeur

M. ANDRIOLETTI Bruno

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 à exprimer de sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire de fin d'étude, en commençant par Madame Pauline LECAT pour nous avoir suivies en qualité de Maître de mémoire. Notre étude comparative n'aurait pas vu le jour sans sa participation et ses réponses à nos questions.

Nous remercions tous les professionnels de santé visuelle avec lesquels nous avons pu échanger tout au long de cette année, notamment Madame Myriam PROST pour son investissement et ses précieux conseils. Nous remercions également Monsieur Nicolas MARCHAIS pour sa disponibilité et pour l'apport d'informations cruciales à notre mémoire.

De plus, nous remercions le Professeur Philippe DENIS, Directeur de l'enseignement de l'École d'Orthoptie de Lyon et chef du service d'ophtalmologie de l'Hôpital de la Croix Rousse de Lyon.

Par ailleurs, nous souhaitons remercier l'équipe enseignante de l'École d'Orthoptie de Lyon pour nous avoir accompagnées pendant toute la durée de notre formation, en particulier Mme Estelle LAGEDAMONT, responsable pédagogique de l'École d'Orthoptie de Lyon pour son enseignement et sa bonne humeur. Nous remercions par la même occasion tous les médecins, internes et orthoptistes rencontrés sur nos lieux de stages pour la transmission de leur savoir.

Nous remercions les membres du bureau national 2022-2023 de la Fédération Française des Étudiants en Orthoptie pour leur volontariat et leur joie de vivre.

Enfin, nous souhaitons remercier nos familles et ami.e.s pour nous avoir soutenues pendant nos trois années d'études. Ces années d'études n'auraient pas été les mêmes sans leur présence. Un grand merci à eux.

Table des matières

I.	Introduction	p.6
II.	Contexte théorique	p.7
	II.A. Anatomie.....	p.7
	II.A.1 Les voies optiques.....	p.7
	a. La rétine.....	p.7
	b. Le nerf optique.....	p.8
	c. Le chiasma optique.....	p.8
	d. Bandelettes optiques.....	p.8
	e. Corps genouillée externe.....	p.8
	f. Les radiations optiques.....	p.9
	g. Cortex visuel.....	p.9
	II.A.2 L'oculomotricité.....	p.10
	II.B. Les aptitudes visuelles susceptibles d'impacter les performances sportives.....	p.13
	II.B.1 L'acuité visuelle.....	p.14
	II.B.2 Le champ visuel.....	p.15
	II.B.3 La vision des contrastes.....	p.16
	II.B.4 L'accommodation.....	p.16
	II.B.5 La profondeur de champ.....	p.17
	II.B.6 La motricité conjuguée.....	p.18
	II.B.7 La fusion.....	p.19
	II.B.8 La dominance oculaire.....	p.19
	II.B.9 La vision des couleurs.....	p.20
	II.C. Outils d'évaluation de la fonction visuelle.....	p.21
	II.C.1 Bilan orthoptique classique.....	p.21
	a. Interrogatoire.....	p.21
	b. Prise d'acuité visuelle.....	p.21
	c. L'examen sous écran et la motilité oculaire.....	p.21
	d. La vergences aux prismes.....	p.22
	e. Evaluation de la vision stéréoscopique.....	p.23
	f. Evaluation de la vision des couleurs.....	p.23
	II.C.2 L'E(ye)Motion.....	p.24
	a. L'empan visuo-attentionnel.....	p.24
	b. La fenêtre attentionnelle.....	p.25
III.	Contexte pratique	p.26
	III.A. Critères d'inclusion.....	p.26
	III.B. Protocole expérimental.....	p.26
	III.C. Hypothèse.....	p.27
	III.D. Résultats et étude comparative.....	p.27
IV.	Discussion	p.38
V.	Conclusion	p.39
VI.	Bibliographie	p.40
VII.	Annexes	p.41

I. Introduction

L'orthoptie est un domaine en constante évolution et offre aujourd'hui un très large champ de compétences. Grâce à l'essor de nouvelles technologies, une nouvelle prise en charge orthoptique voit le jour pouvant ainsi toucher une nouvelle patientèle et un plus large champ d'aptitudes à traiter.

Nous pouvons notamment constater ce renouveau avec l'essor de la prise en charge orthoptique chez les sportifs de haut niveau. En effet, la vision joue un rôle essentiel dans la réalisation des mouvements, en traitant plus de 85% des informations de notre environnement et ainsi ne peut être dissociée du corps.(1)

C'est pourquoi, aujourd'hui de nombreux sportifs se tournent vers la rééducation orthoptique afin d'améliorer leurs performances visuelles. Il advient alors que les capacités visuelles de sportifs doivent être excellentes pour une performance sportive optimale.

Nous nous sommes alors demandé si sans entraînement et sans rééducation, les performances visuelles d'un sportif et d'un non sportif étaient différentes. C'est l'étude que nous allons mener à travers ce mémoire.

Dans une première partie théorique nous décrirons l'anatomie des voies visuelles ainsi que les bases de l'oculomotricité, essentielles à la bonne perception visuelle. Puis nous aborderons en détail les aptitudes visuelles susceptibles d'impacter les performances sportives et enfin nous terminerons par analyser les outils d'évaluation de la fonction visuelle chez le sportif.

Dans une seconde partie pratique nous présenterons notre méthode d'évaluation de ces performances visuelles ainsi que notre population cible et le protocole expérimental.

Pour terminer nous présenterons les résultats et en tirerons une conclusion.

II. Contexte théorique

II.A. Anatomie

II.A.1 Les voies optiques

a. La rétine

La rétine est une couche qui tapisse la surface interne du globe oculaire. C'est une structure photosensible et pluristratifiée, composée de plusieurs couches cellulaires. Grâce aux photorécepteurs qui la composent, elle permet de convertir les signaux lumineux en signaux électriques aussi appelé le phénomène de phototransduction.

On retrouve deux grandes régions dans la rétine :

- la rétine périphérique
- la rétine centrale

La rétine périphérique est majoritairement composée de bâtonnets. Ces derniers sont des photorécepteurs adaptés à la vision en faible luminosité. Cette zone permet donc la vision périphérique et la vision scotopique.

La rétine centrale est composée de 3 dépressions : la macula, la fovéa et la fovéola. La fovéa est le point de rencontre entre l'axe visuel et la rétine permettant ainsi la résolution spatiale la plus élevée. Elle n'est composée que de cônes, photorécepteurs adaptés à la vision du jour en forte luminosité. Ils vont traiter des détails fins et sont responsables de la vision des couleurs. Cette zone permet donc la vision centrale et photopique. (2)

En se déplaçant dans le sens de la lumière, on trouve différentes couches de la rétine :

- 1- Membrane limitante interne
- 2- Couches des fibres du nerf optique
- 3- Couches des cellules ganglionnaires
- 4- Couche plexiforme interne
- 5- Couche granuleuse interne
- 6- Couche plexiforme interne
- 7- Couche granuleuse externe
- 8- Membrane limitante externe
- 9- Couches des cônes et bâtonnets
- 10- Epithélium pigmentaire
- 11- Membrane de Bruch

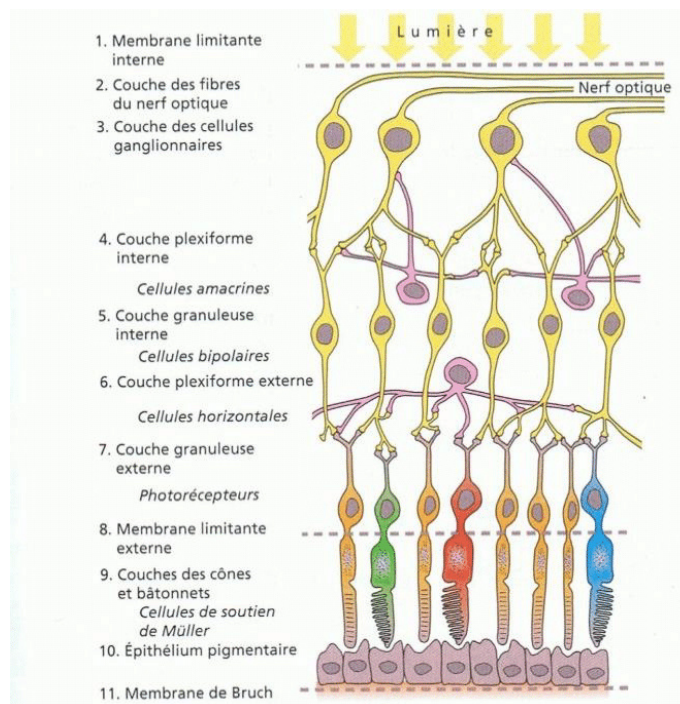


Figure 1 : Histologie et fonction des couches de la rétine
Source : Atlas de Poche en couleurs - Ophtalmologie de G.K.Lang

b. Le nerf optique

Le nerf optique est constitué par les axones des cellules ganglionnaires issues de la rétine. Il commence à la papille, traverse l'orbite, le canal optique et se termine à l'angle antérieur du chiasma. Il est entouré d'une gaine myélinisée et méningée en continuité directe avec les espaces méningés du cerveau.(2)

La papille, tête du nerf optique, est la zone où toutes les fibres nerveuses et les vaisseaux centraux de la rétine se rejoignent. Cette dernière est entièrement dépourvue de photorécepteurs et détermine une lacune correspondante du champ visuel : la tache aveugle.

c. Le chiasma optique

Le chiasma optique correspond à la zone de croisement caractéristique des fibres nerveuses des deux nerfs optiques. Elles vont alors subir une décussation partielle selon une systématisation très précise :

Les fibres temporales de la rétine (correspondant au champ visuel nasal) ne croisent pas la ligne médiane traversant ainsi directement le chiasma et gagnant la bandelette optique homolatérale. Tandis que les fibres nasales de la rétine (correspondant au champ visuel temporal) croisent la ligne médiane pour gagner la bandelette optique controlatérale. (3)

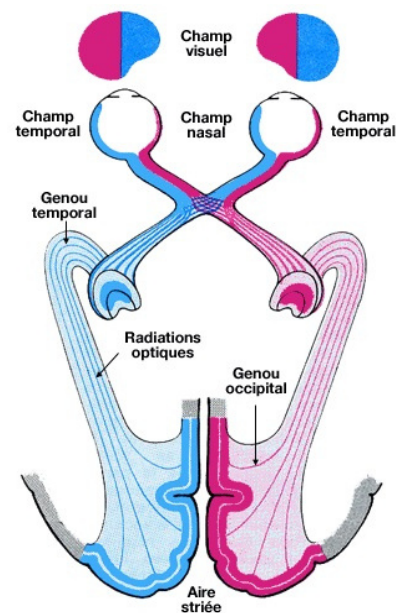


Figure 2 : Anatomie simplifiée des voies visuelles
Source : Lésion du nerf optique et lésion du chiasma optique - ophthalmologiepro.fr

d. Bandelettes optiques

Elles font suite au chiasma. Elles sont constituées par les axones issus des deux hémirétines homolatérales, c'est à dire correspondant aux deux hémichamps controlatéraux. (3)

e. Corps genouillé latéral

C'est à ce niveau que les fibres optiques issues de la rétine font relais. C'est la terminaison de la voie rétinogéniculée. Le corps genouillé latéral est un noyau thalamique composé de six couches respectant la disposition rétinotopique.

Les couches 1 et 2 reçoivent les axones de la voie magnocellulaire permettant la localisation de l'information visuelle. Les couches 3,4,5 et 6 reçoivent les axones de la voie parvocellulaire et permettent l'analyse et l'identification de l'information visuelle. (3)

Figure 3 : Organisation du corps genouillé latéral. Source : Institut français de l'éducation - différentes voies visuelles - Mireille Ranc



f. Les radiations optiques

Après avoir traversé le corps genouillé latéral, les axones visuels se divisent en deux parties :

Les fibres des quadrants supérieurs de la rétine traversent les lobes pariétaux et se terminent au niveau de la lèvre inférieure calcarine du cortex occipital. Les fibres des quadrants inférieurs passent dans les lobes temporaux et se terminent au niveau de la lèvre inférieure de la scissure calcarine. La scissure calcarine est le lieu d'aboutissement de la voie rétinogéniculée striée.(3)

g. Cortex visuel

Le cortex visuel primaire contient l'aire visuelle primaire également appelée cortex strié ou aire 17 de Brodmann du cortex visuel.

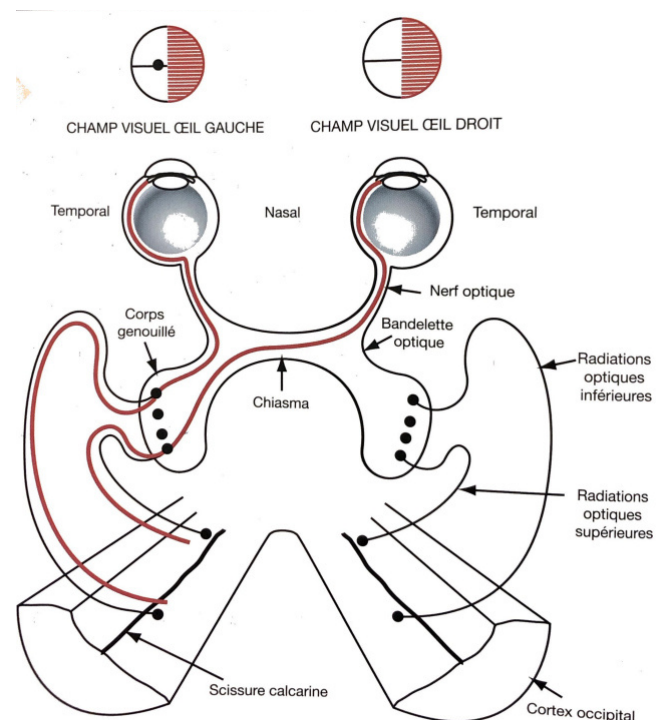
Il est situé de part et d'autre de la scissure calcarine; il s'étend jusqu'au pôle occipital postérieur où se trouve la représentation de l'aire maculaire. En effet, les fibres nerveuses divergent au sein de l'aire visuelle primaire dont la plupart proviennent de la macula.

L'information visuelle provenant des deux hémirétines droites se projette au niveau du lobe occipital droit homolatéral, selon une organisation rétinotopique. C'est-à-dire que l'information provenant de l'hémirétine supérieure se projette sur la lèvre supérieure de la calcarine du même côté. A l'inverse l'information provenant de l'hémirétine inférieure se projette sur la lèvre inférieure de la calcarine du côté homolatéral. Les deux hémirétines droites correspondent aux deux hémichamps homonymes gauches.(4)

Figure 4 : Schéma des voies visuelles et dessin de l'organisation rétinotopique

Source : La neuro-ophtalmologie en un clin d'oeil de Monique Schaison Cusin

Les deux hémichamps droits (hachurés en rouge) correspondent aux deux hémirétines gauches et au cortex occipital gauche.



