

LA REPRESENTATION CEREBRALE DE L'ACTION *

MARC-WILLIAMS DEBONO

Résumé : Depuis que l'homme tient debout, il doit maintenir sa posture et projeter ses actions. Cependant, si le maintien postural fait essentiellement appel à des mécanismes biomécaniques complexes de stabilisation de la statique, la posture volontaire et le corps en mouvement répondent plus généralement à une représentation dynamique interne du sujet par le système nerveux central. Comment la plasticité corticale lie-t-elle posture et mouvement ? Quel est le degré de régulation fine de ces comportements moteurs au niveau perceptif, sensorimoteur et cognitif ? Les approches récentes en neurosciences montrent la grande plasticité de la boucle perception-action et le rôle prépondérant des niveaux de représentation globaux du schéma corporel dans la vie de relation de l'individu.

Le maintien postural de l'espèce humaine est un système d'équilibre global fractionné en postures locales le long des différents segments corporels. Deux systèmes d'équilibration peuvent y être mis en jeu : un système statique impliquant une chaîne d'activités réflexes automatiques régulant le tonus musculaire ¹ et un système dynamique ayant un versant sensori-moteur ² et un versant cognitif ³. Lorsque le mouvement est envisagé, le cerveau doit intégrer l'action projetée puis la représenter. La première étape inclut une activation du cortex moteur primaire (aire IV) et de l'aire VI ⁴, où l'ensemble des aires corticales est déjà impliqué ⁵. L'information est ensuite relayée par deux boucles cérébrales : les ganglions de la base qui initient le mouvement et permettent qu'il soit fluide ⁶, et le circuit cérébelleux qui règle l'enchaînement et la durée des mouvements de chaque segment corporel. La séquence d'activation de la commande motrice orchestrée par le cortex préfrontal sollicite ainsi successivement l'aire VI pour le choix des muscles activés, l'aire IV, les deux boucles précitées, puis les systèmes moteurs latéraux et ventromédians au niveau du tronc cérébral et de la moelle épinière qui permettent la contraction musculaire.

¹ Liée à la stabilité du regard, la lutte antigravitaire et à différentes forces biomécaniques.

² Informations *on line* sur la configuration posturale adoptée.

³ Représentation du corps et des systèmes perceptifs activés lors de l'interaction avec le milieu.

⁴ Subdivisée en aire pré-motrice et en aire motrice supplémentaire AMS.

⁵ Situation du corps dans l'espace et évaluation contextuelle du mouvement par le cortex pariétal postérieur, planification du mouvement, par le cortex préfrontal, souvenirs d'anciennes stratégies motrices par le cortex temporal, direction du mouvement par le lobe occipital.

⁶ Le cortex envoie les informations au putamen, puis au globus pallidus (interne et externe) et au thalamus (partie ventrolatérale notamment).

La seconde étape inclut une représentation interne de l'action projetée. Classiquement, le trajet de l'information part d'une perception visuelle ou somesthésique, est filtré par la barrière de l'environnement, puis l'action est déclenchée. Cependant, cette représentation cérébrale peut être purement locale, c'est-à-dire qu'un stimulus visuel est par exemple directement traduit en coordonnées positionnelles, ou plus globale. Dans ce cas, elle fait appel à un niveau d'intégration plus élevé qui concerne l'ensemble de la gestuelle, planifie et évalue les conséquences possibles de l'acte à venir. Cette capacité de transformer des perceptions sensorielles non seulement objectives, mais également subjectives en productions motrices élaborées est possible grâce à la plasticité des représentations corticales.

Elle s'adresse à l'ensemble des aires cérébrales qui ont des rôles distincts selon le mouvement représenté ou prédit. Les travaux de l'unité de neuropsychologie de l'action de l'institut des sciences cognitives de Lyon montrent ainsi que chez des apraxiques, un ralentissement du mouvement induit par des lésions frontales est reproduit dans le mouvement simulé, ce qui n'est pas le cas pour les lésions pariétales. Cette plasticité est également évidente dans la mise en place des cartes somatotopiques (homonculus de Penfield). Elle est fortement sollicitée en cas de pathologies cérébrales ou de troubles posturaux ⁷, mais aussi d'affections frontales qui peuvent perturber la planification temporelle de l'action comme la sphère affective et relationnelle du patient dans son ensemble.

