

Je prédis, donc je bouge

Autor(en): **Théraulaz, Bertrand**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mobile : la revue d'éducation physique et de sport**

Band (Jahr): **7 (2005)**

Heft 2

PDF erstellt am: **11.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-995792>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Je prédis, donc je bouge

Dans la vie quotidienne, mais plus encore dans la pratique d'une activité sportive, il est primordial de reconnaître la position des objets, des partenaires et adversaires, sans oublier celle de son propre corps dans l'espace. Mais comment la perception détermine-t-elle l'action?

Bertrand Théraulaz

Selon Henri Poincaré «s'imaginer un point dans l'espace, c'est imaginer le mouvement qu'il faut faire pour s'y rendre». ¹ S'orienter, c'est d'abord avoir une intention qui va guider la perception. Le regard est une projection du cerveau sur le monde, car nous donnons systématiquement du sens aux choses. Donner du sens, c'est réaliser une action grâce à la direction choisie. D'ailleurs pour donner du sens, nos différents organes sensitifs sont interconnectés afin de pouvoir mutuellement s'influencer. «Les sens sont des vérificateurs d'hypothèses et non seulement des sources d'hypothèses. (...) Les frontières entre sensation et motricité s'effacent.» ²

«Va où tu regardes»

«Lorsqu'un sujet tourne au coin d'une rue, son regard anticipe la rotation du corps. Le regard guide la locomotion. Cette anticipation apparaît chez l'enfant au cours de son développement (...). La capacité d'explorer activement l'espace par des mouvements d'orientation produits en fonction des buts du sujet est donc un aspect important des mouvements d'orientation.» ³ Une expérience scientifique qui consistait à faire marcher un sujet les yeux fermés sur un cercle de trois mètres de diamètre a permis aux chercheurs d'enregistrer le mouvement des yeux de la personne. Il s'est avéré que «le regard tourne vers l'intérieur de la courbe en avance d'environ 300 millisecondes sur les pieds et sur le tronc. Autrement dit, nous nous dirigeons vers l'endroit que nous regardons et non pas le contraire. Nous en avons donc déduit que le cerveau n'élabore pas un simple programme moteur qui lui permet d'avoir une trajectoire circulaire. Il suit un modèle interne de la trajectoire comme lorsqu'on poursuit une cible en mouvement des yeux ou de la main. En fait, nous simulons mentalement la trajectoire et nous comparons le mouvement réellement exécuté par les pieds avec le mouvement prédit.» ²

La verticale en tant qu'orientation fondamentale

Si, comme le dit Alain Berthoz, les canaux semi-circulaires de l'organe vestibulaire constituent un référentiel fondamental pour les mouvements propres du corps (selon un référentiel dit égocentré), la nature nous a fait cadeau d'un autre référentiel lié à l'espace extérieur: la gravité. Selon Jacques Paillard, elle joue le rôle de «fil à plomb externe» auquel les mouvements du corps peuvent être référés dans un référentiel qu'il appelle «géocentrique». C'est un invariant de l'espace terrestre qui peut être mesuré par des récepteurs spécialisés de l'oreille interne, les otolithes, dont le rôle est d'estimer l'écart de l'inclinaison de la tête par rapport à la gravité. «Chacun d'entre nous peut fermer les yeux et indiquer avec une grande précision la direction de la verticale terrestre, c'est-à-dire la direction de la gravité.» ²

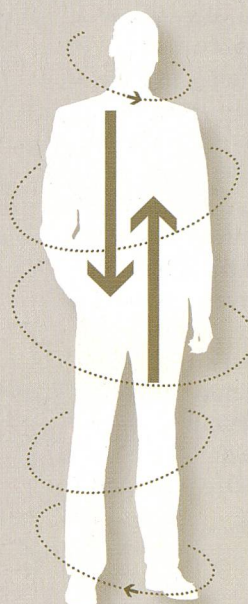


Fig.1:

La gravité est un référentiel lié à l'espace extérieur qui soutient la fonction d'orientation, vers le bas à partir de la tête et vers le haut à partir des pieds.



