

# ROBOTIQUE ET ÉNACTION :

## L'APPRENTISSAGE EN QUESTION

**Spécialiste en sciences cognitives et en robotique évolutive, Ezequiel Di Paolo évoque son travail sur les approches sensorimotrices de la cognition.**



### Ezequiel Di Paolo

- Professeur à l'université du Pays Basque, département de la logique et de philosophie des sciences, San Sebastián (Espagne).
- Membre du Centre de neurosciences computationnelles et robotique (CCNR) et du Centre de recherche en sciences cognitives à Sussex (COGS).
- Spécialiste en sciences cognitives, modélisation des systèmes dynamiques complexes, et robotique évolutive, son travail interdisciplinaire s'appuie sur l'approche énactive, la phénoménologie, la philosophie et la modélisation informatique.

#### DERNIÈRES PUBLICATIONS

- Di Paolo E. A., Barandiaran X.E., Beaton M., and Buhrmann T. (2014). "Learning to perceive in the sensorimotor approach: Piaget's theory of equilibration interpreted dynamically". *Front. Hum. Neurosci.* 8:551. doi: 10.3389/fnhum.2014.00551.
- Barandiaran, X. E. and Di Paolo, E. A. (2014). "A genealogical map of the concept of habit". *Front. Hum. Neurosci.* 8:522. doi: 10.3389/fnhum.2014.00522.
- Buhrmann T., Di Paolo E. A., and Barandiaran X. (2013). "A dynamical systems account of sensorimotor contingencies". *Front. Psychol.* 4:285. doi: 10.3389/fpsyg.2013.00285.
- McGann, M., De Jaegher, H. and Di Paolo, E. A. (2013). "Enaction and psychology". *Review of General Psychology*, 17(2), 203 – 209 doi: 10.1037/a0032935.

SITE PERSONNEL : <http://ezequieldipaolo.wordpress.com>

**Pourquoi et comment des scientifiques ont-ils éprouvé la nécessité d'abandonner la référence à l'ordinateur pour penser la cognition et faire référence aux organismes vivants pour concevoir des robots mobiles ?**

**Ezequiel Di Paolo.** Au cours des 60 dernières années, la conception de la cognition a été inspirée par la métaphore cognitiviste du traitement de l'information au sein du cerveau (et seulement dans le cerveau). Historiquement, cette approche, également nommée computationnelle, a constitué une réponse aux problèmes issus du behaviorisme qui considérait qu'il n'y avait pas d'autres possibilités scientifiques d'étude de l'esprit que celles de ses manifestations comportementales

observables. Bien qu'assez intéressante et, d'une certaine façon fructueuse, cette métaphore du traitement de l'information laisse plusieurs questions sans réponse, en particulier celles relatives aux origines de la signification et des valeurs : *why do we care about anything*, d'où vient que quelque chose compte pour nous, que nous avons de l'intérêt pour elle ? Un ordinateur ne semble pas avoir de raison de se soucier de quelque chose, sauf quand nous le lui assignons de l'extérieur. Ainsi, un ensemble de théories réhabilitant la question de l'embodiment, la corporéité, a émergé durant les années 1980-1990. Par exemple, le courant de la linguistique cognitive a montré que le rôle de l'organisme ou du corps est présent dans la création de métaphores langagières quotidiennes (telle « avancer » dans un projet en « allant de l'avant »).

À la même époque, nous avons connu une révolution similaire dans le domaine de la robotique, parce qu'essayer de concevoir, conformément au paradigme computationnel, un robot capable de se mouvoir en temps réel dans le monde réel, s'est avéré quasiment impossible. Par exemple, les expériences conduites en extérieur étaient perturbées par la seule modification des formes et des ombres en raison du déplacement du soleil ! Il fallait intégrer les calculs sur le mouvement solaire, ou se résoudre à faire toutes les expériences à l'abri, car les calculs étaient si nombreux que la scène visuelle changeait avant d'avoir esquissé le moindre mouvement. C'est pour cela que la robotique autonome s'est développée, à l'image du comportement des insectes par exemple, caractérisé par des réactions et des mouvements

très rapides et par l'intégration de plusieurs réflexes. C'est ainsi que nous disposons aujourd'hui, de robots autonomes construits selon ces principes d'incorporation.