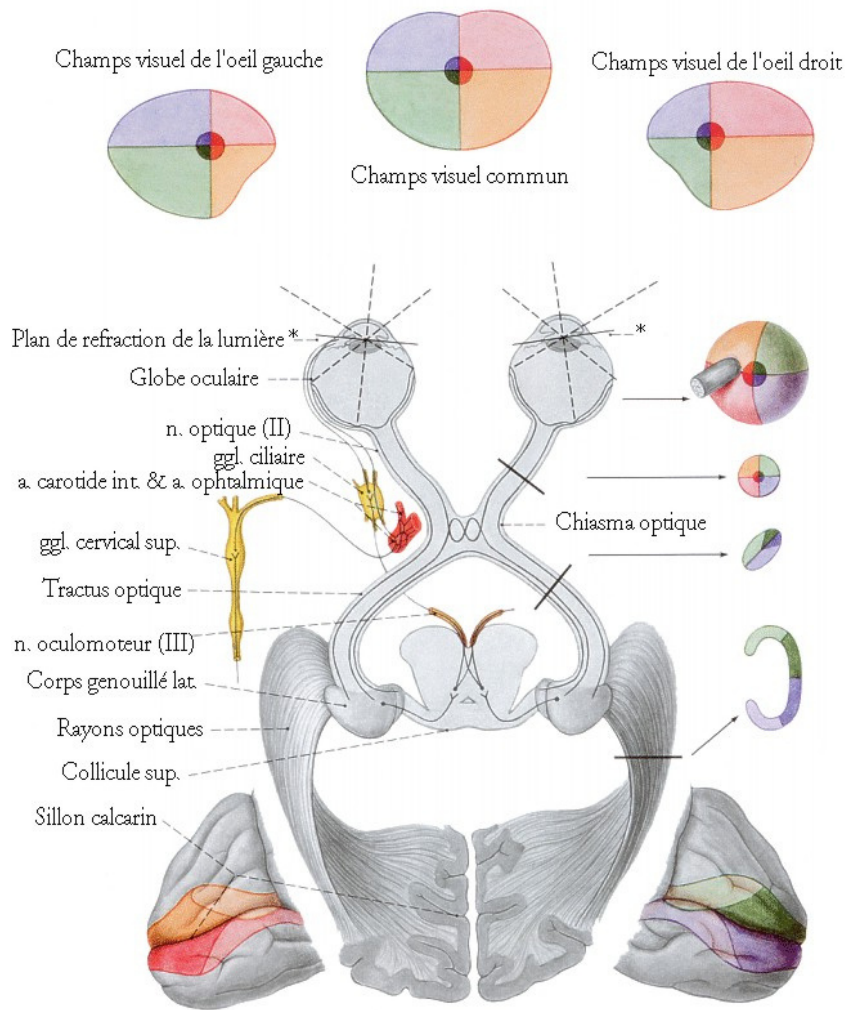


Figure 5 : Champs, voies visuelles et aire visuelle primaire

Source : Institut français de l'éducation - rétinotopie des voies visuelles chez l'Homme - Françoise Jauzein

II.A.2 L'oculomotricité

Afin d'explorer notre environnement, l'être humain fait appel aux muscles oculomoteurs qui sont les muscles extraoculaires permettant la mobilité de l'œil.

On retrouve au total six muscles oculomoteurs par œil. On distingue quatre muscles droits et deux muscles obliques :

- le droit latéral
- le droit médial
- le droit supérieur
- le droit inférieur
- l'oblique supérieur
- l'oblique inférieur

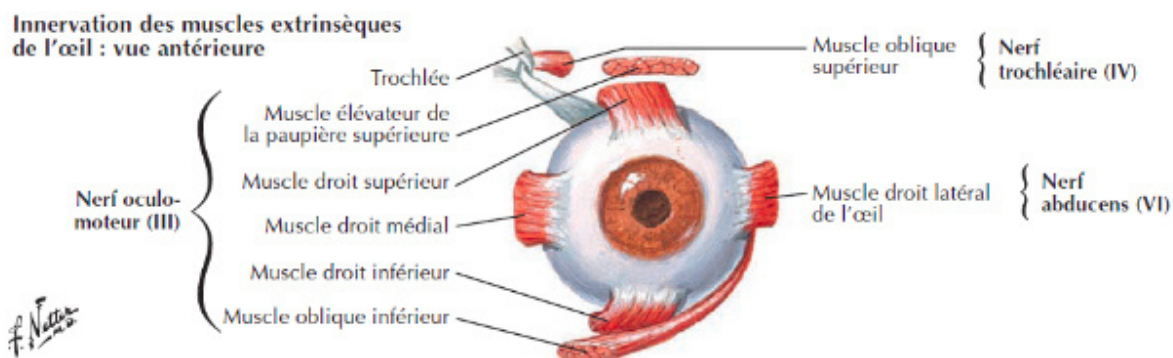


Figure 6 : Schéma de l'innervation des muscles extrinsèques de l'œil en vue antérieure
 Source : Atlas d'anatomie humaine par Frank H. Netter

Les muscles droits prennent leur origine au sommet de l'orbite par un tendon commun, le tendon de Zinn. Ce tendon, épais et court, se porte, en avant, en direction du globe oculaire en se divisant en quatre bandelettes. Chaque muscle droit naît alors du tendon de Zinn. Les muscles droits terminent leurs trajets en s'insérant sur la partie antérieure du globe oculaire.

L'oblique supérieur est le plus long des muscles oculomoteurs. Il prend son origine au fond de l'orbite, sur la partie supérieure du tendon de Zinn. Il longe l'angle supéro-interne de l'orbite et parvient à un tendon à travers une poulie, la trochlée. A la sortie de cette fossette trochléaire, le tendon redevenu musculaire suit un angle aigu afin de s'insérer sur la partie postéro-supérieur du globe oculaire. (5)

L'oblique inférieur est le plus court des muscles oculaires. Il prend son origine à l'angle inféro-interne de la base de l'orbite, en dehors de l'orifice orbitaire du canal lacrymonasal. Il s'insère sur la partie postéro- inférieure du globe oculaire.

L'innervation des muscles oculomoteurs est assurée par trois paires de nerfs crâniens:

- le nerf oculomoteur VI ou nerf abducens, innervent le droit latéral.
- le nerf oculomoteur IV ou nerf trochléaire, innervent l'oblique supérieur
- le nerf oculomoteur III ou nerf oculomoteur commun, innervent le droit médial, le droit supérieur, le droit inférieur et l'oblique inférieur.

	Action primaire	Action secondaire	Action tertiaire
Droit médial	adduction	-	-
Droit latéral	abduction	-	-
Droit supérieur	élévation	incyclotorsion	adduction
Droit inférieur	abaissement	excyclotorsion	adduction
Oblique supérieur	incyclotorsion	abaissement	abduction
Oblique inférieur	excyclotorsion	élévation	abduction

Figure 7 : Tableau des actions musculaires

A chaque muscle agoniste est associé un muscle synergiste. Cette synergie est régie par deux lois :

- Loi de Sherrington: Lorsqu'un muscle se contracte, le muscle ayant une action inverse, l'antagoniste, se relâche.
- Loi de Héring : Dans tout mouvement binoculaire de version, l'influx nerveux est envoyé en quantité égale aux deux muscles concernés par l'action. (6)

Agoniste	Droit Latéral	Droit Médial	Droit Supérieur	Droit Inférieur	Oblique Supérieur	Oblique Inférieur
Synergiste Controlatéral	Droit Médial	Droit Latéral	Oblique Inférieur	Oblique Supérieur	Droit Inférieur	Droit Supérieur

Figure 8 : Tableau récapitulatif des actions synergistes et antagonistes

II.B. Les aptitudes visuelles susceptibles d'impacter les performances sportives

Avant de définir les aptitudes visuelles susceptibles d'impacter les performances sportives, définissons tout d'abord un sportif de haut niveau.

Un athlète est défini "sportif de haut niveau" s'il est accrédité à la liste ministérielle agréée par le ministère des Sports. Il est nécessaire d'être âgé de 12 ans minimum et d'être licencié auprès de sa fédération sportive.

Selon les articles L.221-2 R. 221-1 à R 221-8 et R.221-11 à R.221-13 du Code du sport, il existe trois catégories de sportifs qui ont été classées par le ministère des Sports.

- La liste des sportifs de haut niveau (SHN) ; regroupant quatre catégories :
 - Élite : *"peut être inscrit dans cette catégorie, le sportif qui réalise aux jeux Olympiques, ou aux jeux Paralympiques, aux championnats du monde, aux championnats d'Europe ou dans des compétitions dont la liste est fixée dans le projet de performance fédéral (PPF), une performance ou obtient un classement significatif, soit à titre individuel, soit en qualité de membre titulaire d'une équipe de France, dans les conditions définies dans ce même PPF. L'inscription dans cette catégorie est valable deux ans. Elle peut être renouvelée dans les mêmes conditions."*
 - Senior : *"peut être inscrit dans cette catégorie, le sportif qui réalise aux jeux Olympiques ou jeux Paralympiques, aux championnats du monde, aux championnats d'Europe ou dans des compétitions dont la liste est fixée dans le projet de performance fédéral (PPF), une performance ou obtient un classement significatif, soit à titre individuel, soit en qualité de membre titulaire d'une équipe de France, dans les conditions définies dans ce même PPF. L'inscription dans cette catégorie est valable un an. Elle peut être renouvelée dans les mêmes conditions."*
 - Relève : *peut être inscrit dans la catégorie Relève le sportif dont le DTN identifiera prioritairement un critère de performance lors des compétitions internationales qu'il aura déterminées au sein du PPF. "*
 - Reconversion : *"peut être inscrit dans la catégorie Reconversion le sportif qui a été inscrit sur la liste des sportifs de haut niveau dans la catégorie Elite ou qui a été inscrit sur cette liste dans les catégories autres que la catégorie Reconversion pendant quatre ans, dont trois ans au moins dans la catégorie Senior, qui cesse de remplir les conditions d'inscription dans les catégories Elite, Senior ou Jeune et qui présente un projet d'insertion professionnelle. L'inscription dans la catégorie Reconversion est valable un an. Elle peut être renouvelée pour la même durée dans la limite de cinq ans."*
- La liste des sportifs des collectifs nationaux (SCN) ; regroupe les sportifs :
 - *"qui oeuvrent au sein des sélections nationales des équipes de France, en préparation des compétitions de références ;*
 - *qui sont considérés comme des partenaires d'entraînement ;*

- *qui étaient anciennement listés mais sous condition de santé particulière (sportifs blessés ...)*
- *qui sont considérés par le Directeur Technique National DTN comme des sportifs à fort potentiel.”*

- La liste des sportifs espoirs (SE) :

- *“regroupe les sportifs présentant, dans les disciplines sportives reconnues de haut niveau, des compétences sportives attestées par le directeur technique national placé auprès de la fédération concernée mais ne remplissant pas encore les conditions requises pour figurer sur la liste des sportifs de haut niveau.”*

Concernant les aptitudes visuelles, elles font référence aux capacités intrinsèques d'une personne à percevoir et à traiter les informations visuelles. Cela peut inclure des aspects tels que l'acuité visuelle, la perception des couleurs, la coordination œil-main, la perception de la profondeur, la reconnaissance des formes, etc. Les aptitudes visuelles peuvent être influencées par des facteurs génétiques, mais elles peuvent également être développées et améliorées par l'expérience et l'entraînement.

Ainsi, les sportifs de haut niveau sont exposés à des pratiques nécessitant leur pleine capacité visuelle. De ce fait, nous exposons les aptitudes visuelles susceptibles d'impacter leurs performances visuelles.(7)

II.B.1 L'acuité visuelle

L'acuité visuelle est l'un des nombreux critères à prendre en compte afin d'évaluer la vision. Une bonne acuité visuelle est majoritairement synonyme d'une bonne vision. Elle est définie par le pouvoir de discrimination de détails fins.

Immature à la naissance, elle est sensible à tous types de facteurs tels que les facteurs environnementaux, facteurs pathologiques (amétropie, amblyopie, strabisme...). On confère une importance considérable à la stimulation visuelle durant la maturation visuelle de l'enfant. Celle-ci se développe jusqu'à l'âge environ de 6 ans. Passé cet âge, il est plus difficile de développer une acuité visuelle complète.

Il existe différents types d'acuité visuelle :

- Le minimum visible : C'est un élément vu ou non vu du champ visuel.
- Le minimum angulaire : C'est l'acuité qui nous permet de discerner deux points l'un à côté de l'autre. C'est la capacité qu'ont la rétine et les voies visuelles à faire la différence entre deux points qui vont être les plus proches possibles.
- Le minimum morphoscopique : C'est la faculté de pouvoir reconnaître des optotypes de formes et de tailles différentes.
- L'acuité de Vernier ou hyperacuité : C'est la capacité pour un individu à aligner deux segments situés l'un en face de l'autre de façon décalée. Le décalage est parfois inférieur au diamètre et à l'espace des récepteurs de la rétine, cette perception demande une compensation cérébrale et de traitement pour être perçue. C'est ainsi la meilleure acuité visuelle qu'on puisse avoir.

- L'acuité visuelle dynamique : Elle correspond à l'acuité visuelle lors de mouvements oculo-céphaliques. Elle évalue la capacité à stabiliser une image sur la rétine. Elle fait appel au réflexe vestibulo-oculaire (RVO), la fixation et aux saccades oculaires. Par exemple, durant un match de tennis, le spectateur va réaliser un mouvement de tête de droite à gauche tout en fixant la balle.(8)

L'acuité visuelle se mesure en dixième. On considère que l'on a une bonne vision à partir de 8/10. Cependant, ce degré d'acuité visuelle n'est pas toujours suffisant pour un sportif de haut niveau.

L'acuité visuelle est influencée par plusieurs facteurs intrinsèques et extrinsèques tels que :

- L'âge
- L'amétropie : l'amétropie est une anomalie de la réfraction oculaire perturbant la netteté de l'image rétinienne (myopie, hypermétropie, astigmatisme et presbytie).
- Le diamètre pupillaire : plus le diamètre pupillaire est petit, plus la vision stéréoscopique sera meilleure et l'acuité augmentera.
- L'accommodation : un trouble accommodatif peut engendrer une diminution de l'acuité visuelle.
- L'attitude de la tête et l'orientation du regard
- La fatigue
- La luminosité
- Etc

II.B.2 Le champ visuel

Le champ visuel est défini par l'espace vu par l'œil regardant droit devant lui et immobile. Le champ visuel est le reflet de l'intégrité des voies visuelles. Cet examen permet d'obtenir une cartographie des 180 degrés percevable par l'Homme.

En revanche, parmi ces 180 degrés, les yeux ne parviennent pas à voir net les détails fins et doivent ainsi bouger les yeux. Le champ commun aux deux yeux s'étend sur 120° de large et est entouré par un croissant de vision monoculaire d'environ 30° de large.

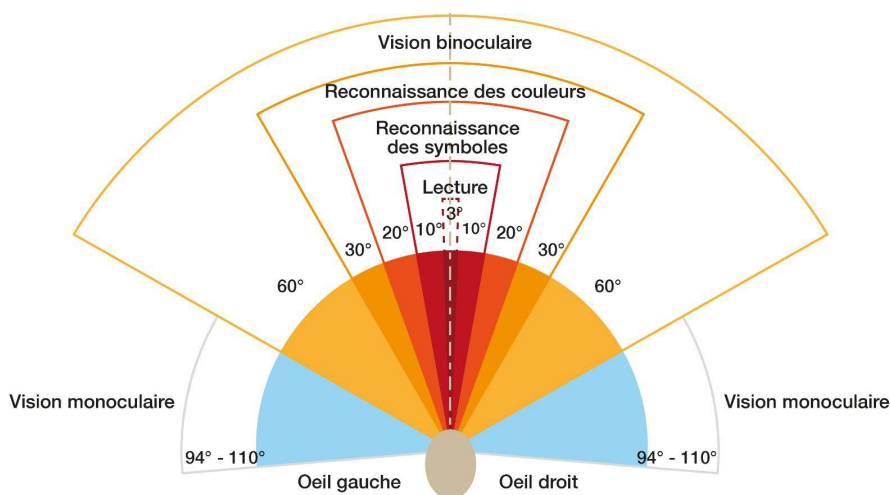


Figure 9 : Schéma du champ visuel binoculaire

Source : Champ visuel, Oculus Rift Eye Vision périphérique, Eye, angle.

