



HAL
open science

VISION ET SPORT : PERFORMANCE, EXPERTISE ET SPORT DE HAUT NIVEAU

Jean Le Rohellec, Jean-François Stein, Alain Guillard

► **To cite this version:**

Jean Le Rohellec, Jean-François Stein, Alain Guillard. VISION ET SPORT : PERFORMANCE, EXPERTISE ET SPORT DE HAUT NIVEAU. [Rapport de recherche] Projet n° 2015, Institut National du Sport et de l'Education Physique (INSEP). 2004. hal-01878531

HAL Id: hal-01878531

<https://insep.hal.science//hal-01878531>

Submitted on 21 Sep 2018

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

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



Département des Sciences du Sport

Laboratoire Mouvement Action et Performance (INSEP)

VISION ET SPORT :
PERFORMANCE, EXPERTISE ET SPORT DE HAUT NIVEAU

Jean Le Rohellec (INSEP – LMAP)

Jean-François Stein (INSEP – LMAP)

Alain Guillard (Lynx Optic)

Juin 2004

TABLE DES MATIERES

1	INTRODUCTION	1
1.1	Fonctionnement du système visuel humain et de la genèse du percept visuel.....	2
1.1.1	Etape de réception	3
1.1.1.1	Les bâtonnets	3
1.1.1.2	Les cônes.....	4
1.1.2	Etape d'intégration	4
1.1.3	Etape de segmentation.....	5
1.1.4	Vers une vision consciente.....	6
1.1.5	Les mouvements du regard	6
1.1.5.1	Saccade oculaire.....	7
1.1.5.2	Poursuite oculaire.....	7
1.1.5.3	Réflexe vestibulo-oculaire	7
1.1.5.4	Mouvement de vergence	7
1.2	Sport et Vision.....	8
2	PROTOCOLE D'EXAMEN.....	11
3	DESCRIPTION DES TESTS DE LA VISION CENTRALE	12
3.1	Acuité visuelle statique en vision de loin.....	12
3.2	Détermination de l'œil directeur en vision de loin.....	13
3.3	Détermination de l'œil dominant en vision de loin.....	13
3.4	Vision des couleurs	14
3.5	Motilité oculaire	15
3.6	Stéréoscopie en vision de loin.....	16
3.7	Stéréoscopie en vision de près	17
3.8	Phories associées en vision de loin	18
3.9	Phories associées en vision de près	19
3.10	Phories dissociées en vision de loin et en vision de près	20
3.11	Test de suppression en vision de près	21
3.12	Rock accommodatif en vision de près.....	22
3.13	Réserves fusionnelles en vision de près	23
3.14	Sensibilité aux contrastes	23
3.15	Questionnaire de latéralisation	25

4	RESULTATS.....	26
4.1	Bilan visuel des sportifs de l'INSEP.....	26
4.1.1	Civilité.....	26
4.1.2	Porteurs d'équipement.....	26
4.1.3	Plaintes visuelles.....	27
4.1.4	Acuité visuelle.....	27
4.1.5	Œil directeur.....	27
4.1.6	Œil dominant.....	27
4.1.7	Vision des couleurs.....	28
4.1.8	Motilité oculaire.....	28
4.1.9	Stéréoscopie en vision de loin.....	28
4.1.10	Stéréoscopie en vision de près.....	28
4.1.11	Phories associées en vision de loin et en vision de près.....	29
4.1.12	Phories dissociées en vision de loin et en vision de près.....	29
4.1.13	Test de suppression.....	29
4.1.14	Rock accommodatif.....	30
4.1.15	Réserves fusionnelles.....	30
4.1.16	Sensibilité au contraste.....	30
4.1.17	Tableau récapitulatif.....	31
4.2	Comparaison des résultats entre disciplines.....	31
4.2.1	Porteurs.....	31
4.2.2	Acuité visuelle.....	32
4.2.3	Vision du relief en vision de près.....	32
4.2.4	Phories associées.....	33
4.2.5	Suppression.....	33
4.2.6	Rock accommodatif.....	34
4.2.7	Réserves fusionnelles.....	34
4.2.8	Latéralité.....	35
5	DISCUSSION.....	35
6	CONCLUSION.....	37

Table des figures

Figure 1: Échelle d'acuité visuelle de loin de type Monoyer.....	12
Figure 2 : Carte à trou	13
Figure 3 : Test d'ISHIHARA	14
Figure 4 : Champ d'action des muscles extra-oculaires.....	15
Figure 5 : Test stéréoscopique vision de loin.....	16
Figure 6 : Points de WIRT	17
Figure 7: Test de phorie associée en vision de loin.....	18
Figure 8: Test de phorie associée vision de près (unité Mallet).....	19
Figure 9 : Test de suppression en vision de près (MALLET).....	21
Figure 10 : Echelle de Parinaud	22
Figure 11: Sensibilité au contraste en fonction de la fréquence spatiale.	24
Figure 12 : Exemples d'Anneaux de Landolt	24

Table des tableaux

Tableau 1 : Porteurs de corrections	26
Tableau 2 : Utilisation d'équipement correcteur.....	27
Tableau 3 : Différence d'acuité entre les deux yeux.....	27
Tableau 4 : Vision du relief vision de loin.....	28
Tableau 5 : Vision du relief vision de près.....	28
Tableau 6 : Nombre de suppression	29
Tableau 7 . Récapitulatif du bilan visuel.....	31
Tableau 8 : Porteur de correction par discipline	32
Tableau 9 : Acuité pour 3 disciplines.....	32
Tableau 10 : Vision du relief par discipline	33
Tableau 11 : Phories associées par discipline	33
Tableau 12 : Suppression par discipline.....	34
Tableau 13 : Rock accommodatif par discipline.....	34

Table des annexes

Annexe 1 : Questionnaire de latéralité.....	41
Annexe 2 : Effectifs par disciplines.....	42

Ce rapport rend compte de l'évaluation des capacités visuelles chez des sportifs de haut niveau de l'INSEP (Institut National du Sport et de l'éducation Physique, Paris). Les bilans visuels ont été réalisés sur plus de 200 athlètes au cours du dernier trimestre de l'année 2002.

1 INTRODUCTION

Dans le domaine sportif, le système visuel joue un rôle déterminant dans la saisie d'informations contextuelles. Celles-ci, sont exploitées au sein d'un processus continu souvent dénommé « couple perception-action », dont l'entièreté présage de la qualité de la performance, c'est-à-dire, en partie, des capacités à interagir de façon efficace et adaptée avec l'environnement et ses modifications. Toutefois, en aval, il apparaît nécessaire de s'assurer de la pertinence des signaux générés au niveau même des capteurs de la rétine. Dans cette perspective, une « bonne vision » devrait être un pré-requis indispensable à une performance sportive compétitive.

Les entraîneurs, les scientifiques et les athlètes constamment, cherchent à améliorer les performances. Au sein du domaine sportif, de nombreuses recherches ont été effectuées dans les domaines de la locomotion, de la résistance à l'effort mais aussi de la vision. Cependant, à notre connaissance dans le milieu sportif, en France, le dépistage visuel est peu pratiqué, même si il était réalisé à l'INSEP (depuis le début des années 1990 à l'aide de l'Ergo-Vision, (un appareil automatisé de dépistage)), mais il en est de même dans de nombreux autres pays, si l'on en juge par la difficulté à trouver des bases bibliographiques accessibles par exemple sur internet.

Ainsi, l'objectif de cette étude est de réaliser un dépistage approfondi et d'établir une base de données relative à la vision des sportifs de l'INSEP. Les examens approfondis réalisés ont parallèlement pour vocation de détecter des défauts visuels encore latents, qui pourraient cependant, à l'avenir altérer les performances de l'athlète.

Les différentes modalités sensorielles constituent l'interface essentielle à la prise d'informations de l'athlète dans son contexte sportif. Les connaissances actuelles font cas de systèmes sensoriels organisés sur la base des énergies disponibles dans l'environnement (des stimuli). On distingue ainsi, les interfaces sensorielles à même de constituer des représentations informelles sur la base des énergies mécaniques (toucher, audition, équilibre vestibulaire, proprioception des muscles et des tendons), des énergies photoniques (vision), des énergies thermiques (froid et chaud), des énergies électriques et magnétiques (pas de

terminologie, car les humains n'ont pas ce sens) et des énergies chimiques (odorat, goût). Cette énumération a pour simple objectif de situer le sens de la vue parmi le panel sophistiqué d'informations disponibles. Pourtant, il est classique de considérer la vision comme un sens privilégié. L'essentiel de son privilège repose en fait sur les connaissances acquises à propos des mécanismes visuels, depuis l'avènement de la neurophysiologie et de la psychophysique sensorielle, mais aussi sur l'impression subjective qu'être privé du sens de la vue est plus dramatique que d'être privé d'un autre sens. D'évidence, les jeux para-olympiques par exemple, rendent ces considérations tout à fait discutables...

Qu'il s'agisse du positionnement dans l'espace, de l'optimisation de l'équilibre, de la planification ou de la modification adaptative de l'action, la vision du sportif joue, à l'évidence, un rôle crucial lors de la prise d'informations sensorielles. Cette saisie d'information est un pré-requis indispensable à une réalisation optimale de l'action et de sa compétitivité.

Ici, d'abord, nous rappellerons quelques bases du fonctionnement du système visuel humain et de la genèse du percept visuel. Il apparaîtra que la perception visuelle résulte d'un traitement complexe, multidimensionnel et asynchrone, davantage apparenté à une construction active de l'environnement qu'à une simple traduction passive. L'extraction des informations visuelles pertinentes pour en adapter son comportement est dans une grande mesure permise par les mouvements des yeux. Puis, après avoir mis en évidence les spécificités et les impératifs de prise d'informations visuelles chez l'athlète de haut-niveau, nous présenterons le protocole d'évaluation des capacités visuelles réalisé.

1.1 Fonctionnement du système visuel humain et de la genèse du percept visuel

La construction de l'image visuelle, d'un point de vue neurophysiologique, résulte d'un cheminement, au cours d'étapes successives - de la rétine au cortex cérébral - de signaux bioélectriques générés par l'interaction de la lumière et des pigments photo-sensibles de la rétine. On gardera à l'esprit que le système visuel n'assure pas une copie passive de l'environnement, mais bien davantage une construction active de cet environnement.

Il est possible de distinguer au moins quatre niveaux successifs aux cours desquels les signaux de la lumière de l'environnement visuel seront d'abord échantillonnés par les photorécepteurs (étape de réception), puis codés et combinés entre eux pour assurer leur transit par le nerf optique (étape d'intégration) et enfin, redistribués dans différentes aires corticales plus ou moins spécialisées dans l'émergence de certaines primitives visuelles (étape

de segmentation). Au cours d'une étape ultérieure (correspondant à la vision consciente), les signaux de ces primitives visuelles seront à leur tour combinés entre eux – par l'intermédiaire de processus attentionnels et de réseaux de mémoires - pour fournir une « représentation » élaborée de l'environnement visuel.

1.1.1 Etape de réception

En première approche, l'optique de l'œil est comparable à celle d'un appareil photographique. La lumière pénètre dans l'œil. L'iris, est un muscle en forme d'anneau. Ce muscle fait varier l'ouverture de la pupille de façon à modifier la quantité de lumière pénétrant dans l'œil. La cornée est la principale lentille de l'œil. Elle assure environ 80% de la réfraction. Le cristallin, est une lentille auxiliaire qui se déforme sous l'action des muscles ciliaires. La cornée et le cristallin assurent la « mise au point » de l'image sur la rétine par un réflexe dit « d'accommodation –convergence ». Pour un œil « normal » (emmétrope) l'image est focalisée sur la rétine, l'image est nette de loin et de près. L'œil myope concentre la lumière en avant de la rétine, la vision est floue de loin (mais correcte de près). L'œil hypermétrope, forme une image en arrière de la rétine, la vision est floue de près.