#### Comment êtes-vous venu à l'approche énactive ?

**E. D P.** Mon travail actuel est fortement impulsé par les insatisfactions et incomplétiltudes théoriques liées au fait de concevoir l'homme à l'image d'un ordinateur. Je m'intéresse particulièrement à la compréhension de l'esprit incarné, aux relations entre l'esprit et le corps. Le corps n'est pas simplement un instrument de l'esprit, mais la raison pour et par laquelle nous sommes dans le monde et que certains aspects du monde comptent pour nous. Comprendre cette relation est au cœur de l'approche énactive.

Ma formation en physique et en ingénierie m'a fait m'intéresser au champ de la robotique autonome et de la robotique évolutive en particulier. C'est une méthode où vous instaurez un processus évolutif artificiel. Vous définissez simplement quelques contraintes générales (le robot doit pouvoir se déplacer sans tomber de la table ou sans heurter les murs) mais vous ne savez pas comment le processus devra s'établir pour que le robot réponde mieux à ces contraintes. Lorsque cela aboutit, il n'est pas évident de savoir ni pourquoi ni comment. Le résultat peut aussi être différent de ce que vous pensiez avec vos idées préconçues. On s'aperçoit parfois que le robot utilise des aspects que nous n'avions même pas considérés (des régularités issues de sa constitution morphologique, les frottements sur le sol...). Or, il s'est avéré que la plupart des comportements du robot avaient à voir avec l'engagement physique avec le monde. C'est ce qui m'a conduit vers les systèmes dynamiques : comment se fait-il que la connaissance ne réside pas dans la tête, mais dans la façon dont nous interagissons avec le monde, à l'interface entre le corps et le monde ? Et puis, bien sûr, je suis devenu

plus familier avec le travail de Maturana, de Varela et avec les théories qui revendentquent une sorte de continuité entre la vie et la cognition. Lorsque je dis « cognition », c'est au sens de « sense-making », c'est-à-dire une activité d'exploration et de constitution du sens donc une combinaison de l'affect et de la cognition. L'organisation de la vie peut nous apprendre comment les organismes sont en relation avec le monde.

#### Comment la notion de cognition est-elle appréhendée selon les courants théoriques ?

**E. D P.** Je crois que le meilleur test pour situer une position cognitiviste est de répondre à la question « d'où vient la signification ? ». En effet, -même si la théorie est très complexe, si elle est très sophistiquée, même si elle affiche une attention à l'égard du corps- si la signification est conçue comme provenant d'une source externe, ou s'il n'est même pas dit d'où surgit la signification, alors on a affaire à une position cognitiviste. À cette question, un tenant de l'approche énactive répondrait, ou essaierait de dire quelque chose comme : « lorsque vous décidez en faveur de quelque chose, pourquoi celle-ci compte-t-elle particulièrement pour vous ? ». J'entends par là « d'où provient la signification que vous lui attribuez, d'où procède votre sense making, votre activité d'exploration indissociable d'une attribution de sens ? ». Et il se peut que dans certains cas, il y ait une réponse claire à cette question (par exemple, parce que j'ai tel souci, tel but) mais pas dans d'autres, car nous ne sommes pas toujours conscients des valeurs qui guident nos actions. L'appréhension de vos valeurs et de votre identité en tant qu'agent autonome permet de comprendre le processus de décision. Cette approche peut également aider à comprendre les conflits que nous éprouvons en situation, lorsque nous nous préoccupons simultanément de plusieurs aspects divergents : tout en effectuant une tâche, nous pouvons en effet nous

soucier de notre famille, de notre carrière, ou entendre le téléphone... Une décision peut être difficile parce que nous sommes en prise à des choses différentes qui nous importent.

#### Quels sont les défis de vos recherches, les limites ou les obstacles que vous rencontrez ?

**E. D P.** Je pense qu'il y a deux grands défis pour l'énaction, l'un conceptuel, l'autre méthodologique.

**Le défi conceptuel** consiste à élaborer une théorie énactive de la connaissance de telle manière que nous serions en mesure de décrire les formes complexes de la cognition telles l'utilisation de la langue ou la planification. En général, les tenants de la métaphore computationnelle considèrent que l'approche par l'*embodiment*, la corporeité, est très utile pour concevoir un petit robot qui ne doit

quelques notions (de calcul, de traitement de l'information, de représentation...), peu fécondes à mes yeux, mais qui peuvent être utilisées pour concevoir des expérimentations et poser des questions théoriques. Le paradigme énactif doit donc viser l'élaboration de concepts opératoires pour mieux concevoir les expériences, se poser des questions et formuler de nouvelles hypothèses. Le défi méthodologique consiste, en quelque sorte, à créer un vocabulaire de concepts techniques qui ne seraient pas abstraits.

