Autour du geste

Joël Candau, Arnaud Halloy

▶ **To cite this version:**

Joël Candau, Arnaud Halloy. Autour du geste. Anthropologie et sociétés, 2012, 36 (3), 10.7202/1014164ar . halshs-01736673

HAL Id: halshs-01736673
https://shs.hal.science/halshs-01736673

Submitted on 29 Mar 2020

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.

érudit
www.erudit.org

« Autour du geste : entretien avec le Professeur Alain Berthoz (Collège de France) »

Joël Candau et Arnaud Halloy

Anthropologie et Sociétés, vol. 36, n° 3, 2012, p. 27-56.

Pour citer ce document, utiliser l'information suivante :

URI: http://id.erudit.org/iderudit/1014164ar

DOI: 10.7202/1014164ar

Note : les règles d'écriture des références bibliographiques peuvent varier selon les différents domaines du savoir.

Ce document est protégé par la loi sur le droit d'auteur. L'utilisation des services d'Érudit (y compris la reproduction) est assujettie à sa politique d'utilisation que vous pouvez consulter à l'URI http://www.erudit.org/apropos/utilisation.html

Érudit est un consortium interuniversitaire sans but lucratif composé de l'Université de Montréal, l'Université Laval et l'Université du Québec à Montréal. Il a pour mission la promotion et la valorisation de la recherche. *Érudit* offre des services d'édition numérique de documents scientifiques depuis 1998.

Pour communiquer avec les responsables d'Érudit : erudit@umontreal.ca

Document téléchargé le 30 juillet 2013 11:22

ENTREVUE

AUTOUR DU GESTE

Entretien avec le Professeur Alain Berthoz (Collège de France)

Joël Candau
Arnaud Halloy

JOËL CANDAU – Ma première question vise à rappeler le sens de notre rencontre. Pendant la plus grande partie du XX^e^ siècle, on a vu le fossé se creuser entre les sciences naturelles et les sciences sociales, alors qu'au siècle précédent elles étaient souvent liées. On voit aujourd'hui ce mouvement s'inverser. En immunologie, par exemple, les travaux sur les environnements enrichis (Cao *et al*. 2010) intègrent de plus en plus les variables sociales, voire culturelles. Par exemple encore, ces dernières années, de plus en plus de travaux relevant des sciences et neurosciences cognitives ou des sciences sociales s'efforcent tout à la fois d'appréhender l'impact du cerveau sur la culture, et vice versa. Depuis l'article séminal d'Ochsner et Lieberman (2001) dans *American Psychologist* sur l'émergence de la Social Cognitive Neuroscience, ce champ de recherche connaît un développement remarquable[1]. Dans ce contexte, qu'est-ce que la neurophysiologie et l'anthropologie, selon vous, peuvent faire ensemble ? Si vos travaux représentent un intérêt évident pour l'anthropologue du geste, les données des anthropologues peuvent-elles en retour intéresser le neurophysiologiste ? Bref, peut-il y avoir une plus-value scientifique entre le rapprochement de nos deux champs disciplinaires (par exemple, retrouver le sujet longtemps oublié), ou une simple juxtaposition de connaissances ?

ALAIN BERTHOZ – Entre les sciences de la cognition (pas seulement du cerveau), et l'anthropologie, il y a eu et il y a encore un fossé disciplinaire qu'il est très difficile de combler. En 1999, le grand programme Cognitique, qui avait été lancé par le ministère de la recherche – à l'époque où Claude Allègre était ministre – avait pour but de rapprocher les neurosciences des sciences humaines et sociales. Le projet a été soutenu par toute une équipe

1. On peut citer le n° de juin 2010 de la revue *Social Cognitive and Affective Neuroscience* sur la *Cultural Neuroscience*, le supplément de juin 2010 de *Current Anthropology* sur la mémoire de travail, le n° de mars 2010 de la revue *Neuron* sur la notion de *Social Neuroscience* (avec un article de Georg Northoff éloquemment intitulé « Humans, Brains, and their Environment : Marriage between Neuroscience and Anthropology ? »), la création en 2011 de la revue *Socioaffective Neuroscience & Psychology* ou encore la mise à l'épreuve de nouveaux découpages épistémologiques avec l'émergence du *Bioculturalism*, de la *Psychological Anthropology*, de la *Neuroanthropology*, de la *Behavioral Neuroscience* ou de la *Behavioral Epigenetics*.

scientifique et à l'époque où je présidais son comité scientifique, j'avais essayé, avec l'aide de Philippe Descola, de réunir les anthropologues pour voir s'il était possible de lancer des recherches communes. Ce fut extrêmement difficile. Or, je suis convaincu qu'il ne peut pas y avoir de compréhension du fonctionnement du cerveau non seulement dans ses fonctions cognitives les plus élevées, mais aussi en considérant les dimensions culturelles, historiques, didactiques, d'éducation, sans une coopération approfondie avec les anthropologues. Donc, à la question de la plus-value que peut apporter aux sciences de la cognition une coopération avec l'anthropologie, la réponse est claire : c'est « oui ». L'obstacle, c'est le cloisonnement des disciplines, qui est dramatique, et que nous avons connu entre psychologie et neurosciences. Dans le livre *Leçons sur le corps, le cerveau et l'esprit...* que j'ai écrit au Collège[2], dès que je suis arrivé, j'ai passé en revue les leçons inaugurales des professeurs du Collège depuis Ribot. Il est apparu clairement que si Wallon et Piéron, par exemple, furent des chercheurs situés aux frontières neurosciences-psychologie, un fossé fut creusé ensuite, en particulier par l'École de Fraisse qui a refusé tout contact avec les neurosciences. Par conséquent, le fossé n'existe pas seulement entre l'anthropologie et les sciences du cerveau… Même entre psychologie et neurosciences, il y a eu un fossé qui, heureusement, est maintenant comblé, en particulier par les nouvelles générations de jeunes chercheurs qui travaillent sur ces frontières. L'autre obstacle a été la difficulté de la relation entre les sociologues et les sciences du cerveau. Les paradigmes et les modèles de la sociologie sont des paradigmes et des modèles qui sont très différents de ceux de la psychologie cognitive et des neurosciences. J'en avais beaucoup discuté avec Pierre Bourdieu. Nous avions imaginé, par exemple sur la notion d'habitus, des ponts, des liens possibles entre la sociologie, l'anthropologie cognitive et les neurosciences. Aujourd'hui, dans les sciences de la cognition nous avons réussi à avoir des collaborations intéressantes avec certains philosophes (bien qu'une partie de la philosophie reste l'histoire de la philosophie), avec certains linguistes, mais il y a encore peu de liens avec les sociologues. La même difficulté est apparue avec les économistes. À l'époque, j'avais tenté de réunir les économistes afin d'envisager la possibilité de projets de recherche aux frontières. Ça n'est finalement que depuis quatre ou cinq ans, ou un peu plus peut-être, qu'il y a la « mode » de la neuroéconomie. De toute façon, aujourd'hui tout devient « neuro »-quelque chose… Il a fallu que Daniel Kahneman, psychologue, reçoive le prix Nobel d'économie, alors qu'il avait contesté les modèles formels d'économie il y a trente ans, pour que tout d'un coup les économistes acceptent de travailler avec les gens des neurosciences. C'est d'ailleurs Daniel Kahneman qui, un peu avant la parution de mon ouvrage *La décision*[3], a fait les premières recherches, en

2. Berthoz (1999).
3. Berthoz (2003a).

imagerie cérébrale, sur les aires du cerveau activées dans un jeu de roulette. On peut dater pratiquement de ce moment-là l'intérêt soudain porté à la neuroéconomie par la communauté internationale.

Donc, pour répondre à votre question, la plus-value d'une coopération avec l'anthropologie pour les sciences cognitives est évidente. Bien sûr, chaque discipline doit développer ses modèles et il n'est pas facile de relier le fonctionnement du cervelet ou des ganglions de la base avec le fonctionnement d'une société. Mais aujourd'hui, effectivement, il y a éclosion de ce lien. Enfin, une autre raison des difficultés de collaboration entre, d'une part, la psychologie et les neurosciences cognitives et, d'autre part, les sciences sociales, est le fait qu'une grande partie de la psychologie ou des neurosciences porte sur le sujet solipsiste, le sujet seul, et qu'il n'y a eu que très peu de recherches concernant les interactions avec autrui. L'intérêt actuel pour l'aspect social des émotions est, par exemple, matérialisé par la création par Jean Decety du journal *Social Neuroscience*.

Arnaud Halloy – Renchérissant sur la question de Joël Candau, je ne peux m'empêcher de rappeler l'intuition de Marcel Mauss qui, dans la conclusion de son article séminal sur les « techniques du corps »[4], soulignait la nécessité de développer une étude « socio-psycho-biologique » des techniques du corps à la base de ce qu'il appelait alors la « mystique ». Je pense que Marcel Mauss aurait été d'accord d'étendre ce constat à tous les domaines de l'existence (humaine). Comment envisagez-vous, en tant que neurophysiologiste, cette articulation difficile entre les dimensions biologiques, psychologiques et sociales des techniques du corps qui façonnent notre rapport aux choses et aux autres ? Et pour rejoindre la question de Joël Candau : pensez-vous qu'un dialogue entre les sciences sociales, qui ont tendance à mettre en évidence la diversité des gestes à travers les cultures et l'histoire, et les sciences de la vie, qui en soulignent davantage les invariants, soit possible ? Et si oui, comment envisagez-vous leur collaboration ?

A. B. – Je crois qu'il y a ici deux questions. La première concerne l'intérêt de Mauss et tous les textes qu'il a écrits sur les techniques du corps. Je l'ai lu il y a longtemps, mais je pense que Mauss n'était pas seulement intéressé par les techniques du corps, mais par *l'expression corporelle*, c'est-à-dire l'étude de l'expression par le corps des aspects culturels et sociaux. Une branche de l'anthropologie s'intéresse aux techniques du corps, au sens large. Par exemple Blandine Bril a travaillé en Inde sur les techniques de la sculpture[5].

Sur le problème de l'expression corporelle, il y a aussi des livres comme celui de Guillemette Bolens (2008), professeure à Genève, non pas sur les techniques du corps, mais sur le geste dans la peinture, la littérature, etc.

4. Mauss (1978 [1950] : 363-383).
5. Roux, Bril et Dietrich (1995).

Pour moi, cela évoque tout le problème de la gestuelle, de l'expression par le geste des sentiments, des codes sociaux, comme le geste au Moyen Âge étudié par Jean-Claude Schmitt (1990), comme l'étude des gestes de Bouddha, des rituels ou même du geste d'élévation de l'hostie en relation avec la cathédrale dans les travaux de Roland Recht (1999). Voilà ce qu'évoque en moi le nom de Marcel Mauss. Il y a là une interface extrêmement intéressante entre les répertoires de gestes et leur utilisation pour des codages culturels et sociaux.