La rétine est un tissu nerveux tapis au fond du globe oculaire. Elle constitue l'interface entre le monde physique et le système nerveux. Les cellules nerveuses sont appelées neurones. Chaque neurone est « en charge » d'extraire, d'une partie de l'espace, des informations qu'il est spécifiquement à même de coder. La zone de sensibilité d'un neurone (où qu'il soit situé dans la hiérarchie du système visuel) est appelée « champ récepteur ». Les premiers neurones de la rétine – directement en contact avec les photorécepteurs- « transforment » les excitations lumineuses reçues en potentiels bioélectriques. Ce signal sera à son tour exploité pour la génération de potentiels d'action – signaux *en tout ou rien* – véhiculés rapidement et sur de grandes distances dans le système nerveux.

Les photorécepteurs de la rétine appartiennent à deux grandes familles définies initialement sur des critères morfo-anatomiques : les bâtonnets et les cônes.

1.1.1.1 Les bâtonnets

Les bâtonnets sont très sensibles à la lumière ; ils assurent principalement la vision nocturne (dite scotopique). On compte environ 100 à 120 millions de bâtonnets par rétine humaine. Leur densité est maximale à environ 10 degrés d'excentricité par rapport à l'axe optique.

1.1.1.2 Les cônes

Les cônes sont moins sensibles à la lumière, ils assurent la vision diurne (dite photopique). On compte de 5 à 6 millions de cônes par rétine humaine. Leur densité est maximale dans la zone de l'axe optique appelée fovéa. La structure de la mosaïque des cônes de la fovéa permet l'acuité spatiale (c'est-à-dire, la discrimination spatiale fine, comme dans la présente tâche de lecture, par exemple). En outre, l'existence de 3 familles de cônes permet la vision des couleurs. En revanche, la densité de cônes chute dramatiquement dès que l'on s'écarte de la fovéa, la résolution spatiale devient médiocre.

Dans des conditions lumineuses particulières (domaine mésopique [*entre chien et loup*]), les cônes et les bâtonnets sont activés simultanément. Les cônes et les bâtonnets disposent de câblages neuronaux séparés dont la résolution temporelle est différente (les neurones extrayant les signaux des cônes sont plus rapides que les neurones connectés aux bâtonnets) ; les jugements temporels peuvent être perturbés, comme par exemple, lors d'un jeu de tennis à la tombée de la nuit.

La gamme de luminosité assurée par ces deux systèmes de photo-réception couvre plus de 12 unités logarithmiques (de 10^{-6} cd.m⁻² à 10^{+6} cd.m⁻², soit de 1 (lumière juste perceptible) à 100000000000 plus) (aucun appareil photographique n'est susceptible d'assurer une telle gamme de sensibilité et pour longtemps encore).

1.1.2 Etape d'intégration

Les réseaux de neurones dans la rétine sont complexes, mais schématiquement, il est possible de distinguer deux types de structures orthogonales. Une structure longitudinale, où les signaux des photorécepteurs sont acheminés « directement » à partir des cellules bipolaires aux cellules ganglionnaires en sortie de rétine vers le nerf optique. Et une structure transversale à deux niveaux (cellules horizontales et cellules amacrines) qui assurent la prise en compte des excitations dans les zones voisines des champs récepteurs. Au-delà de la rétine, les signaux sont véhiculés par un faisceau d'axones des cellules ganglionnaires (environ 1.5 millions (seulement) constituant le nerf optique) vers une structure sous corticale appelée « corps genouillé latéral du thalamus » (CGL).

Dans ce relais sous-cortical, les neurones s'ordonnent en couches dont les propriétés neurophysiologiques traduisent des codages distincts. Ainsi, à partir des mêmes signaux issus des photorécepteurs, les neurones constituent principalement 3 voies :

- La voie M (magnocellulaire), dans laquelle les neurones possèdent une grande sensibilité aux contrastes achromatiques, avec une bonne résolution temporelle, mais une moins bonne résolution spatiale. Ces neurones sont de grande taille et véhiculent les signaux rapidement. Par exemple, ce sont eux qui signalent la survenue brutale d'un obstacle dans le champ visuel, conduisant alors à un comportement d'évitement)
- La voie P (parvocellulaire), dans laquelle les neurones possèdent une bonne sensibilité spatiale et chromatique, mais une résolution temporelle médiocre. Ces neurones (qui constituent 80 % des neurones de la voie visuelle), présentent la particularité remarquable de combiner les signaux relatifs aux contrastes achromatiques et aux contrastes chromatiques (couleur). Leur bonne résolution spatiale est à l'origine, par exemple, de notre capacité à lire ces mots écrits, et d'une façon générale à détecter les structures spatiales fines. Ces neurones de taille moyenne véhiculent les signaux plus lentement que les neurones magnocellulaires, avec un délai de quelques dizaines de millisecondes au niveau du cortex visuel primaire.
- La voie K (koniocellulaire) dans laquelle les neurones possèdent une bonne sensibilité chromatique, mais une mauvaise résolution temporelle et spatiale ; ils participent essentiellement à la vision des couleurs. Ces neurones de petites tailles véhiculent les signaux encore plus lentement que les neurones parvocellulaires.

Ces trois voies convergent ensuite vers le cortex visuel primaire (cortex occipital), où les informations qu'elles véhiculent sont intégrées au sein de différentes couches, puis redistribuées dans des aires visuelles secondaires.

1.1.3 Etape de segmentation

La grande majorité des signaux parvenus de la rétine, via le CGL, converge vers le cortex visuel primaire. A ce niveau du traitement, il n'existe aucune perception consciente, mais les conditions se réunissent pour qu'elle puisse émerger. Dans les aires visuelles corticales primaires et secondaires, différents attributs perceptifs sont élaborés de façon relativement indépendantes. En effet, une image visuelle peut être décomposée en différents attributs perceptifs, tels que : la forme, le mouvement, la couleur, la profondeur, la texture, la brillance, la transparence...

1.1.4 *Vers une vision consciente*

Le cerveau peut être envisagé comme le regroupement de 4 lobes : frontal (vers l'avant), temporal (vers le côté), pariétal (vers de le dessus) et occipital (vers l'arrière). Du lobe occipital - où sont traités les informations en provenance de la rétine - partent deux grands courants d'activation, appelés : le système ventral et le système dorsal.

Le système ventral, impliquant le lobe occipital et le lobe temporal est principalement dédié à l'identification et à la reconnaissance consciente des « objets ».

Le système dorsal, impliquant le lobe occipital, le lobe pariétal et s'étendant au lobe frontal est principalement dédié à la localisation des objets et à la coordination entre vision et motricité. Il est souvent considéré comme la voie de l'action, au sens où « voir peut être considéré comme agir dans son environnement visuel ». En ce sens, l'action participe mais aussi construit la perception.

Les signaux bioélectriques qui cheminent de la rétine au cerveau sont de différentes natures : *achromatiques* signalant uniquement les variations de contraste lumineux, *chromatiques* signalant uniquement les variations du contenu spectral de la lumière, et « indéterminé » (dont il sera extrait à la fois le contenu chromatique et le contenu achromatique).

Ces codages spécifiques sont réalisés à différentes échelles. De plus les échelles sont distinctes entre le champ visuel central (analyse fine des détails et la couleur, mais relativement lente) et le champ visuel périphérique (détection plus rapide du mouvement). Toutefois les mouvements des yeux, grâce à 3 paires de muscles antagonistes, permettent une exploration de l'espace efficace.

1.1.5 *Les mouvements du regard*¹

Les mouvements des yeux constituent un mode d'accès privilégié au monde qui nous entoure. ils permettent, en plaçant les objets d'intérêt dans la partie centrale du champ visuel, d'explorer les scènes visuelles, d'en identifier les composants significatifs et d'acquérir les informations nécessaires pour pouvoir agir sur eux (préhension, évitement). Les mouvements du regard permettent une vision optimale d'un objet en plaçant (par des mouvements rapides)

¹(d'après Claire Wardack et Jean-rené Duhamel. *Contrôle du mouvement du regard (1) : le rôle du cortex pariétal. Médecine/Science, 2004, vol. 20 : 89-97*)

et en maintenant (par des mouvements lents) son image au centre du champ visuel représenté sur la rétine par la fovéa. On peut distinguer 4 types de mouvements oculaires :

1.1.5.1 Saccade oculaire

La saccade oculaire est un déplacement rapide et conjugué des deux yeux d'un point de l'espace à un autre. Ce sont des mouvements de faible amplitude (1 à 25 minutes d'arc), de très courte durée (0.01 à 0.05 seconde) et de fréquence variant de 0.1 à 1 Hz. Leur vitesse peut atteindre 500m/s de telle sorte que la vision n'est pas altérée par ce déplacement. Les saccades oculaires peuvent être réflexes (en réponse à un stimulus auditif, somesthésique ou visuel, survenant brutalement dans le champ visuel périphérique) ou volontaires (déclenchées par le sujet quand il souhaite amener une partie précise de la scène visuelle sur la fovéa (par exemple rechercher un indice comportemental chez un adversaire dans un sport duel).

1.1.5.2 Poursuite oculaire

La poursuite oculaire est un déplacement lent et conjugué des deux yeux pour suivre une cible ponctuelle (fovéale) ou large (optocinétique) en déplacement. On distingue la poursuite saccadique dans laquelle le mouvement des yeux est constitué par une suite de sauts et de pauses (par exemple dans l'activité de lecture), et la poursuite continue, dans laquelle l'œil glisse à une vitesse voisine de celle de la cible.

1.1.5.3 Réflexe vestibulo-oculaire

Le réflexe vestibulo-oculaire est un déplacement lent et coordonné des yeux et du corps en sens inverse qui permet au sujet de bouger et de voir en même temps.

1.1.5.4 Mouvement de vergence

Le mouvement de vergence est un mouvement disjoint des yeux. C'est une activité physiologique réflexe et synergique des deux yeux d'une personne lorsqu'elle fixe un point quelconque situé dans son champ visuel binoculaire, et qui consiste à faire converger les deux lignes de fixation sur le point de fixation examiné et à provoquer l'accommodation de chaque œil sur ce point.

En résumé : La vision est un processus « relativement » séquentiel, au cours duquel les signaux de lumière de l'environnement (et de variations de la lumière, selon de multiples dimensions ; intensité, contenus spectral, spatial, temporel, fréquentiel...) sont analysés de

façon asynchrone pour aboutir *in fine* à une représentation de l'espace environnant et de ses modifications par le sujet *percevant*. Néanmoins, la vision n'est pas l'unique modalité sensorielle permettant l'appréhension de l'environnement ; la proprioception, la somesthésie, l'audition et les coordinations inter-modalitaires participent via l'Action à la représentation de l'environnement. Quelle que soit la plasticité des composantes informationnelles liées à la prise de connaissance de l'environnement, la composante réceptrice est essentielle ; celle-ci prend place au niveau même de l'œil, au niveau de la rétine. La rétine n'est pas homogène. La rétine centrale est responsable de la vision précise des détails et des couleurs. La rétine périphérique joue essentiellement un rôle d'alerte pour l'individu ; elle permet la détection d'objets ou de mouvements et joue un rôle important lors des déplacements dans l'environnement. La présente étude concerne essentiellement la vision centrale.

L'objectif de cette étude a été de réaliser un dépistage approfondi, puis d'établir une base de données relative à la vision des sportifs de l'INSEP. Enfin nous tenterons de statuer sur des différences éventuelles entre les disciplines.

1.2 Sport et Vision

Les entraîneurs, les athlètes et les scientifiques ont aujourd'hui pris la mesure de l'importance de la vision dans l'activité sportive. Chacun pratique des recherches en vue de l'amélioration de la prise de l'information visuelle, dans le but ultime d'optimiser la performance sportive, de la rendre compétitive. Ainsi, certains auteurs défendent un lien étroit entre les capacités visuelles et les performances, alors que d'autres mettent en doute ce lien. Nous verrons que la notion d'entraînement visuel est centrale dans l'approche scientifique de la problématique « sport-vision ». Puis nous soulignerons l'importance du dépistage et ses carences remarquées.