Afin d'avoir une meilleure compréhension, il est important d'établir la corrélation entre le champ visuel et la rétine :

- La rétine inférieure correspond au champ visuel supérieur.
- La rétine supérieure correspond au champ visuel inférieur.
- La rétine nasale correspond au champ visuel temporal.
- La rétine temporale correspond au champ visuel nasal.

Chez les sportifs, un champ visuel élargi permet une meilleure appréhension de la vision périphérique. Il s'en déduit alors une meilleure attention visuelle permettant une réponse plus rapide.

II.B.3 La vision des contrastes

L'acuité visuelle n'explore qu'un paramètre de la perception visuelle. Il existe plusieurs facteurs qui expliquent la différence de perception entre chaque individu. Parmi ces facteurs se trouve la sensibilité aux contrastes. Elle définit la faculté d'une personne à discriminer les variations lumineuses.

Le contraste est défini par la plus petite différence de luminance entre une zone claire et une zone sombre d'une image, c'est ce que l'on nomme le seuil différentiel de luminance. La sensibilité aux contrastes implique deux paramètres : le contraste local et la fréquence.

Sur cette image, on observe une corrélation entre ces deux paramètres. L'augmentation de la fréquence spatiale croît vers la droite, quant au contraste, il croît vers le bas. Il est à noter que plus la fréquence est faible, plus il est facile de percevoir le contraste. (9)

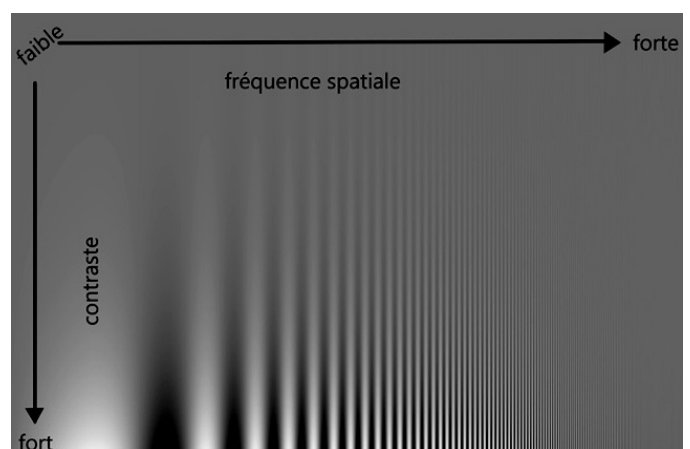


Figure 10 : Image définissant la sensibilité aux contrastes
Source : Travaux de F. W. Campbell et J. G. Robson Travaux de F. W.

II.B.4 L'accommodation

L'accommodation est le mécanisme naturel de l'œil qui nous permet de voir net des objets (balle, équipier, adversaire) situés à des distances variables. Sa flexibilité et son niveau de précision doivent être évalués selon les attentes de chaque sport. Elle se fait par l'intermédiaire de trois acteurs principaux :

- le cristallin
- la zonule
- le muscle ciliaire

L'envoi d'un signal lumineux permet la contraction des muscles ciliaires autorisant le relâchement des fibres zonulaires. Puis s'ensuit une modification de la configuration de la courbure antérieure du cristallin ainsi qu'un changement d'indice de réfraction et d'un déplacement antéro-postérieur du cristallin. La réponse accommodative est alors instantanée. L'accommodation n'agit pas seule : la fixation d'un objet rapproché déclenche une triple réponse :

- une augmentation du pouvoir dioptrique du cristallin
- une contraction pupillaire (myosis)
- un mouvement de vergence (convergence)

Cette triple réponse est appelée "triade" ou "syncinésie de la vision de près".

Cette faculté est à son apogée pendant l'enfance et à l'adolescence puis décroît avec l'âge suite à la dégénérescence des fibres cristalliniennes engendrant la presbytie (amétropie définissant une incapacité à la vision nette de près).

La convergence est étroitement liée à l'accommodation. En effet, la convergence accommodative est stimulée proportionnellement à la distance de l'objet fixé. On détermine le rapport CA/A qui exprime la quantité de convergence accommodative pour une dioptrie d'accommodation. Un trouble de ce rapport pourrait entraîner différents signes fonctionnels tels que l'asthénopie, une vision floue, céphalées, etc...

II.B.5 La profondeur de champ

La profondeur de champ se définit par la zone de netteté de notre champ de vision global. Elle est située sur la zone fixée par le sujet. C'est grâce à la vision stéréoscopique (vision des reliefs) et à la vision des contrastes que nous aurons une meilleure appréhension de la profondeur de champ.

Elle est essentielle aux performances sportives puisqu'elle permet de mieux appréhender l'environnement et d'évaluer les distances. En effet, grâce à une meilleure appréciation des distances, le sportif pourra au mieux évaluer la vitesse d'une balle ou ajuster sa cible de tir par exemple.

La vision stéréoscopique se crée lorsque deux éléments disparates sont stimulés en même temps. La fusion de tels éléments a pour résultat une vision simple perdue en profondeur ou en relief à condition que l'image fusionnée se situe à l'intérieur de l'air de Panum. Meilleure sera cette fusion, engendrant ainsi une meilleure vision stéréoscopique et profondeur de champs, meilleure sera l'appréhension de l'environnement en mouvement.(10)

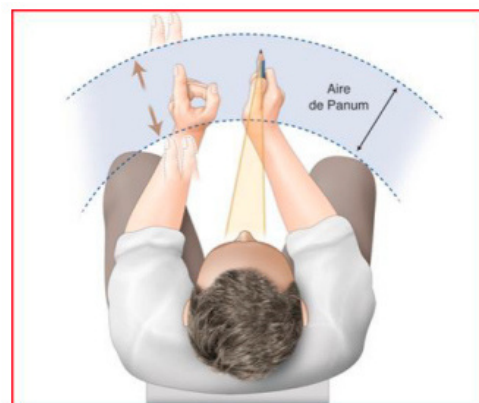


Figure 11 : Schématisation de l'aire de Panum

Source : étude et retour d'expérience d'un panneau panoramique de vision stéréoscopique de Bauwens au flux visuel périphérique - Orthatlantic par A. Melusson et C.Mary

II.B.6 La motricité conjuguée

La motricité conjuguée décrit les différents mouvements du regard essentiels à l'exploration de l'espace et son identification. Ici nous développerons 4 types de mouvements oculaires :

- Les saccades
- La poursuite
- La vergence
- La fixation

➤ *La poursuite oculaire*

La poursuite est un mouvement lent et conjugué des deux yeux permettant de suivre une cible en mouvement. L'image de cette cible sera placée sur la fovéa de manière continue résultant ainsi d'une vision optimale. La poursuite est un mouvement dont le déclenchement est volontaire et qui requiert l'existence d'un stimulus en mouvement. (5)

➤ *Les saccades oculaires*

Les saccades sont des mouvements très rapides permettant de placer rapidement la fovéa sur une cible visuelle d'intérêt. Elles sont de faibles amplitudes, de très courte durée et d'une grande vitesse.

Il existe différents types de saccades :

- Les saccades volontaires : réalisées vers un but déterminé
- Les saccades réflexes/involontaires : déclenchées par l'apparition inattendue d'une nouvelle cible dans l'environnement.
- Les saccades spontanées : survenant en l'absence de toutes consignes et de toutes stimulations
- Les phases rapides des nystagmus : recentrage automatique des yeux dans l'orbite d'une dérive lente de l'œil (s'apparente à des saccades). Elles vont diriger le regard vers la scène visuelle à venir.

On étudie différents paramètres dans l'étude des saccades :

- La latence : durée entre l'apparition du stimulus et l'exécution du mouvement
- La précision : capacité de précision sur la cible.
- La vitesse

Les saccades sont essentielles aux pratiques de sports à haut niveau puisque plus elles sont rapides et précises, plus vite un élément en mouvement est identifié et permet au sportif de prendre l'avantage. Nous pouvons citer en exemple les sports de duels ou les jeux de ballons. (10)

➤ *Les vergences*

Les mouvements des vergences sont des mouvements réflexes et synergiques permettant d'ajuster l'orientation du regard dans les changements de distance. On y retrouve les mouvements de

divergence effectuant le passage de la vision rapprochée à la vision éloignée, et les mouvements de convergence effectuant le passage de la vision éloignée à la vision rapprochée. Ces mouvements oculaires contribuent à la localisation spatiale et à l'appréhension des distances.

Une bonne convergence s'avère indispensable pour les sportifs de haut niveau et en particulier dans les sports de contact avec des opposants arrivant de toutes parts dans l'environnement visuel. (13)

➤ *La fixation*

La fixation s'apparente à l'immobilisation du regard sur une cible. Elle est assurée par la région centrale de la rétine, la fovéa, permettant une discrimination fine et de qualité. La fixation du sportif doit être absolument la plus stable et la plus précise possible afin de ne pas perdre son objectif de vue (cible de tir lors d'un tir par exemple).

Une bonne motricité conjuguée permet donc d'être plus performant et plus précis dans la pratique sportive mais elle permet aussi de prévenir certaines blessures.

II.B.7 La fusion

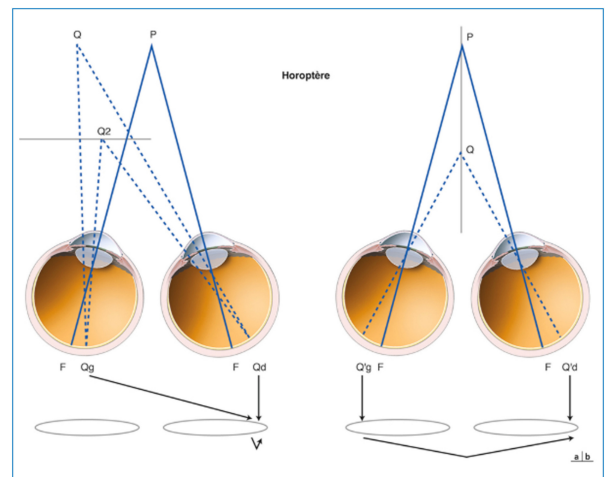
Le principe de fusion réside dans le bon fonctionnement de la vision binoculaire. En effet, chacun des deux yeux perçoit une sensation lumineuse dite image, que le cerveau va alors assembler afin qu'il n'en perçoive qu'une seule.

En cas de fusion déficiente on verra apparaître une diplopie voire une neutralisation engendrant une suppression d'une image d'un œil.

Afin de mieux comprendre l'intérêt de la fusion dans les pratiques sportives nous pouvons citer Alpern : *"la fusion est la vision binoculaire en mouvement"*.

Ainsi la fusion doit être optimale dans les pratiques de sport de haut niveau car en cas de mauvaise fusion, il pourra être impacté dans ses performances par une vision double et entraîner une incapacité à effectuer certaines actions spécifiques. (13)

Figure 12 : Schématisation de la fusion binoculaire
Source : Rapport SFO 2013 figure 21-50



II.B.8 La dominance oculaire

Lors de cette partie nous allons développer la dominance oculaire de visée aussi appelé dominance oculaire motrice. Elle se réfère à l'œil choisi lors de la réalisation d'une tâche monoculaire. (11)(12)

Elle est un atout majeur pour les sportifs puisque l'œil dominant de visée est celui utilisé lorsque l'on tente d'aligner un objet proche avec une cible distante. Il est notamment utilisé lors de pratique de tir par exemple.

Afin de définir notre œil dominant de visé il existe de nombreux tests dont le plus connu est le « test du trou dans la carte » créé par *Durand et Gould* en 1910. Le patient doit tenir une feuille de papier percé en son milieu avec ses deux mains et fixer à point au loin.

Tout en gardant les deux yeux ouverts et en continuant de viser le point, il devra approcher la carte vers l'œil avec lequel il vise. Il s'avère qu'inconsciemment cet œil est son œil dominant. (14)

Figure 13 : Photographie du test du trou dans la carte dans le cas de la pratique au tir à l'arc

Source : Vidéo youtube "Tir à l'arc : comment trouver son œil directeur" par Decathlon



II.B.9 La vision des couleurs

La vision des couleurs est un facteur important à prendre en compte dans la pratique sportive, notamment dans les sports de balle.

La notion de couleur détermine la perception d'ondes électromagnétiques dont la longueur d'onde est comprise dans le spectre du visible situés entre 380 nm et 780nm. La rétine centrale, essentiellement composée de cônes, permet la vision photopique. On y retrouve trois types de cônes :

- à hauteur de 50% : les cônes L, sensible au rouge
- à hauteur de 40% : les cônes M, sensible au vert
- à hauteur de 10% : les cônes S, sensible au bleu.

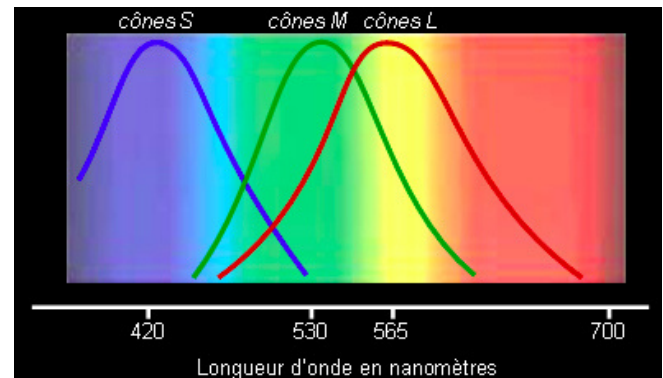


Figure 14 : Sensibilité des trois types de cônes en fonction de la longueur d'onde de la lumière par l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne

La rétine périphérique, quant à elle, permet la vision scotopique grâce aux bâtonnets. Ils vont être stimulés lors d'une faible intensité lumineuse nous permettant de nous repérer dans la pénombre.

II.C. Outils d'évaluation de la fonction visuelle chez le sportif

II.C.1 Outils de bilan orthoptique classique

a. Interrogatoire

Nous commençons par l'interrogatoire, temps nécessaire pour la suite de notre évaluation. En effet, l'interrogatoire permet de souligner différents aspects tels que :

- des signes fonctionnels associés : maux de tête, vision trouble/ double, fatigue visuelle, vertiges, douleurs posturales, etc...
- les antécédents généraux

Selon les sports pratiqués, il est important de ne pas passer à côté d'un traumatisme crânien ancien par exemple.

- les antécédents ophtalmologiques

Depuis quand date sa dernière visite chez l'ophtalmologue ? S'il porte une correction optique?

- traitements antérieurs

S'il a déjà eu un traitement d'amblyopie plus jeune ? Si oui de quel œil ? Combien de temps ? S'il a bien été suivi et supporté ?

A-t-il eu de la rééducation ? Si oui, pour quelles raisons? Combien de séances?

A-t-il subi des interventions chirurgicales ? Dans quel contexte ?

