Entraînement perceptivo-cognitif chez l'athlète

Professeur Jocelyn Faubert

Directeur du laboratoire de psychophysique et de perception visuelle & Titulaire de la chaire Essilor-CRSNG.

Sylvain Barthés

Étudiant doctorat en Science de la Vision.

Introduction

Dans le contexte de sports d'équipe, un athlète doit extraire de l'environnement, de façon rapide et efficace, tous les éléments du jeu susceptibles d'être pertinents pour prendre la bonne décision. Lors de cette prise d'information, les fonctions perceptivo-cognitives sont mises à rude épreuve. Par exemple, lors de certaines phases de jeu, le joueur devra intégrer et gérer simultanément le déplacement de ses coéquipiers, celui de ses adversaires ainsi que la trajectoire d'une cible, comme une balle, un ballon, ou un palet.

Le joueur doit être capable d'allouer de l'attention à différentes parties de la scène visuelle de façon simultanée tout en gérant des actes moteurs pour manipuler le ballon ou tout simplement se déplacer. Il est alors intéressant de déterminer dans quelle mesure la réalisation d'une tâche motrice est susceptible de diminuer la faculté du joueur à "voir" le jeu.

Lors d'un match, on constate que les joueurs commettent des erreurs soit stratégiques, liées au choix d'organisation du jeu, soit de manipulation, liées à un manque de précision de l'acte moteur. Le plus souvent, le joueur qui commet ces erreurs subit des pressions à la fois visuelles et motrices et ne peut gérer les deux simultanément. Dans ce contexte d'hypersollicitation, les ressources attentionnelles ne sont plus suffisantes pour intégrer tous les éléments visuels et moteurs nécessaires pour prendre la bonne décision. Un choix doit donc être fait. Soit le système privilégie l'intégration perceptivo-cognitive de l'environnement ; la lecture stratégique du jeu est alors correcte, mais au détriment de l'exécution du geste technique ; en conséquence l'athlète perd la maîtrise du ballon, de la balle, etc. À l'inverse, le choix peut être focalisé sur la qualité de l'action motrice et l'athlète peut alors faire des erreurs de lecture du jeu. Ces observations suggèrent que les fonctions perceptivo-cognitives et les mécanismes de contrôle moteurs ont des ressources cérébrales communes. Plusieurs questions se posent alors. Tout d'abord, quels sont les mécanismes qui permettent le traitement de l'information pendant le jeu ? Peut-on améliorer les capacités du joueur à effectuer cette extraction et ce traitement de l'information venant du jeu? Si oui, cet entraînement permet-il à l'athlète, en condition de jeu, de maintenir ses capacités perceptivo-cognitives malgré un acte moteur simultané ?

Une proposition de système d'entraînement perceptivo-cognitif pour les athlètes

Depuis quelques années, nous avons développé un système d'entraînement perceptivo-cognitif pour les athlètes. Le système en question repose sur quatre éléments principaux (voir Faubert et Sidebottom, 2012) car, pour être efficace, il doit :

- 1. avoir une composante dynamique et

inclure une évaluation de la capacité de l'athlète à distribuer ses ressources attentionnelles sur plusieurs objets en mouvement,

- 2. solliciter un espace du champ visuel important,
- 3. utiliser un environnement en 3-dimensions,
- 4. faire varier la vitesse des mouvements des objets cibles afin de pouvoir établir des seuils de performance. Ces quatre composantes essentielles ont été intégrées dans le système "NeuroTracker", originalement développé à l'Université de Montréal et maintenant distribué par la société Canadienne Montréalaise, CogniSens Athlétique Inc. Nous allons donc revenir sur les quatre éléments en question.

Figure 1 : Illustration d'un joueur de rugby prenant l'information pendant l'action.

La faculté de pouvoir simultanément distribuer son attention sur plusieurs cibles en mouvement a été amplement étudiée. Elle est connue sous l'acronyme "MOT" (Multiple Object Tracking). Le concept MOT a été présenté la première fois par Pylyshyn et collègues en 1994. Cette première étude du MOT avait principalement pour but d'étayer la théorie proposant que les différents objets à suivre simultanément seraient individuellement indexés par le cerveau. Des études plus récentes, menées par Cavanagh et Alvarez en 2005, montrent que cette tâche visuelle est possible grâce à des mécanismes attentionnels multi focalisés.