Certaines études soulignent un lien existant entre de bonnes capacités visuelles et une bonne performance sportive. Par exemple, Christenson & Winkelstein (1988) rapportent une étude sur des joueurs de football. Ils montrent que les athlètes ont de bonnes performances en vergences, saccades oculaires, temps de réaction visuel, champs périphériques et punctum proximum de convergence, comparés aux non-athlètes. De la même façon, Graybiel et al. (1955), ont comparé dans une étude, 30 tennismen à 100 footballeurs. Ils démontrent que les tennismen ont une meilleure perception de la profondeur. Trachtman (1973) s'intéresse à la

motilité oculaire. Dans une étude portant sur 36 joueurs de base-ball, cet auteur a montré une relation entre le nombre de frappes réussies et les performances de motilités oculaires.

Toutefois, Applegate & Applegate (1992) qui étudient l'influence de l'acuité sur la précision des tirs chez des basketteurs, montrent qu'une acuité dégradée par l'ajout de filtres n'affecte pas la précision du tir. Ainsi, se pose la question relative au lien causal entre vision et performance. Cette question est principalement abordée sous couvert de celle relative à l'entraînement visuel. Si des études montrent que l'entraînement visuel améliore certaines capacités visuelles (Nischizawa (1977) ; Revien et Gabor (1981)), d'autres auteurs mettent en doute la validité de ce gain, notamment en termes de transfert à la performance (Abernethy, 2001; Stine, 1982).

Différentes études menées par Williams (1999), Abernethy (1997), Stine (1982) ont mis en évidence que les variations de capacités visuelles entre athlètes et non-athlètes s'appuient sur trois « a-priori » :

- Les meilleurs athlètes se caractérisent par des habiletés visuelles supérieures à celles des moins bons.
- Les qualités sensorielles peuvent être développées par des procédures d'entraînement général ou spécifique.
- Les améliorations de la fonction visuelle se traduisent par une amélioration de la performance.

Les recherches reposant sur ces *a priori* tendent à montrer que les sportifs de haut niveau ont de meilleures capacités visuelles que les non sportifs. Pourtant, comme Abernethy (2001) et Williams (1999) l'ont rappelé lors des Deuxièmes Journées Internationales du Sport à L'INSEP en 2003, ces études révèlent de sérieuses carences méthodologiques : par exemple, la répartition des athlètes au sein de différents groupes est rarement faite au hasard, les effectifs de chaque groupe sont souvent faibles, les tests sont souvent effectués en condition de laboratoire et non sur le terrain, la durée de l'entraînement visuel est souvent trop brève pour être scientifiquement validée... Ainsi, Williams (1999) s'appuyant sur une méthodologie rigoureuse, conclut que les gains de performance des sujets des groupes entraînés ne sont pas différents de ceux du groupe témoin et de ceux du groupe placebo. De telles recherches invitent à distinguer au sein même du processus de vision au moins deux étapes différentes : la « réception » et la « perception ».

Il est vrai que l'ensemble des études menées par les scientifiques, testent essentiellement les caractéristiques élémentaires de l'œil. Des améliorations physiques sont obtenues grâce à l'entraînement (augmentation de la convergence), comme le décrit Michaud (1998).

Au sein du processus de vision - chez le sportif - différentes composantes doivent être distinguées : La vision périphérique (Graybiel et al, 1955), l'acuité visuelle dynamique (Beals et al., 1971), la binocularité (Christenson & Wilkenstein, 1988), et bien d'autres encore. Aussi, il est important lors d'un examen visuel, d'explorer l'ensemble du système visuel, d'autant plus si le sujet est un athlète de haut niveau. Corbe (1993) souligne l'importance de tester ces voies par des examens connus en optométrie : l'examen du sens des formes avec une mesure de l'acuité visuelle ; examen du sens coloré avec les planches d'ISHIHARA, et examen de la profondeur et de l'espace avec des tests de vision stéréoscopique.

Lagace (1998) analyse la fonction visuelle des sportifs. La situation du sport est dynamique et les tests doivent le refléter. On devrait ainsi privilégier la vision de loin en testant l'acuité visuelle et stéréoscopique en vision de loin, la sensibilité aux contrastes, les mouvements oculaires... (Fontvieille, 2003).

D'après Hazel, (1995), l'optométriste a une place majeure au sein du milieu sportif . Les optométristes doivent avoir pour rôle d'intervenir à au moins deux niveaux : d'une part la protection de l'œil contre les coups ou les impacts (lunette ou écran de protection), et d'autre part l'amélioration des capacités visuelles (correction des défauts visuels et programmes d'entraînement). Les exercices proposés s'inspirent le plus souvent de cas cliniques concernant des enfants ou des mal voyants, ayant des difficultés à lire. De Saint-André (2003), se fondant sur le fait que la vision se développe par le biais de la locomotion, aborde la ré-éducation visuelle selon une approche davantage holistique qu'à l'habitude.

Au regard de ces différentes approches, il convient de reconsidérer l'impact de la vision sur les performances sportives, notamment en termes de simple évaluation des capacités visuelles.

Lors des Jeux Olympiques d'Albertville de 1992, 574 athlètes ont été dépistés : 70% n'avaient jamais subi de dépistage, 34% portaient des lunettes et 19% des lentilles (Fontvieille, 2003 et Corbe, 1993). Aux Etats Unis, une étude épidémiologique (Beckerman & Hitzeman, 2001) a été conduite entre 1992 et 1995 auprès de 939 athlètes. Parmi ces athlètes, 25% n'avaient jamais subi d'examen visuel, 29% présentaient des symptômes oculaires et 28% avaient moins de 8/10 avec les corrections optiques utilisées dans la pratique de leur sport. Aujourd'hui, seule la boxe et l'aéronautique bénéficient d'un dépistage obligatoire (de

type fond d'œil). A notre connaissance, dans le milieu sportif en France, l'examen visuel approfondi est très peu pratiqué et ses résultats sous-exploités. L'étude présente a pour but d'apporter une contribution à la réalisation d'une base de données susceptible de pallier à terme à cette carence.

2 PROTOCOLE D'EXAMEN

L'étude a été réalisée dans l'enceinte de l'INSEP (Institut National du Sport et de l'Education Physique, Paris), qui regroupe environ 830 athlètes répartis en 38 disciplines.

Ces athlètes doivent effectuer dans l'année, au moins une visite médicale. Les tests portent sur leurs capacités respiratoires, leurs résistances à l'effort, leur vision...

Jusqu'à présent, depuis le début des années 1990, l'examen de vision était effectué à l'aide d'un appareil de *dépistage* : l'Ergovision (Essilor), durant environ 10 minutes.

L'évaluation visuelle a été pratiquée au service médical de l'INSEP au cours du dernier trimestre de l'année 2002. Chacun des 207 sportifs évalués, a passé une série de 15 tests pendant une durée d'environ 30 minutes.

Les tests pratiqués peuvent être décrits selon trois axes :

Dépistage pathologique

Test de performance en vision binoculaire

Test de latéralisation

Les résultats ont été consignés pour l'ensemble des sportifs et chacun d'entre eux s'est vu remettre une synthèse personnalisée de son bilan.

Dans le cas d'anomalies dépistées (pathologiques ou réfractives), le patient a été référé à l'ophtalmologiste de l'INSEP.

Pour cette étude, les sportifs ont passé les tests dans des conditions identiques à celles de la compétition : si le sportif pratique son sport sans correction, les tests d'évaluation visuelle sont réalisés selon les mêmes modalités.

3 DESCRIPTION DES TESTS DE LA VISION CENTRALE

Les tests réalisés sont déclinés ci-dessous.

3.1 Acuité visuelle statique en vision de loin

L'acuité visuelle se base sur le pouvoir séparateur de l'œil, c'est-à-dire sur la capacité de discriminer deux points. Des optotypes à contraste lumineux élevé sont projetés à 6 mètres. On mesure ici l'acuité morphoscopique. L'examineur note d'abord pour chaque œil, puis pour les deux yeux, l'acuité correspondant à la dernière ligne pour laquelle le sujet rapporte correctement au moins les trois quarts des lettres présentées.

La consigne donnée au sujet est la suivante

Cachez-vous un œil avec la paume de la main.

Dites-moi tout ce que vous arrivez à lire ou à déchiffrer.

M R T V F U E N C X O Z D	10/10
D L V A T B K U E R S N	9/10
R C Y H O F M E S P A	8/10
E X A T Z H D W N	7/10
Y O E L K S F D I	6/10
O X P H B Z D	5/10
N L T A V R	4/10
O H S U E	3/10
M C F	2/10
Z U	1/10

Figure 1: Échelle d'acuité visuelle de loin de type Monoyer

3.2 Détermination de l'œil directeur en vision de loin

L'œil directeur est celui qui impose sa motricité sur le couple oculaire. Il sert de référence spatiale et c'est par rapport à lui que l'autre œil se centrera.

On considère ici – en vision de loin - que l'œil de visée est l'œil directeur. Le sujet est muni d'une carte percée et fixe binoculairement à travers le trou une lettre placée à 6 m. Il ferme alternativement les yeux et doit signaler l'œil qui permet de voir la même chose qu'en binoculaire.

La consigne donnée au sujet est la suivante :

Tenez la carte devant vous à bout de bras.

Fixez la lettre sur le tableau avec les deux yeux ouverts.

Fermez les yeux alternativement et indiquez-moi avec quel œil vous voyez la même chose qu'avec les deux yeux ouverts.

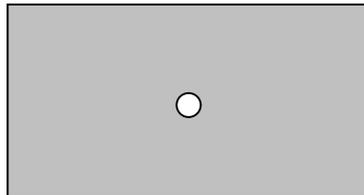


Figure 2 : Carte à trou

3.3 Détermination de l'œil dominant en vision de loin

L'œil dominant est celui qui impose sa sensorialité au couple oculaire. C'est souvent l'œil qui ne supprime pas en cas de problème binoculaire. Il est déterminé grâce au test du filtre rouge. Le sujet positionne un filtre rouge devant l'œil droit et fixe binoculairement un point lumineux placé à 6 m. Puis, il place le filtre sur l'autre œil et compare ainsi la couleur de la lumière de la cible. L'œil qui voit le point lumineux le plus coloré est l'œil dominant.

La consigne donnée au sujet est la suivante :

Mettez le filtre rouge sur l'œil droit.

Fixez le point lumineux sur le tableau avec les deux yeux.

Combien voyez-vous de point : 1 ou 2 ?

De quelle couleur voyez-vous le point : blanc, rouge ou rosée ?

Mettez le filtre sur l'œil gauche.

De quelle couleur voyez-vous le point : blanc, rouge ou rosée ?

3.4 Vision des couleurs

Le test utilisé ici est le test des planches pseudo isochromatiques d'Ishihara (1917). Ce test consiste en un ensemble de 12 planches où des chiffres sont dessinés sur un fond à l'aide de pastilles colorées de différentes tailles et de différentes clartés. Les couleurs des points formant la figure et le fond sont établies de telle sorte qu'elles ne soient pas différenciées pour un sujet ayant une anomalie de la vision des couleurs. Le sujet doit simplement déchiffrer ce qu'il voit

L'examineur note le numéro des planches où le sujet fait des erreurs ou des confusions.