Qui dit fonction d'orientation, dit également nécessité d'utiliser des référentiels de comparaison. Le langage consacré dit qu'ils peuvent être égocentrés (relatif à mon corps) ou allocentrés (sans référence à mon propre corps). «La plupart des animaux sont capables de réaliser un codage égocentrique, mais seuls les primates et l'homme sont vraiment capables d'utiliser le codage allocentrique. La puissance de ce dernier est de permettre une manipulation mentale et d'établir des relations entre les objets sans avoir à les référer en permanence au corps propre. (...) De plus, le codage allocentrique est invariant par rapport à mon propre mouvement; il se prête donc bien à la simulation interne, mentale, des déplacements. Il apparaît assez tardivement chez l'enfant qui rapporte d'abord l'espace à son propre corps.»²

Petites expériences à l'appui

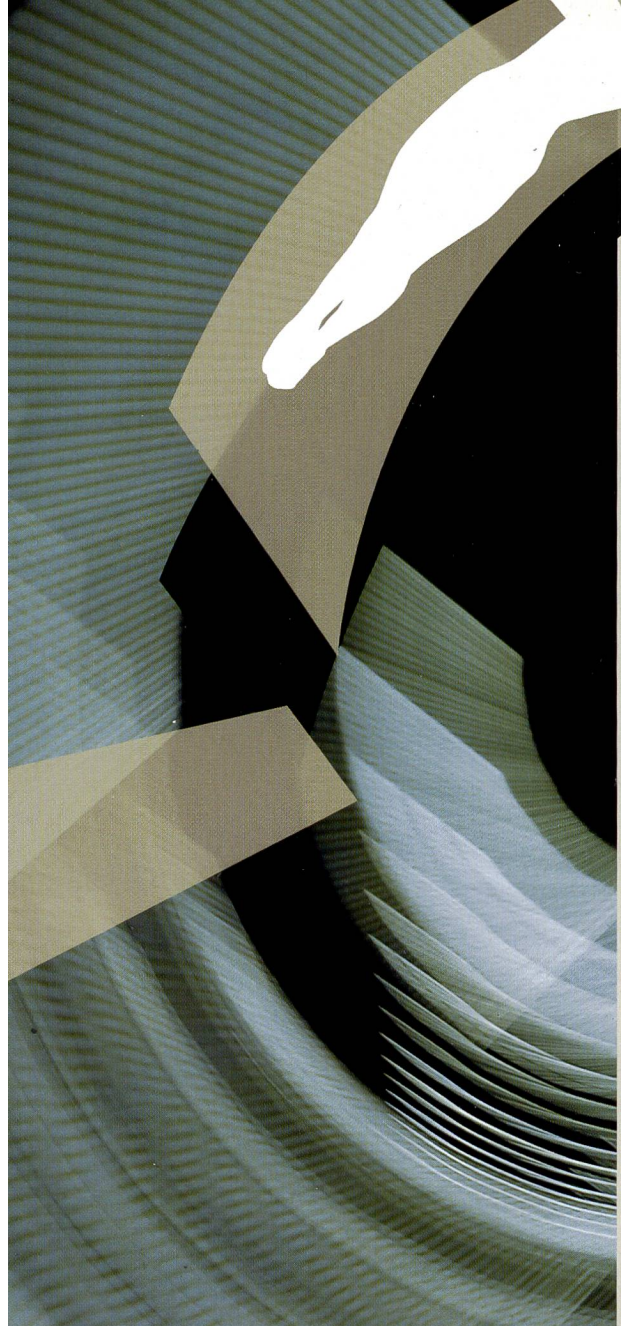
Pour vous faire une idée, «regardez devant vous et tournez la tête vers le haut en gardant le regard fixé sur un objet. Votre œil reste stable, le réflexe vestibulo-oculaire – réseau de neurones qui permet de stabiliser les images sur la rétine pendant les mouvements de la tête – contribue à cette stabilisation. La vision n'est pas nécessaire; faites en effet l'expérience suivante: regardez devant vous en posant le regard sur un objet; fermez les yeux et pensez à l'objet; levez la tête en gardant votre regard (dans le noir) sur l'objet mémorisé; ouvrez les yeux. Vous

constaterez que votre œil n'a pas bougé, il a fait dans le noir un mouvement en sens contraire de celui de votre tête grâce au réflexe vestibulo-oculaire. Il a fallu activer conjointement plusieurs muscles dans chaque œil pour réaliser ce mouvement d'élévation. C'est un exemple de synergie motrice très simple.»²