Dans le sport d'équipe, il est clair que les joueurs effectuent cette tâche de MOT pour intégrer tous les éléments d'une phase de jeu. Comme on peut le voir dans la figure **1**, le joueur doit suivre les trajectoires en mouvement de ses coéquipiers et de ses adversaires, afin de faire les choix stratégiques appropriés et tout ceci dans un temps très limité. Cette habileté à suivre plusieurs éléments dans des scènes visuelles dynamiques a été identifiée comme essentielle pour obtenir de bonnes performances dans les sports d'équipe (Willams, Hodges, North et Barton, 2006).

La figure **1** montre que le domaine de positionnement spatial des éléments cruciaux de la scène visuelle est étendu. Pour traiter cette situation dynamique, il faut donc une grande zone d'intégration. Une fausse idée, assez répandue, est que l'athlète changerait à chaque instant sa focalisation pour analyser l'environnement, en balayant la scène visuelle du regard, point par point. Une telle stratégie nécessiterait de mettre en œuvre des ressources attentionnelles très importantes afin d'extraire et d'intégrer toutes ces informations provenant d'endroits et de moments différents de la scène dynamique. Il ne s'agit évidemment pas d'une stratégie efficace dans le sport de haut niveau (Williams, Davids, Burwitz et Williams 1994).

Pour bien analyser une scène visuelle dynamique, l'athlète doit donc savoir disperser son attention simultanément à différents endroits du champ visuel afin de lire la situation de jeu correctement et de façon suffisamment rapide pour prendre une décision appropriée. C'est cette bonne intégration du mouvement complexe qui permet aux joueurs de sports d'équipe de haut niveau d'exceller dans leurs sports. Dans ces mêmes sports d'équipe, le joueur est aussi confronté à des situations de duel dans lesquelles, pour prendre le dessus sur son adversaire, il doit savoir interpréter ses mouvements : c'est la lecture du mouvement biologique. Johansson a démontré en 1973 que l'espèce humaine avait la capacité de reconnaître le mouvement biologique (i.e. une personne se déplaçant) avec très peu d'indications visuelles. De ce fait une simple séquence d'animation de points lumineux semble suffisante pour induire l'impression de percevoir un homme en train de marcher.

Figure 2 : Illustration d'un joueur intégrant le mouvement biologique de son adversaire.

Des joueurs de sports d'équipe (ainsi que les athlètes d'arts martiaux, de combats, d'épée etc.) sont aussi confrontés au défi individuel. Ils doivent anticiper les actions de leurs coéquipiers ou de leurs adversaires simplement en lisant leurs mouvements corporels. C'est la lecture du mouvement biologique qui leur permet d'anticiper les mouvements de leurs vis-à-vis et ainsi prendre le temps d'avance.

Nous avons récemment montré que les capacités d'intégration du mouvement biologique diminuent avec l'âge (Legault, Troje, et Faubert, 2012). Après une courte période, la stimulation "Neurotracker" a renversé cet effet, démontrant qu'un entraînement perceptivo-cognitif basé sur le MOT est transféré sur la capacité de percevoir du mouvement biologique (Legault et Faubert, 2012). Ainsi ce travail nous permet de faire l'hypothèse qu'en entraînant un sportif de haut niveau à l'aide du "Neurotracker", on améliore non seulement sa capacité à suivre simultanément différents événements du jeu, mais aussi ses performances d'intégration du mouvement biologique et ainsi ses facultés d'anticipation lors d'un duel.

La procédure "Neurotracker"

Comme mentionné en début d'article, un système d'entraînement des capacités perceptivo-cognitives pour le sport doit être pratiqué sur un champ visuel très large. C'est pourquoi il est préconisé d'employer un environnement de type "voûte d'immersion" (Faubert & Allard, 2004). Le Neurotracker, figure 3, correspond donc à cette demande puisque nous utilisons une zone de projection de 2,5 m de large. Des manettes de jeux vidéo permettent une utilisation facile de l'appareil. Pour permettre une distribution efficace de l'attention, il est demandé à l'athlète de fixer un point fixe au centre de l'écran tout au long de la phase de stimulation.

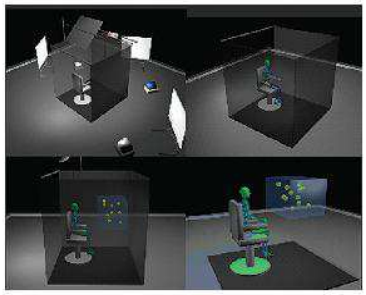


Figure 3 : Illustration 3D de la situation dans laquelle l'athlète est plongé. L'athlète est assis, la projection 3D fait apparaître devant lui en volume un cube dans lequel des sphères lui sont présentées.