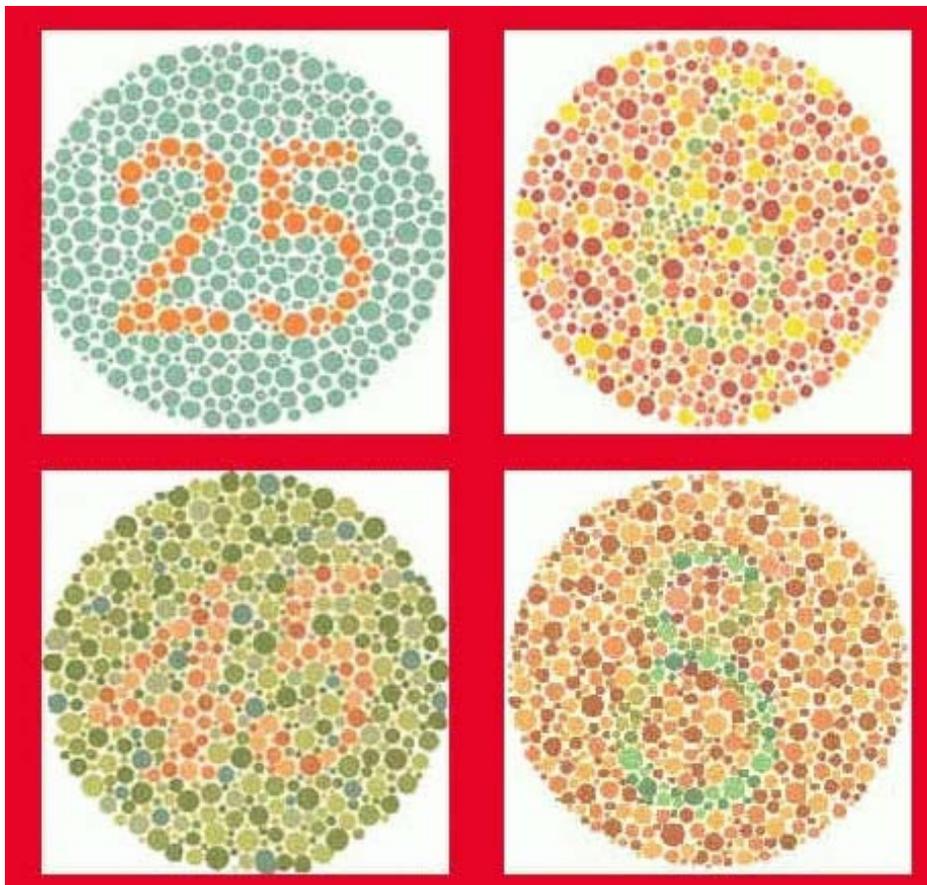


Figure 3 : Test d'ISHIHARA

3.5 Motilité oculaire

Le test utilisé ici est le H-TEST. Il permet de vérifier l'intégrité des muscles extra-oculaires dans leur champ d'action. Ce test est effectué sans lunettes, à 20cm du sujet. Celui-ci garde la tête immobile et fixe binoculairement un stylo lampe. La lumière est déplacée de façon à décrire un H. L'examineur note dans le cas de vision double, la direction du regard.

La consigne donnée au sujet est la suivante :

Fixez le stylo-lampe sans bouger la tête.

Est-ce que vous voyez 1 ou 2 points lumineux ?

Je vais déplacer le stylo-lampe dans différentes directions et vous m'indiquerez si à un moment donné vous le voyez double.

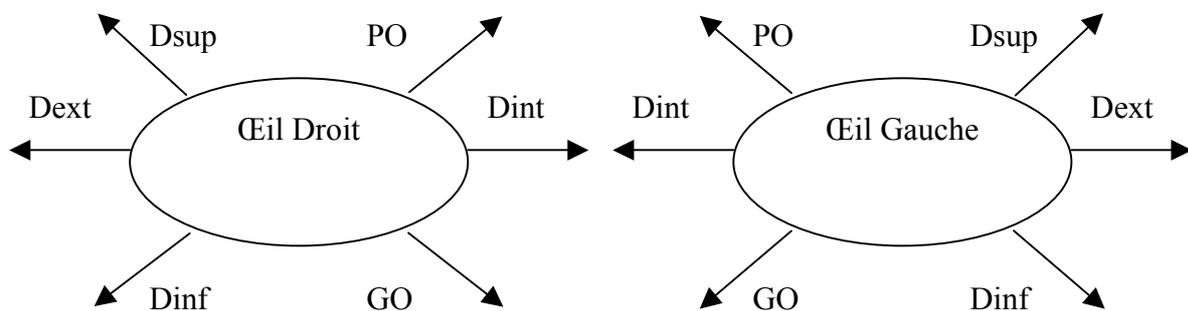


Figure 4 : Champ d'action des muscles extra-oculaires

Légende de la figure 4 : Dext : Droit Externe ; Dsup : Droit supérieur ; PO : Petit oblique ; Dint : Droit interne ; GO : Grand oblique ; Dinf : Droit inférieur.

3.6 Stéréoscopie en vision de loin

Ce test a pour but de s'assurer du bon fonctionnement de la vision binoculaire en vision de loin. Il teste les trois degrés de la vision binoculaire : d'une part **la vision simultanée** (chaque œil perçoit une image), d'autre part **la fusion** (fusion par le cortex des deux images rétiniennes) et enfin la **vision en relief**.

Ce test comprend un point de fusion et des barres polarisées (voir figure ci-dessous). Le sujet est muni d'une lunette polarisée par-dessus sa compensation habituelle. Chaque œil ne voit simultanément qu'une partie du test. C'est la différence angulaire des deux images qui permet au sujet de percevoir le test en relief. Il est effectué à 6 m.

La consigne donnée au sujet est la suivante :

Fixer le point central puis regardez les barres.

Combien voyez-vous de barres nettes et lumineuses ?

Vous apparaissent-elles en relief ?

Pouvez-vous m'indiquer, dans l'ordre, laquelle semble la plus près de vous ?

L'examineur note le nombre de barres vues en relief. Plus ce nombre est important, meilleure est la vision stéréoscopique.

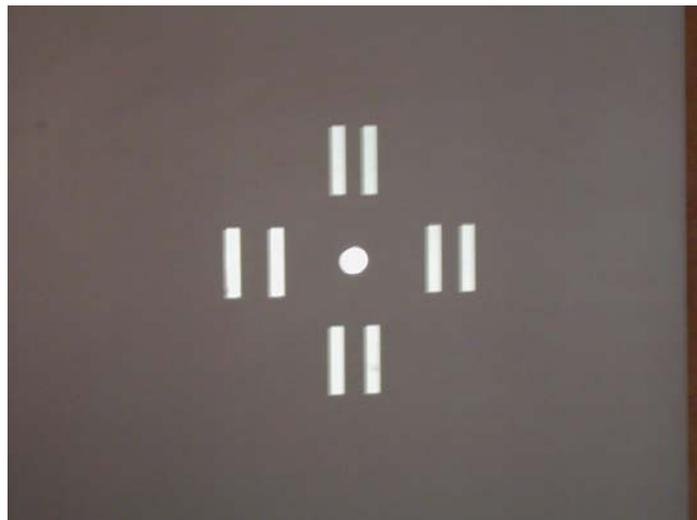


Figure 5 : Test stéréoscopique vision de loin

3.7 Stéréoscopie en vision de près

Le test utilisé est le *TITMUS*, il permet de graduer la vision stéréoscopique du sujet. Ce test se présente sous la forme d'un livret comprenant des motifs polarisés perçus en relief : d'une part une mouche et d'autre part des animaux de petite taille et des ensembles de 4 cercles. Ici, seul les cercles, appelés points de WIRT, ont été pris en compte. Ils représentent 9 figures comprenant chacune 4 cercles dont un doit être perçu en relief lorsque l'on porte une lunette polarisée. Normalement, l'œil est capable de voir en stéréoscopie jusqu'à environ 15 secondes d'arc. Dans ce test la disparité la plus fine correspond à 40 secondes d'arc.

Ce test reprend le même principe que le test réalisé en vision de loin. Toutefois, c'est un test effectué en « choix forcé » ; l'observateur doit obligatoirement donner une réponse (1 chance sur 4). Il est effectué à 40 cm. Le sujet muni d'une lunette polarisée, doit indiquer, dans chaque figure, le cercle perçu en relief. L'examineur note les réponses du sujet, traduites en acuité stéréoscopique (en seconde d'arc).

La consigne donnée au sujet est la suivante :

Dites-moi dans l'ordre des différentes figures, quel anneau vous apparaît en relief.

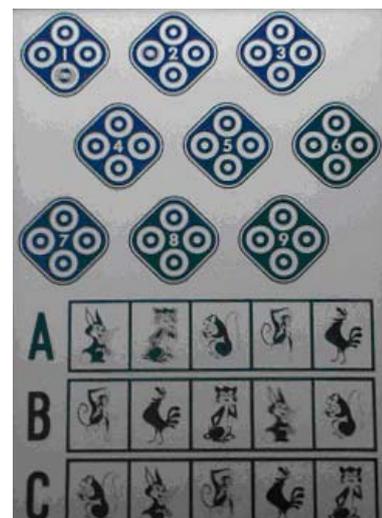


Figure 6 : Points de WIRT

3.8 Phories associées en vision de loin

Les axes visuels, en l'absence de fusion peuvent prendre des directions différentes suivant les individus. On parle ainsi d'*orthophorie* lorsqu'ils sont droits, d'*ésophorie* lorsqu'ils convergent et d'*exophorie* lorsqu'ils divergent.

Ce test mesure la valeur de **la phorie associée ; elle correspond à la déviation des axes visuels en présence de fusion**. Ce test est effectué à 6 m, il met en évidence des problèmes binoculaires et mal compensés par le sujet. La phorie est mesurée en dioptries prismatiques (Δ). Pratiquement, le sujet, muni d'une lunette polarisée, fixe un point au centre d'une croix. Chaque œil ne voit qu'une partie de la croix mais le point est vu par les deux yeux simultanément. L'examineur note la valeur du prisme qui annule la disparité de fixation.

La consigne donnée au sujet est la suivante :

Fixez le point central.

Est-ce que les barres horizontales et le point central semblent bien alignés ?

Est-ce que les barres verticales et le point central semblent bien alignés ?

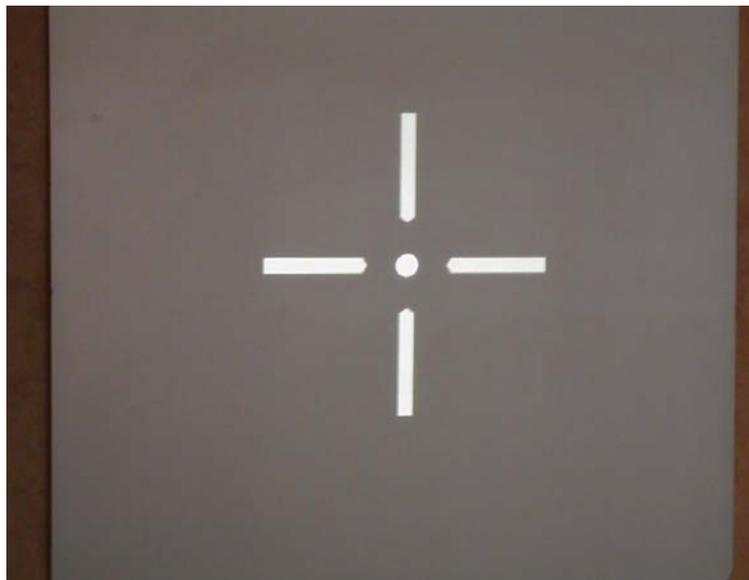


Figure 7: Test de phorie associée en vision de loin

3.9 Phories associées en vision de près

Le test utilisé fait partie de *l'unité Mallet*. Dans ce test l'observateur a pour tâche de lire le texte présenté sur le dispositif, de façon à contrôler son accommodation. Puis, il fixe la croix centrale et comme dans le test précédent, il doit rapporter si les barres sont alignées avec le point de fixation. Ce test est effectué à 36cm. L'examineur note la valeur prismatique qui annule la disparité de fixation.

La consigne donnée au sujet est la suivante :

Lisez le texte à haute voix.

Combien de barres vertes voyez-vous ?

Ces deux barres sont-elles alignées avec la croix centrale, ou y-a-t-il une barre ou les deux de décalées ?

De quel côté, est-elle (ou sont-elles) décalée(s) ?