Dans ce dernier cas, le guidage est allocentré puisque le mouvement ne dépend pas seulement de ma position. «Posez encore le regard devant vous et fermez les yeux, mais cette fois fixez mentalement le bout de votre nez; levez la tête les yeux fermés en maintenant le regard dans le noir sur le nez que vous imaginez. Lorsque vous ouvrirez les yeux, vous constaterez que votre regard est élevé cette fois. Le réflexe a été bloqué par un signal lié au but assigné.»² Il s'agit cette fois d'un guidage égocentré, puisque le mouvement est indépendant de ce qui se passe à l'extérieur. L'intention précède l'action... C'est le but qui a modifié mon guidage.

Quand l'intention guide l'action

Au cours de son évolution, l'être humain a quitté la stabilité conférée par quatre appuis pour se réorganiser par rapport à la verticale et ainsi prendre une nouvelle orientation face à la gravité. La bipédie est en fait une simplification du mécanisme neuronal. Pourtant, une fonction commune à tous les mammifères a été parfaitement conservée et même développée: la



stabilisation de la tête en rotation autour de positions déterminées par la direction du regard.

Observez par exemple la tête d'une lionne chassant une antilope. Son regard reste rivé sur sa proie, sa tête est remarquablement stabilisée et guide le mouvement de son corps qui se réorganise en fonction des feintes de l'antilope. Comme chez l'être humain, le regard et la tête peuvent très vite s'adapter aux nécessités du contexte, les pieds ou pattes peuvent aussi agir vite et se déplacer, tandis que le corps compense beaucoup plus lentement afin de rééquilibrer l'ensemble (inertie supérieure du tronc et du bassin). Par comparaison, observez par exemple la tête d'un footballeur lorsqu'il shoote son ballon et vous verrez qu'il joue également avec «sa proie».

Concrètement, imaginez que vous ayez un ballon en main avec l'intention de marquer un but ou de faire une passe de volleyball mais que la situation vous oblige à vous déplacer dans une autre direction que celle du but ou de la passe. Il vous suffit de créer une intention de qualité en anticipant avec votre regard l'endroit où vous désirez jouer le ballon, même si vous ne pouvez pas le voir directement. Car c'est l'intention qui guide, la tête va suivre tout en se stabilisant, de même que le corps pour vous permettre de réaliser un geste naturel efficace. Mais pour cela, il faut rester relâché et faire confiance à l'auto-organisation du geste.

Pour une flexibilité du mouvement

«Tout se passe comme si le cerveau créait une plate-forme stabilisée où s'effectue la coordination des membres. Dans ces mouvements complexes, les pieds touchent rarement le sol, si bien que la surface terrestre ne peut pas servir de référence. Le cerveau utilise la détection de la gravité par le système vestibulaire pour stabiliser la tête et créer une plate-forme mobile comme référentiel. (...) Les capteurs visuels et vestibulaires coopèrent pour mesurer les translations à partir du flux optique. Le même principe est adopté par les ingénieurs qui doivent contrôler le mouvement des satellites dans l'espace.