#### Comment concevez-vous l'activité humaine et les interactions humaines, et comment situez-vous le fonctionnement des robots par rapport à elles ?

**E. D P.** C'est une vaste question ! Je peux peut-être commencer par la deuxième partie. Je dois d'abord préciser



## L'information n'est pas une substance existant en elle-même, elle a toujours , un caractère relationnel.

pas se cogner contre le mur ou reproduire un mouvement du bras. Mais comment expliquer en termes énactifs, des situations complexes mobilisant des concepts, comme lorsqu'on veut planifier son voyage de Clermont-Ferrand à San-Sébastien ? Ce défi conceptuel est celui de « l'écart » ou du « déficit cognitif » : comment passer de formes très simples de la cognition à des formes très complexes ? Nous avons dans notre équipe, quelqu'un qui travaille sur le langage : il s'agit d'une approche très incarnée, où la langue est considérée comme un genre de déplacement partagé par plusieurs personnes, a form or moving together with others. **Le défi méthodologique** s'attache à la diffusion de notre approche afin qu'elle soit reconnue en tant que paradigme scientifique. Un point positif pour l'approche computationnelle vient de ce qu'elle fournit

que, pour moi, la robotique a le statut d'outil permettant de mieux penser. Je ne suis pas de ceux qui créent des robots pour accomplir une tâche, comme aller sur Mars. Traditionnellement, vous faites des expériences de pensée pour vous aider à clarifier certaines idées, mais parfois la question est tellement complexe que vous ne pouvez pas en maîtriser tous les aspects. Il faut donc essayer de la traiter par l'intermédiaire d'un artefact (un robot réel ou une simulation robotique). L'une des dernières questions sur laquelle nous avons travaillé était de voir si le bras d'un robot peut apprendre à se déplacer sur une surface comportant des angles différents et si, sans faire appel à une représentation, lorsqu'on retire la surface, il peut continuer à se déplacer selon les mêmes modalités. En réalité la question est : « est-ce que je me représente ce mouvement ➤

► au moyen de calcul, ou bien s'agit-il d'une relation corporelle, impliquant mes bras, mes muscles, mes réflexes, qui réalise ce mouvement ? » Nous avons donc construit une modélisation robotique et nous avons constaté qu'une représentation n'est pas nécessaire : la dynamique d'ensemble du système peut permettre ce mouvement.

L'activité humaine est très différente du fonctionnement des robots. Et c'est l'un des grands défis théoriques, parce que les humains sont en prise avec une variété de projets signifiants, parfois simultanés. Les humains peuvent eux-mêmes créer de nouveaux projets ; ça, le robot ne peut pas le faire. L'activité humaine est un déroulement s'engageant dans l'examen ou la révision de projets ou se trouvant parfois pris entre plusieurs projets, voire des projets contradictoires. C'est ce qui est particulier à l'homme. L'approche de la robotique traditionnelle ne peut pas faire face à une variété de sources de signification. Elle ne peut en considérer qu'une, et ce doit obligatoirement être une source préprogrammée de signification : un robot a toujours une tâche bien définie à exécuter. Les robots sont *on* ou *off*, et quand ils sont *on*, en marche, ils ont quelque chose à faire (nettoyer la chambre, se déplacer, explorer...). Mais

### **meaning-making (construction de signification). Quelle différence entre ces expressions ?**

**E. D. P.** Pour moi, la notion de *sense-making*, activité d'exploration et de création de sens, est plus globale et renvoie à l'idée de ressentir de l'intérêt pour quelque chose. Dans votre monde, les choses et les événements ne sont pas neutres, ils ont une valeur qui peut être référée à différents registres (linguistique, affectif, etc.), au plan de la normativité sociale (celui des bonnes choses et des mauvaises choses), aux besoins corporels (vous avez faim et vous voulez manger), etc.