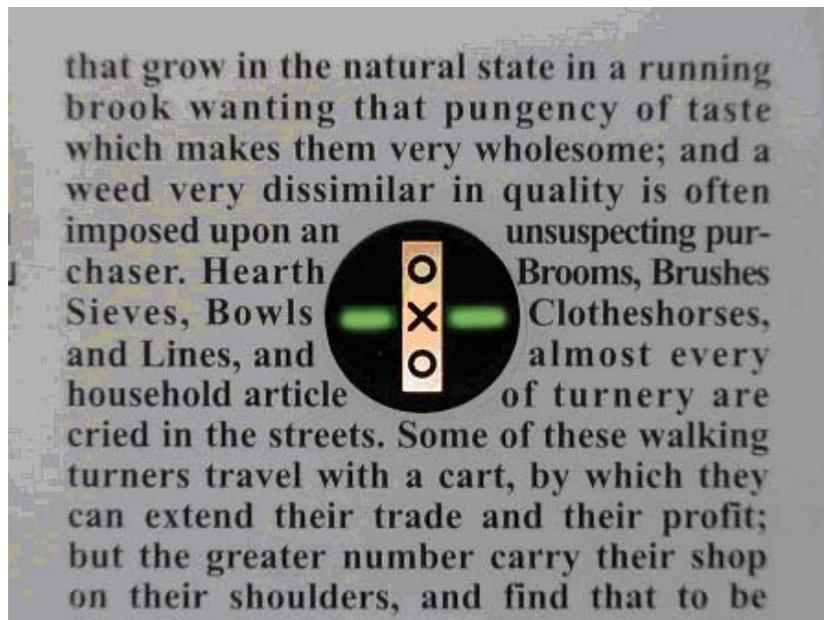


Figure 8: Test de phorie associée vision de près (unité Mallet)

3.10 Phories dissociées en vision de loin et en vision de près

La mesure de la phorie dissociée correspond à la déviation des axes visuels en l'absence de fusion. Le test est effectué à 6 m et à 40 cm. Le sujet fixe une lettre dont la taille correspond à 80% de son acuité. Il est muni de prismes dissociateurs (6 Δ base supérieure sur l'œil droit et 15 Δ base interne sur l'œil gauche), afin qu'il perçoive deux lettres qu'il ne puisse pas fusionner.

Selon les normes, en vision de loin, le sujet doit être orthophore (voire légèrement exophore de 1 dioptrie), et en vision de près le sujet doit être exophore d'environ 4 à 6 dioptries.

L'examineur note la valeur du prisme pour laquelle les 2 lettres sont perçues alignées.

La consigne donnée au sujet est la suivante :

Voyez-vous 2 lettres décalées verticalement et horizontalement ?

Vous me direz « stop » lorsque les deux lettres seront sur la même ligne.

Vous me direz « stop » lorsque les deux lettres seront l'une au-dessus de l'autre.

3.11 Test de suppression en vision de près

La suppression est un procédé par lequel le cerveau inhibe l'image rétinienne d'un œil (en totalité ou en partie), lorsque les deux yeux sont stimulés simultanément.

Ce type de déficit a une influence sur la stabilisation posturale et ses modifications.

Ce test fait également partie de l'unité MALLETT. Il est constitué de plusieurs lignes de lettres, de différentes tailles, polarisées. Le sujet muni de lunettes polarisées, doit lire toutes les lettres qu'il perçoit, ou le nombre de lettres vues si elles ne sont pas identifiables. Ce test est effectué à 36 cm. L'examineur note la taille de la suppression en minute d'arc.

La consigne donnée au sujet est la suivante :

Lisez les lettres à haute voix.

Si les lettres du bas du test sont trop petites pour être déchiffrées, dites moi combien vous en voyez.



Figure 9 : Test de suppression en vision de près (MALLETT)

3.12 Rock accommodatif en vision de près

Ce test permet d'évaluer la **capacité du sujet à accommoder et à désaccommoder**. Le sujet, muni « d'une face à retournement +2/-2 », fixe le texte 2 de l'échelle de Parinaud (80% de son acuité) à 40 cm. L'objectif est de réaliser le plus grand nombre de retournements pendant une minute, avec la consigne de n'effectuer le retournement que lorsqu'il obtient la netteté. L'examineur compte le nombre de cycles durant 1 minute, sachant qu'un cycle correspond au retour à la position initiale (c'est-à-dire, à un allez-retour).

La consigne donnée au sujet est la suivante :

Est-ce que le texte vous apparaît net ? (dans le cas contraire, le test sera non valide)

Placez la « face à main » devant les yeux.

Retournez la face dès que le texte est vu simple et net.

Renouvelez, l'opération autant de fois que possible. Le but est de faire le maximum de retournements en vérifiant de bien conserver la netteté.

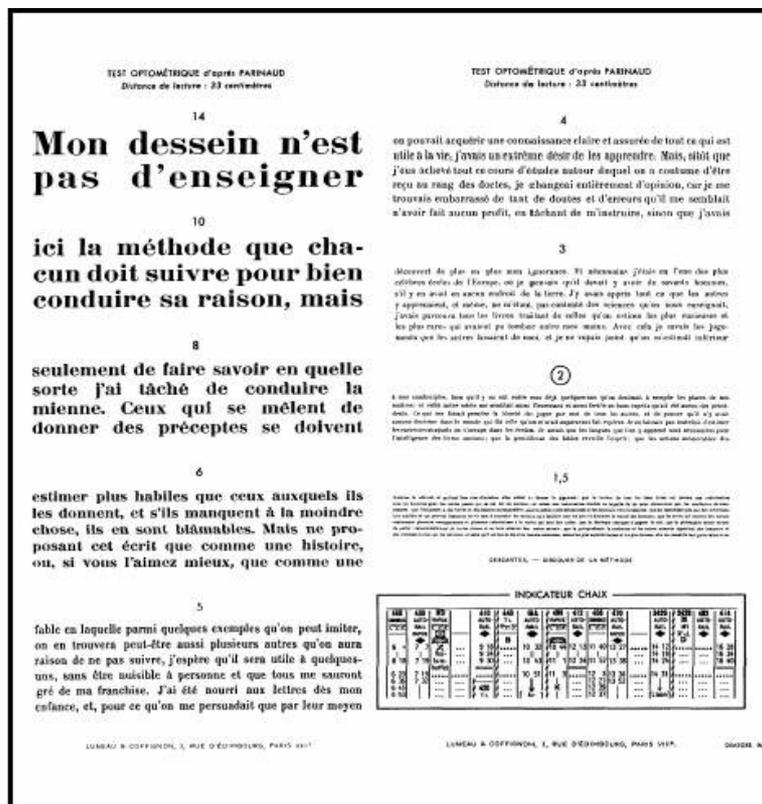


Figure 10 : Echelle de Parinaud – Le texte 2 se trouve au milieu de la colonne de droite

3.13 Réserves fusionnelles en vision de près

Les réserves fusionnelles sont mobilisées pour compenser ses phories et obtenir une fusion optimale. Grâce à l'interposition successive de prismes (à l'aide d'un Réfractor), le test utilisé ici permet de mesurer les réserves musculaires impliquées dans les processus de divergence et de convergence oculaires. Le sujet fixe une ligne de lettres verticales (80% de son acuité) à 40 cm. L'examineur augmente la valeur des prismes jusqu'à l'obtention du flou, puis du bris (vision double) et alors diminue les valeurs des prismes jusqu'au recouvrement. Il note à chaque fois **la valeur du flou, du bris et du recouvrement**. Il commence d'abord base interne pour ne pas entraîner la convergence. Il fait ensuite de même avec des bases externes.

La consigne donnée au sujet est la suivante :

Les lettres sont-elles nettes ?

Vous allez m'indiquer lorsque vous les percevrez flou. (augmentation de la valeur prismatique)

Vous allez m'indiquer lorsque vous les percevrez dédoublées. (augmentation de la valeur prismatique)

Vous allez m'indiquer lorsque vous les reverrez simples. (diminution de la valeur prismatique)

3.14 Sensibilité aux contrastes

Ce test permet d'évaluer la capacité du système visuel à prendre en compte son environnement en fonction de sa taille (fréquence spatiale) et de son niveau de contraste. Le contraste est exprimé à partir de la différence de luminance entre les parties claires et les parties sombres d'une image. Cette capacité du système visuel est utile dans la détection des formes (fines pour les détails et grossières pour la globalité). Ainsi, le système visuel n'a pas la même sensibilité (exprimée selon l'inverse du contraste) selon la taille. Il existe un optimum : classiquement, on dit que le système visuel est passe bande ; à un niveau de contraste donné, la sensibilité est meilleure autour de 3 cycles par degré et décroît pour des fréquences spatiales plus basses (réseaux à bandes larges (à gauche sur l'abscisse de la figure 11) et pour les fréquences spatiales plus hautes (réseaux à bandes fines (à droite sur l'abscisse de la figure 11)).

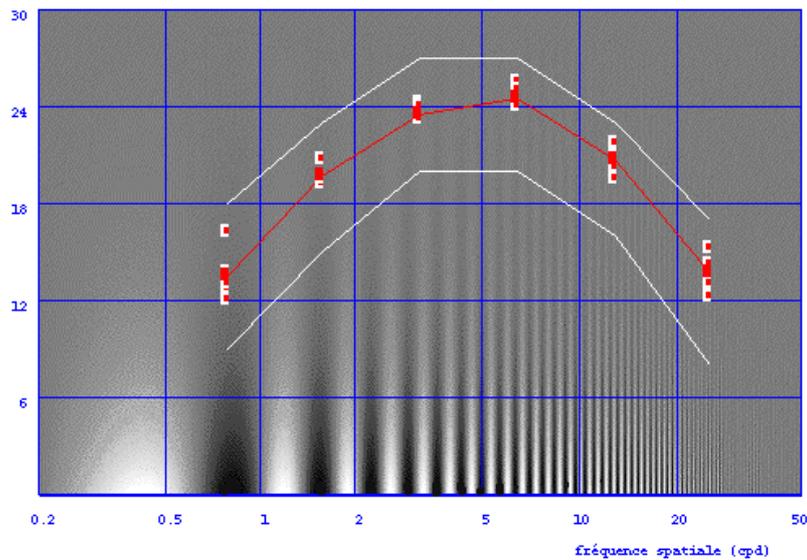


Figure 11: Sensibilité au contraste en fonction de la fréquence spatiale. Les courbes présentent des données classiques

Le test utilisé ici est intégré à un logiciel appelé A.C.V. (Analyseur des Capacités Visuels). Il utilise des anneaux de Landolt avec 4 directions d'ouvertures possibles : haut, droite, bas gauche. Le sujet regarde l'écran et doit indiquer la direction de l'ouverture de l'anneau. Ce test est effectué à 4 mètres. L'examineur enregistre sur le logiciel les réponses données par le sujet.

La consigne donnée au sujet est la suivante :

Fixez l'écran.

Des anneaux de tailles divers, vont apparaître et vous m'indiquerez le sens de l'ouverture, il n'y a que 4 possibilités : haut, bas, droite, gauche.

Il y aura beaucoup d'anneaux que vous ne verrez pas, c'est normal, indiquez-le moi.



Figure 12 : Exemples d'Anneaux de Landolt à différents contrastes et différentes fréquences spatiales

3.15 Questionnaire de latéralisation

Chaque athlète a répondu à un questionnaire de latéralisation (Ripoll et Azemar, 1987). Ce questionnaire permet de connaître l'œil privilégié, la main privilégiée et le pied privilégié lors de la pratique du sport. Ce questionnaire permet le calcul d'un indice de latéralité du sujet. (voir questionnaire en annexe 1).

4 RESULTATS

207 sportifs ont passé les tests d'évaluation visuelle. Ces individus représentent 25% des athlètes de haut niveau de l'INSEP, représentant 42 disciplines. A la suite de ces tests, 37 athlètes, (soit 17%) ont été référés à l'ophtalmologiste de l'INSEP pour anomalie (acuité faible, diplopie, corrections inadaptées, paralysie musculaire, symptômes asthénopiques).