- Latéralité

Lui demander s'il est droitier ou gaucher ? Déterminer son œil directeur.

b. Prise d'acuité visuelle

Nous continuerons notre bilan par la prise de l'acuité visuelle. Pour rappel l'acuité visuelle est la capacité de discriminer les détails fins d'un objet dans le champ visuel.

Cet examen sera réalisé en monoculaire, puis en binoculaire, de près et de loin, sans correction et éventuellement avec la correction portée par le patient.

Lors de notre étude nous serons en présence d'adultes, c'est pourquoi nous effectuons les tests de vision de loin sur l'échelle optométrique de Monoyer. Chaque ligne correspond à 1/10 d'acuité visuelle et nous veillerons à placer le patient à 5m.

Pour le test de vision de près, nous ferons lire le patient à 33 cm sur le test de Parinaud.

Les normes attendues dans notre étude seront de minimum 10/10ème en vision de loin et minimum P2 en vision de près.

c. L'examen sous écran et la motilité oculaire

L'examen sous écran est un examen objectif. Il permet le diagnostic qualificatif de déséquilibres oculomoteurs tels que :

- Strabismes : déviation motrice **manifeste**, qui se voit, des axes visuels qui s'accompagnent d'un trouble de la vision binoculaire.
- Hétérophories : déviation motrice **latente** des axes visuels révélée par une dissociation.
- Paralysies oculo-motrices

Cet examen est effectué avec lunettes, de loin comme de près avec comme consigne de fixer une lumière ou point de fixation en position primaire.

→ Occlusion unilatérale

L'occlusion unilatérale permet de mettre en évidence des déviations patentes : strabismes ou tropies. On occlut un œil à l'aide d'un écran puis on regarde le mouvement, l'amplitude et la déviation de l'autre œil. S'il existe un mouvement de prise de fixation alors on parle de tropie.

→ Occlusion alternée

L'occlusion alternée permet de mettre en évidence des déviations latentes : phories. On observe alors l'œil au démasquage. On va réaliser une occlusion alternée sur les deux yeux, c'est-à-dire cacher un œil puis l'autre, on rompt alors la fusion. A chaque démasquage, on observera un mouvement de restitution.

	Normes en vision de loin	Normes en vision de près
Esophorie	0 □	0 □
Exophorie	2 □	6 □

Figure 15 : Normes de phorie (exprimées en dioptrie □) - Benoit Rousseau et Marc Fouveau

La motilité oculaire est un examen objectif. Il permet de déterminer les paralysies oculomotrices ou/et les hypoactions et hyperactions musculaires. Cet examen est réalisé de préférence sans lunettes, de près. Le sujet garde la tête immobile, tout en fixant une lumière. On réalise alors un examen sous écran dans les neuf positions du regard par dissociation en occlusion alternée.

Rappel : Selon la loi de Hering, quand le muscle agoniste se contracte, le muscle antagoniste se relâche, ainsi chaque hypoaction homolatérale entraînera une hyperaction controlatérale.

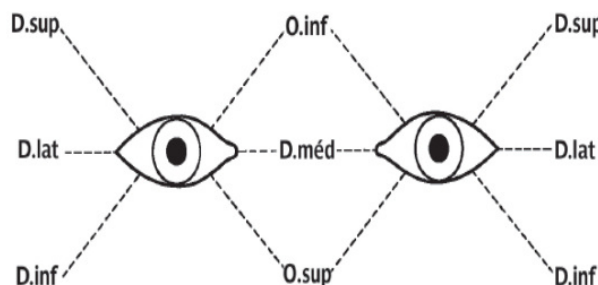


Figure 16 : Champ d'actions des muscles extraoculaires par Pr Bui Quoc

d. La vergence aux prismes

La mesure de la vergence aux prismes s'effectue de loin à 5 mètres et de près à 33 cm, en divergence et en convergence. Le prisme sera placé arête externe pour les mesures en divergences et arête interne pour les mesures en convergence.

Toutes les mesures seront faites à partir d'une position d'orthophorie. Si on ne trouve pas de position d'orthophorie de loin, on ne fait les vergences aux prismes que de près et on note que la patient diverge d'emblée de loin sans prisme. Nous veillerons à bien faire attention à la rupture de

fission : diplopie ou neutralisation. Sachant que la neutralisation est synonyme d'une mauvaise qualité de vision binoculaire.

Pour les mesures en divergence nous utiliserons l'abréviation D de loin et D' de près. Pour les mesures en convergence nous utiliserons l' abréviation C de loin et C' de près.

Comme normes nous nous baserons sur les valeurs de ce tableau :

	Normes en vision de loin	Normes en vision de près
Vergences	D4-10 C16-28	D'9-17 C'22-38

Figure 17 : Normes de Vergences (exprimées en dioptrie □) - Benoit Rousseau et Marc Fouveau

e. Evaluation de la vision stéréoscopique

La vision stéréoscopique est évaluée à l'aide du TNO. Le test doit être présenté à 40 cm, bien en face, devant le patient et être bien éclairé avec des lunettes rouge-verre.

Afin d'établir la présence ou non de la vision stéréoscopique, on utilisera les trois premières planches. Pour quantifier la vision stéréoscopique, on utilisera alors les trois planches suivantes permettant une mesure quantitative de la vision du relief allant jusqu'à 30" d'arc . Un adulte jeune physiologique est capable de voir 60" d'arc voire 30" d'arc.



Figure 18 : Examen pour évaluer la vision stéréoscopique TNO par OM TAO

f. Evaluation de la vision des couleurs

Nous évaluerons ensuite la vision des couleurs grâce au test d'Ishihara. Ce dernier est composé de 12 planches différentes, chacune composée de pastilles de couleurs de tailles et de tonalités différentes. Cet ensemble de pastilles va former un chiffre, une figure géométrique ou un serpent de telle sorte qu'elle ne soit pas identifiable pour un individu présentant une anomalie chromatique.

Le test est présenté à 70 cm sous lumière du jour ou artificielle mais reproduisant du mieux possible les conditions de lumière du jour. Le sujet devra lire le chiffre ou figure qu'il perçoit et l'examineur notera le numéro de planches en cas d'erreur. L'évaluation de la vision des couleurs nécessite une bonne réfraction faite au préalable et une bonne vision binoculaire.

Un adulte sans atteinte de la vision des couleurs sera capable de nommer les 12 planches sans difficulté.

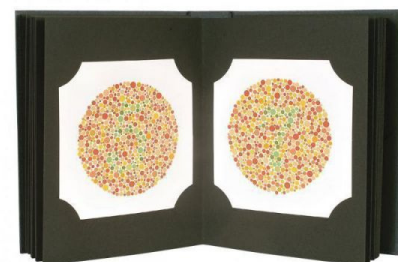


Figure 19 : Album test ISHIHARA - Girod médical. com

II.C.2 L'E(ye)Motion

L' E(ye)Motion est un outil d'exploration fonctionnelle des performances visuelles. L'objectif de cette exploration est d'obtenir des informations précises et normées sur les capacités visuelles du patient. Nous pouvons ainsi évaluer la perception des couleurs, la reconnaissance des formes, la vitesse de traitement visuel et d'autres aspects pertinents. Les résultats de l'exploration fonctionnelle permettent d'évaluer les forces et les faiblesses visuelles du patient, d'identifier d'éventuels troubles ou dysfonctionnements, et de formuler d'éventuelles pistes de rééducation afin d'optimiser ses performances visuelles. (15)

Durant notre étude, nous avons donc utilisé le logiciel E(ye)Motion créé en 2016 par Nicolas Marchais. L'objectif était de créer un outil spécialisé dans l'optimisation de la perception visuelle.

Il existe différents modules mais nous nous concentrerons sur celui où les tests ont été effectués : le module "EM120". Ce dernier est composé d'un projecteur affichant ainsi un écran de très grande taille face au patient et d'une manette. Cette configuration permet d'ouvrir l'attention sur les 120° de son champ de vision. Il lui sera présenté plusieurs images à des tailles et vitesses différentes. Le patient est placé à une distance initiale de 1 mètre, debout.

Le logiciel E(ye)Motion est en mesure d'intégrer, dans le sport à haut niveau, une évaluation et un entraînement de différents paramètres de la vision. Ici nous étudierons les paramètres suivants :

- L'empan visuo-attentionnel,
- La fenêtre attentionnelle.

Ces deux paramètres ont été choisis car ils permettent d'évaluer les performances visuo-attentionnelles sur une durée de 15 minutes. Les performances visuelles sont le résultat de l'utilisation des aptitudes visuelles dans des tâches spécifiques.

Pour illustrer ces propos, prenons l'exemple d'un joueur de foot. Si ce dernier possède de bonnes aptitudes visuelles (profondeur de champ bien appréhendé, champ visuel périphérique optimisé), cela lui permet d'obtenir de meilleures performances visuelles se reflétant alors dans son activité sportive.

Figure 20 : Module EM120 du logiciel E(ye)Motion dans le cabinet de Mme LECAT Pauline



a. L'empan visuo-attentionnel

L'empan visuo-attentionnel définit la quantité d'informations visuelles que nous pouvons traiter en même temps. Il peut varier d'une personne à l'autre et peut être influencé par des facteurs tels que la fatigue, le stress ou l'âge. Les personnes ayant un empan visuo-attentionnel plus grand sont souvent capables de traiter plus d'informations visuelles en même temps, ce qui peut être utile dans de nombreuses situations, comme la conduite automobile ou les sports de balle.

En pratique, l'E(ye)Motion détermine le nombre d'images, ici ce sont des ballons (volley, hand-ball, foot, basket, tennis, golf, billard, baseball, rugby), avec un temps d'apparition des images de plus en plus court. (0,5 à 0,1 secondes). Les normes pour l'empan visuo-attentionnel est de 4 images en 0,3/0,2 secondes.

Consigne donnée au patient lors de l'examen : *“Nous allons travailler avec dix balles différentes, plusieurs images vont apparaître au centre, je vous laisse les mémoriser et me les redonner à la fin de l'apparition, dans l'ordre que vous souhaitez”*. Si le patient réussit ce niveau, la vitesse d'apparition accélère. L'arrêt de l'épreuve s'effectue après deux échecs sur le même niveau. Il faut s'assurer que le patient connaisse la totalité des images.

b. La fenêtre attentionnelle

Le logiciel E(ye)Motion quantifie lors de l'exercice de la fenêtre attentionnelle le nombre de chiffres vu en périphérie avec une vitesse de plus en plus rapide. Il permet une prise de conscience des informations visuelles qui se trouvent en dehors de notre champ de vision central. Les normes pour la fenêtre attentionnelle est de 4 images en 0,3/0,2 secondes.

Consigne donnée au patient lors de l'examen : *“Vous allez avoir un point bleu qui va apparaître sur le bord de l'écran, et alterner de gauche à droite, ensuite vous aurez quatre chiffres qui vont alterner. Je vous laisse mémoriser ces quatre chiffres et me les redonner à la fin de l'apparition, dans l'ordre que vous souhaitez”*. Si le patient réussit ce niveau, la vitesse d'apparition accélère. L'arrêt de l'épreuve s'effectue après deux échecs sur le même niveau.

Grâce à la technologie E(ye)Motion il est possible d'entraîner ces performances visuelles grâce à des exercices ciblés et de développer des stratégies visuelles en fonction du sport et du paramètre à travailler. Après quelques séances, on parvient à obtenir 6 ou 7 images à 0,1 seconde pour la fenêtre attentionnelle et l'empan visuo attentionnel. Par exemple, un pilote de Formule 1 est à 8 images à 0,1 seconde en empan visuo attentionnel.

III. Contexte pratique

III.A. Critères d'inclusion

Afin de réaliser notre étude, il a été important de déterminer les critères d'inclusion répondant aux exigences nécessaires pour notre analyse.

Vingt personnes ont accepté de participer à notre étude permettant d'obtenir un groupe de dix personnes "sportifs de haut niveau" et un groupe de dix personnes "non sportifs", hommes et femmes confondus. Le groupe "sportif de haut niveau" était issu du centre de ressources, d'expertise et de performance sportives (CREPS) de Wattignies, Haut-De-France. Le CREPS rassemble des sportifs de haut niveau assigné à un club professionnel. Le groupe "non sportif" a été défini par une pratique sportive occasionnelle d'environ une fois par semaine.

L'âge des participants était compris entre 15 et 35 ans. Cette tranche d'âge a été fixée car elle correspondait à l'âge où les capacités sportives sont à leur apogée.

Nous avons exclu la présence de pathologies ophtalmologiques et neurologiques connues afin de préserver la validité de l'état cognitif.

III.B. Protocole expérimental

Nous avons commencé par un interrogatoire afin de recueillir des informations sur l'état général du patient. Nous avons collecté des données sur :

- L'âge du patient,
- Le sport pratiqué,
- L'existence de signes fonctionnels,
- Ses antécédents généraux et ophtalmologiques,
- La présence d'une correction optique
- La réalisation d'une rééducation orthoptique,
- La prise de traitement au long cours,
- La latéralité manuelle,
- L'oeil directeur.

Nous avons poursuivi notre protocole expérimental par un bilan sensoriel :

- Une mesure d'acuité visuelle,
En monoculaire puis binoculaire, de loin et de près.

- La vergence aux prismes,
Réalisée sur les deux yeux, de loin et de près.

- La vision stéréoscopique,
A l'aide du TNO.

- La vision des couleurs.
A l'aide du test d'Ishihara.

Nous avons poursuivi un bilan moteur par le biais :

- L'Examen Sous Écran (ESE),
Testé de loin et de près permettant de souligner une déviation patente ou latente avec mesure d'angle.

- Une Motilité Oculaire (MO) et Punctum Proximum de Convergence (PPC)
Permettant de mettre en évidence les hypoactions et hyperactions musculaires ainsi qu'une faiblesse à convergence sur un objet.

Nous avons terminé par un bilan fonctionnel où nous avons utilisé le logiciel E(ye)motion nous donnant la possibilité d'évaluer les performances visuo-attentionnelles par :

- L'empan visuo-attentionnel,
- La fenêtre attentionnelle.

III.C. Hypothèse

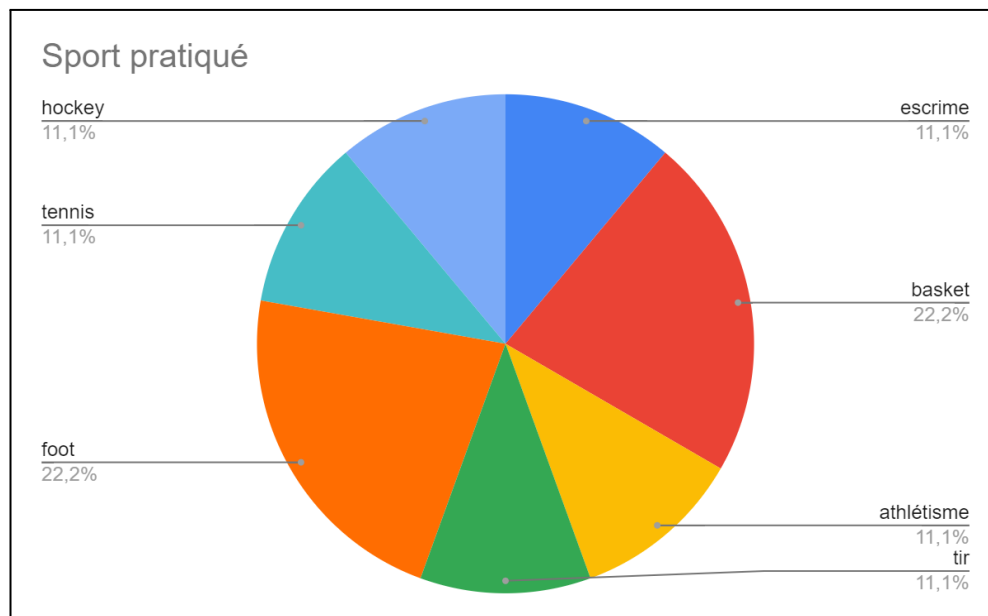
Cette étude comparative nous conduit à émettre l'hypothèse suivante : les aptitudes visuelles sont en moyenne supérieures chez les sportifs de haut niveau que chez les non sportifs.