Votre deuxième question concerne le problème du contraste entre *diversité* et *universalité*. C'est un des principaux débats scientifiques aujourd'hui dans les sciences de la cognition, et pas uniquement pour le geste. Vous savez qu'il y a eu une guerre totale entre les représentants en France de la grammaire générative de Chomsky, défendant la thèse de l'universalité des langues, et des chercheurs tels que mon collègue Claude Hagège, qui insiste sur la diversité des langues et leur richesse. Il a même écrit un livre récemment à ce sujet (Hagège 2012). La question universalité-diversité est une question fondamentale dans toutes les disciplines, qu'il s'agisse des neurosciences ou des sciences humaines et sociales. En ce qui concerne la psychologie, c'est aussi un débat majeur. Il y a en France un courant que l'on pourrait appeler « universaliste », qui a été représenté en particulier par Jacques Melher[6], psycholinguiste et élève de l'École de Boston. D'ailleurs, Stanislas Dehaene[7], au Collège de France, s'intéresse aujourd'hui davantage aux aspects universels qu'aux aspects de diversité, dans le domaine des bases neurales des mathématiques par exemple. Face à ce courant, qui cherche les invariants, les universaux, en biologie, en neurosciences, dans l'imagerie cérébrale, dans ce que vous appelez les sciences de la vie, il y a un courant qui était très fort en France, qui a été oublié, qui a disparu, qui s'intéressait surtout à la diversité. Ce courant, appelé « psychologie différentielle », était représenté en France par Maurice Reuchlin[8], à l'INOP (Institut national d'étude du travail et d'orientation professionnelle), aujourd'hui par Théophile Ohlmann[9] qui est encore à Grenoble, cela autour du concept de vicariance que j'ai rappelé dans mon dernier cours au Collège de France. C'est un grand concept de la psychologie différentielle des années 1950, qui insistait justement sur la variété des processus mentaux possibles pour faire la même chose. Nos cerveaux sont tous différents, mais nous pouvons accomplir la même tâche en utilisant des processus différents. Par exemple, on peut se rappeler son chemin depuis chez soi jusqu'à son bureau en se rappelant les mouvements que l'on a fait, ou bien son chemin sur une carte, etc. Les hommes diffèrent

6. Voir par exemple : Mehler et Dupoux (2006).
7. Voir par exemple : Dehaene (2010).
8. Voir par exemple : Reuchlin (1999).
9. Voir par exemple : Ohlmann (1995).

des femmes, etc. Ce courant de psychologie différentielle a été laminé dans les sciences de la cognition et les neurosciences cognitives. Dans mon domaine, il a été laminé depuis trente ans par l'exigence de publier des articles dans lesquels on prenait vingt ou trente sujets pour montrer le sujet moyen. Ceci a correspondu en didactique avec des formes normées d'enseignement des mathématiques et des sciences. Dans l'enseignement scolaire on impose des méthodes d'apprentissage, et c'est contre cela que Georges Charpak (1996) s'est élevé quand, à partir de 1996, il a monté le programme « La main à la pâte » (dynamique de rénovation des sciences à l'école), fondé sur le postulat qu'il ne faut pas seulement apprendre la physique autrement qu'avec des équations, il faut aussi que chacun des élèves et chacun d'entre nous les comprennent dans sa relation corporelle avec la matière. Il y avait chez Charpak une intuition de cette diversité des chemins mentaux possibles, même dans l'appréhension de disciplines aussi formelles que la physique. Nous en reparlerons à propos de Poincaré et, effectivement aujourd'hui, cela reste un sujet important.

Dans la collaboration possible entre sciences cognitives – pas seulement les neurosciences – et anthropologie sociale et cognitive, les deux aspects sont à considérer. Nous avons des mécanismes communs, universaux, qu'il est intéressant d'étudier, et en même temps il est fondamental d'étudier la diversité, parce qu'il y a probablement là certains mécanismes qui correspondent à la diversité du fonctionnement du cerveau, et d'autres qui correspondent, au contraire, à la diversité historique, géographique, culturelle, etc. C'est un chantier, avec de beaux sujets de thèse à proposer à des étudiants. C'est un magnifique sujet de rencontre entre disciplines, à condition que chacun soit ouvert à l'extraordinaire capacité de vicariance du cerveau et à la diversité de ses expressions sociales et culturelles.

J. C. – Finalement, cette opposition que l'on établit entre invariants et diversité, ne renvoie-t-elle pas à cette vieille antinomie dont on a beaucoup souffert entre nature et culture ? Les invariants seraient du côté de la nature, la diversité du côté de la culture, alors qu'en réalité on sait bien que chez l'être humain la culture est un phénomène naturel. Nous sommes tous naturellement culturels, et la diversité est une expression elle aussi naturelle de certains invariants. Il faut penser ensemble diversité-invariants, et non les opposer…

A. B. – L'opposition *Nature-Nurture* est aujourd'hui en train d'éclater, pour plusieurs raisons. D'abord, parce qu'on a démontré la base génétique majeure d'un certain nombre de comportements, y compris pour certains aspects les plus complexes de notre fonctionnement, ce qui donne un aspect déterministe. Mais en même temps, la génétique moderne montre à quel point, même dans la constitution du bagage génétique, il y a déjà une source formidable de diversité. Deuxièmement, il y a des recherches formidables en biologie qui montrent l'effet majeur de l'environnement.

On met des rats dans des environnements plus ou moins enrichis, mais il y a aussi des études en psychologie sociale qui montrent le rôle majeur de l'environnement affectif aussi bien que physique, le rôle de l'enrichissement en particulier dans le développement des enfants. Entre les deux, il y a ce nouveau domaine, majeur, pour lequel le Collège vient de proposer une chaire, qui est l'épigénèse. C'est la découverte que l'expression génétique dans les tous débuts de la vie est modulée, modifiée, par le contexte. Ensuite, il y a cette extraordinaire découverte de la neurogénèse adulte, c'est-à-dire le fait qu'on ne cesse pas de fabriquer des neurones et que chez l'adulte également, même vieillissant, il y a encore la possibilité de modifier le cerveau. On sait, par exemple, que les chauffeurs de taxi londoniens ont des hippocampes plus grands que les individus n'exerçant pas ce métier.

Il y a donc une plasticité fonctionnelle formidable du cerveau, en plus de la plasticité dont j'ai parlé il y a un instant qui est celle de la vicariance, c'est-à-dire la capacité d'utiliser le cerveau pour faire, dans le cas de lésions par exemple, la même chose en créant des circuits nouveaux.

J. C. – Que ce soit dans *Le sens du mouvement*[10]*, La décision*[11] ou *La simplexité*[12]*,* l'action (l'acte), et donc le geste, est au cœur de vos travaux. On est alors tenté de vous définir comme un neurophysiologiste du geste. Cette définition vous convient-elle ? N'est-elle pas quelque peu réductrice, en ce sens qu'elle escamote le rôle que vous accordez à la perception de soi-même et du monde dans l'accomplissement de nos gestes et de nos actes moteurs ? Pour le dire sans doute de manière grossière, vous définir « simplement » comme un neurophysiologiste, n'est-ce pas occulter une dimension phénoménologique de votre recherche, dimension sur laquelle je souhaite revenir au cours de notre entretien ?

A. B. – Puisqu'on parle de terminologie, je préfèrerais le terme de physiologiste plutôt que neurophysiologiste. Quand j'ai été élu au Collège de France, on m'a demandé quel titre je voulais pour la chaire. J'ai répondu : « physiologie » et on m'a dit (c'était il y a 18 ans) : « Mais la physiologie, c'est dépassé, c'est fini ». Or, selon Claude Bernard, la physiologie est la « coordination des parties au tout ». Le tout, ce n'est pas seulement le tout du cerveau ou du corps, c'est aussi le tout dans ses aspects sociaux. C'est cela la physiologie. Aujourd'hui, tout le monde reparle de physiologie. Je prétends par conséquent avoir été un ambassadeur de la physiologie, c'est-à-dire de cette nécessité que l'on a d'étudier la relation entre les parties et le tout. Mon ami et collègue Jean-Pierre Changeux,

10. Berthoz (1997).
11. Berthoz (2003a).
12. Berthoz (2009a).

qui m'a présenté au Collège de France, a toujours beaucoup insisté sur l'importance de relier les différent niveaux, des plus moléculaires, dont il est spécialiste, jusqu'aux plus cognitifs. Mon objectif a été et reste encore de faire une vraie physiologie, c'est-à-dire d'intégrer le fonctionnement, le développement du système nerveux central dans tous ses aspects. C'est pour cela, par exemple, que je continue à m'intéresser au problème des conditions de travail. J'ai organisé au Collège de France un grand colloque sur le travail, puisqu'aujourd'hui plus personne ne s'y intéresse et tout le monde souffre.

Deuxièmement, je préfèrerais « physiologiste de l'acte », et pas seulement du geste, parce que c'est dans ce sens-là que j'ai écrit avec Jean-Luc Petit : *Phénoménologie et physiologie de l'action*[13]. Ce livre a été le fruit d'un débat autour de la théorie des kinesthèses d'Husserl, dont Petit est spécialiste. Il y a là un aspect de méthodologie qui est peut-être intéressant, comme modèle de coopération possible entre anthropologie cognitive, ou anthropologie tout court, et neurosciences. Jean-Luc Petit venait projeter dans mon bureau un extrait de la théorie des kinesthèses d'Husserl qu'il avait traduit en français, et je réagissais. La théorie était intéressante. C'était une recherche avec un objectif très précis. Jean-Luc Petit disait : « Husserl a eu un certain nombre d'intuitions, même celles des neurones miroirs, etc., qui aujourd'hui ont été retrouvées par les neurosciences. Étudier les textes d'Husserl permettrait peut-être au physiologiste d'avoir quelques idées nouvelles ». Pourquoi pas ! Dans le dialogue philosophie-neurosciences, est-il possible qu'il y ait eu simulation, qu'il y ait eu des intuitions par une approche qui peut être utilisée comme cadre théorique par l'expérimentaliste. J'ai réagi et nous avons écrit un livre de dialogues, comme cela avait été fait pour le Changeux-Connes[14], le Changeux-Ricœur[15], etc. Odile Jacob nous a dit : « Écoutez, si vous avez quelque chose à dire, dites-le ! ». Nous en avons fait un texte unique, qui a demandé un deuxième travail de rédaction conjointe pendant deux ans. C'est un exemple intéressant de coopération – qu'on peut appeler intellectuelle –, sur le lien entre une approche philosophique et une physiologie de l'action. Je suis davantage un physiologiste de l'acte qu'un neurophysiologiste du geste. C'est pour cela que je suis intéressé par des coopérations avec d'autres disciplines.

Pourquoi « l'acte » ? Quand j'ai mis en exergue du *Sens du Mouvement* la citation de Faust : « Au début était le Verbe, puis la force, puis était l'acte »[16], mon collègue malheureusement décédé, le professeur Jean-Marie

13. Berthoz et Petit (2006).
14. Changeux et Connes (1989).
15. Changeux et Ricœur (1998).
16. Berthoz (1997 : 7).

Zemb, grand grammairien, m'a dit : « Oh, Berthoz, magnifique : vous avez traduit par l'*acte* ». C'est-à-dire l'acte dans son acception aristotélienne, l'acte qui place l'action dans son contexte, intentionnel, social, culturel, etc.