Les résultats sont abordés selon deux approches. Dans un premier temps, nous présenterons les principaux résultats des tests effectués sur l'ensemble des sportifs. Puis, pour quelques tests, nous nous demanderons si les représentants de certaines disciplines sont porteurs de caractéristiques visuelles différentes des représentants d'autres disciplines.

4.1 Bilan visuel des sportifs de l'INSEP

Dans la présentation des résultats, les effectifs indiqués sont assortis de pourcentages de l'échantillon testé, arrondis, entre parenthèses.

4.1.1 *Civilité*

Sur les 207 sportifs testés, 128 (62%) sont des hommes, 79 (38 %) des femmes.

4.1.2 *Porteurs d'équipement*

Sur les 207 sportifs évalués, 63 (30%) portent des lunettes constamment ou occasionnellement. Parmi ces 63 athlètes 20 (10%) portent des lentilles, ce qui indique que seulement un porteur sur trois utilise les verres de contacts.

Sur ces 63 porteurs, seulement 22 (35%) sportifs utilisent leur correction pour les compétitions.

		lentille		
lunette	Données	NON	OUI	Total
NON	Total quantité	144		144
	Total%	100,00%	0,00%	100,00%
OUI	Total quantité	43	20	63
	Total%	68,25%	31,75%	100,00%
Total quantité		187	20	207
Total%		90,34%	9,66%	100,00%

Tableau 1 : Porteurs de corrections

		Utilise leur équipement pour la compétition		
lunette	Données	NON	OUI	Total
NON	Nombre	144		144
	Total%	100,00%	0,00%	100,00%
OUI	Nombre	41	22	63
	Total%	65,08%	34,92%	100,00%
Total quantité		185	22	207
Total%		89,37%	10,63%	100,00%

Tableau 2 : Utilisation d'équipement correcteur

4.1.3 Plaintes visuelles

33 sportifs (16 %) ressentent des signes asthénopiques (yeux rouges, picotement) ou un inconfort visuel lors de leur activité quotidienne, avec ou sans lunette.

4.1.4 Acuité visuelle

L'acuité visuelle moyenne monoculaire est de l'ordre de 12/10 (12.09 pour l'œil droit et 12.54 pour l'œil gauche), et de 14/10 (14.09) en vision binoculaire. On s'est intéressé à la différence d'acuité qui existe entre les deux yeux. Nous avons calculé les différences d'acuité et dénombré les individus par amplitude mesurée. 34 athlètes (16%) ont une différence d'acuité d'au moins 4/10 entre les deux yeux. 20 athlètes (10%) ont une acuité inférieure à 8/10 au moins d'un œil, qu'ils soient corrigés ou non.

		Différence d'acuité Œil Droit – Œil Gauche									
	0	1	2	2,5	3	4	5	6	7	8	Total
Nombre	107	1	59	1	5	24	1	6	1	2	207
Total%	51,69%	0,48%	28,50%	0,48%	2,42%	11,59%	0,48%	2,90%	0,48%	0,97%	100,00%

Tableau 3 : Différence d'acuité entre les deux yeux

4.1.5 Œil directeur

Parmi les sportifs évalués, 135 (65%) ont l'œil droit comme œil directeur.

4.1.6 Œil dominant

Sur les 207 sportifs 97 (47%) ont l'œil droit comme œil dominant (2 athlètes n'ont pu définir leur œil dominant, en effet, au test du filtre rouge, la couleur du point lumineux leur paraissait identique sur chaque œil).

4.1.7 Vision des couleurs

6 des 207 athlètes (3%) ont fait plus d'une erreur sur les douze planches d'Ishihara.

4.1.8 Motilité oculaire

Globalement les athlètes testés ont une bonne motilité oculaire. Cependant pour certains la poursuite visuelle est accompagnée de saccades oculaires.

Sur la population évaluée, 173 (84 %) ne présentent pas de défaut de motilité oculaire ; 31 (15%) présentent des saccades oculaires lors de la poursuite et 3 (1.5 %) ont une diplopie (vision double) dans certaines directions de regard.

4.1.9 Stéréoscopie en vision de loin

La vision stéréoscopique est le troisième degré de la vision binoculaire, après la fusion et la vision simultanée. Elle permet de mettre en évidence des failles du système visuel.

A ce test, les athlètes devaient indiquer, à travers les lunettes polarisées, le nombre de barres perçues en relief (de 1 à 4). 177 athlètes (86 %) ont parfaitement réussi ce test ; 7 (3%) n'ont discerné que 2 des 4 en stéréoscopie, alors que 23 (11%) n'ont perçu aucune barre en relief.

Stéréoscopie VL						
Nombre de barres perçues	0- Echec de la perception du relief	1	2	3	4	Total
Nombre stéréoscopie VL	23	2	7	1	174	207
stéréoscopie VL (%)	11,11%	0,97%	3,38%	0,48%	84,06%	100,00%

Tableau 4 : Vision du relief vision de loin

4.1.10 Stéréoscopie en vision de près

Ce test reprend le principe du dépistage du fonctionnement de la vision binoculaire en vision de près à partir du test de Titmus. Le sujet doit indiquer le cercle (parmi quatre) perçu en relief. Sur l'ensemble des sportifs évalués, 179 (86 %) ont réussi le test ; 28 (14%) ont une acuité stéréoscopique moindre.

Stéréoscopie VP	point de WIRT									
	40	50	60	80	100	140	200	400	800	Total
En seconde d'arc quantité	179	10	6	3	2	3	1	1	2	207
Total%	86,47%	4,83%	2,90%	1,45%	0,97%	1,45%	0,48%	0,48%	0,97%	100,00%

Tableau 5 : Vision du relief vision de près

En résumé : 157 athlètes (76 %) ont une bonne vision stéréoscopique de loin et de près.

4.1.11 Phories associées en vision de loin et en vision de près

Grâce, entre autre, à ses réserves fusionnelles, le sujet normal compense ses phories. En présence de fusion, nous avons noté la valeur du prisme qui permet de réaligner les axes visuels, si il y a déviation. Chez le sujet normal, la valeur prismatique ajoutée est nulle.

Sur les 207 sportifs ; en vision de loin : 197 (95%) réussissent au test, 10 (5 %) présentent des phories associées. En vision de près 171 (83%) réussissent au test , 36 (17%) présentent des phories associées.

4.1.12 Phories dissociées en vision de loin et en vision de près

Nous rappelons que la phorie dissociée est la déviation des axes visuels en l'absence de fusion. Nous avons déterminé ici 3 catégories de phories dissociées : l'orthophorie lorsque les axes visuels sont droits, l'ésophorie lorsqu'ils convergent et l'exophorie lorsqu'ils divergent.

En vision de loin, la norme est l'orthophorie (ou faible exophorie (inférieur à 1 dioptrie)). Sur la population évaluée, : 74 athlètes (36%) sont dans la norme définie ; 115 (56%) sont ésophores, 18 (9 %) exophores (supérieur à 1 dioptrie).

En vision de près , la norme est l'exophorie (entre 4 et 6 dioptries). 48 (23 %) sont dans la norme définie ; 17 athlètes (8 %) sont orthophores (0 dioptrie) , 28 (13%) sont ésophores, 56 (27 %) exophores (supérieur à 6 dioptries) ; 52 (25 %) entre 3 et 1 dioptries).

4.1.13 Test de suppression

Ce test de l'unité de Mallet, permet de s'assurer que les images vues par les deux yeux sont parfaitement fusionnées ensemble. Il évalue la taille de la suppression en minutes d'arc. Pour le traitement des résultats, nous avons volontairement éliminé la valeur correspondant à 5 minutes d'arc afin de pallier aux erreurs d'amétropie non corrigées.

Sur les 207 sportifs testés, 176 (85 %) des athlètes ont réussi le test, 31 (15 %) ont une suppression monoculaire en vision de près.

	suppression						
Données	0	5	7	10	15	20	Total
NB suppression	156	20	15	9	1	6	207
NB suppression2	75,36%	9,66%	7,25%	4,35%	0,48%	2,90%	100,00%

Tableau 6 : Nombre de suppression

4.1.14 Rock accommodatif

Nous avons compté le nombre de cycles de retournements effectués. En moyenne, les sujets effectuent 7,5 cycles par minute (3 athlètes n'ont effectué aucun retournement).

4.1.15 Réserves fusionnelles

Nous avons mesuré à l'aide de prismes les capacités fusionnelles des sportifs en vision de près. Nous ne tenons compte ici que de la valeur du bris (vision double) et du recouvrement. La valeur du flou étant mal comprise par les sujets, nous n'en avons pas tenu compte dans l'analyse.

Les 207 sportifs évalués, se situent globalement dans les normes admises.

Pour les réserves fusionnelles négatives (en divergence), la moyenne générale, pour le bris est de 19.5 dioptries (écart-type corrigé = 3.85 dioptries) et pour le recouvrement de 11.5 dioptries (écart-type corrigé = 4.89 dioptries).

Pour les réserves fusionnelles positives (en convergence), la moyenne générale, pour le bris est de 19.7 dioptries (écart-type corrigé = 5.31 dioptries) et pour le recouvrement de 10.3 dioptries (écart-type corrigé = 6.17 dioptries).

4.1.16 Sensibilité au contraste

Malgré une grande variabilité interindividuelle, il apparaît en première approche que les sports duels (escrime et sports de combats) présentent globalement une meilleure sensibilité aux basses fréquences spatiales que la moyenne de l'échantillon. Cependant, au vue des conditions de passation (et des différences d'éclairage de la salle aux différents moments des journées), nous choisissons de ne pas présenter ici de résultats chiffrés.

4.1.17 Tableau récapitulatif

Dans le tableau ci-dessous, nous résumons les principaux résultats.

TEST	Résultats
Civilité	62 % d'hommes et 38 % de femmes
Porteurs d'équipement	30 % de porteurs lunettes et 10% de lentilles
Plaintes visuelles	16 % ressentent des signes asthénopiques
Acuité visuelle	10 % ont une acuité inférieure à 8/10
Œil directeur	65 % ont l'œil droit comme œil directeur
Œil dominant	47 % ont l'œil droit comme œil dominant
Vision des couleurs	3 % ont une anomalie des couleurs
Motilité oculaire	1,5 % ont une diplopie dans une direction de regard
Stéréoscopie en vision de loin	11 % n'ont pas de vision du relief
Stéréoscopie en vision de près	14 % n'ont pas de vision du relief
Phories associées en vision de loin	5 % présentent des phories associées
Phories associées en vision de près	17% présentent des phories associées
Phories dissociées en vision de loin	56 % sont ésophores et 9 % exophores
Phories dissociées en vision de près	8 % sont orthophores, 13% sont ésophores, 27 % exophores
Test de suppression	15 % ont une suppression monoculaire
Rock accommodatif	Moyenne = 7,5 cycles par minute
Réserves fusionnelles	En divergence: Moyenne bris = 19,5 En divergence : Moyenne recouvrement = 11,5 En convergence: Moyenne bris= 19,7 En convergence : Moyenne recouvrement= 10,3

Tableau 7 . Récapitulatif du bilan visuel

4.2 Comparaison des résultats entre disciplines

L'approche présente repose sur l'hypothèse que dans les disciplines sportives où la vision est plus sollicitée, les performances visuelles des athlètes sont meilleures.

Surtout 4 familles de disciplines ont été choisies pour cette étude : le tir, l'escrime, l'haltérophilie et les arts martiaux suffisamment représentés en effectif (judo, karaté). Les effectifs des représentants de ces disciplines sont comparables (respectivement, 19, 23, 16, 19).