Une séquence de stimulation, dans le système "Neurotracker", suit différentes

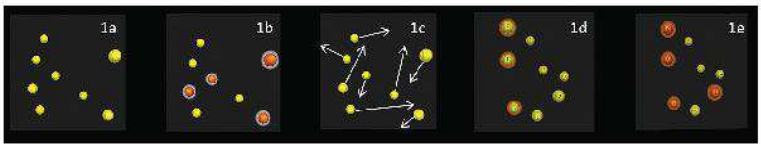
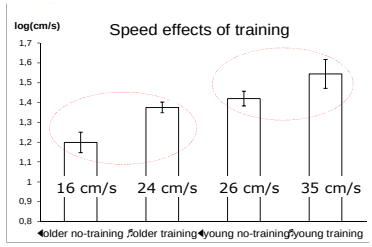


Figure 4 : Les différentes phases de l'exercice "Neurotracker".

étapes (cf. figure 4). Tout d'abord, huit sphères jaunes identiques apparaissent dans un espace tridimensionnel ; un son avertit alors l'athlète que la séquence va commencer et qu'il doit se concentrer sur le point central (1a). Un son plus aigu annonce le ciblage de quatre des 8 sphères ; ce ciblage consiste à rendre les sphères plus saillantes par un changement de couleur (rouge) et par superposition d'un halo lumineux (1b). L'athlète a pour tâche de suivre ces sphères ciblées pendant la suite de l'exercice. Les cibles redeviennent jaunes et un nouveau signal sonore avise de la prochaine mise en mouvement des 8 sphères (1c). L'athlète doit toujours suivre les quatre sphères cibles, mais qui ne sont plus distinguables les unes des autres. Lorsque le mouvement s'arrête (après 8 secondes de mouvement), l'athlète doit désigner les 4 cibles à l'aide d'une manette. À ce stade, toutes les sphères sont chiffrées pour une meilleure reconnaissance (1d). Enfin un retour est donné à l'athlète sur sa réponse ; il peut ainsi distinguer ses bonnes réponses et ses erreurs. Si l'exercice est réussi, la vitesse augmente, sinon la vitesse diminue. En réduisant de plus en plus au cours de l'exercice de six minutes les intervalles de différence de vitesse, nous cernons petit à petit le niveau de l'athlète. Cette procédure permet de mesurer le seuil 3D-MOT, c'est-à-dire la vitesse de déplacement des sphères à partir de laquelle la tâche ne peut plus être réalisée correctement.

Les capacités perceptivo-cognitives, des facultés entraînables

L'utilisation des seuils 3D-MOT n'était pas destinée initialement aux athlètes de haut niveau. Le sport n'est pas le seul milieu où l'on doit traiter des informations émanant d'une scène visuelle dynamique. Marcher dans une foule dense ou bien conduire une voiture sont des défis quotidiens pour notre cerveau. Cette procédure au sein du laboratoire Faubert était réservée aux individus âgés ou bien aux personnes ayant des altérations neurobiologiques. Cette procédure a d'abord été évaluée avec des personnes âgées en bonne santé. Il était clair que l'altération des processus perceptivo-cognitifs des personnes âgées était directement induite par la baisse des facultés d'intégration des mouvements complexes (Bennett, Sekuler et Sekuler, 2007 ; Habak et Faubert, 2000 ; Tang & Zhou, 2009) mais aussi par la baisse des facultés d'attention distribuée (Richards, Bennet & Sekuler, 2006). De précédentes études ont établi que les capacités MOT chutaient chez les personnes âgées en bonne santé (Sekuler, McLaughlin, Yotsumoto, 2008 ; Trick et al, 1994). La question était donc de savoir s'il était possible d'améliorer significativement ces capacités. Des expériences d'entraînement perceptivo-cognitif ont donc été menées au sein du laboratoire, en utilisant le système Neurotracker. Il a été montré que les jeunes comme les personnes âgées peuvent améliorer leurs capacités (Faubert, Giroud, Tinjust, et Allard, 2009). Quatre groupes, composés de deux groupes de jeunes adultes (moyenne 24 ans) et deux groupes de personnes plus âgées (moyenne 67 ans ont participé a un entraînement sur 5 semaines comme suit : deux populations contrôles dans les 2 groupes d'âges sont testées en semaines 1 et 5 ; les 2 groupes tests sont eux aussi évalués en semaines 1 et 5 mais sont entraînés les semaines 2, 3 et 4. Les périodes d'entraînement représentaient environ 30 minutes.