A. H. – Situé…

A. B. – Situé, en effet, c'est cela l'enjeu actuellement. Qui est objet de coopération entre nos disciplines, coopération nécessaire de fertilisation croisée.

J. C. – Nous sommes convaincus de cette nécessité…

A. B. – C'est un physiologiste qui vous le dit…

J. C. – La difficulté, c'est de la traduire dans les actes, justement…

A. H. – Comment expliquez-vous la formidable réhabilitation du corps dans des domaines scientifiques aussi divers que les neurosciences, les sciences de l'esprit et les sciences sociales dans la seconde moitié du XX^{e} siècle ?

A. B. – Selon moi, pendant tout le XX^{e} siècle a dominé un paradigme dans lequel ont prévalu la toute-puissance de la logique, l'abstraction, des modèles formels, qui ont eu un succès remarquable – voir les mathématiques de Hilbert – contre Poincaré. On peut songer en économie à l'apparition des modèles mathématiques qui ont complètement oublié les gens (voir la catastrophe financière et les dérives dont nous pourrons reparler). On peut songer aussi à la domination du paradigme du langage, avec par exemple le rôle abusif donné par les psychanalystes au langage dans la genèse de l'autisme (la mère qui ne communiquerait pas avec l'enfant, etc.). On peut songer encore au refus, dépassé aujourd'hui, de prendre en considération les bases organiques de ces maladies. Un paradigme a donc dominé dans lequel on a oublié l'Homme. Je n'emploie pas le mot « sujet », car c'est un terme fortement connoté en psychanalyse. Mais on a oublié le rôle de l'individu.

Je souhaite préciser que quand on parle d'une réhabilitation du corps aujourd'hui, il ne s'agit pas seulement du corps fait d'os et des muscles. Il s'agit du corps dans son acception la plus riche. C'est, entre autres, Francisco Varela[17] qui a lancé ce mouvement. Pensez à la notion des deux corps du Roi de Kantorowicz, au corps social, au corps de ballet. Le corps de ballet ne se réduit pas aux corps des danseurs, il est le « corps de ballet ». Cela signifie qu'il y a aujourd'hui une réhabilitation non seulement du corps constitué de muscles et d'émotions, mais de la notion de corps dans toute sa richesse, qui bien évidemment n'avait aucun intérêt dans un modèle complètement formel de la société. Il y a eu une dérive formidable de la conception de la société. Dans les conférences que je donne dans de grandes entreprises sur mon livre *La décision*, je découvre à quel point la direction, le management de ces grandes entreprises industrielles ont été orientés par des seuls critères financiers. Ces modèles de management,

17. Voir par exemple : Varela, Thompson et Rosch (1993).

très formalistes, sont tous en crise. Ils ont oublié, par exemple, la fierté du travail, la qualité du travail. Ce n'est pas le corps de l'ouvrier qu'on a oublié, c'est le savoir-faire, le faire, cela au profit d'une conception de l'entreprise comme une simple machine en Bourse, etc. Dans tous les domaines il y a eu effectivement une espèce de dérive, dont on revient aujourd'hui tout simplement parce que ça ne marche pas. Les Américains ont bien cru gagner la guerre au Vietnam avec les ordinateurs du Pentagone. Alexandre Minkowski, le neuropédiatre, a découvert une chose fabuleuse pendant cette guerre : sous les bombes à billes, des enfants de quatre ans dirigeaient vers les abris une vingtaine de plus petits qu'eux. C'est aussi de cette manière que la guerre du Vietnam a été gagnée.

Cette réhabilitation, ce n'est pas seulement la réhabilitation du corps que l'on parfume, que l'on montre dans tous les médias, que l'on soigne par le sport, c'est, je crois, un vrai changement culturel de paradigme, un changement extrêmement important. C'est par exemple la découverte faite par Jacqueline Nadel, psychologue à la Salpétrière, que les enfants autistes pouvaient communiquer par l'imitation du geste. Dans une salle, elle a mis tous les objets en double. Chaque fois que l'enfant autiste prenait un objet, elle se mettait à côté et faisait la même chose. Peu à peu, elle a montré à quel point, par cette communication non-verbale, l'enfant autiste pouvait, par la résonance des corps, mais des corps en acte, retrouver cette intersubjectivité fondamentale qui est la nôtre.

J. C. – Peut-on dire qu'il s'agit d'une redécouverte de corps intentionnels ?

A. B. – Oui, derrière cela, il y a tout le problème de l'intentionnalité. L'intentionnalité est un problème philosophique, mais c'est dans la notion d'acte que je l'ai comprise. Dans l'action, il y a déjà un but, mais dans l'acte, tel que moi je le sens, je l'utilise, il y a cette notion d'intentionnalité, pas seulement celle du sujet solipsiste, mais l'intentionnalité dans le jeu du rapport social historique. C'est pour cela que nous sommes en rapport avec les sciences sociales. Avec Bernard Andrieu[18], nous avons organisé le colloque en mémoire de Merleau-Ponty que nous avons appelé « Le corps en acte », dans lequel on a justement essayé de jeter un nouveau regard sur ces dimensions-là.

J. C. – Je parlais d'intentionnalité parce que vous avez fait référence au plaisir du travail, et je mettais cela aussi en relation avec ce que vous disiez sur les grandes entreprises où, effectivement, pendant tout le XX^{e} siècle, et surtout à la fin du XX^{e}, il y a eu une gestion en termes de flux. Il n'y avait plus vraiment d'individus. Ce qui était considéré, c'étaient des réseaux, avec comme conséquence, d'ailleurs des pertes de savoir-faire considérables, dans le phénomène de la délocalisation par exemple.

18. Berthoz et Andrieu (2011).

A. B. – C'est exactement ça. Puisque vous parlez de flux, je vais vous donner un autre exemple. Il y a trois ans, la direction générale de la recherche de la RATP[19] est venue nous voir avec le discours suivant : « Pour nous, les transports ont été depuis 20 ans des flux et du matériel. Et nous avons travaillé avec des sociologues. Et maintenant nous voudrions remettre le voyageur au centre. Et l'agent aussi ». Depuis trois ans, je préside à la RATP un travail de prospective où est envisagé l'apport possible des sciences de la cognition à cette question-là. C'est un défi. La RATP pense que les sciences de la cognition et les neurosciences modernes peuvent l'aider à remettre le voyageur au centre. Par conséquent, on organise des ateliers de travail. J'ai d'ailleurs essayé de faire venir un anthropologue, Philippe Geslin (à Neuchâtel maintenant), un des rares élèves d'Alain Wisner qui avait créé l'anthropotechnologie. On a travaillé sur les espaces, les émotions, mais un des sujets sur lesquels nous n'arrivons pas à travailler, c'est l'aspect interculturel. Chaque jour, un million de personnes prend la ligne 1 du métro. Il y a des businessmen japonais, des voyageurs originaires du Burkina Faso qui vont de Pontoise à Orsay, des vieux, des jeunes, des Russes, des experts, des gens qui sont familiers… Il y a une anthropologie sociale nouvelle à refaire à partir des personnes.

J. C. – C'est là une question posée à ma discipline… Dans les différentes contributions à ce numéro d'*Anthropologie et Sociétés*, plusieurs insistent sur la nécessité de penser l'esprit-corps agissant comme une totalité qui n'accède à l'existant que sous l'effet de deux actions indissociables : celle du monde vers l'individu (*incorporation* ou *embodiment* – Csordas 1994) et celle de l'individu vers le monde (externalisation ou plutôt, terme qui semble bien plus juste, dilatation de l'individu dans son environnement physique et social par le bais du langage, des actions, des artefacts et de ce que j'appelle les sociotransmetteurs). C'est le cas, par exemple, de l'article de Céline Geffroy sur le geste du buveur dans un contexte festif andin, de celui de Carine Plancke sur la danse *ikoku* des Punu du Congo-Brazaville ou encore de celui de Philippe Hameau sur les gestes associés aux expressions picturales du Néolithique. Cette opposition – faut-il parler de tension ? – entre incorporation et dilatation a-t-elle un sens pour un physiologiste du geste ? Peut-on l'articuler avec les perceptions de l'espace égocentrées et allocentrées ?

A. B. – Oui. C'est aussi un des grands sujets de travail. D'abord, dans la psychologie du développement et la physiologie du développement de l'enfant, il est connu que ce type de passage – voir Piaget[20] et tous les travaux que vous mentionnez de Rochat[21] et d'autres – d'une perception

19. RATP : Régie autonome des transports parisiens (Ndlr).
20. Voir par exemple : Piaget (2003).
21. Voir par exemple : Rochat (2006).

égocentrée du sujet vers une décentration, qui se produit entre 1 et 5, 6, 7 ou 8 ans, par des étapes successives, est un des enjeux extrêmement importants du développement du cerveau. Nous savons aussi que très tôt dans l'enfance, l'enfant doit internaliser dans son cerveau les propriétés du monde et les propriétés d'autrui. Donc, il y a deux modes de perception du monde. L'un que nous appelons *égocentré* et l'autre qui permet de se décentrer, que nous appelons *allocentré*. Nous avons démontré récemment que le cerveau gauche est impliqué dans la mémoire des trajets quand on se rappelle son déplacement et les mouvements que l'on fait dans le monde de façon *égocentrée*. Nous savons que le cerveau gauche est intéressé par les détails. En revanche, le cerveau droit est intéressé par la perspective globale sur le monde, il est plus impliqué dans la mémoire spatiale par les aspects cartographiques, et il est le siège d'émotions qui sont des émotions différentes des émotions du cerveau gauche. Il est possible qu'une partie de ce que, dans votre question, vous appelez une tension, ne soit pas véritablement une tension mais une coopération de ce qui a représenté une richesse formidable donnée par l'évolution, à savoir posséder deux cerveaux qui ont du monde une appréhension différente, complémentaire et dans laquelle s'établit ce dialogue par l'intermédiaire du corps calleux, interrompu dans certaines pathologies. C'est un des exemples.

Un troisième type de référentiel que nous appelons *hétérocentré* est important, don qui consiste à prendre autrui comme référence. La question des référentiels est effectivement un des grands sujets de travail aujourd'hui, sur lequel par exemple des questions comme *empathie* et *sympathie* sont liées. Cette question fait partie des recherches actuelles en neurosciences, à la fois dans une perspective développementale et chez l'adulte.

A. H. – J'aimerais revenir sur cette notion d'incorporation. Vous employez souvent, à la suite du psychologue Roger Shepard[22], le terme d'« internalisation » des propriétés physiques du monde, comme par exemple l'internalisation des lois de Newton sur l'accélération des corps sous l'effet de la gravité. Le terme d'« internalisation » n'est pas sans rappeler la « connaissance par corps » de Pierre Bourdieu[23], ou encore, bien que moins connu, celui d'« intussusception » de Jousse[24]. Que nous apprend aujourd'hui la physiologie sur cette capacité à acquérir des « modèles » du monde ? Et à quoi servent de tels modèles ?