4.2.1 Porteurs

Nous pourrions penser que les tireurs utilisent plus leur correction pour leur activité que d'autres pour lesquels la vision n'intervient pas de façon déterminante dans les performances. Les résultats montrent que les proportions de porteurs de corrections (lunettes, lentilles) ne

sont pas plus importantes dans les sports de visée (tir à l'arc et tir à la carabine) que chez les haltérophiles (3/19 vs 2/16) test du Khi2 non significatif, $p > 0,10$).

A titre indicatif, les porteurs de corrections (lunette ou lentilles) représentent 16% des tireurs, 13 % des escrimeurs, 12.5 % des haltérophiles.

lunette	utilise la correction pour la compétition		boxe	boxe	escrime	Haltéroph	judo	lutte	tir a la	tir a l'arc	tir au	Total
			anglaise	française		ilie			carabine		pistolet	
NON	NON	Nombre	8	1	16	8	10	7	1	7	1	59
		Total%	88,89%	33,33%	69,57%	50,00%	76,92%	70,00%	50,00%	46,67%	50,00%	63,44%
OUI	NON	Nombre	1	2	4	6	2	2	1	5	1	24
		Total%	11,11%	66,67%	17,39%	37,50%	15,38%	20,00%	50,00%	33,33%	50,00%	25,81%
	OUI	Nombre			3	2	1	1		3		10
		Total%	0,00%	0,00%	13,04%	12,50%	7,69%	10,00%	0,00%	20,00%	0,00%	10,75%
Total quantité			9	3	23	16	13	10	2	15	2	93
Total%			100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Tableau 8 : Porteur de correction par discipline

4.2.2 Acuité visuelle

La moyenne d'acuité des tireurs est la plus élevée : pour l'œil droit elle est de 13/10, et pour l'œil gauche de 14,2/10 (pour les deux yeux de 15/10).

Bien que les différences d'acuité sont généralement assez faibles entre les disciplines, on peut montrer que les tireurs ont significativement une acuité meilleure que les haltérophiles pour l'œil gauche (14.21/10 vs 12.12/10, Test T de Student significatif, $p < 0.0059$), mais pas pour l'œil droit (13.05/10 vs 12/10, Test T de Student non significatif $p = 0.151$).

Acuité tir	n=19	Acuité escrime	n=23	p	Acuité haltérophilie	n=16	p	Acuité karaté+boxe	n=19	p
moyenne OD	13,052	moyenne OD	12,139	0,157	moyenne OD	12	0,151	moyenne OD	11,7368	0,128
moyenne OG	14,210	moyenne OG	12,660	0,048	moyenne OG	12,125	0,005	moyenne OG	12,3684	0,046
moyenne ODG	15,157	moyenne ODG	14,139	0,121	moyenne ODG	14,25	0,098	moyenne ODG	13,5789	0,044

Tableau 9 : Acuité pour 3 disciplines

4.2.3 Vision du relief en vision de près

Nous avons comparé l'acuité stéréoscopique des escrimeurs à celle des judokas d'une part et à celle des haltérophiles d'autre part. Les résultats montrent une différence de proportion de mauvaise vision du relief de près entre les escrimeurs et les judokas (1/23 vs 5/15, Test exact

de Fisher significatif $p < 0,015$). Bien que la proportion de mauvaise vision du relief de près soit plus importante chez les haltérophiles que chez les escrimeurs, cette différence n'est pas significative (1/23 vs 4/16, Test exact de Fischer non significatif $p = 0,072$).

point de WIRT en seconde d'arc		escrime	haltérophilie	judo	Total
40	nombre	22	12	8	42
	total %	95,65%	75,00%	61,54%	80,77%
50	nombre		1	2	3
	total %	0,00%	6,25%	15,38%	5,77%
60	nombre	1		1	2
	total %	4,35%	0,00%	7,69%	3,85%
80	nombre		2	1	3
	total %	0,00%	12,50%	7,69%	5,77%
140	nombre			1	1
	total %	0,00%	0,00%	7,69%	1,92%
800	nombre		1		1
	total %	0,00%	6,25%	0,00%	1,92%
Total nombre		23	16	13	52
Total %		100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Tableau 10 : Vision du relief par discipline

4.2.4 Phories associées

36 athlètes présentant des phories associées de près ou de loin. Les résultats montrent que les lutteurs ou les haltérophiles ont plus de phories associées que les escrimeurs. Les différences de proportions sont significatives entre les escrimeurs et les lutteurs (2/23 vs 5/10, Test exact de Fischer significatif $p < 0,01$). Bien que la proportion de phories associées soit plus importante chez les haltérophiles que chez les escrimeurs, cette différence n'est pas significative (5/16 vs 2/23, Test exact de Fischer non significatif, $p = 0,07$).

disciplines	boxe anglaise	boxe française	escrime	Haltérophilie	lutte	tir à l'arc
phorie associée	2	1	2	5	5	2
effectif	boxe :	12	23	16	10	19
%	25%		8,70%	31,25%	50%	10,53%

Tableau 11 : Phories associées par discipline

4.2.5 Suppression

Le nombre de suppression correspondant à 5 minutes d'arc a été supprimé afin de palier aux erreurs d'hésitations ou d'amétropie.

Les résultats montrent que les haltérophiles sont ceux des athlètes qui présentent le plus de cas de suppression. Sur les 207 sportifs testés on dénombre au total 31 cas de suppressions (dont 7 athlètes haltérophiles). Cette discipline représente à elle seule 22,58% des

suppressions monoculaires. La différence de proportion de suppression entre les haltérophiles et le reste des athlètes est significative (7/31 vs 24/31, Test exact de Fischer significatif, $p < 0,0001$).

Suppression en seconde d'arc		7	10	15	20	Total
Haltérophilie	Nombre de suppressions	3	1	0	3	24
	Total%	20%	11%	0%	50,00%	22.5%
Reste des disciplines	Nombre de suppressions	12	8	1	3	7
	Total%	80%	89%	100%	50,00%	77.5%
Total nombre suppression		15	9	1	6	31
Total %		100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Tableau 12 : Suppression par discipline

4.2.6 Rock accommodatif

La moyenne du rock accommodatif du groupe d'étude est de 7,5. Arbitrairement, nous considérons qu'à partir de 10 cycles/min, le score est bon. Bien que les tests statistiques soient non significatifs, les résultats montrent une meilleure performance (> 10 retournements) chez les escrimeurs que chez les haltérophiles (11/23 vs 3/16, Test exact de Fischer, $p = 0,0502$) ; il en va de même entre les escrimeurs et les tireurs (tir à la carabine et tir à l'arc réunis) (11/23 vs 4/19, Test exact de Fischer non significatif, $p = 0,053$)

Nombre de cycles/min	escrime	haltérophilie	tir a la carabine	tir a l'arc	Total
10	1			1	2
11	2	1			3
12	2			1	3
13			1		1
14	3				3
15	1	1			2
17	1	1	1		3
19	1				1
Total	11	3	2	2	18
effectif	23	16	19		
%	47,83%	18,75%	21,05%		

Tableau 13 : Rock accommodatif par discipline

4.2.7 Réserves fusionnelles

Nous nous intéressons ici aux réserves fusionnelles en convergence (en vision de près). Dans l'analyse de ces résultats, seul le bris (vision double consécutive à l'interposition de prismes) est pris en compte. Les lutteurs ont des capacités fusionnelles supérieures aux tireurs

à l'arc (23,7 vs 18,84, Test T de Student significatif, $p < 0,001$) et aux escrimeurs (23,7 vs 19,78, Test T de Student significatif, $p < 0,005$).

4.2.8 Latéralité

L'indice de latéralité nous donne la tendance de latéralisation de l'athlète. Un indice de -10 caractérise un parfait gaucher et un indice de $+10$, un parfait droitier. Nous n'avons tenu compte ici que des valeurs extrêmes (entre -8 et -10 , et entre $+8$ et $+10$). Les résultats montrent que les tireurs sont mieux latéralisés que les haltérophiles (15/19 vs 4/16, Test T de Student significatif, $p < 0,001$).

5 DISCUSSION

Pour cette étude, nous avons choisi une certaine batterie de tests de façon à rester dans le cadre du dépistage pour la visite médicale. Cette sélection a été principalement imposée par le matériel disponible, le temps de présence des athlètes (autres visites médicales, entraînement...) et le souci de disposer de données pour une exploitation immédiate et à venir.

Un des principaux résultats de ce bilan est la mise en évidence chez ces athlètes de haut niveau – pour lesquels on aurait pu penser *a priori* à des capacités visuelles à l'image de leurs performances – de déficits visuels non dépistés. En effet, 17% des athlètes testés ont été référés à l'ophtalmologiste de l'INSEP. De plus, 10% ont une acuité inférieure à 8/10 et 16% présentent des symptômes oculaires. Ces résultats témoignent de l'importance d'un dépistage visuel pour les sportifs de haut niveau. Beaucoup de sportifs présentent des signes asthénopiques mais qui n'apparaissent seulement que lors d'un travail en vision de près et non lors de leur pratique sportive. On remarque que la proportion de porteurs de correction est identique à celle la population française (source : Lynx Optic) ; 1 personne sur trois porte des lunettes. Egalement, l'étude révèle que sur les 207 sportifs évalués, seulement 22 athlètes utilisent leur correction pour la compétition (seulement 6 portent des lentilles).

L'étude de Beckerman & Hitzeman menée en 1995 auprès de 939 athlètes de haut niveau aux Etats-Unis, révèle que 29% des sportifs présentent des symptômes oculaires (16% dans notre étude). Ils montrent que 28% des athlètes ont une acuité inférieure à 8/10 (10% dans notre étude). La disparité de ces proportions peut être expliquée – outre la différence d'échantillonnage (939 vs 207) - par le fait que la visite médicale obligatoire a lieu, dans le

cadre de l'INSEP, 3 fois par an. On peut penser que ce suivi diminue le risque de symptômes oculaires.

Dans cette deuxième partie de l'analyse des résultats, nous nous sommes intéressés à une comparaison entre disciplines de certains critères visuels. L'hypothèse initiale était que suivant les disciplines, les capacités visuelles seraient différentes selon l'importance du sens visuel dans la pratique de la discipline. Les comparaisons ont été effectuées suivant des disciplines caractéristiques ayant des effectifs comparables : les tireurs, les escrimeurs et les haltérophiles.

Les tireurs ont effectivement une meilleure acuité visuelle, et une latéralisation corporelle marquée. Les escrimeurs semblent posséder une meilleure vision stéréoscopique et une rapidité de mise au point supérieure (rock accommodatif). Enfin les haltérophiles présentent des faiblesses de la fonction visuelle, notamment beaucoup d'entre eux présentent des suppressions monoculaires, ce qui implique évidemment une vision du relief moins performante et des phories associées plus présentes ; les réserves fusionnelles semblent également moins grandes. Néanmoins, ces résultats doivent être interprétés avec précaution : les effectifs de chaque discipline sont faibles (entre 16 et 23), il existe d'importantes variabilités inter-individuelles. De plus, pour le rock accommodatif, il est à noter que certains escrimeurs se sont déjà entraînés à ce test l'année passée.

On peut – et on doit – s'interroger sur le bien-fondé de corriger la vision d'un sportif de haut niveau. Une correction proposée à un sportif pour son activité pourrait avoir des conséquences divers : soit un meilleur confort de vision qui peut effectivement permettre d'augmenter les performances, soit la correction visuelle apportée déstructure une stratégie visuelle déjà mise en place. En effet, le sportif au cours de son apprentissage va modifier sa posture et mettre en place des stratégies visuelles qui lui sont propres. Si nous sommes amenés à modifier cette stratégie par l'ajout de corrections, ou par un entraînement visuel, il faut prendre en compte le risque d'une altération possible des stratégies comportementales déjà mises en place. Il apparaît donc nécessaire de se concerter avec les entraîneurs et l'équipe médicale sur le bien-fondé de corrections et de son lien avec le devenir, à plus long terme, de la performance.