Le terme de « valeur » prend souvent une connotation plus affective ou morale, en fonction du contexte situationnel, alors que dans le cadre de son usage traditionnel, le terme « signification » renvoie surtout à un registre sémantique. La phrase « vous êtes en retard aujourd'hui » peut être factuelle, relative à un *habitus* (c'est inhabituel), ou associée à un système de valeur (lorsqu'il s'agit du reproche du patron à l'employé). J'utilise *sense-making* qui englobe tous ces termes, parce qu'ils ont quelque chose de commun : ils réfèrent tous à une personne, un agent interagissant avec le monde sur un mode engagé, non indifférent, c'est-à-dire que les choses du

robotique évolutive, Randall Beer (Université d'Indiana) a eu recours à la théorie de l'information, pour étudier mathématiquement la relation dynamique entre les variables environnementales, corporelles et neurales. C'est un des usages de l'information. Cependant, pour la plupart des gens, une information est considérée comme quelque chose qui est là au-dehors et vous la recueillez : c'est une métaphore sans doute un peu dangereuse.

Pour moi, s'il y a information, elle est de nature relationnelle, c'est-à-dire relative à l'organisme : vous avez un intérêt pour quelque chose et c'est sur ce fondement que vous pouvez distinguer entre « ceci » et « cela », en connaissant les différences entre ces options. Par exemple, j'ai soif et je vois qu'il y a de l'eau là-bas. L'information n'est pas une substance existant en elle-même, elle a toujours un caractère relationnel et ma réponse pourra varier selon que j'ai soif ou non !

### **Qu'en est-il des aspects informationnels relatifs à un contexte culturel particulier : peut-on considérer que certaines informations ont une signification sinon identique, du moins similaire pour les membres d'un groupe spécifique ?**

**E. D. P.** À chaque fois que vous êtes en prise à un contexte culturel, vous êtes en interaction singulière, corporelle, dans le présent de la situation. On parle d'*embodied action*, d'action incarnée. Par exemple, selon les cultures, il y a différentes façons de se comporter lorsque 2 personnes se rencontrent (se serrer la main ou se faire la bise; deux bisous en Espagne, trois en Belgique, etc.). Que se passe-t-il lorsque 2 personnes, admettons de culture belge, se rencontrent pour la première fois en Angleterre lors d'une fête ? Elles ont à arbitrer le contexte culturel qui leur paraît opportun : « se serrer la main ou s'embrasser ? ». Cela renvoie aux interactions humaines et à l'intersubjectivité. C'est lié à la manière dont les enfants apprennent, mais aussi comment on évolue dans un

contexte de signification et de normativité culturelle. Ces aspects n'existent pas sous des formes statiques et ils s'inscrivent dans des échelles temporelles très différentes. Même les normes culturelles qu'on a intériorisées s'ajustent ou se modulent selon chaque occurrence.

Avec la notion d'*« habitude »*, Ravaission montre comment quelque chose de très conceptuel ou intellectuel peut devenir partie intégrante de votre corps tout en le modifiant : quand vous dites à votre enfant « tu dois dire bonjour quand tu rencontres quelqu'un », vous indiquez des règles de politesse qui semblent, au début, très arbitraires voire étranges ; puis peu à peu, elles s'intègrent à nos manières de nous comporter. Et c'est finalement lorsqu'on ne les respecte pas qu'on s'aperçoit qu'elles ont de la valeur. Notre culture s'incarne en nous et notre corps s'acculture.

### **Quel type de relations envisagez-vous entre émotion, cognition, mouvement ?**

**E. D. P.** Elles sont multiples (rires) ! Quand vous voulez étudier un phénomène particulier, il implique parfois davantage le versant affectif, et d'autres fois le versant cognitif. Certains chercheurs s'intéressent avant tout à la compréhension des aspects affectifs, aux relations entre la corporeité et les affects, d'autres se focalisent sur les aspects plus cognitifs. Mais ces deux aspects sont toujours entrelacés : une composante émotionnelle est présente y compris lorsque vous résolvez un problème mathématique, vous ressentez un intérêt, une frustration si vous échouez, ou de la joie et de la fierté. Et lorsque vous avez une impression négative du genre « je me sens bizarre et déprimé », vous réagissez à quelque chose qui, dans ces circonstances précises, ne vous paraît pas suffisamment bon. Il n'y a pas de cognition sans émotion et l'émotion a toujours un élément cognitif. Et je dis bien toujours et j'insiste !

Il en résulte que la prise de décision relève d'un processus

**Il doit y avoir un véritable mouvement pour qu'il y ait avènement de l'esprit.**

Ils ne sont jamais confrontés, comme nous, à des changements de projets voire des moments de doute et d'incertitude, ou des moments de distraction où ils se demanderaient « *et maintenant, qu'est-ce que je pourrai bien faire ?* ».