A la recherche de la bonne posture

Dans cette situation pratique qui s'adresse à tous, un sujet A est soumis à de multiples tâches potentielles dont il ne connaît pas la séquence. En effet, il peut recevoir une balle de 3, 4, 5 ou

6 (stimuli visuels périphériques) et il peut également avoir à se retourner pour attraper après un seul rebond le ballon de 1 ou de 2 qui aura été lâché sur le sol (stimuli auditifs, 1 dirige également la séquence en communiquant l'ordre). L'effet recherché d'une telle situation est d'augmenter la confiance de A en le laissant trouver la posture – la préparation au mouvement contrôlée par la perception – qui lui permet de répondre efficacement aux différentes tâches. Ce qu'on observe chez un débutant, c'est qu'il est le jouet de ses anticipations. Comme il ne peut s'empêcher de prévoir, le moindre signal déclenche effectivement une réaction qui n'a pas forcément de sens dans ce contexte (surtout si on autorise les feintes de lancer). L'idée est donc de développer une qualité de l'attention liée à la tâche, car «l'attention est un mouvement arrêté mais exécuté à l'intérieur de soi-même». La stratégie consiste à améliorer la décontraction du sujet grâce à la recherche d'une posture (une orientation globale) qui lui convienne. Qui dit relaxation dit relâchement, qui dit relâchement dit disponibilité, qui dit disponibilité dit performance.

*«Qui dit relaxation dit relâchement,
qui dit relâchement dit disponibilité,
qui dit disponibilité dit performance.»*

de 6 (stimuli visuels périphériques) et il peut également avoir à se retourner pour attraper après un seul rebond le ballon de 1 ou de 2 qui aura été lâché sur le sol (stimuli auditifs, 1 dirige également la séquence en communiquant l'ordre). L'effet recherché d'une telle situation est d'augmenter la con-

Ils disposent, sur la masse du satellite, une petite plate-forme dont ils stabilisent la position par un pointage optique sur des étoiles.»²

Il n'y a pourtant pas de référentiel unique mais les référentiels d'orientation sont bel et bien liés à la tâche qu'il s'agit d'accomplir, l'effet principal recherché étant la flexibilité d'action. «Ainsi, lorsqu'on lit un journal en marchant, la raideur des articulations du bras, de l'épaule et de la tête augmente de manière à créer un nouveau module qui oscille en bloc et réduit les mouvements du bras par rapport à la tête (le but de mes mouvements sera de minimiser le mouvement relatif entre la page et ma rétine et je vais donc référer le mouvement de ma main à ma tête). Inversement, le maintien de la position de la main dans l'espace, par exemple chez le sujet qui tient un verre à la main, s'accompagne d'un déverrouillage de l'épaule qui permet aux oscillations du tronc de ne pas se transmettre au bras.» Je dois nécessairement référer le mouvement du verre à la direction de la gravité pour ne pas le renverser.

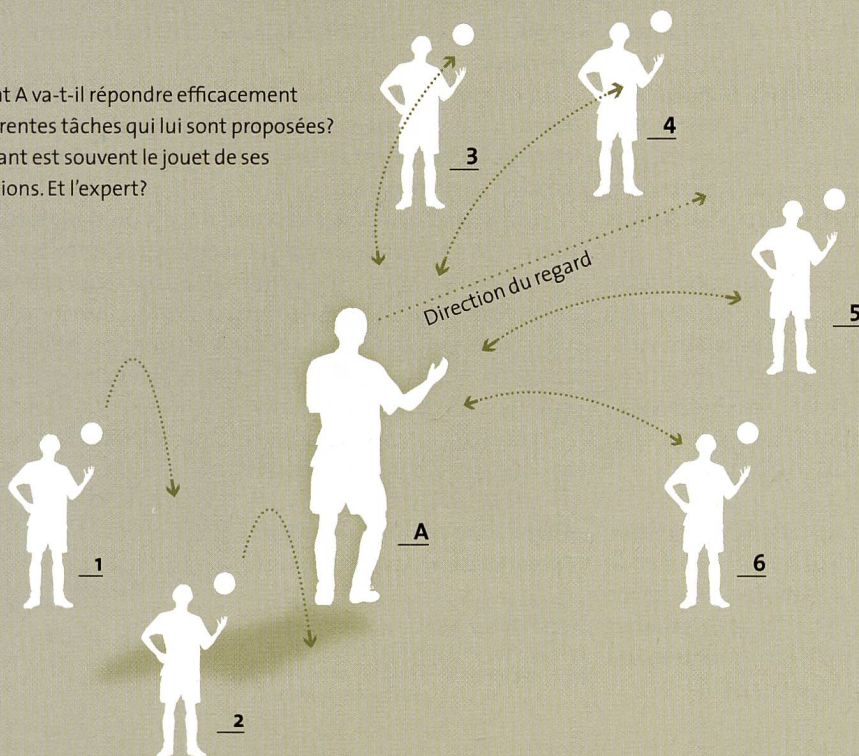
La perception comme simulation de l'action