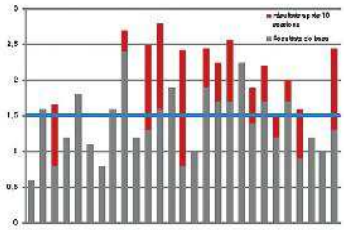
Graphique 1 : suite à 5 semaines de stimulations sur "3D-MOT" on observe une augmentation de 32 à 71 %. (Faubert et al., 2008).

Les résultats sur cinq semaines montrent d'importantes augmentations des performances pour les groupes tests entraînés comparés aux groupes contrôles. Les améliorations des scores 3D-MOT varient de 30 % à 70 % par rapport aux groupes contrôles. On peut même observer que le groupe des personnes âgées entraînées atteint les scores des jeunes non entraînés (graphique 1).

Ceci démontre que l'on peut améliorer significativement les capacités perceptivo-cognitives.

Les premières observations sur le terrain

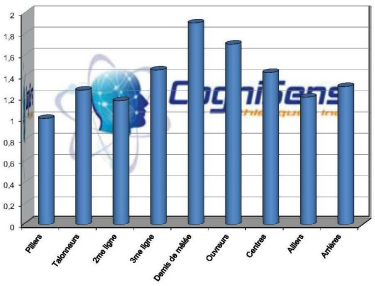
Nous avons pu remarquer que les résultats de base (moyenne des trois premiers tests de six minutes) des rugbymen sur "Neurotracker" étaient fortement corrélés au niveau de jeu réel de ces derniers sur le terrain. La ligne en bleu sur le graphique ci-dessous représente un seuil de performance au jugé comme étant "de bon niveau". On constate que tous les joueurs de ce groupe de professionnels n'ont pas pu atteindre cette valeur limite. Il s'avère que les athlètes qui ont franchi cette vitesse sont tous des joueurs de niveau international. Cette observation permet de suggérer que les facultés perceptivo-cognitives contribuent aux performances générales des rugbymen au même titre que les performances physiques. Sur le même graphique, nous présentons les résultats (en rouge) des athlètes après un minimum de 10 sessions d'entraînement. On observe une augmentation des performances perceptivo-cognitives à hauteur de 53 % en moyenne. Certains joueurs, comme on peut l'observer sur le graphique, ont doublé voire triplé, leur performance de base.



Graphique 2 : Résultats de base par joueur. Les joueurs ayant obtenu plus de 1.5 sont tous des joueurs de niveau international.

Nous avons regroupé les résultats de base par poste dans graphique 3. Il est intéressant de noter que l'on retrouve les meilleures performances chez les joueurs décideurs, ceux qui doivent donner la direction et l'organisation du jeu : les

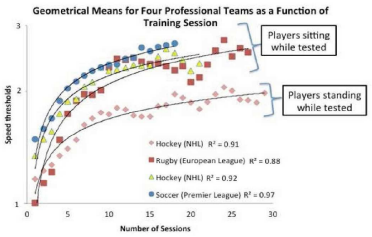
demis de mêlée et demis d'ouverture. Ces joueurs traitent continuellement l'information pendant la partie, de plus leurs exécutions doivent être rapides, précises et en cohérence avec ce qui se déroule autour d'eux. Ces joueurs développent par le jeu leurs capacités de traitement afin d'intégrer des situations plus étendues dans leur champ visuel périphérique. On peut réellement cartographier l'équipe selon le poste des joueurs et les rôles décisionnels dans le jeu. Nous pouvons aussi émettre deux hypothèses, soit le joueur de par son poste a développé une dextérité à traiter l'information : il s'est adapté, ou bien le joueur avait une aptitude perceptivo-cognitive qui lui a permis de jouer à son poste au plus haut niveau : faculté innée. La réalité est probablement une composante qui inclut les deux hypothèses.



Graphique 3 : Résultats de base par poste : on retrouve à chaque poste une faculté perceptivo-cognitive variable. Le "Neurotracker" démontre la possibilité de profiler les athlètes selon leur rôle décisionnel dans le jeu.

Pendant la phase de jeu, le joueur doit être capable de traiter l'information tout en gérant des actes moteurs, il est alors intéressant de savoir dans quelles proportions la gestuelle diminue la faculté du joueur à "voir" le jeu.