Dans son livre<sup>1</sup>, G. Colombetti évoque le *sense making* (construction de sens), alors que M. Johnson, dans le commentaire qu'il en fait, mentionne plutôt le

monde compétent pour cette personne.

### **Comment définissez-vous ce qu'est une information pour un organisme ?**

**E. D. P.** Le terme d'information a plusieurs acceptations et peut prêter à confusion. Le domaine de la théorie de l'information est un formalisme mathématique (suite à Shannon et d'autres) qui peut être utile, ou non, selon les objectifs poursuivis. Par exemple, en

non linéaire. L'approche cognitiviste laisse parfois croire qu'il y aurait une phase durant laquelle on accumule des bonnes raisons avant d'aboutir au moment fatidique de la décision. Selon une approche énactive, il n'y a pas un tel moment, car vous vous avancez, vous revenez en arrière, il y a confrontation d'aspects contradictoires... Il arrive aussi que vous pensiez rationnellement « je devrais faire ceci » ou « la bonne chose à faire est celle-ci » mais qu'émotionnellement vous ayez l'impression « hum, non, ça je ne le sens pas bien ». Les choses n'ont pas toujours pour nous une valeur unique. Varela en fournit un bel exemple lorsqu'il raconte qu'en se promenant avec insouciance, il s'aperçoit tout-à-coup qu'il n'a plus son portefeuilles « *mon monde se transforme instantanément* » dit-il : l'émergence d'une identité, une nouvelle configuration de valeurs, des préoccupations très différentes surgissent...

Puisque cognition et émotion sont partiellement intégrées, je considère que le mouvement est en relation à la fois avec l'une et l'autre. Dans le champ de la phénoménologie, Merleau-Ponty ou Michel Henry affirment que le corps est auto-affecté, qu'il constitue le noyau central de notre expérience. Sans « mouvement » au sens large, il n'y aurait pas d'émotion et ni de cognition. Nous ne sommes pas dualistes : nous devons être physiquement ancrés, car il doit y avoir un véritable mouvement pour qu'il y ait avènement d'un esprit.

#### **Qu'est-ce que l'apprentissage selon votre approche théorique, et plus précisément qu'est-ce que l'apprentissage moteur ?**

**E. D P.** Noë et O'Regan<sup>2</sup> proposent une théorie sensorimotrice liant la perception aux habiletés incarnées. Ils parlent de compétences (*skills*) et de la maîtrise des contingences sensorimotrices. Nous avons essayé d'envisager une théorie de l'apprentissage selon leur approche et nous avons abouti à quelque chose qui s'inspire un peu de la



conception piagétienne de la satisfaction d'une contrainte de viabilité par la combinaison de l'accommodation et de l'assimilation pour faire face à des nouveautés dans l'environnement. Ces concepts restent des références intéressantes. Je parle ici de l'apprentissage en précisant qu'on apprend toujours à partir de ce qui nous intéresse, mais le vrai problème, c'est « comment apprend-on à s'intéresser à de nouvelles choses ? ». On doit donc disposer d'une théorie qui montre comment vous développez et transformez des capacités d'intérêt, quand, par exemple, vous vous investissez dans l'apprentissage d'une nouvelle activité à propos de laquelle vous ne savez pas grand-chose. Quand vous avez construit des concepts, des idées ou des catégories qui vous permettent d'interagir avec le monde, comment apprend-on à en construire de nouveaux ?

Les empiristes affirmeraient qu'on apprend à partir des données sensorielles qui « viennent à nous » et à partir desquelles « vous faites quelque chose ». Les conceptions plus aprioristes diraient que vous disposez en vous d'un savoir permettant de tout conceptualiser, d'un savoir antérieur à votre apprentissage et à votre perception. Le problème, avec ces positions théoriques, c'est que si vos