A propos des évaluations réalisées, il est important de noter que tous les paramètres permettant des mesures précises ou encore liés à l'environnement n'ont pu être totalement contrôlés. En effet, les tests ont été effectués à différents moments de la journée ; les sportifs ont passé l'évaluation soit avant soit après l'entraînement (avec, donc, des niveaux de fatigue variables). Egalement, les mesures ont été faites à l'aide du *Refractor* imposant une erreur de

précision de 1 dioptrie prismatique sur le diasporamètre. Enfin, les résultats concernant le test de sensibilité aux contrastes n'ont pu être validés au vu des conditions d'éclairément variables dans la pièce.

Si effectivement, chaque discipline présente des caractéristiques visuelles qui lui sont propres, on peut se demander si ce sont les athlètes qui caractérisent la discipline, ou bien alors si c'est la discipline qui impose aux sportifs des caractéristiques visuelles spécifiques. Ici, cette question reste sans réponse. C'est pourquoi, il serait souhaitable de s'intéresser aux novices, de façon à permettre la comparaison des bilans optométriques. Cette démarche pourrait permettre d'anticiper des faiblesses oculaires et de construire des protocoles d'entraînements visuo-moteur spécifiques selon la discipline. Dans cette optique, l'entraînement visuel qui devrait essentiellement porter sur des exercices concernant la vision de loin. Cet entraînement devrait rester dans un cadre visuel dynamique, dans un espace réel et non en laboratoire. Mais il est coûteux (l'emploi du temps du sportif de haut niveau est déjà bien chargé). Il reste à établir son degré de priorité.

6 CONCLUSION

L'objectif de cette étude a été d'une part d'effectuer un dépistage chez les sportifs de haut niveau au sein de l'INSEP, et d'autre part de mettre en évidence des différences de capacités visuelles entre les disciplines.

Il est essentiel de vérifier l'intégrité du système visuel afin de permettre des mouvements et des actions pertinentes et efficaces dans l'acte sportif. Le dépistage visuel prend alors toute son importance lorsque l'on constate que sur les 207 sportifs étudiés, 37 ont été référés pour des anomalies de la vision (33 athlètes se plaignent de troubles oculaires). De plus, ce dépistage a permis de mettre en évidence des problèmes de vision binoculaire que l'on pourrait résoudre ou améliorer (signes asthénopiques, suppression monoculaire...).

Cette étude met en évidence également des capacités visuelles différentes suivant les disciplines. On retrouve ainsi pour l'escrime une meilleure vision binoculaire qui est très sollicitée et une acuité supérieure chez les tireurs. Les problèmes de vision binoculaire sont beaucoup plus souvent rencontrés dans des disciplines où la vision intervient peu ou pas du tout, comme l'haltérophilie.

Les limites de cette étude, portent sur l'impossibilité de savoir si les capacités visuelles sont acquises grâce à la pratique de la discipline, ou si ces capacités ont permis au sportif d'exceller dans son domaine.

La base de données, ici constituée, doit être envisagée comme le point de départ d'une investigation objective des capacités visuelles des sportifs de haut niveau à l'INSEP.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abernethy, B., & Wood, J.M. Do generalized training programs for sports really work? : An experimental investigation. *Journal of Sports Science* 2001;19:203-222.
- Abernethy, B. Enhancing sports performance through clinical and experimental optometry. *Clin Exp Optom* 1986; 69: 189-195.
- Applegate R.A., and Applegate R.A.: Set shot shooting performance and visual acuity in basket ball. *Optometry and Vision Science* 1992; 69:765-768.
- Beals RP, et al: The relationship between basketball shooting performance and certain visual attributes. *Am J Optom Arch Am Acad Optom* 1971;48 (7) :585-590.
- Beckerman SA, Hitzeman S. The ocular and visual characteristics of an athletic population. *Optometry* 2001 ;72 (8):498-509.
- Christenson GN, Winkelstein AM, Visual skills of athletes versus non-athletes : development of a sports vision testing battery. *J Amer Optom Assoc* 1988;59: 666-675.
- Corbé C . L'exploration de la fonction visuelle chez le sportif. *Science & Sports* 1994 ;9 : 1-10.
- De Saint-André R. Cours sur l'entraînement visuel 2003 *D.U Sciences de la Vision, Orsay*.
- Fontvieille C. Cours sur vision et sport 2003. *D.U Sciences de la Vision, Orsay*.
- Graybiel A, Jokl E, Trapp C : Russian studies in vision-related activity and sports. *Res Q Am Assoc Health Phys Educ* 1955 ; 26 : 212-223.
- Hazel, C., A. The efficacy of sports vision practice and its role in optometry. *Clinical and Experimental Optometry* 1995 ;78 :98-105.
- Lagacé J.P O.D. Les habiletés visuelles et perceptuelles dans les sports. *IFOF Bulletin* 1998 ; 52 :10-14.
- Michaud C. Les effets de l'entraînement visuo-moteur chez les athlètes pratiquant le sabre de haut niveau. Mémoire Insep.1998-1999.
- Nishizawa GM. Visual Enhancement Training for Baseball Players. *Dissertation, Pacific University College of Optometry*.1977.
- Ripoll et Azemar, 1987. Neurosciences du Sport. Traitement des informations visuelles, prises de décision et réalisation de l'action en sport – INSEP..
- Revien L, Gabor M. Sports Vision. *New York: Workman Publishing CO*.1981:20-21.

- Stine CD, Arterburn MR, Stern NS. Vision and sports: A review of the literature. *J Amer Optom Assoc* 1982 ; 53: 627-633.
- Trachman, JN. The relationship between ocular motilities and battage average in little leaguers. *Am J Optom Arch Am Acad Optom* 1973; 50,11:913-919.
- Wardack, C et Duhamel, J.R.. Contrôle du mouvement du regard (1) : le rôle du cortex pariétal. *Médecine/Science*, 2004, vol. 20 : 89-97.
- Williams, A., M., & Grant, A. Training Perceptual Skill in Sport. *International Journal of Sport Psychology* 1999;30:194-220.
- Wood, J. M., & Abernethy B. An assessment of the efficacy of Sports vision training programs. *Optometry and Vision Science* 1997;74,8:646-659.

ANNEXE 1 : Questionnaire de latéralité

LATERALITE INDIVIDUELLE EN SPORT

Formule d'Asymétrie Fonctionnelle et Indice de Latéralité

IDENTIFICATION: Nom:..... Prénom:..... Sexe:.....
 Taille:..... Poids:..... Date de naissance:.....
 Adresse:.....
 Spécialité sportive:..... Niveau atteint:.....

QUESTIONS	Encerclez la réponse retenue	Ne pas répondre ici
- a) Quel oeil utilisez-vous pour viser en tir ? -----(1)→	G D	
- b) Quel oeil joue un rôle directeur (effectuer ces tests avec les les deux yeux ouverts et les répéter trois fois) : - Pour pointer l'index de votre main préférentielle vers un objet éloigné (après avoir visé, fermer alternativement un oeil pour savoir lequel est aligné sur l'objectif) ? -----(2)→	G D	Oe: (.) .
- Pour lire à travers un orifice de 1 cm de diamètre (tenir une feuille blanche, perforée en son centre, à bout de bras très près d'un texte pour lire à travers le trou, s'arrêter sur un mot et approcher la feuille du visage: vers quel oeil est placé l'orifice? -----(3)→	G D	
- c) Quelle main utilisez-vous de préférence - Pour lancer (poids, disque, javelot, basket-ball, handball, etc.) ? -----(4)→	G D	Ma: (.) .
- Pour frapper (volley-ball, boxe, etc.) ? -----(5)→	G D	
- Pour pratiquer le tennis, l'escrime ? -----(6)→	G D	
- d) Quel pied utilisez-vous de préférence - Pour frapper un ballon (foot, rugby) ? -----(7)→	G D	Pi: (.) .
- Pour prendre un appel de saut (hauteur ou longueur), (préciser si le pied diffère selon le type de saut) ? ---(8)→	D G	
- e) Quel est votre sens de rotation préféré pour effectuer une pirouette (saut vertical pour un tour complet) avec appel simultané des deux pieds et les yeux fermés ?-(9)→	D G	
- f) Quelle est votre main préférentielle pour écrire et dessiner (indiquer si la main diffère pour ces deux tâches) ? -(10)→	G D	Ec: (.) .
- g) Si vous utilisez des lentilles ou des verres correcteurs, indiquez l'acuité visuelle (en dixièmes) sans correction: avec correction:	G: D:	Formule: Indice:

Ajoutez ci-après, si vous le jugez utile, des observations personnelles ou d'éventuelles indications complémentaires:

Merci d'avoir bien voulu répondre attentivement à ces questions.

ANNEXE 2 : Effectif par discipline

discipline	effectif		
	Féminin	Masculin	Total
badminton	3	4	7
base ball		5	5
basket	2	4	6
bmx		1	1
bowling		1	1
boxe anglaise		9	9
boxe française		3	3
canoë kayak	1	3	4
coureur de fond	3	9	12
cyclisme		1	1
cyclisme/piste	3	5	8
danse/glace		1	1
équitation		1	1
escrime	5	18	23
gymnastique	3	3	6
haltérophilie	9	7	16
handball		4	4
hockey/gazon		3	3
hockey/glace	2		2
judo	8	5	13
karaté	3	3	6
lancer de marteau	1	2	3
lancer de poids		1	1
lutte	7	3	10
natation	2	2	4
natation synchro	6		6
patinage artistique	1	1	2
pentathlon		2	2
plongeon	1	1	2
saut à la perche	2		2
saut de haies	1	1	2
saut longueur		1	1
short track		1	1
ski nautique		2	2
tae kwondo		1	1
tennis		5	5
tennis de table	2	3	5
tir a la carabine	1	1	2
tir a l'arc	10	5	15
tir au pistolet		2	2
volley	3		3
water polo		4	4
Total	79	128	207
pourcentage	38,16%	61,84%	100%

RESUME

Les entraîneurs, les athlètes et les scientifiques ont aujourd'hui pris la mesure de l'importance de la vision dans l'activité sportive. Chacun recherche l'amélioration de la prise de l'information visuelle, dans le but ultime d'optimiser la performance sportive, de la rendre compétitive. Il est essentiel de vérifier l'intégrité du système visuel afin de permettre des mouvements et des actions pertinentes et efficaces dans l'acte sportif. Ainsi, certains auteurs défendent un lien étroit entre les capacités visuelles et les performances, alors que d'autres mettent en doute ce lien.

L'objectif de cette étude a été d'une part d'effectuer un dépistage chez les sportifs de haut niveau au sein de l'INSEP et d'autre part de tenter de mettre en évidence des différences de capacités visuelles entre les disciplines.

Un des principaux résultats de ce bilan est la mise en évidence chez les athlètes de haut niveau de l'INSEP – pour lesquels on aurait pu penser *a priori* à des capacités visuelles à l'image de leurs performances – de déficits visuels non dépistés. En effet, 17% des 207 athlètes testés ont été référés à l'ophtalmologiste de l'INSEP. De plus, 10% ont une acuité inférieure à 8/10 et 16% présentent des symptômes oculaires. Ces résultats témoignent de l'importance d'un dépistage visuel pour les sportifs de haut niveau.

Cette étude met en évidence également des capacités visuelles différentes suivant les disciplines. Les comparaisons ont été effectuées entre des disciplines caractéristiques ayant des effectifs comparables : les tireurs, les escrimeurs et les haltérophiles. Les tireurs ont effectivement une meilleure acuité visuelle, et une latéralisation corporelle marquée. Les escrimeurs semblent posséder une meilleure vision stéréoscopique et une rapidité de mise au point supérieure. Les problèmes de vision binoculaire sont rencontrés beaucoup plus souvent dans des disciplines où la vision intervient peu, comme l'haltérophilie par exemple.

La base de données, ici constituée, doit être envisagée comme le point de départ d'une investigation objective des capacités visuelles des sportifs de haut niveau à l'INSEP.

Mots clés : sport, performance, bilan visuel, dépistage, différences de capacités visuelles.