Ce point est important car il introduit la notion récente de corporéité propre du sujet sur laquelle j'attire l'attention des thérapeutes. En effet, les développements récents de la posturologie vont dans le sens d'une ouverture transdisciplinaire, c'est-à-dire qui traverse les disciplines et considère l'homme, la symptomatologie dans leur globalité. Or, les travaux récents sur la représentation cérébrale montrent que si le schéma corporel constitue un ensemble de commandes motrices dont les représentations somatosensorielles sont génétiquement programmées, l'image du corps et les cartes corticales ont la capacité d'évoluer pendant le développement.

En effet, l'intégrité corporelle est mémorisée dans des cartes cérébrales qui sont propres à l'individu, dépend de la nature de ses expériences sensorielles et varie en fonction des réponses que donne le sujet en temps réel. La notion de corporéité du sujet implique donc que l'expérience est d'abord vécue de l'intérieur puis se projette vers l'extérieur. Là, elle interagit avec le monde

⁷ Lésions cérébrales, maladies neurodégénératives de type Parkinson ; troubles de l'équilibre, de la marche.

objectif, mais aussi l'affect lorsqu'il s'agit de relations sociales. Il y aurait donc en quelque sorte deux corps pour un cerveau : un corps vécu et un corps représenté.

Cette corporéité n'est ainsi pas seulement liée à une symptomatologie sensorielle comme l'illusion kinesthésique affectant la posture ou l'hémi-négligence spatiale après lésion cérébrale, mais concerne le support objectif d'une expérience subjective. En d'autres termes, la représentation de l'action, qui inclut la posture dynamique, doit tenir compte du rôle actif du sujet interrogé, qu'il soit normal ou pathologique. L'approche phénoménologique se centre en particulier sur ce rôle central du sujet en indiquant que c'est lui qui se représente et qui représente ses actions. Vermersch⁸ a notamment introduit la notion de pensée privée à cet égard qui incite à étudier l'action de se représenter plutôt que la représentation. Cet auteur différencie perception et évocation, car le sujet est capable de transposer une information parvenant à un canal sensoriel vers un autre. Il code donc personnellement l'information représentée, quel que soit le contexte environnant.

Prenons un exemple, une partition musicale peut être représentée visuellement⁹, auditivement (hauteur du son) et/ou de façon kinesthésique (sensation du corps, des doigts sur le clavier) selon l'artiste. Le codage émotionnel de l'action est également prépondérant dans ce contexte. Le musicien associera volontiers certaines parties du morceau joué à un sentiment précis, pourra avoir des sensations musculaires de plusieurs parties du corps sans bouger ou se représenter tout ou partie de la gestuelle qu'il adoptera lors d'un prochain concert. Le sujet se représente et représente donc son corps de façon unique et complexe. Il peut décider de l'action de jouer un morceau, ce qui vaut son exécution, puisque le cerveau active l'aire motrice primaire ainsi que plusieurs autres aires cérébrales qu'il y ait ou non une action réelle¹⁰, et cette intentionnalité peut-être perturbée par la présence d'un tiers. Autrement dit l'intention de l'autre est capable

⁸ Pierre Vermersch, « *Pensée privée et représentation dans l'action* » dans « *Représentations pour l'action* » Weill A., Rabardel P., Dubois D., Ed., pp 209-232, 1993.

⁹ La note peut être représentée comme un signe musical, linguistique ou écrit. Le pianiste peut se voir jouer sur le clavier ou parcourir une partition imaginaire.