En effet, au vu des entraînements réguliers et poussés des sportifs de haut niveau, nous imaginons que leurs aptitudes visuelles sont davantage sollicitées au quotidien, impactant ainsi leurs performances visuelles et se reflétant ainsi dans les résultats de notre étude.

III.D. Résultats et étude comparative

A la suite de ces différents examens, nous avons pu établir les résultats suivants. Nous les présenterons sous forme de graphiques avec à chaque fois les résultats du groupe des sportifs de haut niveau et les résultats du groupe non-sportifs.

Avant d'établir une comparaison des différentes aptitudes visuelles entre les deux populations, voici les différents sports pratiqués par la population "sportifs de hauts niveau".

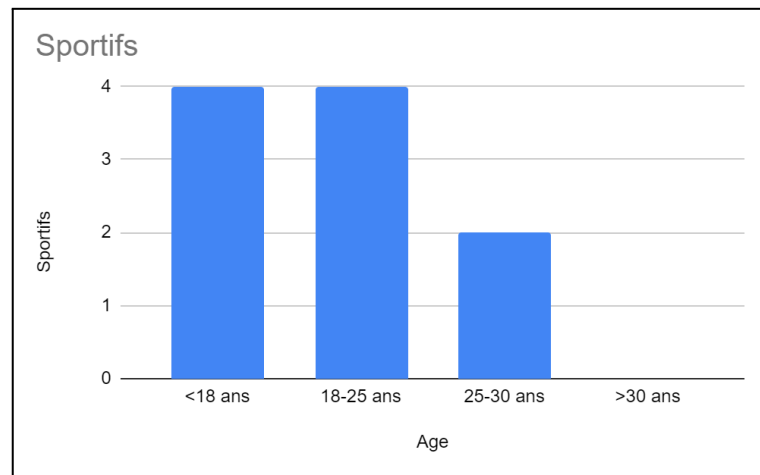
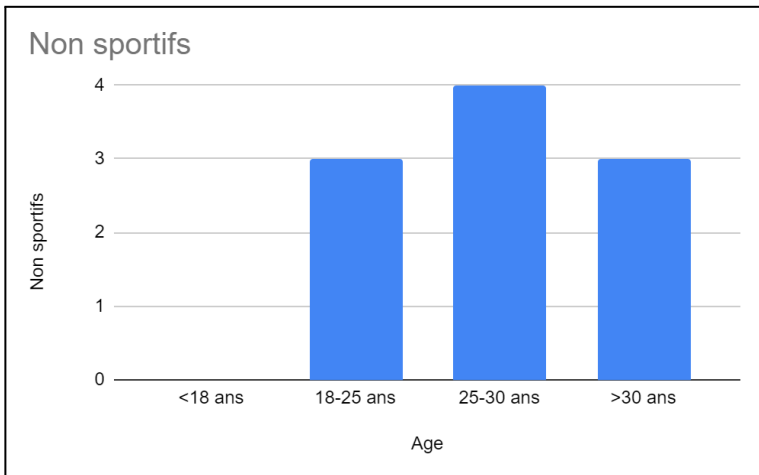


Graphique des sports pratiqués dans la population "sportifs de haut niveau".

Nous pouvons observer que les résultats sont très variables entre les individus, montrant la grande diversité des sports pratiqués au sein de notre population de sportifs.

Désormais nous allons pouvoir présenter les résultats de l'étude comparative entre les aptitudes visuelles des sportifs de haut niveau et des non-sportifs.

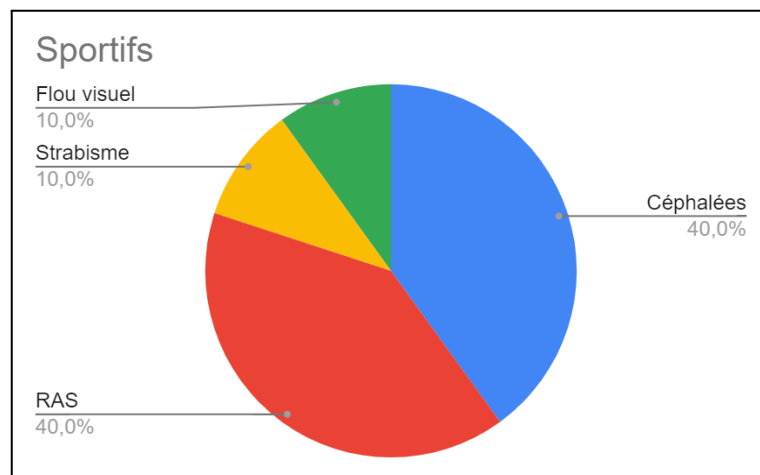
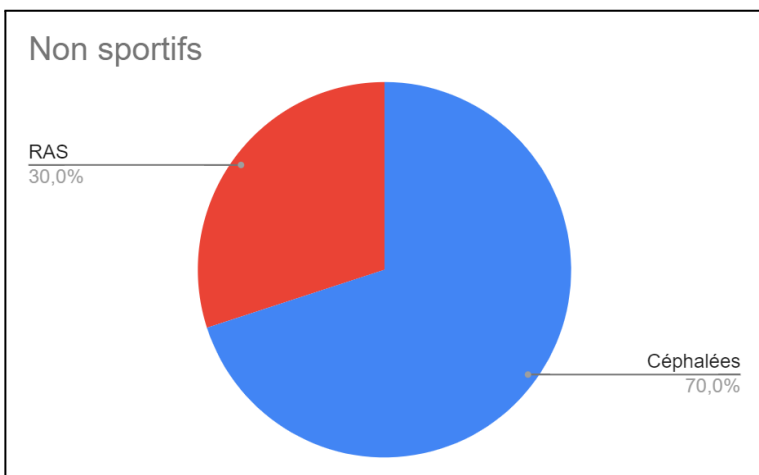
- **Âge**



Graphique de l'âge chez la population "non sportifs" et chez la population "sportifs"

Nous notons une population plus jeune chez les sportifs de haut niveau avec une moyenne d'âge de 20 ans contrairement aux non sportifs avec une moyenne d'âge de 26.9 ans. Cela est lié au fait que les sportifs de haut niveau font partie du CREPS, organisme réservé aux jeunes sportifs.

- **Signes fonctionnels**



Graphique des signes fonctionnels chez la population "non sportifs" et chez la population "sportifs"

Nous avons pu remarquer que les sportifs présentent plus de signes fonctionnels que les non sportifs avec notamment des flous visuels ou des strabismes à la fatigue dans 10% des cas. La plupart des signes fonctionnels décrits restent des céphalées pour les deux populations.

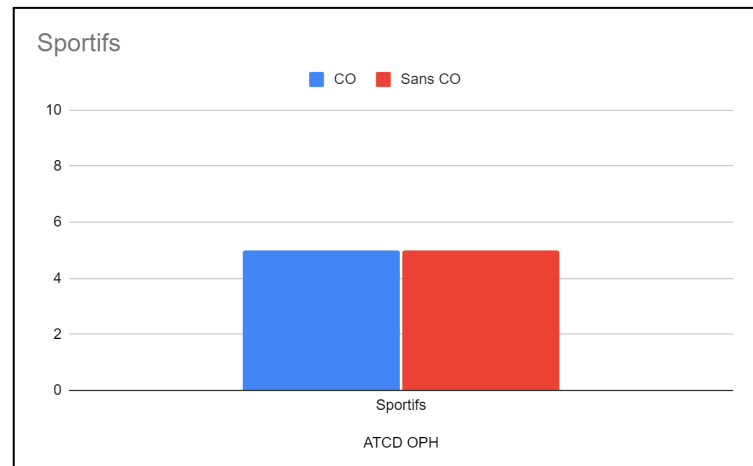
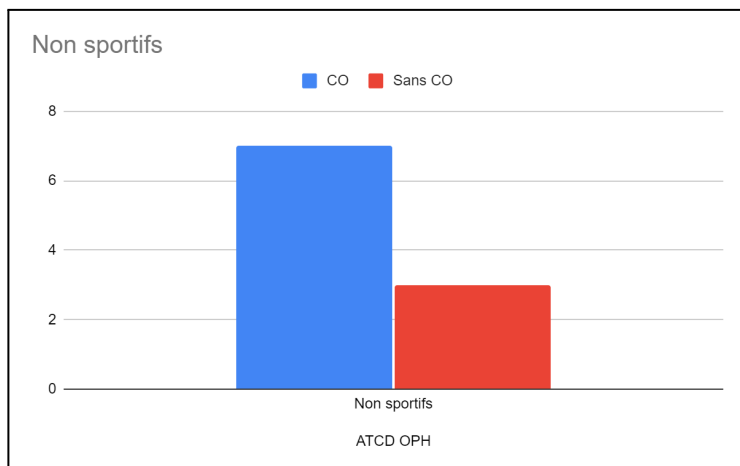
- **Antécédents généraux**

	Non-Sportifs	Sportifs
Maladie congénitale	1	0
Rien à signaler	9	10

Tableau des antécédents généraux chez la population "non sportifs" et chez la population "sportifs"

Le tableau démontre que seulement un individu du groupe "non sportifs" présente en antécédent général (maladie congénitale) tandis que tous les autres individus des deux populations ne présentent pas d'antécédent général à signaler.

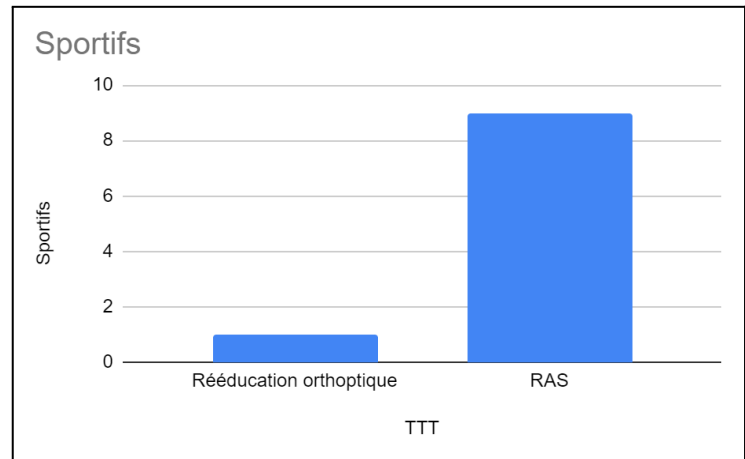
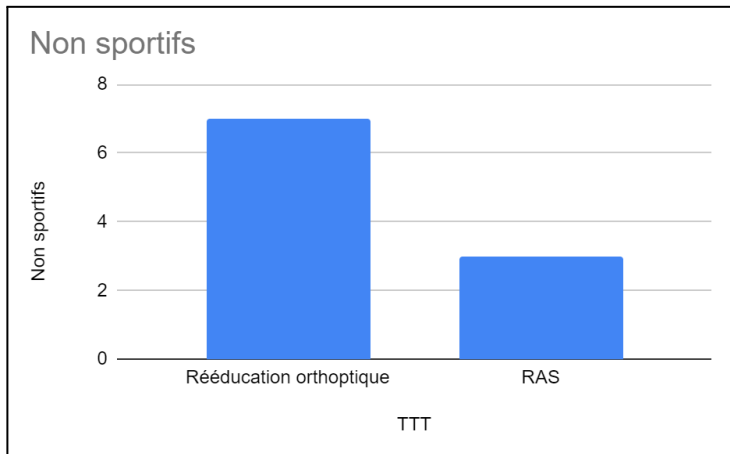
- **Antécédents ophtalmologiques**



Graphique des antécédents ophtalmologiques chez la population "non sportifs" et chez la population "sportifs"

Ici les antécédents ophtalmologiques décrits par les deux populations étaient la présence d'une correction optique ou non. On décrit un parfait équilibre entre les individus du groupe "sportifs" et une majorité de port de correction entre les individus du groupe "non sportifs".

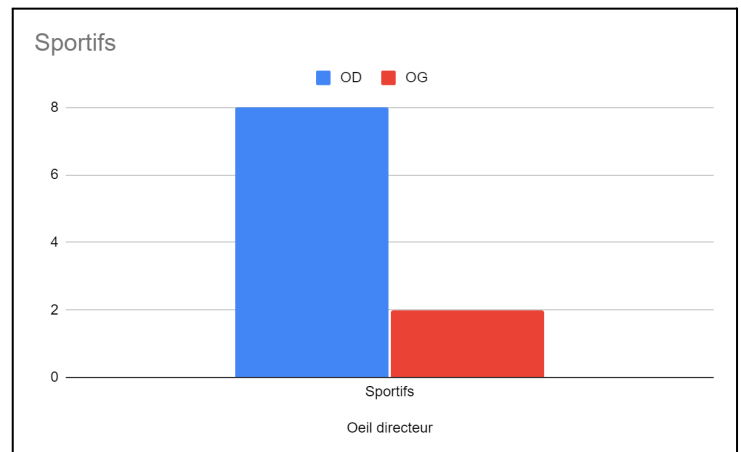
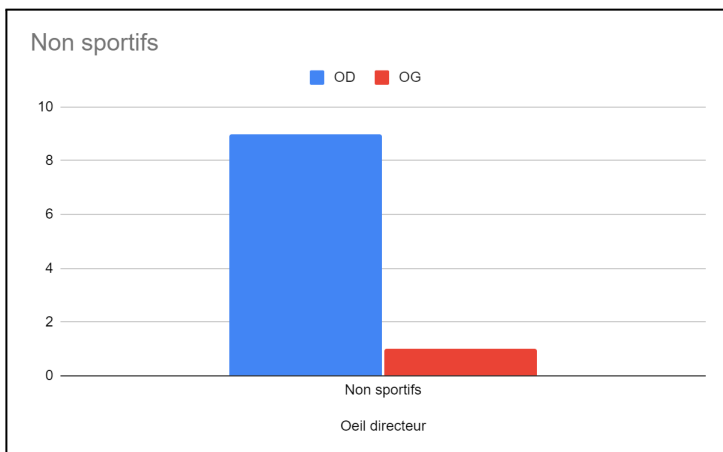
- **Traitements antérieurs**



Graphique des traitements antérieurs chez la population “non sportifs” et chez la population “sportifs”

Ces résultats ont pu démontrer que les individus du groupe “non sportifs” avaient effectué plus de rééducation orthoptique au fil des années par rapport au groupe “sportifs”.