A. B. – Les théories sur lesquelles je travaille – qui ne sont pas nouvelles – supposent qu'au cours de l'évolution est apparue et s'est développée une capacité remarquable du cerveau qui est d'être un simulateur d'action,

22. Shepard (1982).
23. Bourdieu (1997 : 163).
24. Jousse (1974).

c'est-à-dire la simulation de l'action sans l'exécuter. Le cerveau échappe ainsi en quelque sorte au lien obligatoire perception/action dans lequel l'animal ne peut utiliser que des mécanismes appartenant à un répertoire particulier d'actions, même avec des découvertes astucieuses qui existent chez les insectes, comme la décharge corollaire qui permet d'anticiper sur les conséquences de l'action en informant les réseaux perceptifs de l'action qu'on veut faire : c'est ce que les roboticiens appellent *fit for work*. L'évolution a créé dans nos cerveaux des mécanismes qui permettent d'échapper à ce lien obligatoire avec le réel pour nous permettre de simuler l'action sans l'exécuter, et donc de choisir, de décider les meilleures solutions possibles. C'est la théorie de la simulation, déjà proposée au début du siècle dernier. Le rêve est le plus bel exemple de cette capacité. Nous rêvons – je fais des cauchemars toutes les nuits – mais nos rêves sont complètement réels, c'est-à-dire que nous n'avons pas besoin du monde extérieur.

Nous disposons d'un cerveau – je ne sais pas si on peut l'appeler kantien – qui peut tout à la fois simuler (ce n'est pas « représenter ») notre propre corps (on voyage avec des valises, dans les rêves, et ces valises sont réellement lourdes, il arrive des choses, on monte, on descend, il y a des voitures, etc.) en se coupant complètement du monde et simuler nos relations avec ce monde complexe. Cela veut dire que nous avons internalisé à la fois les propriétés de notre corps et les propriétés du monde. « Internaliser » signifie qu'il y a des circuits de neurones (pas forcément des lieux, mais des réseaux), qui sont capables de se comporter, en l'absence d'entrées à l'extérieur, comme s'il y avait une réelle relation avec le monde. Ils ont les mêmes propriétés. C'est la base du concept de modèle interne. Cela veut dire que dans la moelle il y a éventuellement des réseaux de neurones qui ont les propriétés similaires à l'impédance d'un bras ou d'une jambe (dynamique). Dans les ganglions de la base, dans le cervelet, il y a des circuits, notamment dans le cervelet, qui permettent de prédire les conséquences d'un geste avant qu'il soit fait, parce que ces réseaux de neurones ont des propriétés qui sont semblables au corps. Nous avons aussi démontré, par des expériences publiées dans *Nature Neuroscience*[25], pour lesquelles on est même allés dans l'espace, que nous avons aussi des modèles internes des lois de Newton, de la gravité. Cela veut dire que, d'après des travaux récents de collègues italiens, l'on a sans doute quelque part dans le cortex pariéto-temporal des réseaux de neurones qui, lorsqu'on leur envoie des signaux, sortent des informations qui sont traitées comme s'il y avait eu la gravité.

Cela reste encore un peu mystérieux, et c'est ce que fait l'enfant dans les premières années de la vie. Rodolfo Llinás l'avait montré il y a longtemps, mais notre collègue Giorgi Buzsáki, aux États-Unis, a remarqué que le bébé

25. Voir McIntyre *et al.* (2001).

rat à la naissance fait des petites contractions, des petits sursauts. Rodolfo Llinás avait noté que la propriété fondamentale des motoneurones dans la moelle est d'osciller. Chez le bébé rat, les motoneurones, i.e. les neurones qui contrôlent les muscles, commencent par se mettre à osciller spontanément, et faisant cela ils produisent un petit mouvement de la patte du rat. Ce petit mouvement est fait dans le contexte de la planète, donc ce signal qui est envoyé par le motoneurone se heurte aux lois de Newton, et le retour de l'information prend en compte le monde extérieur. La théorie de Llinás et Buzsáki[26] dit que cette génération spontanée de signaux par le système nerveux produit une *mise en correspondance* du fonctionnement central et du monde extérieur. Voilà comment on peut imaginer que se constituent ces modèles neuronaux. On peut penser que cela se fait aussi, par exemple, grâce au jeu de l'enfant qui à 50 reprises va lancer une balle, etc. Cela va même beaucoup plus loin puisque les neurologues et les neuropsychologues parlent depuis longtemps du « schéma corporel » et de « l'image du corps ». Donc, dans notre cerveau nous n'avons pas seulement des modèles des bras, des jambes, de la physique newtonienne, mais nous avons un deuxième corps, qui est un véritable double (voir mon livre *La décision*[27]).

A. H. – Cette notion de *matching* et de *coupling*, qui est beaucoup employée, est-elle centrale, précisément pour ce qui se passe à l'intérieur et le corps en acte ?

A. B. – Vraisemblablement, au cours de ses premières années, l'enfant – c'est cela le jeu du bébé – met tout de suite en correspondance, pendant que le cerveau se construit, le fonctionnement du cerveau avec le monde externe et, d'ailleurs, avec autrui aussi.

J. C. – Je reviens maintenant à la dimension phénoménologique de votre travail. La délibération, dites-vous, n'est possible que parce que l'homme opère une distanciation entre son corps physique et son corps mental. Cela correspond bien à notre expérience phénoménologique, du moins pour la part consciente de nos actions. Si je décide de saisir cet enregistreur sur la table, j'ai le sentiment qu'un « je » surplombe le geste que j'ai l'intention de faire. Mais une double question se pose. Ce sentiment est-il une illusion ? Quelle est la part consciente de nos actions par rapport à la totalité de celles-ci ? Cette double question en appelle deux autres (pardonnez-moi !). Quelle acception faut-il donner aux termes de « représentation » et de « délibération » si, en fait, nous suivons nos gestes bien plus que nous ne les décidons ? La représentation, notamment, est-elle antérieure au geste, concomitante ou postérieure à celui-ci ? Je pense ici aux travaux de Soon et

26. Llinás (1988) ; Buzsáki (2006).
27. Berthoz (2003a).

de ses collègues[28] qui ont repris ceux de Libet[29], ou encore, pour prendre un exemple hors contexte expérimental, à l'intelligence profonde qui, selon Marcel Jousse, permet au cavalier de se battre « sans se préoccuper de la monture qui va »[30], ou à la thèse récente de Michaël Hilpron[31] intitulée : *De « faire du judo » à « faire judo »…* (dirigée par Bronislaw Kapitaniak et Céline Roselin) dans laquelle l'auteur, lui-même judoka de niveau international, montre que chez les pratiquants de haut niveau, c'est le corps qui fait judo sans que le « sujet » agisse réellement ce corps. Par ailleurs, comment éviter que l'accent justement porté sur cette distanciation que nous faisons si facilement entre notre corps physique et notre corps mental vienne justifier un crypto-dualisme que, si je me souviens bien, vous critiquez dans le chapitre « Stratégies cognitives et mémoire spatiale » dans Bouveresse et Rosat[32] ?

A. B. – Votre question appelle deux remarques. Premièrement, je pense que vous avez raison : parler de modèle interne, parler de « double » présente le risque de conduire à un nouveau dualisme corps/esprit alors qu'il s'agit de deux corps en acte, l'un qui est notre corps physique et son cerveau, l'autre qui est le corps tel qu'il est simulé dans le cerveau. Ils sont tous les deux ancrés, il n'y a pas de dualisme. J'ai fait d'ailleurs une recension d'un certain nombre de textes de Bergson, dans un livre[33] qui a été publié récemment, à la suite d'un colloque « Bergson » qui avait été organisé au Collège de France par Anne Fagot-Largeault et Frédéric Worms de l'École Normale. J'ai fait une relecture de Bergson pour voir en quoi ses écrits pouvaient avoir un lien avec les neurosciences modernes. Leur apport est très intéressant (sans soutenir le dualisme bergsonien). Par exemple, Bergson fait une critique du langage dans laquelle il dit que cette faculté, finalement, discrétise le monde, fait perdre le sentiment d'une partie du réel. C'est extrêmement intéressant. Deuxièmement, le sentiment qu'on se surplombe n'est pas une illusion, c'est une réalité, qui peut être expliquée par le fait que nous avons un double, ce que j'ai soutenu tout à l'heure. Là, il faut citer les travaux d'Olaf Blanke[34], neurologue à Lausanne. Depuis 5 ans, Blanke a repris la question des phénomènes – présents dans toute la littérature depuis Gilgamesh – d'autoscopie, héautoscopie, sortie du corps, sentiment de présence, et il a montré, par des études de lésions chez les patients, qu'il y a en particulier, comme nous l'avons suggéré, un rôle fondamental de structures qui sont le lobe pariéto-temporal (qui est aussi

28. Soon *et al*. (2008).
29. Libet *et al*. (1983) ; Libet (1985).
30. Jousse (1974 : 75).
31. Hilpron (2012).
32. Voir Berthoz (2003b).
33. Berthoz (2009b) *in* Worms et Fagot-Largeault (2009).
34. Lenggenhager *et al.* (2007).

le cortex vestibulaire, c'est une de vos dernières questions) et puis tout le lobe temporal dans ce que Walter Penfield avait décrit il y a longtemps comme une aire impliquée dans la construction de « *body awareness* », c'est-à-dire la « conscience du corps » et les « relations spatiales »[35]. En résumé, il y a maintenant une nouvelle neuroscience des bases neurales de ce double corporel, qui est mise en évidence par ces phénomènes de neuropsychologie. Ces travaux prouvent que nous « surplombons », puisque l'expression pathologique la plus classique est celle du patient qui, couché dans son lit, se perçoit en même temps comme étant au plafond en train de se regarder. Sur cette question-là, il y a une nouvelle neuroscience intéressante qui en fait un sujet scientifique.

Dans votre question, j'ai trouvé aussi plusieurs questions mêlées qui ne correspondent pas aux mêmes échelles de temps. Vous mentionnez les travaux de Libet[36]. Ce que Libet a écrit, qui a été repris ensuite, et qui est repris aujourd'hui par Patrick Haggard[37] (un chercheur anglais remarquable), se passe à l'échelle de temps de la seconde, on est dans l'ordre de 800 ms, 1 s, 1,5 s. C'est la simulation mentale éventuelle du geste avant qu'il soit exécuté, c'est tout le problème de la commande.