Nous avons également comparé les résultats de quatre équipes professionnelles : deux équipes de hockey sur glace de la Ligue Nationale de Hockey (NHL), une équipe de soccer de l'English Premier League (EPL) et une équipe de rugby du Top Quatorze Français). Ces résultats ont permis de valider que les joueurs étant restés debout au cours des sessions "Neurotracker" obtiennent des résultats sensiblement inférieurs à ceux qui sont restés assis. L'hypothèse est donc que des ressources de traitement mises en jeu pour contrôler l'équilibre postural sont partagées en partie avec celles qui sont utilisées pour effectuer la tâche de 3D-MOT. Au niveau du jeu sur le terrain de rugby, ce résultat explique certains comportements de joueurs subissant une forte pression à la fois motrice, pour la réalisation d'un geste technique complexe, et perceptivo-cognitive, pour la lecture globale de la stratégie de jeu, de son équipe et de l'équipe adverse. Si ce joueur n'a pas les ressources suffisantes pour effectuer ces tâches simultanément, le système privilégiera l'une au détriment de l'autre, se traduisant, comme nous l'évoquions précédemment, soit par une erreur motrice (une passe imprécise, une mauvaise récupération du ballon, etc.) soit par une erreur perceptivo-cognitive (mauvaise appréciation du placement des joueurs de son équipe et de l'équipe adverse). Plus les capacités perceptivo-cognitives d'un joueur sont élevées, moins elles sollicitent de ressources et plus ces dernières peuvent être allouées à la réalisation du geste technique... et vice-versa. C'est pourquoi l'entraînement physique et technique doit aller de pair avec l'entraînement perceptivo-cognitif afin de donner toutes ses chances à l'athlète pour prendre la bonne décision et effectuer le bon geste, au bon moment.



Graphique 4 : Comparaison de Moyennes géométriques de quatre équipes professionnelles dans trois sports différents (Faubert et Sidebottom 2012). Au vue de cette comparaison, on peut faire la remarque suivante les demandes motrices pour se maintenir debout entravent les facultés perceptivo-cognitives.

Références bibliographiques

Bennett, P.J., Sekuler, R. & Sekuler, A.B. (2007). The effects of aging on motion detection and direction identification. Vision Research 47:799-809.

Cavanagh, P. & Alvarez, G. A. (2005). Tracking multiple targets with multifocal attention. Trends Cogn Sci 9(7), 349-54.

Faubert, J., Allard, R. (2004). "Effect of visual distortion on postural balance in a full immersion stereoscopic environment", in Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems XI, edited by Andrew J. Woods, John O. Merrit, Stephen A. Benton, Mark T. Bolas, Proceedings of SPIE-IS&T Electronic Imaging, SPIE Vol. 5291, pp. 491-500.

Faubert, J., Giroud, M., Tinjust, D., & Allard, R. (2009, July). Elders can be trained to process fast moving objects in complex 3D scenes as well as untrained young adults. Paper presented at the 19th IAGG World Congress of Gerontology and Geriatrics, Paris, France.

Habak, C. & Faubert, J. (2000) Larger effect of aging on the perception of higher-order stimuli. Vision Research, 40, 943-950.

Johansson G. Visual perception of biological motion and a model for its analysis. Perception & Psychophysics, 14:201-211, 1973.

Legault, I., Faubert, J. (2012). Perceptual cognitive training improves biological motion perception: evidence for transferability of training in healthy aging. NeuroReport, 23.

Legault, I., Troje, N. F., Faubert, J. (2012). Healthy older observers cannot use biological-motion point-light information efficiently within 4 m of themselves. i-Perception 3(2) 104–111.

Pylyshyn, Z. (1994). Some primitive mechanisms of spatial attention. Cognition 50(1-3), 363-84.

Richards E., Bennett, P.J. & Sekuler, A.B. (2006). Age related differences in learning with the useful field of view. Vision Research, 25, 4217-4231.

Sekuler, R., McLaughlin, C., Yotsumoto, Y. (2008). Age-related changes in attentional tracking of multiple moving objects. Perception, 37(6), 867-76.

Trick, L. M., Perl T., Sethi, N. (2005). Age-related differences in multiple-object tracking. J Gerontol B Psychol Sci Soc, 60(2), 102-5.

Williams, M.A., Davids, K., Burwitz, L., Williams J.G. (1994). Visual search strategies in experienced and inexperienced soccer players. Research Quarterly for Exercise and Sport, 65(2), 127-35.

Willams, M.A., Hodges, N.J., North, J.S., Barton, G. (2006). Perceiving patterns of play in dynamic sport tasks: investigating the essential information underlying skilled performance. Perception, 35(3), 317-32.