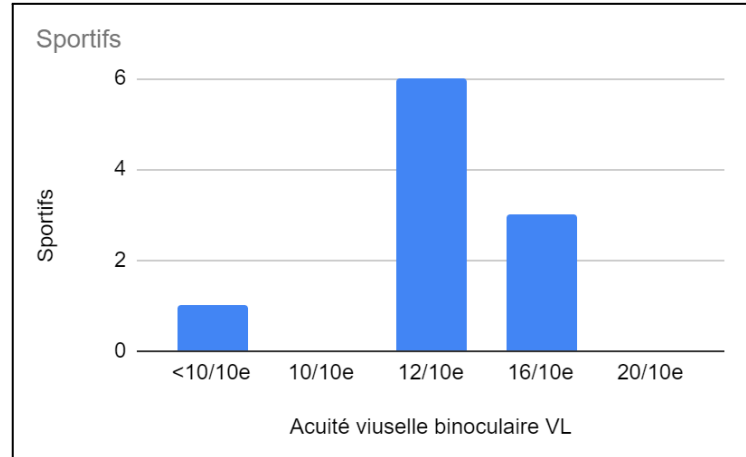
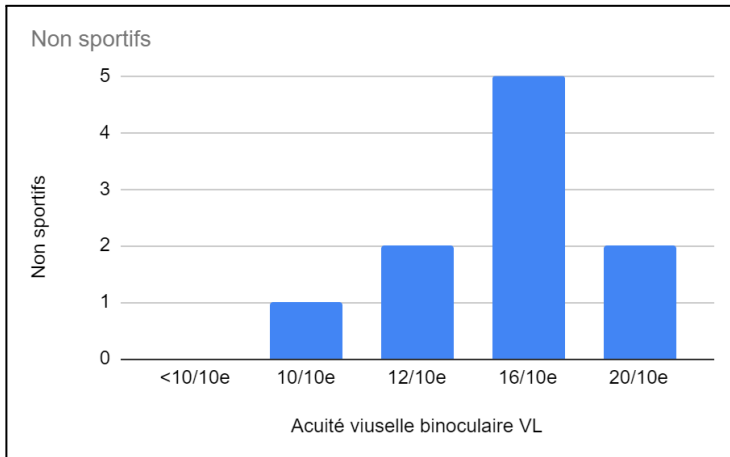
- **Dominance oculaire**



Graphique de la dominance oculaire chez la population “non sportifs” et chez la population “sportifs”

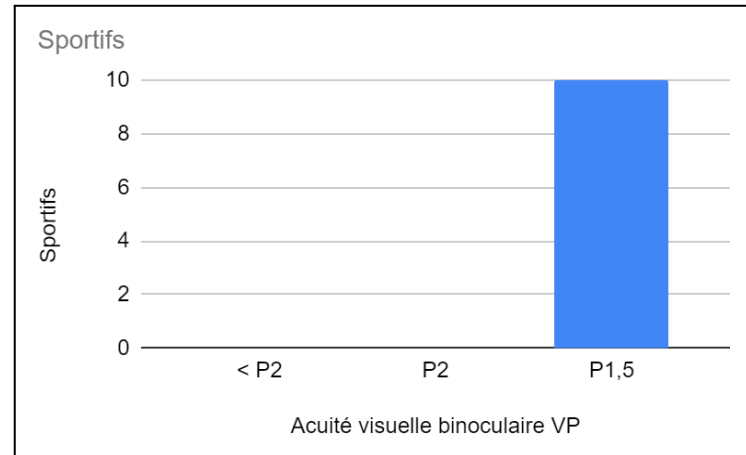
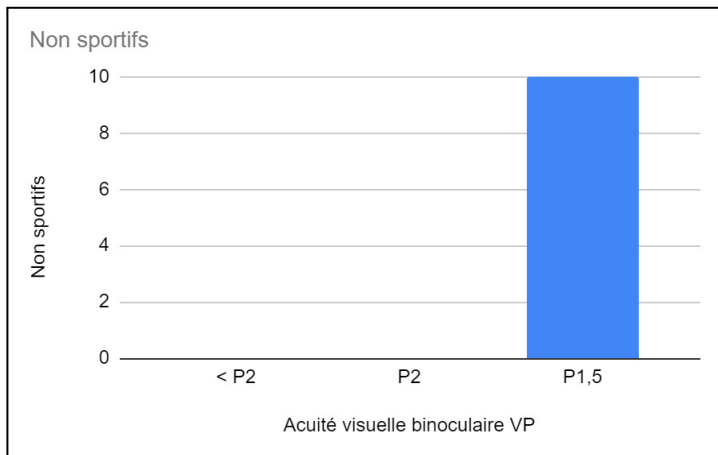
Les deux populations présentent une majorité d'œil droit directeur.

- **Acuité visuelle**



Graphique de l'acuité visuelle binoculaire de loin chez la population "non sportifs" et chez la population "sportifs"

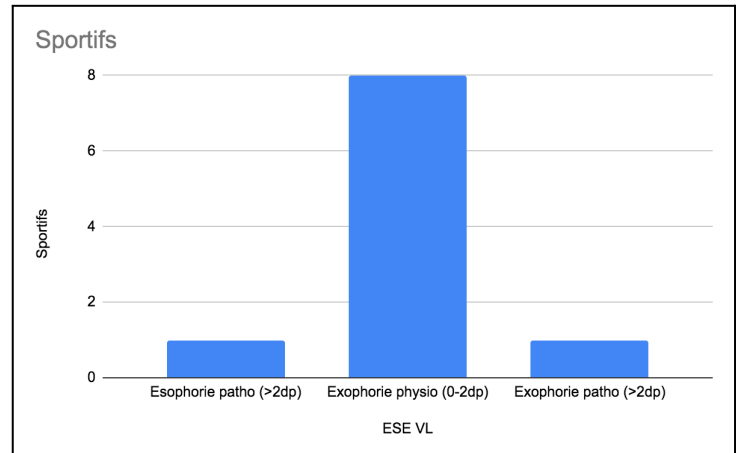
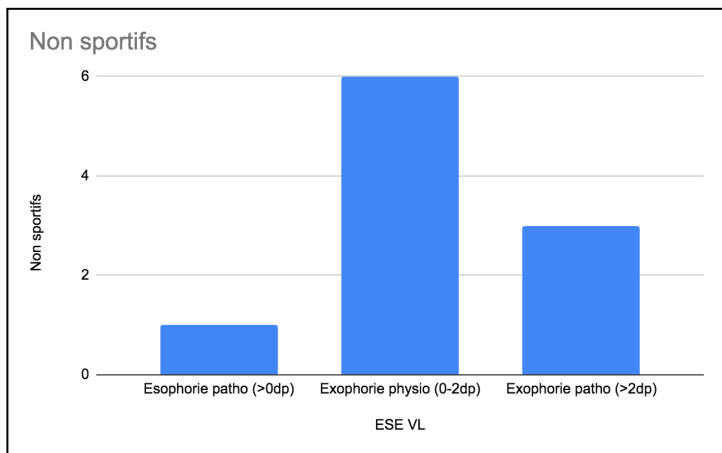
La population des non sportifs présente une acuité visuelle binoculaire d'en moyenne 16/10eme contre 14/10eme chez les sportifs. On en conclut qu'en moyenne les non sportifs ont légèrement une meilleure acuité visuelle binoculaire en vision de loin.



Graphique de l'acuité visuelle binoculaire de près chez la population "non sportifs" et chez la population "sportifs"

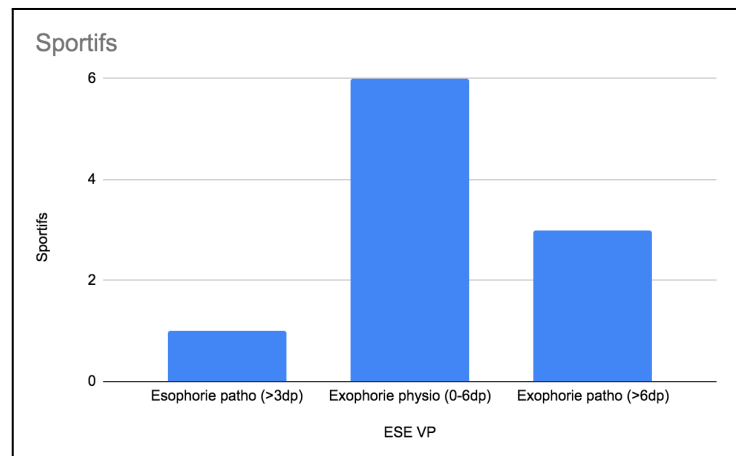
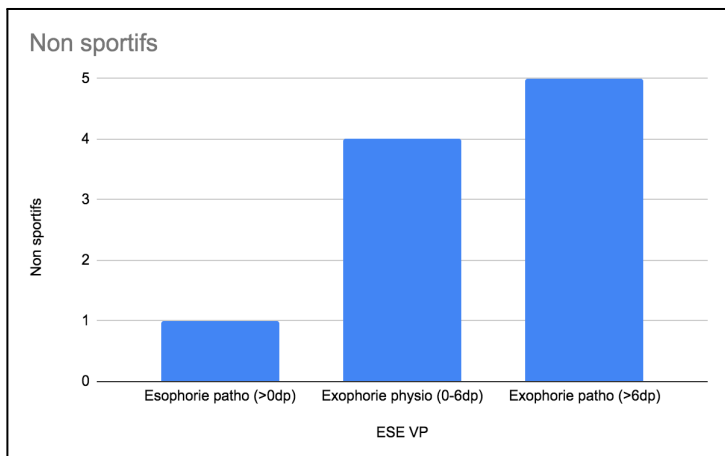
Ici aucune différence significative, les deux populations possèdent la même acuité visuelle binoculaire de près soit P1.5.

- Examen sous écran



Graphique de l'examen sous écran de loin chez la population "non sportifs" et chez la population "sportifs"

On observe une majorité d'exophorie physiologique (angle entre 0 et 2 dioptries) chez les deux populations mais on note tout de même plus d'exophorie pathologique chez les non sportifs.



Graphique de l'examen sous écran de près chez la population "non sportifs" et chez la population "sportifs"

Tout comme les résultats précédents, on a pu observer une majorité d'exophorie physiologique en vision de près (angle entre 0 et 6 dioptries) chez les sportifs mais contrairement à la vision de loin, la population des non sportifs présentent une majorité d'exophorie pathologique (angle supérieur à 6 dioptries).

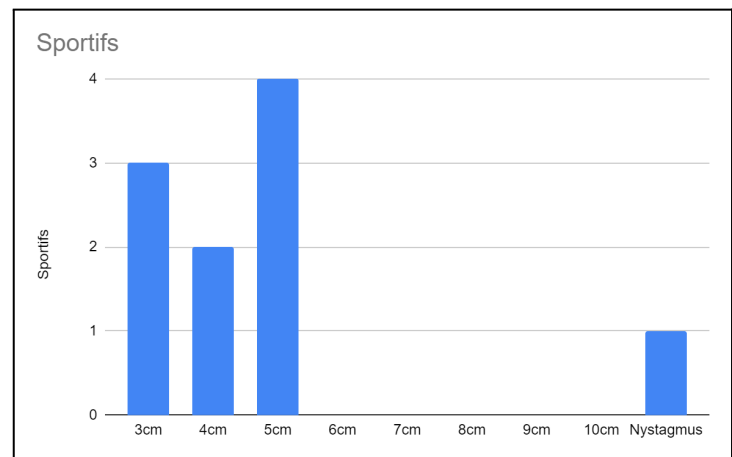
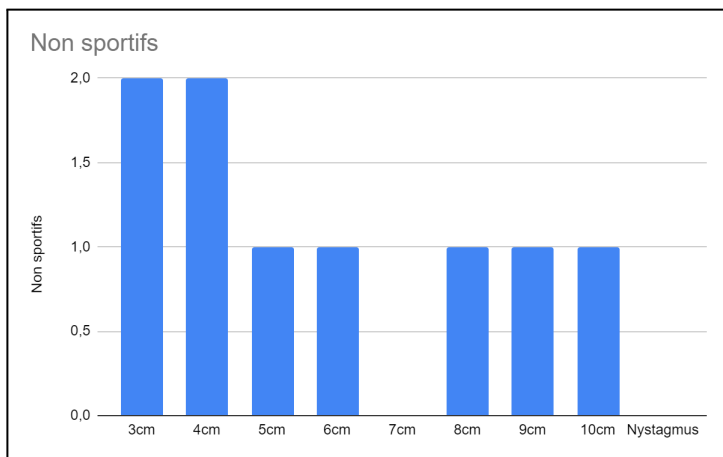
- **Motilité oculaire**

	Non-Sportifs	Sportifs
Equilibrée	10	9
Nystagmus	0	1
Hypo ou hyper actions	0	0

Tableau de la motilité oculaire chez la population "non sportifs" et chez la population "sportifs"

Les résultats sont quasi similaires, nous pouvons simplement noter des mouvements nystagmiques dans les regards extrêmes chez un individu du groupe "sportifs".

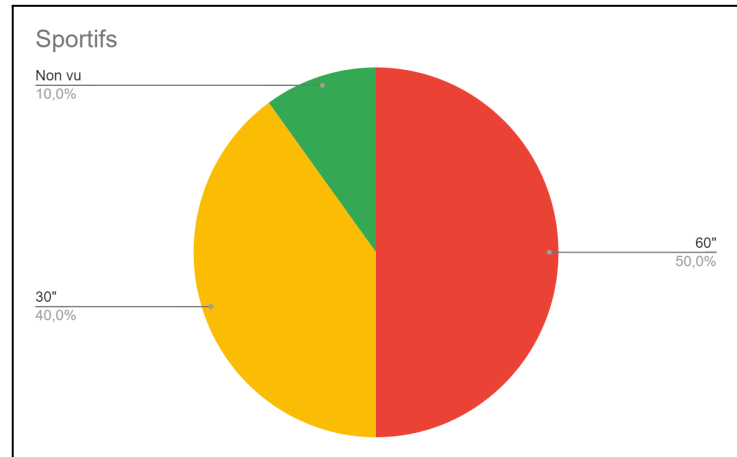
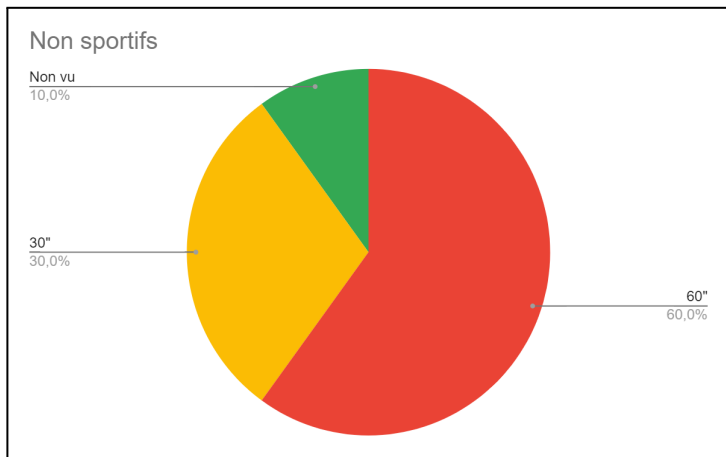
- **Punctum Proximum de Convergence**



Graphique du Punctum Proximum de Convergence chez la population "non sportifs" et chez la population "sportifs"

En moyenne la population des sportifs possède un meilleur PPC (4.1cm) que la population des non sportifs (5.2cm).