Dans votre question, il y a une autre dimension qui ne relève pas du temps compté en secondes, celle de l'automatisation du geste, c'est-à-dire du passage d'un geste conscient – vous mentionnez aussi l'apprentissage – au geste automatisé inconscient. Cela relève d'un autre chapitre sur lequel on a maintenant des données importantes qui est le passage de l'implication des structures frontales et préfrontales lorsqu'on fait un geste nouveau à des structures sous-corticales lorsque le geste est appris ou sur-appris. Si on demande à quelqu'un de faire une séquence de gestes de pointage ou de gestes complexes, ou apprendre à jouer au piano, faire des exercices de danse, etc., au début de l'apprentissage du geste il y a une implication des zones préfrontales, prémotrices, puis on s'aperçoit, par l'IRMf [38], que ces zones du cortex frontal et préfrontal sont libérées quand le geste est appris et sur-appris. Le geste est alors pris en compte par des boucles impliquant le cervelet, les ganglions de la base, etc., et des zones frontales (pas préfrontales). Nous l'avons montré dans le cas de séquences du regard, par exemple, de saccades de regard, mais cela a aussi été montré pour les mouvements de la main. Cela fait partie d'un mécanisme extraordinaire de libération du cerveau pour apprendre des choses nouvelles.

35. Penfield et Boldrey (1937).
36. Libet *et al*. (1983) ; Libet (1985).
37. Voir par exemple Haggard *et al*. (2002).
38. Imagerie par résonance magnétique fonctionnelle.

C'est vrai aussi pour la mémoire des trajets, donc tout ce qui concerne l'hippocampe. L'hippocampe est une structure importante pour la constitution de mémoires épisodiques, c'est-à-dire pas seulement la mémoire des trajets spatiaux mais pour mettre ensemble des informations multiples sur ce qui nous arrive dans la vie. Il y a d'ailleurs aussi une combinaison avec les émotions puisqu'il y a des convergences vers l'accumbens des informations hippocampiques et des informations du cerveau limbique. On a montré récemment, dans mon laboratoire, que chez le rat – encore une fois, cela avait été suggéré par Buzzaki –, quand l'animal s'arrête d'agir, quand il ne fait pas de geste, quand il se met au repos ou qu'il dort (certaines phases du sommeil paradoxal vraisemblablement), les informations stockées dans l'hippocampe sont envoyées par paquets au cortex préfrontal pour être stockées dans la mémoire à long terme, l'avantage étant la libération de l'hippocampe. Autrement dit, la question des rapports entre conscient et inconscient, est aujourd'hui reformulée indirectement de cette façon.

A. H. – Dans *La simplexité*, vous soulignez une propriété fondamentale du geste : « Le geste est une manifestation de la simplexité parce qu'il est un résumé immédiatement compréhensible d'une réalité complexe » ?[39] Comment expliquer cette immédiateté de la perception du geste, contrairement, notamment, à celle du langage qui nécessite l'acquisition des conventions qui le régissent ?

A. B. – Évidemment, c'est là qu'il faut parler des « neurones miroir », du « système miroir ». Une des grandes découvertes des neurosciences cognitives modernes est celle par Giacomo Rizzollatti et son équipe des neurones miroir qui sont des neurones situés chez le singe dans le cortex prémoteur mais que nous possédons aussi. Ce sont des neurones activés à la fois *avant ou pendant que le singe fait un geste de préhension et lorsqu'il observe quelqu'un faire le même geste*. Nous avons donc un mécanisme qui nous permet immédiatement – cela rejoint la théorie du cerveau simulateur – de simuler dans notre cerveau l'acte d'autrui comme un acte fait par nous. J'avais écrit, avant la découverte des neurones miroirs, dans *Le Sens du mouvement* : « la perception est action simulée »[40]. Nous avons donc une perception immédiate, en ce sens qu'elle est immédiatement traduite dans les structures de notre acte propre. Nous ne percevons pas ce que fait autrui comme une espèce d'image de télévision, mais nous le percevons dans notre corps comme un acte. C'est une découverte importante, même si elle est parfois utilisée sans toute la rigueur nécessaire. On lui attribue beaucoup de fonctions, notamment la capacité de détecter l'intention, etc., ce qui a été démontré. Il y a des discussions, bien sûr, comme pour toutes

39. Berthoz (2009a : 129).
40. Berthoz (1997 : 15).

les grandes découvertes, pour savoir si la localisation de ces neurones est bien exacte ou si ce n'est pas le reflet de l'activité dans le cortex frontal, préfrontal, etc., mais il n'en reste pas moins que c'est une découverte extraordinairement importante.

Cela dit, il faut savoir que ce n'est pas le seul système de simulation de l'action. Par exemple, Michael Grazziano, un très grand chercheur, a montré qu'il y a aussi dans le cortex frontal des réseaux de neurones capables de détecter immédiatement des gestes expressifs, par exemple de menace. Il y a aussi la découverte faite il y a déjà 30 ans par D.I. Perrett, un neurophysiologiste et psychologue écossais, de neurones dans le cortex temporal qui peuvent coder immédiatement la direction du regard d'autrui, c'est-à-dire cette perception du rôle important de ce regard que l'on a devant des tableaux. Il y a aussi, dans l'amygdale, une structure fondamentale dans la perception de la valeur des émotions, l'influence du contact par le regard. Si vous me regardez en face, mon amygdale est immédiatement activée – la vôtre aussi – et il y a donc aussitôt activation par le regard de tout le cerveau limbique. Par conséquent, il n'y a pas que les neurones miroir. Nous avons toute une série de mécanismes qui immédiatement donnent sens, non au sens de « sensoriel », à l'acte intentionnel dans la perception d'autrui. On découvre toute une série de mécanismes qui sont à la base du fait que nos relations sont essentiellement intersubjectives. C'est aussi une des raisons pour lesquelles il faut travailler avec l'anthropologie cognitive, avec les sciences humaines et sociales, car si nous sommes essentiellement des machines biologiques, leur fonctionnement est entièrement déterminé pour et par la relation avec autrui. Nous passons aujourd'hui du sujet solipsiste à l'interaction avec autrui, y compris dans le domaine de relations plus sociales.

J. C. – Les trois grandes oppositions haut/bas, devant/derrière, gauche/droite correspondent à la perception de la position des différentes parties de notre corps dans l'espace : tête/pieds, face-buste-ventre/nuque-dos-fesses, symétrie des membres inférieurs et supérieurs, cela en relation avec les faits objectifs de notre verticalité, d'une morphologie dorso-ventrale et de la latéralisation manuelle. Des perceptions que l'on peut qualifier de primordiales – comme on parle d'émotions primordiales – peuvent donc servir d'échafaudage à des représentations plus abstraites (la hauteur, la droite ou la gauche, etc.). Dans votre contribution à Bouveresse et Rosat, vous rappelez que, selon Poincaré, « les fondements de la géométrie sont à découvrir dans les mécanismes biologiques de l'action »[41], idée que vous avez développée dans votre cours au Collège de France. Peut-on imaginer, en suivant cette idée, qu'il y ait des gestes primordiaux (par exemple, des gestes de pointage, des gestes de préhension ou des mouvements

41. Berthoz (2003b : 103).

d'accélération) qui seraient des acquis de notre histoire évolutive (et donc des invariants culturels) et qui auraient pu contribuer à des représentations plus ou moins abstraites de l'espace ?

A. B. – Dans votre question, je vois trois aspects différents, mais ça vaudrait la peine d'en discuter. Il y a tout le problème des asymétries, qui est un magnifique sujet mais qui nous entraînerait un peu loin. Nous avons essayé de travailler sur ces questions d'asymétries en montant des expériences dans l'espace pour étudier le rôle de la gravité dans la perception, notamment à partir de l'effet Thatcher (la reconnaissance d'un visage présenté à l'envers même si les yeux et la bouche sont eux-mêmes inversés). Tout ce problème du rôle de la gravité dans la détermination de nos perceptions est un sujet fondamental qui mériterait une discussion en soi. Thierry Pozzo[42], à Dijon, travaille beaucoup dans ce domaine.

Poincaré disait : « Imaginer un point dans l'espace, c'est imaginer le mouvement qu'il faut faire pour l'atteindre ». Selon Einstein, il avait raison. Dans les fondements axiomatiques de la géométrie, on a oublié que la base de la géométrie est l'expérience sensible. Le mot important, c'est l'*expérience*, c'est-à-dire le corps en acte. C'est tout ce mouvement-là, sur le fondement des mathématiques, qui a été oublié et laminé par la victoire de Hilbert et des mathématiques bourbakistes formalistes. Ce sont ces mathématiques-là qui retrouvent aujourd'hui un intérêt, en particulier par la présence dans mon laboratoire d'un mathématicien pur, Daniel Bennequin. C'est le deuxième aspect de votre question.

Sur l'existence d'un répertoire de gestes primordiaux, oui, vraisemblablement. C'est ce que suggèrent les travaux de Grazziano[43]. Selon lui, comme je l'ai déjà dit, dans les structures du lobe frontal il y a des structures capables de reconnaître un répertoire de gestes, exactement comme dans l'amygdale. Oui, il doit y avoir un répertoire de gestes codants pour l'espèce – pour chaque espèce, on est dans le cadre de l'*umwelt de* Jacob von Uexküll (les femmes n'ont peut-être pas les mêmes que les hommes) – qui sont immédiatement interprétables.

A. H. – « Au début était le geste ». Cette maxime pourrait aujourd'hui figurer en première page de nombreux articles et ouvrages qui invitent à un changement de paradigme dans notre appréhension de la cognition, à savoir le paradigme de la « cognition incarnée ». Le psychologue et éthologue Michael Tomasello[44] voit dans le geste la « racine » du développement du langage et de la cognition sociale, les philosophes contemporains Mark Johnson et George Lakoff [45] considèrent le mouvement comme le point

42. Voir Casellato *et al*. (2012) ; Sciutti *et al*. (2012).
43. Voir Grazziano (2008, 2011).
44. Tomasello (2008).
45. Johnson (1987) et Lakoff (1999).

de départ de toute production de sens, d'autres philosophes tels qu'Andy Clark et David Chalmers[46] n'envisagent plus la cognition qu'en situation et associée à une action sur le monde et vos propres travaux situent le mouvement au centre de la pensée, de notre rapport au monde, voire de la construction identitaire. Quelle place attribuer aujourd'hui à ce changement de paradigme au sein des sciences de l'esprit et du cerveau ?

A. B. – On peut lier cette question à la première. Effectivement, ce qu'ont fait Lakoff, Núñez[47], Johnson, etc., fait partie d'un mouvement qui a commencé il y a une quinzaine d'années. C'est un changement de paradigme dans lequel, par rapport aux théories formalistes, on retrouve le corps en acte, et chacun le décline à sa façon. Il faut noter aussi le regain d'intérêt pour Merleau-Ponty et les phénoménologues. Quand j'ai écrit *Le sens du mouvement*[48], les phénoménologues (dont certains étaient aussi des scientifiques) tels que Jean-Luc Petit, Francisco Varela (qui, au début, a été ostracisé), Jean-Michel Roy ou Jean Petitot sont venus me voir et m'ont dit : vous faites partie d'un mouvement de réintégration de la phénoménologie qui a été elle-même ostracisée par la philosophie analytique. En effet, derrière ces questions il y a un grand débat entre philosophie analytique et phénoménologie, avec aujourd'hui, à l'Institut Jean Nicod en particulier, un intérêt pour les neurosciences des collègues de cet institut qui sont inspirés surtout par la théorie de la philosophie analytique pour essayer de refaire un lien. Selon moi, ils restent quand même dans un paradigme dont les bases sont la primauté du langage, les théories formalistes, alors que les phénoménologues et un certain nombre d'entre nous partent presque à l'envers, suis-je tenté de dire. Un paradigme dans lequel au début est l'acte, et non pas le langage. Il y a là aussi, comme entre diversité et universalité, un débat extraordinairement important entre Poincaré et Hilbert, à propos de l'aspect formel abstrait et l'expérience. C'est un débat fondamental, qui n'est pas terminé, sur les capacités de notre cerveau à créer des mondes, à émuler des mondes abstraits et, en même temps, sur le rôle décisif du corps sensible sur lequel a aussi insisté, d'ailleurs, Antonio Damasio[49]. C'est un beau débat, un beau chantier, dans lequel il serait intéressant – parce que c'est l'objet de notre discussion – d'intégrer ou d'établir des liens avec l'anthropologie cognitive ou l'anthropologie en général, pour voir comment ces questions se posent aussi dans cette discipline.