valeurs ou vos normes ou vos concepts restent fixes, vous ne pourrez pas en apprendre de nouveaux. En réalité, on n'est pas dans la dichotomie entre « savoir » et « ne pas savoir », comme catégories absolues, mais dans une sorte de zone intermédiaire et dans un flux évolutif. Dans le domaine moteur, pour apprendre une nouvelle habileté, vous essayez d'abord d'utiliser celles dont vous disposez déjà (c'est en quelque sorte une tentative d'assimilation de la nouveauté). Dans la plupart des cas, vous allez échouer, mais votre échec vous conduit à essayer différemment, à modeler la tentative suivante, et donc atteindre cette zone où vous tentez de devenir habile, d'acquérir une nouvelle compétence. Lorsqu'on apprend, on ne sait jamais complètement, mais on n'est pas non plus dans l'ignorance totale : il y a toujours une gradation de la connaissance, au sens très large qui englobe les aspects physiques, la dextérité motrice, etc. La meilleure façon d'apprendre quelque chose est de créer une nouvelle valeur, une nouvelle catégorie, et cela ne peut se réaliser convenablement qu'en faisant émerger cette habileté qui vous fait encore défaut. D'abord, vous devez essayer même si vous ne savez pas faire, car vous ne pouvez pas savoir à l'avance si ce que vous faites est bon

ou mauvais. Quelqu'un peut vous aider, car les valeurs sont toujours créées dans l'interaction concrète avec le monde, y compris avec autrui. Et bien sûr, dans certains cas, il y a un conflit entre vos connaissances préalables et la nouvelle situation qui peut en être très éloignée. Même lorsqu'elle échoue, votre tentative vous apprend certaines choses.

**Vous avez parlé de l'assimilation, qui implique la notion de schème. Pensez-vous qu'il y a un problème conceptuel entre la notion de « schème » (au sens piagétien ou kantien) et la théorie cognitiviste des schémas (telle celle de Schmidt) ? À savoir, l'utilisation d'un même mot mais à partir de positions théoriques très différentes ?**

**E. D P.** Selon la conception cognitiviste, un schème est tout simplement quelque chose voisin d'un plan ou d'un programme, où l'activité est divisée en une série de phases : « vous faites d'abord cela et puis vous faites cela » et ainsi de suite. Selon Piaget, le schème sensorimoteur correspond à un cycle d'organisation sensorimotrice à l'œuvre dans l'interaction avec l'environnement. Il fait l'hypothèse d'une normativité inhérente à l'action sensorimotrice elle-même : par « normativité inhérente », j'entends qu'il y a



Rencontre avec E. Di Paolo à l'université du Pays Basque, San Sébastien, pour la Revue EP&S.

► succès lorsque le cycle d'activité sensorimotrice se déroule correctement jusqu'à son terme, et échec lorsque quelque chose a mal tourné. Selon l'approche énactive, le problème de la normativité intrinsèque, c'est-à-dire de ce qui compte comme bon ou mauvais, comme correct ou incorrect, est résolu dans le cadre de l'organisation corporelle : on effectue une série de coordinations sensorimotrices qui ne sont pas refermées sur elles-mêmes, mais qui sont évaluées à partir des normes inhérentes à notre corporéité (par exemple, celles qui nous permettent d'apprécier notre situation en fonction de nos propres buts et besoins).

**Les études menées dans le domaine du sport, de l'activité physique, de l'éducation physique présentent-elles un intérêt pour vous et pour votre travail ?**

**E. D. P.** Absolument, oui ! Nous obtenons beaucoup de résultats par l'étude du mouvement, de l'apprentissage moteur, de la dynamique de coordination des corps. Comme je vous l'ai dit, nous devons relever le défi méthodologique et avons à construire un cadre théorique. Et le problème c'est que la plupart des études empiriques conduites en sciences cognitives et en psychologie ont tendance à se focaliser sur la prise de décision, la perception visuelle, l'attention, etc. Imaginez un problème pour un robot, « apprendre à localiser

une source de nourriture ». Cela paraît être un problème très cognitif, mais il s'avère que généralement le problème est résolu grâce au mouvement : se déplacer d'une certaine façon, en activant des capteurs de proximité qui assurent la mémorisation permettant de savoir de quel côté tourner, etc. Ces résultats sont essentiels et suscitent de nouvelles questions portant sur la façon dont, comme nous l'avons mentionné, le contexte socio-culturel pénètre les corps pour façonner nos mouvements. Nous avons besoin de résultats pour promouvoir l'alternative envisagée, à savoir que le mouvement lui aussi est de l'ordre de la cognition.

**Vos perspectives et vos travaux peuvent-ils fournir des orientations utiles dans le domaine de l'apprentissage moteur, du sport, de l'activité physique, de l'éducation physique ?**

**E. D. P.** Les approches promouvant l'incorporation ont proposé que la perception et la cognition dépendent de la notion de contingences sensorimotrices, c'est-à-dire de régularités dans les modifications d'activité sensorielle au cours de l'activité motrice. Mais jusqu'à présent, personne n'avait formellement spécifié ce que sont ces régularités. Or nos travaux concluent qu'elles relèvent d'au moins quatre types.