«Les mêmes structures neuronales sont mises en jeu dans le mouvement de l'œil imaginé et le mouvement exécuté. Le cerveau n'effectue pas seulement des transformations sensori-motrices: à plusieurs niveaux, les commandes motrices influencent le traitement des données sensorielles. Partir de la commande motrice revient donc à considérer l'action comme élément essentiel du fonctionnement neuronal et permet d'étudier comment elle organise la perception. Au lieu de chercher seulement, la perception détermine l'action. Une saccade oculaire est une décision d'action et non une réponse à une stimulation. La saccade est le changement de direction du regard quand l'œil tourne. Elle est rapide (20 à 150 millisecondes) et atteint des vitesses angulaires de 800 degrés par seconde. C'est le mouvement le plus rapide que nous puissions produire. Chaque saccade est composée d'une rotation, suivie parfois d'un léger glissement pour ajuster l'axe du regard sur la cible,

parfois d'autres petites saccades dites de correction si le regard n'a pas atteint son objectif. (...) Fermez un œil pour augmenter l'effet de cette expérience et pressez assez fortement sur votre œil de façon latérale pour le déplacer. N'ayez pas peur, les yeux ne sont pas fragiles! Si vous regardez devant vous, vous pourrez constater que, pendant ce mouvement passif de votre œil, l'environnement semble bouger devant vous. Autrement dit, lorsque notre image rétinienne du monde est déplacée, nous avons une perception de déplacement du monde. Lorsque, au contraire, c'est nous qui produisons activement le mouvement du regard, le monde apparaît stable malgré le glissement rétinien. Des opérations neuronales proactives associées à la production du mouvement assurent donc la stabilisation perceptive. (...) Des chercheurs ont montré que le trajet oculomoteur (c'est-à-dire la séquence de saccades) réalisé pour explorer un visage est complètement différent suivant qu'on se demande si l'individu est riche ou triste, bien coiffé, s'il a les oreilles décollées, etc. De même, il est évident que, devant un paysage (ou une scène sportive), le trajet oculomoteur dépend de ce qu'on y cherche. Explorer un visage ou une scène de l'environnement requiert des décisions cognitives complexes: on comprend alors que la saccade soit un modèle intéressant pour étudier la sélection motrice et les processus de décision.»²

Bertrand Théraulaz est formateur, enseignant et maître d'éducation physique à l'OFSP. Chef de branche J+S de volleyball et coordinateur de la formation francophone des entraîneurs pour Swiss Olympic, il s'est spécialisé dans l'individualisation du développement moteur.
Contact: bertrand.theraulaz@baspo.admin.ch

Fig.2:
 Comment A va-t-il répondre efficacement aux différentes tâches qui lui sont proposées?
 Le débutant est souvent le jouet de ses anticipations. Et l'expert?



Bibliographie

- ¹ Poincaré, H.: *La Valeur de la science*. Paris, Flammarion, 1970.
- ² Berthoz, A.: *Le sens du mouvement*. Paris, Odile Jacob, 1997.
- ³ Paillard, J.: *Brain and Space*. Oxford, Oxford University Press, 1991.
- ⁴ Eccles, Sir J.C.: *Évolution du cerveau et création de conscience*. Paris, Flammarion, 1992.
- ⁵ Massion, J.: *Cerveau et motricité*. Paris, PUF, 1997.