A. H. – J'aimerais oser un parallèle entre votre approche des lois du mouvement naturel et l'anthropologie cognitive telle que développée, entre autres, par Dan Sperber[50]. Lorsque vous abordez l'exemple de la « botte de

46. Clark (1997, 2008) ; Clark et Chalmers (1998).
47. Voir par exemple : Núñez et Sweetser (2006).
48. Berthoz (1997).
49. Voir par exemple : Damasio (2006).
50. Voir Sperber (1996).

Nevers », cette combinaison de mouvements d'escrime susceptible de provoquer la mort de l'adversaire, ou encore celui du développement des techniques d'arts martiaux, vous parlez de « mouvements atypiques » ou encore de mouvements « contre-intuitifs », que vous définissez comme des « combinaisons originales de synergies ou de primitive motrices » qui provoquent la surprise (et l'admiration) de l'observateur. Cette manière de construire une « seconde nature » à partir d'unités fondamentales – dans le sens d'invariants profondément ancrés dans notre physiologie – n'est pas sans rappeler le présupposé de l'anthropologie cognitive qui explique le succès de certains concepts culturels comme le produit de systèmes inférentiels largement intuitifs (les modules) « travaillés », voire « piratés », par l'apprentissage culturel. Retrouverait-on les mêmes mécanismes au niveau du geste ?

A. B. – C'est un autre grand sujet intéressant d'interface entre les sciences cognitives et l'anthropologie mais aussi le monde de l'art (théâtre, etc.). J'ai trois expériences dans ce domaine. La première est le travail que j'ai fait avec Marie-Hélène Tramus et Michel Bret (de Paris 8), spécialistes des arts numériques sur lesquels nous avons travaillé[51]. Ils ont fabriqué un funambule artificiel. Je les aidés à mettre dans leur funambule les lois du mouvement naturel, puisque nous avons ces lois que je résume dans *La simplexité* – loi de la puissance deux-tiers, etc. –, qui sont des lois contraignant notre production du mouvement mais aussi notre perception du mouvement. Nous avons mis ces lois du mouvement naturel dans le funambule, mais il était entendu que la raison pour laquelle nous le faisions, ce n'était pas faire « comme le cinéma » qui réalise des créatures qui ressemblent le plus possible à des créatures naturelles : c'était pour permettre ensuite à mes collègues de manipuler ces lois pour donner une impression d'émotion, par exemple pour en faire un objet de création artistique.

La deuxième expérience que j'ai dans ce domaine, c'est le travail que nous avons fait en codirigeant avec Béatrice Picon-Vallin, spécialiste de Meyerhold et du théâtre russe (je m'intéresse à la mise en scène), une thèse de Yedda Carvalho Chaves[52], une jeune Brésilienne très brillante qui malheureusement vient de décéder. Meyerhold avait créé une biomécanique, la biomécanique de Meyerhold, par laquelle il apprenait toute une série de gestes. J'ai même fait enregistrer dans mon laboratoire le dernier élève de Meyerhold, Alexei Levinski, qui dirige un théâtre à Moscou sur cette biomécanique qui décomposait les gestes et je m'étais posé la question de savoir pourquoi Meyerhold faisait ce travail de décomposition biomécanique. Il a d'ailleurs été en relation avec les grands physiologistes russes. Il avait été aussi influencé, évidemment, par la gestuelle du théâtre

51. Voir Bret, Tramus et Berthoz (2005).
52. Carvalho Chaves (2007).

asiatique (Kabuki, Nô, etc.). Le problème était de savoir dans quelle mesure le fait d'arriver à décomposer permettait au créateur d'arriver à mettre des gestes contre-intuitifs ou pas. Cantor a fait aussi un travail extraordinaire de création de mouvements quasi non naturels.

La troisième expérience que j'ai faite portait sur le rugby des Samoans. C'est la thèse de Julien Clément[53], anthropologue normalien, codirigée avec Florence Weber, anthropologue sociale et élève de l'école de Lévi-Strauss. Julien Clément s'est posé la question : pourquoi les Samoans, dans leur petite île, gagnent contre les grandes équipes de rugby ? Il a pris le terrain de rugby comme terrain d'anthropologie, pour essayer de savoir si dans la gestion du geste et aussi dans le travail collectif de rugby, dans la culture des Samoans, il y avait des raisons pour lesquelles ils gagnaient. Le rugby est un jeu extrêmement intéressant dans lequel on doit être entièrement impliqué dans son corps (ça rejoint votre question de tout à l'heure) mais en même temps on doit être complètement allocentré, avoir une vision d'ensemble, et on doit faire jouer tous ces mécanismes en même temps. C'est même l'extrême implication du corps physique complet et d'une vision qui doit être allocentrée. C'est un très beau sujet, la construction de cette seconde nature dans laquelle on peut en même temps tromper l'adversaire. C'est un beau chantier de discussion, aux frontières de différentes disciplines.

J. C. – On sait que des modes de traitement de l'information supposés être « encapsulés » tels que le « *face processing* »[54], les illusions optiques (par exemple l'illusion de Muller-Lyer[55] ou, dans un registre un peu différent, la catégorisation des couleurs[56], se révèlent perméables à des influences culturelles, cela évidemment dans une certaine mesure qui constitue précisément un enjeu scientifique de premier ordre dans les sciences sociales et dans les sciences et neurosciences cognitives. Dans quelle mesure les mécanismes fondamentaux (physiologiques, cognitifs) du mouvement (par exemple, ce que vous appelez la « mémoire topokinesthésique ») sont-ils impénétrables à l'environnement physique et social ?

A. B. – Sur ces questions-là, je n'ai pas de choses précises à vous dire. Néanmoins, je peux dire que tous les mécanismes fondamentaux, que ce soit le geste ou ce que j'appelle la mémoire topo-kinesthésique, sont modifiables – je ne sais pas s'ils sont pénétrables, c'est là-dessus qu'il faudrait s'entendre, faire un atelier : le problème est qu'il faudrait faire un atelier pour chacune des questions évoquées ici ! –, influençables dans un jeu d'interactions dans lesquels les critères sociaux et culturels vont jouer.

53. Clément (2009).
54. Voir Blais *et al*. (2008) ; Goh *et al.* (2010).
55. Dans Segall *et al*. (1966).
56. Zhou *et al*. (2010).

Dans ce domaine, ce qui nous manque aujourd'hui, ce sont des recherches interculturelles. Par exemple, sur la mémoire des trajets, sur les problèmes de stratégie cognitive, il faudrait travailler avec des Japonais, etc.

A. H. – Il y a les travaux d'Edwin Hutchins[57] sur la navigation.

A. B. – Oui. Il faudrait aujourd'hui monter des ateliers, susciter des thèses et, évidemment, avoir le financement pour que des jeunes chercheurs puissent s'engager dans des études interculturelles. Je participe à un projet sur la calligraphie chinoise qui est mené par un philosophe qui s'intéresse à la *mimesis*, Jérôme Pelletier, dans lequel ce type de question sera posé. Je travaille aujourd'hui aussi sur la notion de *wu wei* (*effortless action*), dans le cadre d'un atelier monté à Vancouver. J'ai découvert en lisant le beau livre d'Anne Cheng (titulaire d'une chaire au Collège de France) sur l'histoire de la pensée chinoise (Cheng 2002), que *l'acte* était au fondement de cette pensée. J'ai monté cet atelier avec un spécialiste de l'histoire de la pensée chinoise, le canadien Edward Gilman Slingerland, qui a écrit un livre magnifique (Slingerland 2003) sur l'action sans effort. Cela rejoint votre dernière question, qui est fondamentale, sur l'*inhibition*. Dans le fondement de la pensée chinoise, pour être un bon leader, il faut être capable de prendre de la distance par rapport à l'action. La notion de *wu wei* est d'une richesse extraordinaire, sur laquelle nous avons ouvert un chantier interdisciplinaire. C'est important car si on veut comprendre la pensée chinoise avec laquelle tout le monde va devoir vivre, il faut arriver à comprendre ces concepts-là. Un concept comme *wu wei* est un concept extraordinairement intéressant sur lequel les différentes disciplines ont des choses à se dire.

A. H. – Quels points de rencontre voyez-vous entre le geste et les émotions ?

A. B. – La relation entre gestes et émotions est fondamentale. Il y a eu beaucoup de travaux sur la perception de l'expression des visages. Depuis huit ans maintenant, il y a eu trois programmes de recherche. Un programme *Human Frontier*, le programme européen COBOL et aujourd'hui le programme TANGO qui est mené par Béatrice de Gelder, qui travaille sur l'expression corporelle des émotions, avec Julie Grèze (École Normale, élève de Decety). Ce programme met l'accent sur l'aspect collectif, mais aucun anthropologue n'y participe. Le prochain programme devrait être un projet d'anthropologie cognitive sur le partage de l'expression des émotions.

J. C. – Dans un entretien à propos de votre ouvrage *La simplexité*, vous vous référez à l'élégance – relative, par exemple, à nos manières de vivre ensemble –, ce qui m'a alors fait penser à la notion de beauté. Dans le cadre d'une anthropologie du geste, peut-on dire que ce qu'on appelle un

57. Hollan *et al*. (2000) ; Hutchins (1995).

« beau geste » – le geste qu'il faut, comme il faut et où il faut (au millimètre près) et quand il faut (à la milliseconde près), tel que peut le faire par exemple un artisan, un danseur ou tout simplement un individu lors d'une interaction sociale – est un geste qui se caractérise par sa « simplexité » ? Par ailleurs, quel rôle joue éventuellement la symétrie (la tyrannie de la perception, selon vous) dans la perception d'un « beau geste » ?

A. B. – Vous abordez une question très intéressante : la relation possible entre les principes qui sous-tendent la simplexité et l'esthétique. Oui, je pense qu'il y a une relation entre ce que nous appelons beau et ce que le cerveau utilise comme « algorithmes » pour percevoir le monde et simuler ses actions ou construire des modèles internes du monde. La préférence du cerveau pour les formes symétriques correspond sans doute à des modes opératoires simplexes, sa préférence pour des mouvements qui obéissent aux lois du mouvement naturel dont nous avons parlé plus haut aussi.