**La coordination sensorimotrice** désigne tous les

types de configuration sensorimotrice régulièrement utilisées dans la réalisation d'une tâche donnée.

**La stratégie sensorimotrice** désigne tout agencement de coordinations sensorimotives utilisé pour accomplir une tâche à laquelle s'ajoute une norme interne ou externe de réalisation. Voyez ce verre d'eau : on peut demander au sujet de s'en saisir, rapidement, avec élégance, sans trop d'effort, ou encore d'une manière socialement acceptable. Si j'avais à prendre le verre, je pourrais le faire comme ça *[il fait un geste très compliqué sans renverser l'eau]*...mais ce serait inefficace, lent et socialement incongru. C'est cette distinction entre la tâche et les nombreuses façons de l'accomplir qui justifie ces deux concepts.

Deux autres concepts, plus généraux, ont à voir avec la compréhension du corps et du couplage entre le corps et le monde, même lorsque la personne n'est pas en train de réaliser une tâche.

**L'environnement sensorimoteur** vise en quelque sorte à répertorier et à cartographier l'ensemble des possibilités sensorimotrices « théoriques » d'un corps. En un sens, il s'agit des possibles « ouverts ». Par exemple *[il évoque un geste du bras gauche vers le lustre]*, vous vous dites « que se passerait-il si je mettais la main comme ça et la lumière viendrait comme ça ? », vous faites le mouvement correspondant puis vous mémorisez et vous construisez alors une carte des réactions et sensations sensorimotrices que vous auriez dans des circonstances voisines. C'est très abstrait, bien sûr, il n'y a pas de situation de la vie réelle dans laquelle cela se produise, mais c'est utile pour comprendre certains aspects, telle la symétrie, par exemple. On peut ainsi identifier une structure de notre corporéité qui nous rend, en quelque sorte, conscient de nos possibilités. Ce qui est possible pour n'importe quel organisme vivant (par exemple investiguer ce qui lui est corporellement possible, avec sa morphologie, dans telle

situation) est valable avec un robot, selon les capteurs et les moteurs articulaires dont il est doté.

**L'habitat sensorimoteur**, enfin, correspond à l'ensemble des mouvements qu'un individu effectue spontanément lorsqu'il est libre de faire ce qu'il veut. Cette fois, on s'intéresse au fait qu'une même morphologie corporelle (par exemple celle caractérisant l'espèce humaine) renvoie à des habitats sensorimoteurs très différents selon les personnes, en raison de ce qu'elles aiment faire, de leurs valeurs et intérêts, etc. Bien sûr, il s'agit là encore d'un concept très abstrait, car l'habitat sensorimoteur d'un humain est impossible à circonscrire, il est potentiellement infini, il est évolutif, il est également fortement lié au contexte et aux situations. Pour revenir à votre question, je ne suis pas un expert en sciences du sport, mais j'imagine que certaines de ces idées, certaines de ces distinctions, peuvent apporter un éclairage différent face aux questions posées par l'apprentissage moteur, et dans les domaines associés, au même titre qu'elles nous aident à progresser dans notre domaine.

**Entretien proposé, réalisé et traduit par Michel Récopé  
UFR STAPS, Univ. Blaise Pascal Clermont-Fd, Laboratoire ACTé, avec la participation de**

**Géraldine Rix-Lièvre  
UFR STAPS, Université Bl. Pascal Clermont-Ferrand, Laboratoire ACTé, et Daphné Laurin-Landry  
Doctorante en psychologie, Université du Québec (Montréal) en STAPS à l'Univ. B. Pascal.**

**Mise en forme  
M. Récopé et P.P. Bureau.**

1. COLOMBETTI G., *The Feeling Body. Affective Science Meets the Enactive Mind*. Cambridge, MA: MIT Press, 2014.

2. O'REGAN J., NOË A., A sensorimotor account of vision and visual consciousness. *Behavioral and Brain Sciences*, 24, 939 – 1031, 2001.

### @ POUR EN SAVOIR PLUS

Sur www.revue-eps.com, dans les compléments à la Revue EP&S n° 362, retrouvez le texte intégral de l'interview de E. Di Paolo.