¹⁰ Dans la projection volontaire d'une action, il y a activation des aires motrices plusieurs centaines de millisecondes avant l'exécution du mouvement qu'il ait lieu ou non. Selon les travaux de B. Libet, le cerveau a en effet besoin de 300 à 500 ms pour traiter un événement, ce qui introduit un délai entre le temps objectif & le temps neuronal : « *Subjective referral of the timing for a conscious sensory experience: a functional role for the somatosensory specific projection system in man* », : Libet, B., Wright, Jr., Feinstein, and Pearl, *Brain* 102, 1979, 193-224. D'où l'importance du rôle du sujet dans la préparation de l'action motrice (cas du coureur qui démarre mentalement une course avant d'être physiquement parti) et la question du libre arbitre : « *Unconscious cerebral initiative and the role of conscious will in voluntary action* », *The Behavioral and Brain Sciences*, 1985, 529-566.

d'altérer la perception que j'ai de ma propre action, qui peut se représenter mentalement ¹¹ selon les mêmes principes que la préparation motrice.

En résumé, la plasticité des comportements moteurs humains est plus grande qu'on ne le pensait il y a encore une décennie. On a montré l'impact de l'expérience du sujet sur les représentations sensorielles de son intégrité corporelle. Les illusions kinesthésiques induites en recherche expérimentale ou après lésion nerveuse suggèrent aussi fortement que les informations proprioceptives activent des fonctions cognitives élevées. La réorganisation des cartes sensorielles peut même être paradoxalement contrée par les représentations cognitives. C'est le cas du membre fantôme où le schéma corporel reste fixé malgré la plasticité du cortex moteur et somesthésique ¹².

C'est pourquoi, en sus de ses missions quotidiennes ¹³, le posturologue doit aujourd'hui établir de nouveaux axes de recherche dans l'approche thérapeutique de pathologies affectant la posture et le mouvement. Il doit en particulier se poser des questions telles que : les causes sont-elles purement organiques (récupération fonctionnelle après lésion) ? Impliquent-elles l'interaction de plusieurs modalités sensorielles ? Quelle part y jouent le remodelage des cartes sensorielles et la représentation mentale de l'action dans les cas normaux (motricité posturale, corporéité) et pathologiques (hémiplégie, membre fantôme, désordre postural, etc...) ? Des troubles de la sphère psychique entraînent-ils un déficit du partage de l'information (autisme, schizophrénie, déformation du schéma corporel) ?

En conclusion, le maintien postural, bien qu'essentiellement inconscient, fait appel à un traitement central de l'ensemble des informations biophysiques, motrices, sensorielles et cognitives. Les données récentes en neurosciences montrent que la plasticité des comportements moteurs est très étendue et suggèrent que les représentations cérébrales internes ¹⁴ sont à même

¹¹ Cette représentation s'illustre dans l'expérience de rotation mentale où on demande à des sujets de faire mentalement tourner des objets et où on constate que la rotation mentale est strictement proportionnelle à l'angle de rotation des objets. C'est le cas aussi pour la représentation mentale d'une scène soit dans le rêve (représentation interne) soit durant l'éveil.

¹² C. Xerri : « *Plasticité des représentations somesthésiques et illusions perceptives : le paradoxe du membre fantôme* », *Intellectica*, 36-37, 2003, 67-87.

¹³ Analyser toutes les composantes du système postural fin, corriger les déficits déstabilisant chacun des deux équilibres naturels [statique-dynamique] ainsi que leur rapport, observer l'ensemble des désordres informationnels affectant les capteurs sensoriels (buccaux-dentaires, oculomoteurs, vestibulaires, ostéo-articulaires, rachidiens, podaux) et le schéma corporel dans son ensemble.

¹⁴ Ces modèles internes sont en effet susceptibles de gérer de façon dynamique les représentations sensori-motrices (planification, mise à jour, corporéité propre) et les états mentaux individuels (intentionnalité, émotions) et partagés (sociaux) de ces représentations.

de rendre non seulement compte des capacités de réaction motrice appropriée de l'homme dans son environnement, mais également de l'expérience sensorielle, corporelle et mentale subjective de l'individu. La posturologie doit tenir compte de ces récents acquis et développer la transdisciplinarité ainsi que de nouveaux indicateurs des désordres posturaux et de la genèse du mouvement.

(*) : Communication présentée par l'auteur aux Journées Internationales de Posturologie qui se sont tenues à Rome en mars 2005 sous le haut patronage de l'Université Tor Vergata, publié par GLM Edizioni.