Toutefois, cela correspond à une définition que je nommerai « classique » de la beauté. Une grande partie de l'art moderne et de la musique du XX^{e} siècle a cherché à casser ces relations « harmonieuses ». Malgré cela les artistes ont une justification à prétendre qu'ils accèdent aussi au « beau ». Vous avez raison de mentionner « l'élégance » sur laquelle j'ai, en effet, insisté dans mon livre qui aurait pu s'intituler *Les élégances du vivant*. L'élégance apporte au concept du beau une merveilleuse association du mouvement, du geste et de la forme. Quand on parle d'une personne élégante on l'imagine en mouvement même si elle adopte une posture « statique ». Rappelez-vous que Bernstein avait dit que la posture est « préparation à l'acte ». Mais je crois que l'esthétique du geste simplexe n'est pas seulement liée à sa temporalité mais au fait que sa géométrie (mélange de géométries euclidiennes et non euclidiennes), l'intention qu'il porte et fait deviner, la forme par laquelle il se réalise, le contexte dans lequel il se situe, etc., en font un « beau geste ». Lisez le livre (que j'ai préfacé) de Guillemette Bollens[58] sur le geste dans la littérature. Il est remarquable.

A. H. – Toute forme d'expression artistique dépend, directement ou indirectement, d'une maîtrise gestuelle, qu'il s'agisse du geste musical, du geste du peintre qui esquisse un visage, du geste du sculpteur qui décroche des morceaux de pierre d'un bloc informe pour en dégager une silhouette… Cette dépendance prend toutefois une tout autre forme dans la danse qui se donne le geste pour matière première ou matériau de base. Pour cette raison même, la danse s'avère être extrêmement difficile à codifier, à retranscrire et, plus fondamentalement encore, elle semble esquiver toute tentative de formalisation théorique ou toute analyse qui ne prendrait pas en compte sa dimension sensible et affective. Par ailleurs, la danse s'avère

58. Bollens (2008).

être extrêmement puissante pour susciter des émotions et semble parler à tous. Comment notre compréhension du geste peut-elle faire avancer notre compréhension de la danse ?

A. B. – Vous abordez là une question très difficile et complexe et je ne peux que l'évoquer. J'ai essayé de nombreuses fois de travailler avec les danseurs car les chorégraphes et les danseurs ont du mouvement, de son aspect individuel et collectif, du sens qu'il véhicule, une connaissance absolument remarquable. La collaboration avec eux serait très enrichissante pour les physiologistes du mouvement. Après la publication du *Sens du mouvement,* plusieurs chorégraphes de renom m'ont invité. Mais un fossé culturel est resté difficile, pour ne pas dire impossible à combler. Jacques Paillard s'était rapproché des danseurs. Son école a travaillé sur ce qu'il appelait les « morphocinèses » de la danse. J'ai moi-même été très influencé par le système de notation de la chorégraphe israélienne Eshkol qui adoptait un système de notation qui utilisait trois références : a) relatif au corps ; b) à l'environnement ; ou encore – et c'est cela qui m'avait intéressé –: c) à la relation avec le partenaire, à savoir un référentiel relatif semblable au référentiel « hétérocentré » dont nous avons parlé pour la navigation. La danse combine les quatre ou cinq fondements de la mobilité humaine : la posture (préparation à agir), le geste, la marche, la course, le saut et le partage de tout cela en couple ou collectivement. On y retrouve donc tous les mécanismes et principes simplexes avec, en plus, sans doute des principes simplexes qui permettent de mémoriser ou de concevoir des chorégraphies incroyablement complexes. Par contraste avec la danse classique, dans laquelle le danseur est impassible et n'exprime pas d'émotion, la danse moderne a ajouté l'expression de l'émotion par le visage ou le corps. Tous ces comportements obéissent à des lois simplexes et les chorégraphes cherchent une expression artistique par des combinaisons harmonieuses de ces lois (*Le Lac de cygnes*) ou au contraire, comme dans la musique moderne, à les rompre pour induire un sentiment esthétique de cette rupture, de ces dissonances cinématiques ou posturales, de ces conflits, etc. Des projets européens sont en cours sur l'expression corporelle des émotions (voir le projet TANGO de la CEE) où il y a quelques contacts avec les danseurs. Pas assez, c'est dommage. J'avais caressé le rêve d'implanter un Laboratoire du mouvement dans le bâtiment de l'Opéra de Paris pour que chercheurs et danseurs soient dans la même maison. C'est la seule solution. Un jour peut-être…

J. C. – Permettez-nous une ultime question. Dans *La décision*[59] vous montrez que le processus cognitif de la décision suppose l'inhibition, soit au fond l'élimination d'un certain nombre d'options. Dans un registre proche, on peut songer à Changeux qui dit qu'apprendre, c'est éliminer. Le geste

59. Berthoz (1997).

semble relever d'un même processus – une inhibition/élimination non consciente de plusieurs gestes possibles au profit d'un seul – puisque vous dites qu'agir, c'est ne pas faire. Selon vous, ce processus d'inhibition peut-il subir l'influence de l'environnement culturel, dans la perspective de l'apprentissage « par corps » chère à Bourdieu ?

A. B. – En effet, agir c'est inhiber les actions non pertinentes vis-à-vis de nos buts. Agir c'est choisir, c'est décider. Décider, c'est décider ce que l'on ne veut pas faire[60]. Or, toutes les grandes structures qui sont impliquées dans le choix de l'action sont inhibitrices. Le cervelet qui coordonne les mouvements a pour neurone de sortie le neurone de Purkinje qui est inhibiteur. Les ganglions de la base qui sont essentiels dans la sélection de l'action font partie d'une cascade inhibitrice : par exemple, ils inhibent le colliculus supérieur qui contrôle le mouvement des yeux. Pour faire une saccade vers une cible, il faut désinhiber sélectivement certains des neurones de la carte colliculaire. Une partie importante des neurones du cortex préfrontal qui est fondamentale pour la décision est inhibitrice, etc. De plus, l'inhibition n'est pas seulement un mécanisme de freinage, un blocage. L'acquisition de concepts abstraits et la possibilité d'utiliser des démarches logiques sont acquises au cours de l'enfance par l'inhibition de stratégies cognitives précoces qui sont remplacées par des stratégies plus performantes. Olivier Houdé a montré comment la stratégie « longueur égale nombre » qu'utilise le petit enfant est inhibée et remplacée par une véritable capacité de numérisation[61]. Cette acquisition est accompagnée d'un changement de localisation cérébrale de l'activité. Mais l'inhibition est aussi essentielle pour la plasticité, l'apprentissage, etc. Une des grandes découvertes simplexes de l'évolution, c'est l'inhibition.

Cet ensemble de processus inhibiteurs peut évidemment être les règles qu'impose la culture. On peut prendre des exemples dans toutes les règles de bienséance qui varient dans les cultures diverses. Les tabous sont légion. Dans certaines cultures, on ne peut pas regarder en face une jeune fille. On trouve même des formes plus subtiles. Par exemple, il m'a fallu longtemps pour comprendre que mes collègues japonais ne pouvaient pas me refuser un travail. Il fallait que je leur dise : « je crois que vous ne pouvez pas faire ce travail ». Alors, ils pouvaient répondre : « oui, en effet ». C'est une merveilleuse élégance que cette culture a produite. L'équilibre délicat dans notre cerveau entre inhibition et excitation est l'implémentation neuronale du principe d'opposition des contraires que l'on retrouve exprimé sous de multiples formes dans toutes les civilisations. C'est à la fois un formidable outil d'interaction avec le monde, la vie sociale et une faiblesse si l'un domine l'autre. Comme je l'ai dit plus haut, dans la pensée chinoise, Edward

60. Voir Berthoz (2003a, 2009).
61. Voir Joliot *et al*. (2009) ; Leroux *et al*. (2006).

Slingerland[62] a étudié le principe fondamental nommé *wu wei* ou « action sans effort » qui est une forme subtile de relation entre inhibition et fluidité dans le contrôle des passions et des excès pour la conduite du comportement humain, destinée à assurer une façon d'être « à l'aise dans la vertu ».

Pour choisir les questions que vous avez bien voulu me poser, il vous a fallu en inhiber d'autres et cela a été fait en fonction de critères qui ne sont pas seulement culturels mais aussi philosophiques ! Mais à la fin de cette entrevue, permettez-moi de ne pas inhiber le désir que j'ai de vous remercier pour l'intérêt que vous portez à mon travail et à celui des neurosciences de la cognition.

Références

Berthoz A., 1997, *Le sens du mouvement.* Paris, Éditions Odile Jacob.

—, 2003a, *La décision*. Paris, Éditions Odile Jacob.

—, 2003b, « Stratégies cognitives et mémoire spatiale » : 101-129, *in* J. Bouveresse J. et J.-J. Rosat, *Philosophies de la perception. Phénoménologie, grammaire et sciences cognitives*. Paris, Éditions Odile Jacob.

—, 2009a, *La simplexité*. Paris, Éditions Odile Jacob.

—, 2009b, « Les théories de Bergson sur la perception, la mémoire et le rire, au regard des données des neurosciences » : 163-178, *in* F. Worms et A. Fagot-Largeault (dir.), *Annales bergsoniennes, IV.* Paris, Presses universitaires de France.

Berthoz A. (dir.), avec M.-H. Grosbras, 1999, *Leçons sur le corps, le cerveau et l'esprit : Les racines des sciences de la cognition au Collège de France*. Paris, Éditions Odile Jacob.

Berthoz A. et B. Andrieu (dir.), 2011, *Le corps en acte – Centenaire Maurice Merleau Ponty.* Nancy, Presses universitaires de Nancy.

Berthoz A. et J.-L. Petit, 2006, *Phénoménologie et physiologie de l'action*. Paris, Éditions Odile Jacob.

Blais C., R.E. Jack, C. Scheepers, D. Fiset et R. Caldara, 2008, « Culture Shapes How We Look at Faces », *PLoS ONE*, 3, 8, consulté sur Internet (e3022.doi :10.1371/journal.pone.0003022), le 9 février 2012.

Bolens G., 2008, *Le style des gestes : corporéité et kinésie dans le récit littéraire*, préface d'A. Berthoz. Lausanne, Éditions BHMS.

Bourdieu P., 1997, *Méditations pascaliennes*. Paris, Éditions du Seuil.

Bouveresse J. et J.-J. Rosat, 2003, *Philosophies de la perception. Phénoménologie, grammaire et sciences cognitives*. Paris, Éditions Odile Jacob.

Bret M., M.-H. Tramus et A. Berthoz, 2005, « Interacting with an Intelligent Dancing Figure : Artistic Experiments at the Crossroads between Art and Cognitive Science », *Leonardo*, 38, 1 : 46-53.

62. Slingerland (2003).

Buzsáki G., 2006, *Rhythms of the Brain*. Oxford, Oxford University Press.