- **Vision stéréoscopique**

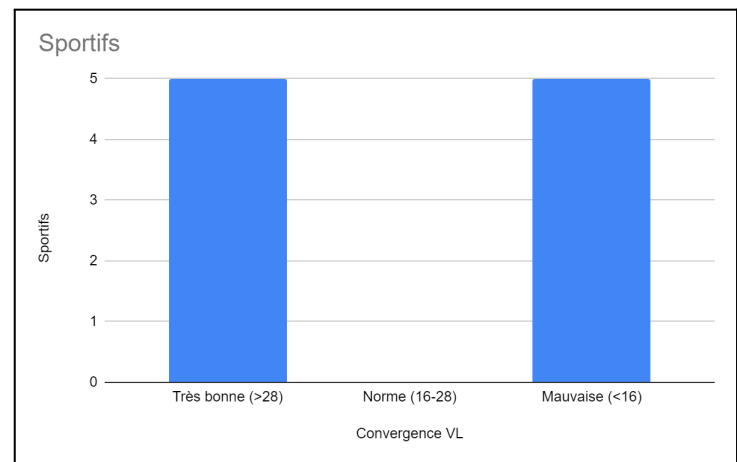
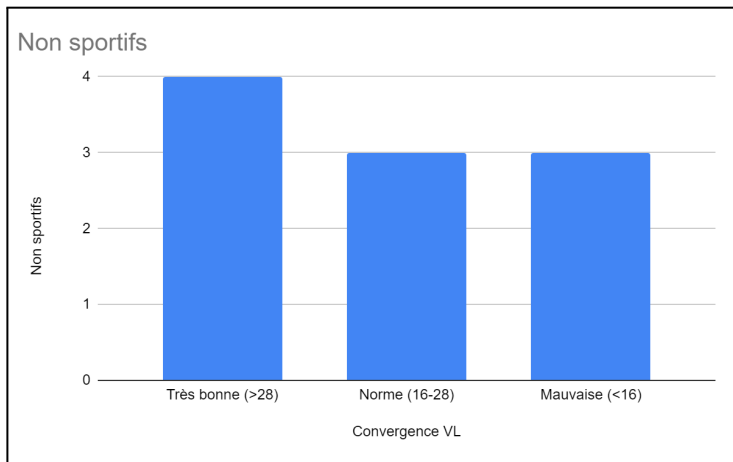


Graphique des résultats de la vision stéréoscopique mesurée au TNO chez la population "non sportifs" et chez la population "sportifs"

On a noté que le groupe "sportifs de haut niveau" a obtenu de meilleurs résultats au test de la vision stéréoscopique au TNO avec 40% de la population qui a obtenu un résultat de 30" d'arc tandis que 30% du groupe de "non sportifs" a obtenu un résultat égal à 30" d'arc.

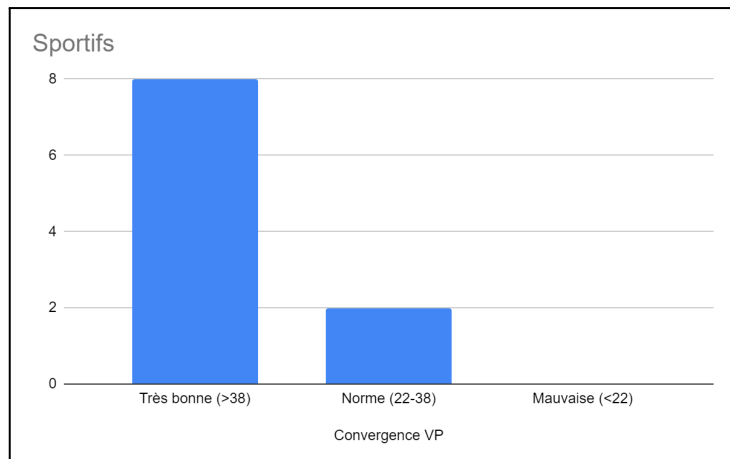
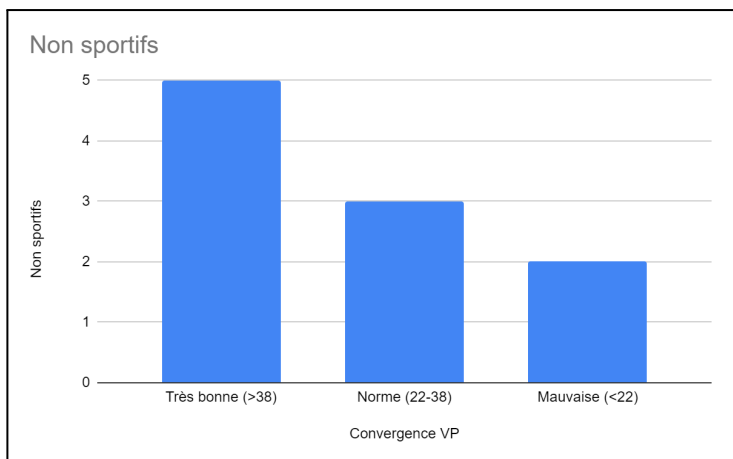
- **Vergences aux prismes**

- **Convergence**



Graphique de la convergence de loin chez la population "non sportifs" et chez la population "sportifs"

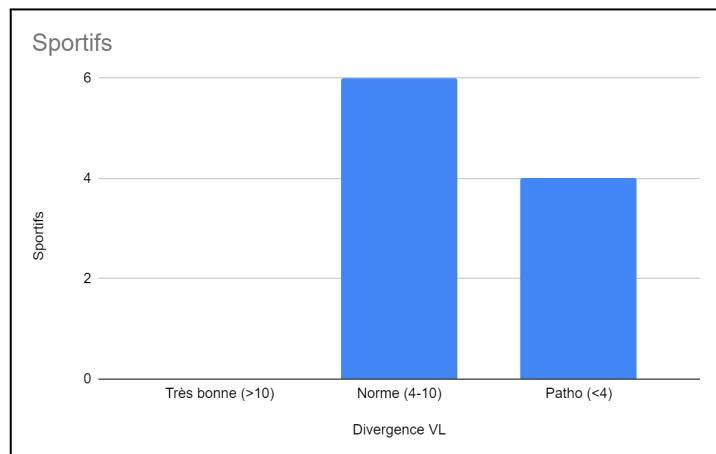
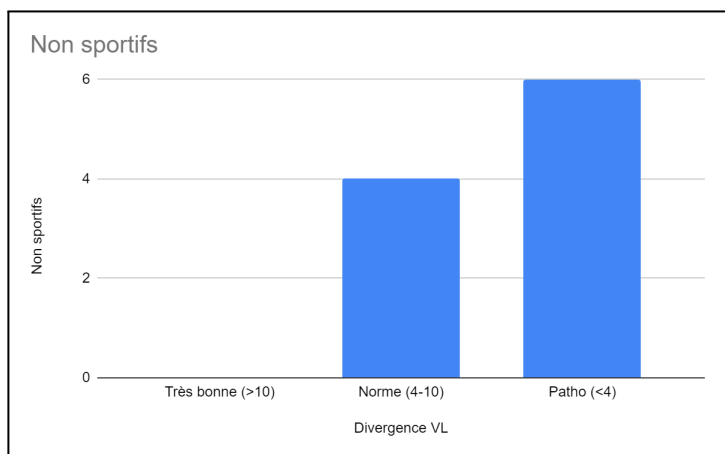
Nous avons pu constater que la moyenne de convergence en vision de loin chez le groupe de non sportifs est de 23 dioptries tandis que la moyenne chez le groupe de sportifs est de 21,5 dioptries.



Graphique de la convergence de près chez la population "non sportifs" et chez la population "sportifs"

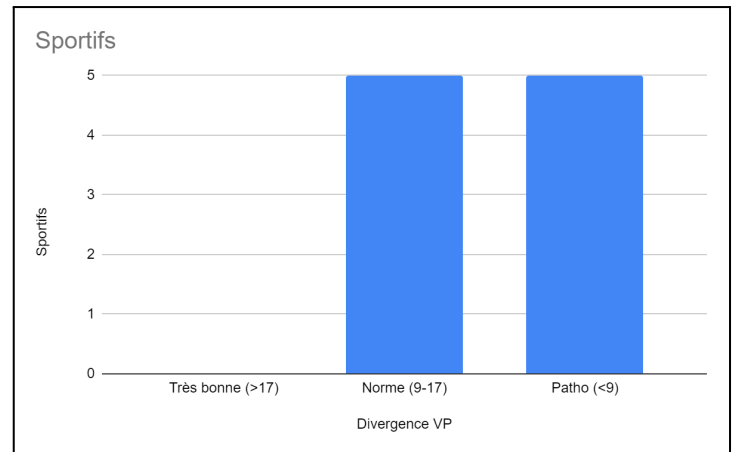
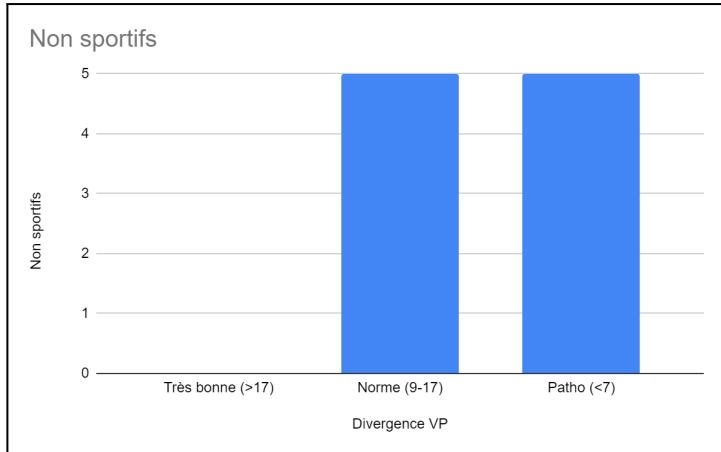
Concernant la convergence de près, le groupe "non sportifs" a obtenu une moyenne de convergence de près égal à 31,3 dioptries alors que le groupe de "sportifs" a détenu une moyenne s'élevant à 33,6 dioptries.

➤ Divergence



Graphique de la divergence de loin chez la population "non sportifs" et chez la population "sportifs"

Le groupe de "non sportifs" a eu une moyenne de divergence de loin égale à 2,6 dioptries. Quant au groupe "sportifs", on a obtenu une divergence de 3,4 dioptries.



Graphique de la divergence de près chez la population “non sportifs” et chez la population “sportifs”

La moyenne de divergence en vision de près a été de 6,5 dioptries pour le groupe de “non sportifs” tandis que le groupe de “sportifs” a obtenu une moyenne de 8,6 dioptries.

Nous avons conclu que le groupe de “sportifs” possédait une meilleure vergence aux prismes que le groupe de “non sportifs”.

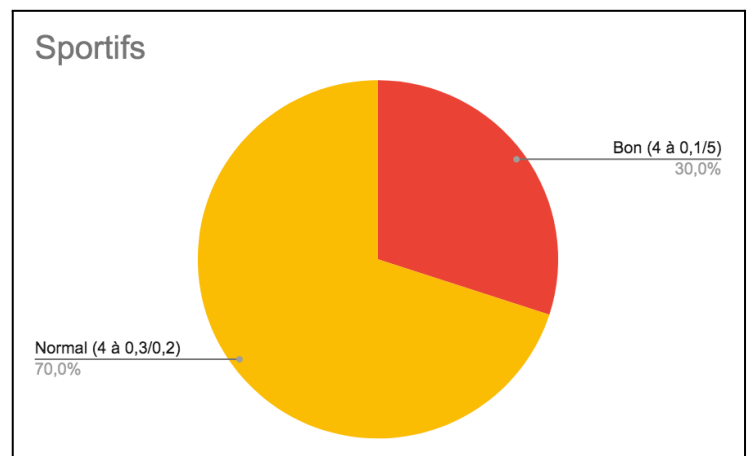
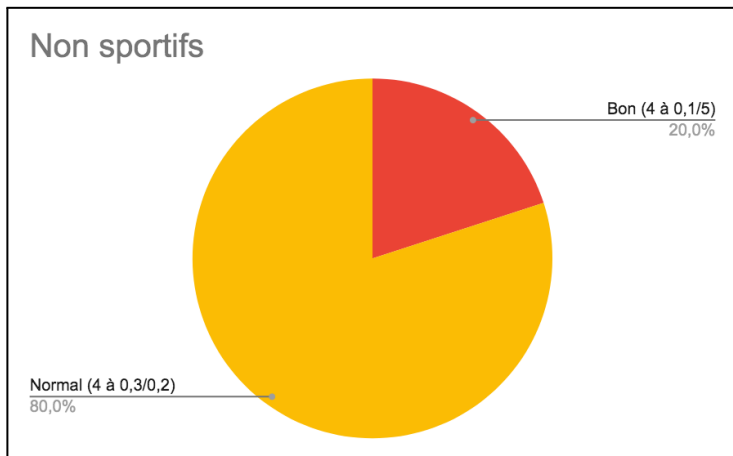
- **Vision des couleurs**

	Non sportifs	Sportifs
Test d'Ishihara normal	10	10

Tableau des résultats du test de la vision des couleurs chez la population “non sportifs” et chez la population “sportifs”

Aucune anomalie des troubles de la vision des couleurs a été détectée dans l'ensemble de notre population.

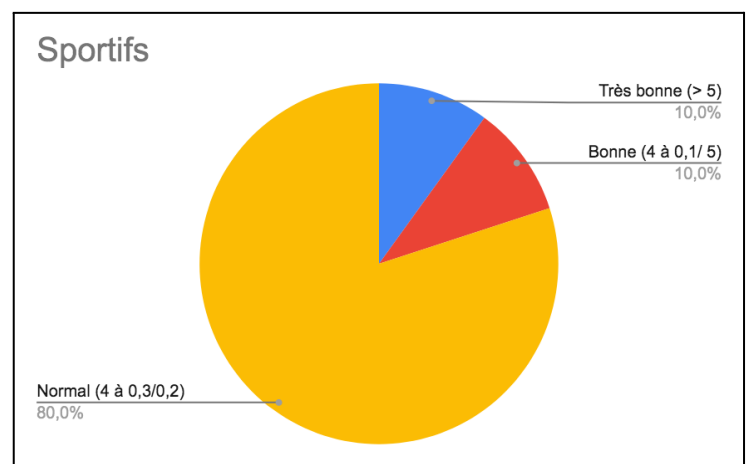
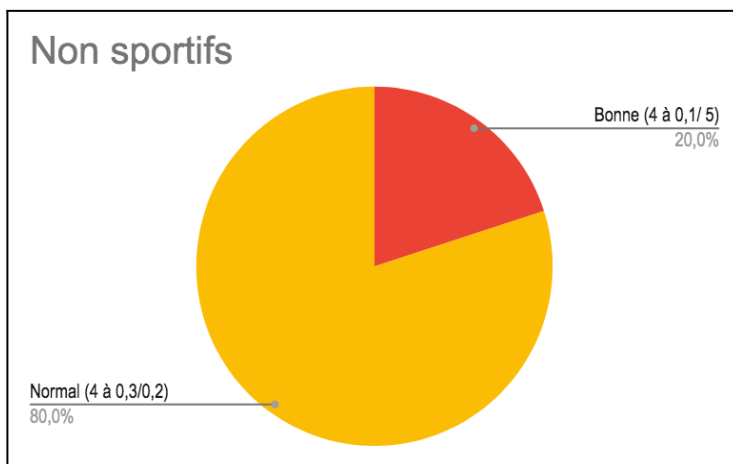
- **Empan Visuo-Attentionnel**



Graphique des résultats de l'empan visuo-attentionnel chez la population "non sportifs" et chez la population "sportifs"

Nous avons pu noter que le groupe "sportifs" présentait un empan visuo-attentionnel meilleur que le groupe de "non sportifs" avec 30% de la population des sportifs qui détenait un bon empan visuo-attentionnel.

- **Fenêtre Attentionnelle**



Graphique des résultats de la fenêtre-attentionnelle chez la population "non sportifs" et chez la population "sportifs"

Les résultats de la fenêtre attentionnelle dans le groupe "non sportifs" a montré une attention à la périphérie pseudo-équivalente au groupe de "sportifs de haut niveau" avec 80% de l'ensemble de la population se trouvant dans la norme. On retrouve tout de même de meilleurs résultats dans le groupe "sportifs".

IV. Discussion

L'objectif de notre mémoire était de comparer les aptitudes visuelles chez un groupe de sportifs de haut niveau issu du CREPS Haut-de-France et un groupe de non sportifs issu de personnes pratiquant une activité sportive environ une fois par semaine. Pour cela, nous avons évalué et quantifié les aptitudes visuelles susceptibles d'impacter les performances sportives. Puis nous les avons confrontés au E(ye)Motion mettant en pratique leurs capacités visuelles sur le terrain.

Lors de l'évaluation de la fonction visuelle, nous avons constaté une variabilité des résultats. En effet, lors du bilan orthoptique classique, on retrouve près de cinq sportifs sur dix présentant un port de correction optique associé dans 40% des cas des signes fonctionnels ophtalmologiques tandis que sept non sportifs sur dix présentent un port de correction optique dans la vie de tous les jours associé dans 30% des cas la présence de céphalés. 70% de la population non sportif a réalisé une prise en charge orthoptique contre seulement 10% de la population sportive. Une bonne acuité visuelle a été retrouvée dans 80% de la population générale avec une acuité visuelle binoculaire égale ou supérieure à 12/10. On a observé dans l'ensemble de la population un état moteur en divergence physiologique, état préférentiel oculomoteur. Plus de 50% des deux populations réunis présentent une vision stéréoscopique allant jusqu'à 60" d'arc, 40% de la population sportif a obtenu un résultat égal à 30" d'arc. La capacité fusionnelle chez les deux groupes présentent des résultats semblables notant une différence de convergence entre les deux groupes de 1,9 dioptries et de 1,4 dioptries en divergence.

Dans un deuxième temps, nous avons mis à profit les capacités visuelles de notre population en évaluant leurs performances visuelles au E(ye)Motion. L'empan visuo-attentionnel traduisant la quantité d'informations visuelles que nous pouvons traiter en même temps a montré que 70% de la population générale éprouvait une exploration fonctionnelle dans la norme. L'attention à la périphérie définie par la fenêtre attentionnelle a montré que 80% de la population a su redonné quatre chiffres montrés en 0,3 ou 0,2 secondes.

Il faut prendre en compte que notre étude comparative a certaines limites, notamment par la faible taille de notre population. D'autre part, les sportifs sont soumis entre eux à une variation d'entraînement qui poussent certains sportifs à s'entraîner plus de fois que d'autres. Le critère de fatigabilité entre en jeu au moment de l'évaluation des aptitudes visuelles chez les deux groupes. En effet, du fait du moment de la journée de l'évaluation, que cela soit en début de journée, en fin de journée ou après un entraînement, cela peut soulever certaines variations.

Nous pouvons constater que malgré la variabilité des réponses, nous n'avons pas noté de différence entre les deux groupes nous amenant à dire que les aptitudes visuelles du groupe de sportifs de haut niveau est meilleur que le groupe de non sportifs ou vice-versa.

Cela nous amène à se poser des questions sur l'intérêt de l'entraînement visuel dans le domaine du sport. En effet, nous avons noté qu'un pilote de Formule 1 est susceptible de retenir 8 images en 0,1 seconde. L'optimisation des performances visuelles a déjà prouvé lors de précédentes études un gain de précision, l'acquisition de stratégies oculomotrices, oculo-manuelles ou encore oculo-podales permettant une meilleure coordination. Ainsi, nous pouvons nous poser des questions sur le rôle de l'orthoptiste dans la prise en charge des performances visuelles chez le sportif.

V. Conclusion

Nous avons choisi de consacrer notre mémoire de fin d'études à la comparaison des aptitudes visuelles chez un groupe de non sportifs et un groupe de sportifs de haut niveau.

Ce sujet nous tenait particulièrement à cœur, car nous pensons que l'orthoptie est encore insuffisamment exploitée dans le domaine sportif, malgré l'importance cruciale de l'entraînement visuel pour améliorer les performances visuelles. En effet, la vision joue un rôle essentiel dans l'exécution des mouvements, traitant plus de 85% des informations provenant de notre environnement, et indissociable du corps. L'importance de la vision dans le sport devient ainsi évidente.

Notre hypothèse initiale était la suivante : les aptitudes visuelles sont en moyenne supérieures chez les sportifs de haut niveau par rapport aux non sportifs.

Les résultats de notre étude comparative ont prouvé qu'il n'existe pas de différence notable dans les évaluations des aptitudes visuelles entre les deux populations étudiées.

Cependant comme évoqué dans la discussion, ces résultats pourraient être encore meilleurs si le groupe des sportifs de haut niveau était soumis à une rééducation orthoptique adaptée. Cette dernière permettrait une optimisation complète de leurs aptitudes visuelles, ce qui se refléterait dans leurs performances visuelles et par conséquent dans leurs résultats sportifs.

VI. Bibliographie

- (1) Amortila, Muriel. « Vision et action ». *Revue Francophone d'Orthoptie* 10, n° 3-4 (décembre 2017): 164-68. <https://doi.org/10.1016/j.rfo.2017.10.011>. « Acuité Visuelle Dynamique ». Consulté le 2 janvier 2023. <http://www.framiral.fr/avd/>.
- (2) Mandava, Suresh, Tara Sweeney, David Guyer, et Dominique Brémond-Gignac. *Atlas de poche en couleurs d'ophtalmologie : le guide de poche du Manhattan eye, ear and throat Hospital*. Atlas de poche. Flammarion Médecine-Sciences, 2001.
- (3) Schaison-Cusin, Monique, Françoise Héran, et Laurent Laloum. *La neuro-ophtalmologie en un clin d'oeil*. [Texte imprimé]. Edimark SAS, 2011.
- (4) Vignal, Catherine, Dan Miléa, Catherine Cochard-Marianowski, Maud Lebas-Jacob, Christophe Orssaud, Valérie Toutou, Philippe Denis, et Thanh Hoang-Xuan. *Cours de sciences fondamentales et cliniques*. [Texte imprimé]. Elsevier, Masson, 2011.
- (5) « Le « Guide de l'orthoptie » ». *Revue Francophone d'Orthoptie* 6, n° 3 (1 juillet 2013): 91-91. <https://doi.org/10.1016/j.rfo.2013.08.002>.
- (6) Jeanrot, Nicole, Valérie Ducret, François Jeanrot, et Jean-Louis Arné. *Manuel de strabologie : aspects cliniques et thérapeutiques*. 4e édition. Elsevier Masson, 2018.
- (7) [Article L221-2-1 - Code du sport - Légifrance \(legifrance.gouv.fr\)](https://www.legifrance.gouv.fr/l221-2-1)
- (8) Bui Quoc, Emmanuel. « Vision binoculaire ». *Revue Francophone d'Orthoptie* 13, n° 2 (1 avril 2020): 62-69. <https://doi.org/10.1016/j.rfo.2020.05.009>.
- (9) Stenson, Susan, et Denis Fisk. « Sensibilité aux contrastes, éblouissement et qualité de la vision », s. d.
- (10) « Problématique Orthoptique et Loisirs : Comment Répondre à Une Demande Ciblée Lors d'une Activité Sportive ». *Revue Francophone d'Orthoptie* 10, n° 3-4 (1 décembre 2017): 173-75. <https://doi.org/10.1016/j.rfo.2017.10.010>.
- (11) Azémar, G., J. -F. Stein, et H. Ripoll. « Effets de la dominance oculaire sur la coordination œil-main dans les duels sportifs ». *Science & Sports* 23, n° 6 (1 décembre 2008): 263-77. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2008.06.004>.
- (12) Chaumillon, Romain. « Dominance Oculaire : Implications Neurophysiologiques et Conséquences Au Niveau de La Visuo-Motricité », s. d., 390.
- (13) Corb, C. « L'exploration de la fonction visuelle chez le sportif », s. d., 10.
Corbé, C. « L'exploration de la fonction visuelle chez le sportif ». *Science & Sports* 9, n° 1 (1 janvier 1994): 1-10. [https://doi.org/10.1016/S0765-1597\(05\)80018-8](https://doi.org/10.1016/S0765-1597(05)80018-8).
- (14) Tagu, Jérôme. « Le rôle de la dominance oculaire dans la boucle Perception-Action: Une propriété à l'origine d'asymétries perceptives et motrices », s. d., 243.
- (15) [Qui sommes-nous ? – EyeMotion \(eye-motion.fr\)](https://www.eyemotion.fr/)

VII. Annexes

	Imran	Quentin	Mathilde	Maele	Paul	Ludo	Charlotte	Thibault	Audrey	Pauline
Âge	22	26	28	19	24	34	26	28	31	31
SF	Douleurs oculaires, vertiges, céphalées, fatigue visuelle	Fatigue visuelle	céphalées, fatigue visuelle	céphalées, fatigue visuelle	RAS	RAS	Céphalées	Céphalées, fatigue visuelle	Migraine, fatigue visuelle	RAS
ATCD	RAS	Asperger	RAS	RAS	RAS	RAS	RAS	RAS	RAS	RAS
ATCD ophtalmo	CO	pas de CO	CO	CO	pas de CO	sc	Lentille, petite hypermétropie	CO petite myopie	0,50 ODG	Petite myopie
TTT antérieurs	RAS	RAS	RAS	Rééducation orthoptique il y a quelques années	RAS	RAS	Rééducation	RAS	RAS	Rééducation
Latéralité	Droitier - Oeil droit	Droitier - Oeil droit	Droitier - Oeil droit	Droitier - Oeil droit	Droitier - Oeil droit	Gaucher - Oeil droit	Gaucher - Oeil droit	Droitier - Oeil droit	Droitier - Oeil droit	Droitière - OG
AV bino/OD/OG	12/12/12 P1,5	16/16/16 P1,5	12/12f/9 P1,5	10/10/10 P1,5	20/16/16 P1,5	16/16/16 P1,5	16/16/16 P1,5	20/20/20 P1,5	16/16/16 P1,5	16/16/16 P1,5
ESE	X'4H0 OH0	X'14, X2	E'1, E1	X'18, X6	X'16, X1	X'2, OH0	X'12 X4	X'4 X1	X'2 OH0	X'12 X4
Motilité	équilibrée, ppc 6cm	équilibrée, ppc 8cm	équilibrée, ppc 9cm	équilibrée, ppc 10cm	équilibrée, ppc 5cm	équilibrée, ppc 3cm	équilibrée, ppc 4cm	équilibrée, ppc 5cm	équilibrée, ppc 4cm	équilibrée, ppc 3cm
Vergences	C'20/20 C2/2 D'1 D1	C'8/10 C4/4 D'10 D2	C'25/25 C14/14 D'4 D1	C'30 D'8 C20 D4	C'30 D'12 C25 D4	C'40 D'8 C40 D4	C'40 D'4 C40 D2	C'40 D'4 C35 D2	C'40 D'8 C10 D2	C'40 D'6 C40 D4
TNO	Non vu, Lang 3/3	60	60	60	60	30	30	60	60	30

VC Ishihara	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale
Eyemotion FA	4 à 0,3s	4 à 0,2s	4 à 0,2s	4 à 0,2s	4 à 0,2s	4 à 0,3s	5 à 0,1	4 à 0,2	4 à 0,2	5 à 0,1	
Eyemotion EVA	4 à 0,3s	4 à 0,2s	4 à 0,2s	4 à 0,3s	4 à 0,3s	4 à 0,2s	4 à 0,1	4 à 0,2	5 à 0,4	4 à 0,2	

Figure annexe 1 : Tableau récapitulatif des cas cliniques de la population "non sportifs"

	Anna	Maéva	Noémie	Mélanie	Baptiste	Maxime	Edouard	Léon	Chalva	Astrid
Sport pratiqué	épée	basket	athlétisme	tir	basket	foot	tennis	Hockey	Foot	Basket
Age	18	16	22	19	15	30	28	15	15	22
SF	Douleurs oculaires, céphalées sans correction	Aucun	OG part à la fatigue	céphalées en fin de journée	RAS	Qq céphalées	Flou visuel OD	RAS	RAS	céphalées, migraine
ATCD	RAS	RAS	RAS	RAS	RAS	RAS	RAS	RAS	RAS	RAS
ATCD ophtalmo	CO + lentilles	CO juste en cours	CO	CO juste pour les cours	pas de CO	sc	RAS	RAS	Pas de CO	-0,50 ODG
TTT antérieurs	RAS	RAS	RAS	RAS	RAS	Rééducation orthoptique il y a quelques mois	RAS	RAS	RAS	RAS
Latéralité	Droitier - Oeil droit	Droitier - Oeil droit	Droitier - Oeil droit	Droitier - Oeil gauche (tir à droite par contre)	Droitier - Oeil droit	Droitier - Oeil droit	Droitier - OD	Droitier - Oeil gauche	Droitier - OD	Droitier - OD
AV bino/OD/OG	12/12/12f P1,5	16/12/12 P1,5	12/12f/9 P1,5	7/7/7 P1,5	16/12/12 P1,5	16/12/12 P1,5	12/12f/12 P1,5	12/12f/12 f P1,5	12/11/11 P1,5	12/11/11 P1,5

ESE	X'4H0 X2H0	X'2 0H0	X'18 X2	X'2, X2	X'16, X1	X'2, 0H0	X2 0H0	0H0 E' minime	X'12 X4	X'4, X1
Motilité	équilibrée, ppc 3cm	équilibrée, ppc 4cm	équilibrée, ppc 5cm	équilibrée, ppc 5cm	équilibrée, ppc 5cm	équilibrée, ppc 3cm	équilibrée, ppc 3cm	équilibrée, ppc 4cm	Mvts nystagmiques dans les mvts extremes	équilibrée, ppc 5cm
Vergences	C'40/40 C35/25, D'10 D4	C'40/40 C35/25, D'10 D4	C'30/30 C8/6 D'12/14 D2	C'40 D'8 C25/30 D4	C'18/14 D'12 C12 D2	C'40 D'10 C35 D6	C'18 D'4 C10 D4	C'40 D'4 C40 D4	C'35 D'8 C4 D2	C'35 D'6 C6 D2
TNO	60	30	Non vu Lang 2/3	60	60	30	60	30	30	60
VC Ishihara	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale
Eyemotion FA	4 à 0,2s	4 à 0,2s	4 à 0,2s	4 à 0,3s	4 à 0,2s	4 à 0,3s	8 à 0,4s	4 à 0,3	5 à 0,3	4 à 0,2
Eyemotion EVA	4 à 0,3s	4 à 0,2s	4 à 0,2s	4 à 0,3s	4 à 0,3s	4 à 0,3s	4 à 0,1s	4 à 0,2	5 à 0,4	5 à 0,3

Figure annexe 2 : Tableau récapitulatif des cas cliniques de la population "sportifs"