Cao L., X. Liu, E.-J.D. Lin, C. Wang, E.Y. Choi, V. Riban, B. Lin et M.J. During, 2010, « Environmental and Genetic Activation of a Brain-Adipocyte BDNF/Leptin Axis Causes Cancer Remission and Inhibition », *Cell*, 142, 1 : 52-64.

Carvalho Chaves Y., 2007, *Vsevolod Meyerhold : un parcours à travers les processus d'incorporation. Les traces d'un héritage*. Thèse de doctorat, Université Sorbonne nouvelle-Paris 3, École doctorale 267 – Arts du spectacle, Sciences de l'Information et de la Communication (ASSIC).

Casellato C., M. Tagliabue, A. Pedrocchi, C. Papaxanthis, G. Ferrigno et T. Pozzo, 2012, « Whole Body Reaching in Weightlessness : New Postural Control to Simplify the Motor Strategy », *Experimental Brain Research*, 216, 2 : 203-215.

Changeux J.-P. et A. Connes, 1989, *Matière à penser.* Paris, Éditions Odile Jacob.

Changeux J.-P. et P. Ricœur, 1998, *La nature et la règle. Ce qui nous fait penser.* Paris, Éditions Odile Jacob.

Charpak G. (dir.), 1996, *La main à la pâte : les sciences à l'école primaire*. Paris, Éditions Flammarion.

Cheng A., 2002, *Histoire de la pensée chinoise*. Paris, Éditions du Seuil.

Clark A., 1997, *Being There : Putting Brain, Body and World Together Again*. Cambridge, MIT Press.

—, 2008, *Supersizing the Mind : Embodiment, Action, and Cognitive Extension*. Oxford, Oxford University Press.

Clark A. et D. Chalmers, 1998, « The Extended Mind », *Analysis*, 58, 1 : 10-23.

Clément J., 2009, *Le rugby de Samoa : les techniques du corps entre Fa'asāmoa et mondialisation du sport*. Thèse de doctorat, département d'anthropologie, Université de Provence – Aix-Marseille I.

Csordas T.J., 1994, *Embodiment and Experience*. *The Existential Ground of Culture and Self*. Londres, Cambridge University Press.

Current Anthropology, 2010, « Working Memory : Beyond Language and Symbolism », 51, S1.

Damasio A., 2006, *L'erreur de Descartes. La raison des émotions*. Paris, Éditions Odile Jacob.

Dehaene S., 2010, *La bosse des maths*. Paris, Éditions Odile Jacob.

Goh J.O.S., E.D. Leshikar, B.P. Sutton, C. Tan Jiat, K.Y. Sim Sam, A.C. Hebrank et D.C. Park, 2010, « Culture Differences in Neural Processing of Faces and Houses in the Ventral Visual Cortex », *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 5, 2-3 : 227-235.

Graziano M.S.A., 2008, *The Intelligent Movement Machine : An Ethological Perspective on the Primate Motor System*. Oxford, Oxford University Press.

—, 2011, « New Insights into Motor Cortex », *Neuron*, 71 : 387-388.

Hagège C., 2012, *Contre la pensée unique*. Paris, Éditions Odile Jacob.

HAGGARD P., S. CLARK et J. KALOGERAS, 2002, « Voluntary Action and Conscious Awareness », *Nature Neuroscience*, 5 : 382-385.

HILPRON M., 2012, *De « faire du judo » à « faire judo ». Approche ethnographique d'une pratique de haut-niveau par la culture matérielle*. Thèse de doctorat en STAPS, Université d'Orléans.

HOLLAN J.D., E. HUTCHINS et D. KIRSH, 2000, « Distributed Cognition : Toward a New Foundation for Human-Computer Interaction Research », *ACM Transactions on Human-Computer Interaction : Special Issue on Human-Computer Interaction in the New Millenium*, 7, 2 : 174-196.

HUTCHINS E., 1995, *Cognition in the Wild*. Cambridge, MIT Press.

JOHNSON M., 1987, *The Body in the Mind : The Bodily Basis of Meaning, Imagination and Reason*. Chicago, The University of Chicago Press.

JOLIOT M., G. LEROUX, S. DUBAL, N. TZOURIO-MAZOYER, O. HOUDÉ, B. MAZOYER et L. PETIT, 2009, « Cognitive Inhibition of Number/Length Interference in a Piaget-like Task : Evidence by Combining ERP and MEG », *Clinical Neurophysiology*, 120 : 1501-1513.

JOUSSE M., 1974, *L'anthropologie du geste*. Paris, Éditions Gallimard.

—, 1978, *L'anthropologie du geste. Le parlant, la parole et le souffle*. Paris, Éditions Gallimard.

LAKOFF G. et M. JOHNSON, 1999, *Philosophy in the Flesh : The Embodied Mind and its Challenge to Western Thought*. New York, Basic Books.

LENGGENHAGER B., T. TADI, T. METZINGER et O. BLANKE, 2007, « Video Ergo Sum : Manipulating Bodily Self-Consciousness », *Science*, 317 : 1096-1099.

LEROUX G., M. JOLIOT, S. DUBAL, B. MAZOYER, N. TZOURIO-MAZOYER et O. HOUDÉ, 2006, « Cognitive Inhibition of Number/Length Interference in a Piaget-like Task : Evidence from ERP and fMRI », *Human Brain Mapping*, 27 : 498-509.

LIBET B., 1985, « Unconscious Cerebral Initiative and the Role of Conscious Will in Voluntary Action », *Behavioral and Brain Sciences*, 8 : 529-566.

LIBET B., C.A. GLEASON, E.W. WRIGHT et D.K. PEARL, 1983, « Time of Conscious Intention to Act in Relation to Onset of Cerebral Activity (Readiness-Potential). The Unconscious Initiation of a Freely Voluntary Act », *Brain*, 106 : 623-642.

LLINÁS R., 1988, « The Intrinsic Electrophysiological Properties of Mammalian Neurons : Insights into Central Nervous System Function », *Science*, 242 : 1654-1664.

MAUSS M., 1978 [1950], « Techniques du corps » : 363-383, *in* M. Mauss, *Sociologie et anthropologie*. Paris, Presses universitaires de France.

MCINTYRE J., M. ZAGO, A. BERTHOZ et F. LACQUANITI, 2001, « Does the Brain Model Newton's Laws ? », *Nature Neuroscience*, 4 : 693-694.

MELHER J. et E. DUPOUX, 2006, *Naître humain*. Paris, Éditions Odile Jacob.

NORTHOFF G., 2010, « Humans, Brains, and Their Environment : Marriage between Neuroscience and Anthropology ? », *Neuron*, 65, 6 : 748-751.

Núñez R.E. et Sweetser E., 2006, « With the Future Behind Them : Convergent Evidence From Aymara Language and Gesture in the Crosslinguistic Comparison of Spatial Construals of Time », *Cognitive Science*, 30, 3 : 401-450.

Ochsner K.N. et M.D. Lieberman, 2001, « The Emergence of Social Cognitive Neuroscience », *American Psychologist*, 56, 9 : 717-734.

Ohlmann T., 1995, « Théorie neutraliste de l'évolution et dynamique des processus vicariants : une nécessaire convergence » : 77-105, *in* J. Lautrey (dir.) *Universel et différentiel en psychologie.* Paris, Presses universitaires de France.

Penfield W. et E. Boldrey, 1937, « Somatic Motor and Sensory Representation in the Cerebral Cortex of Man as Studied by Electrical Stimulation », *Brain*, 60 : 389-443.

Piaget Jean, 2003, *La représentation du monde chez l'enfant*. Paris, Presses universitaires de France.

Recht R., 1999*, Le croire et le voir : l'art des cathédrales, XII^e^-XV^e^ siècle*. Paris, Éditions Gallimard.

Reuchlin M., 1999, *Évolution de la psychologie différentielle.* Paris, Presses universitaires de France.

Rochat P., 2006, *Le monde des bébés*. Paris, Éditions Odile Jacob.

Roux V., B. Bril et G. Dietrich, 1995, « Skills and Learning Difficulties Involved in Stone Knapping : The Case of Stone-Bead Knapping in Khambhat, India », *World Archaeology*, 27, 1 : 63-87.

Schmitt J.-C., 1990, *La raison des gestes dans l'Occident médiéval*. Paris, Éditions Gallimard.

Sciutti A., L. Demougeot, B. Berret, S. Toma, G. Sandini, C. Papaxanthis et T. Pozzo, 2012, « Visual Gravity Influences Arm Movement Planning », *Journal of Neurophysiology*, 107, 12 : 3433-3445.

Segall M.H., D.T. Campbell et M.J. Herskovits, 1966, *The Influence of Culture on Visual Perception*. Indianapolis, Bobbs-Merrill.

Shepard R., 1982, *Mental Images and their Transformations*. Cambridge, MIT Press.

Slingerland E.G., 2003, *Effortless Action : Wu-wei as Conceptual Metaphor and Spiritual Ideal in Early China*. Oxford, Oxford University Press.

Social Cognitive and Affective Neuroscience, 2010, « Special Issue on Cultural Neuroscience », 5, 2-3.

Social Neuroscience, 2006-, site Internet (http://www.psypress.com/social-neuroscience-1747-0919), consulté le 7 juin 2012.

Socioaffective Neuroscience & Psychology, 2011-, site Internet (http://www.socioaffectiven euroscipsychol.net/index.php/snp), consulté le 7 juin 2012.

Soon C.S., M. Bras, H.-J. Heinze et J.-D. Haynes, 2008, « Unconscious Determinants of Free Decisions in the Human Brain », *Nature Neuroscience*, 11, 5 : 543-545.

Sperber D., 1996, *La contagion des idées*. Paris, Éditions Odile Jacob.

TOMASELLO M., 2008, *Origins of Human Communication*. Oxford, MIT Press.

VARELA F., E. THOMPSON et E. ROSCH, 1993, *L'inscription corporelle de l'esprit : Sciences cognitives et expérience humaine.* Paris, Éditions du Seuil.

WORMS F. et A. FAGOT-LARGEAULT (dir.), 2009, *Annales bergsoniennes, IV.* Paris, Presses universitaires de France.

ZHOU K., L. MO, P. KAY, V.P.Y. KWOK, T.N.M. IP et L.H. TAN, 2010, « Newly Trained Lexical Categories Produce Lateralized Categorical Perception of Color », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107, 22 : 9974-9978.

Joël Candau
Laboratoire d'Anthropologie et de Psychologie Cognitives et Sociales (LAPCOS)
E.A. 7278
Université de Nice Sophia Antipolis
Campus Saint-Jean-d'Angély
SJA3/ISHSN
3, boulevard François Mitterrand
06357 Nice Cedex 4
France
joel.candau@unice.fr

Arnaud Halloy
Laboratoire d'Anthropologie et de Psychologie Cognitives et Sociales (LAPCOS)
E.A. 7278
Université de Nice Sophia Antipolis
Campus Saint-Jean-d'Angély
SJA3/ISHSN
3, boulevard François Mitterrand
06357 Nice Cedex 4
France
arnaud.halloy@unice.fr