

La spatialité originaire du corps propre :
Phénoménologie et neurosciences

Jean-Luc PETIT
UMB, LPPA, CREA¹

I. Introduction.

Deux conceptions opposées sont en compétition pour l'interprétation des bases neurophysiologiques de notre expérience du corps. Pour l'une, le corps est une chose comme les autres dans l'espace physique, hormis le fait que nous vivons en lui, lequel est vu comme une circonstance contingente. La conscience du corps reposerait sur un mécanisme de représentation sensorielle projetant et reproduisant passivement dans le cerveau l'image (plus ou moins déformée) de la structure du corps, telle qu'elle est objectivement définie par sa description anatomique. Pour l'autre conception, le corps est l'organe de notre volonté, la matérialisation de nos intentions, le site de notre intervention transformatrice dans le monde. La conscience que nous en avons repose sur un processus d'appropriation active par le sujet des différentes parties de son corps, appropriation jamais définitive qui s'étend sur toute la vie du sujet et dépend de l'usage qu'il en fait dans ses activités pratiques quotidiennes.

D'après la première conception, il y a un corps «réel» et un corps représenté dans l'esprit (ou le cerveau), et entre ces deux «corps» la correspondance, normalement univoque, qui confère sa valeur cognitive à cette représentation, peut être perturbée par des anomalies accidentelles, causes d'illusions perceptives (membre fantôme). D'après la seconde, il n'y a pas lieu de dissocier un corps physique et un corps mental, parce qu'il n'y a pour le vivant qu'un seul corps, vécu comme ayant le sens d'être «son corps». Et ce, même si l'identité de ce corps n'est pas donnée d'avance, ni figée, mais exprime la circularité dynamique d'une relation entre deux pôles mutuellement constituants, qui sont le corps comme organe dont on fait un usage actuel et le sens qu'on en a comme horizon de pouvoirs pratiques toujours disponibles. Notre conscience du corps serait moins le reflet d'une représentation cognitive du corps-objet, que la confiance de l'agent de pouvoir librement se mouvoir dans cet horizon d'anticipations sur ses usages possibles de son corps.

On concède volontiers la variabilité de l'expérience du corps propre par rapport au corps anatomique. Le sujet peut perdre le sentiment d'appartenance d'une partie de son corps, continuer d'éprouver la présence d'un membre amputé, ou assimiler à son corps des objets inanimés que l'usage qu'il en fait lui associe. Mais on n'a pas encore tiré les conclusions qui s'imposent de cette variabilité de l'expérience corporelle et de la part que l'usage semble y avoir. Les preuves d'un perpétuel décalage, positif ou négatif, du corps propre par rapport au corps anatomique tendent pourtant à nous faire douter que le second doive nécessairement valoir comme la norme représentationnelle du premier. Il devient de plus en plus clair que cette norme ne s'impose pas du point de vue de l'organisme considéré dans son contexte de comportement, mais de celui d'un observateur extérieur fasciné par l'objectivité de la chose physique. Loin d'être une reproduction de la structure du corps sans autre but que «cognitif», le corps propre est une création originale de son

¹ À Alain Berthoz, Jean Petitot et Giuseppe Longo, je tiens à exprimer mes remerciements et mon amitié en considération de ce que je leur dois : au premier, de m'avoir fait comprendre le cerveau comme dynamisme; au second, ce dynamisme comme morphogenèse; au troisième, ce dynamisme morphogénétique, comme à déréprimer d'urgence, en changeant le modèle représentationnel des sciences cognitives.
www.chez.com/jlpetit; jean-luc.petit@college-de-france.fr

usage par l'agent. Dérivé du pouvoir auto-formateur de l'action, ses transformations au cours de l'expérience, ainsi que le remodelage des cartes somato-sensorielles qui en assurent l'inscription dans le cerveau, demeurent sous le contrôle de l'action. Ce que nous savons de notre corps, c'est ce que nous en pouvons faire. Loin d'être le reflet d'une réalité donnée, il tire son sens pour nous d'un projet d'action. Mais, comment «naturaliser cette phénoménologie», sans ramener le corps propre au corps physique ?

II. Merleau-Ponty, ou le schéma corporel de Schn., phénoménologue et simulateur.

De même que la naturalisation de la phénoménologie de l'intentionnalité de la conscience s'adresse assez naturellement au Husserl des *Ideen I*², de même la naturalisation de la phénoménologie de l'expérience du corps propre tend à se tourner vers Merleau-Ponty. Ne lui doit-on pas, dans les cent premières pages de la première partie de sa *Phénoménologie de la Perception*, l'identification du corps propre avec le schéma corporel de la tradition de neurologie clinique du début du siècle dernier³ ? Et la prochaine explication par les neurosciences contemporaines de ce schéma corporel sur la base de la *somatotopie des cartes fonctionnelles corticales*, ne nous donne-t-elle pas à penser que la naturalisation de la phénoménologie de notre expérience du corps propre n'est déjà plus une éventualité spéculative, mais qu'elle a atteint désormais le stade de la réalisation effective ?

Cette passerelle entre phénoménologie et science est cependant fragile en plus d'un point. D'abord, au plan empirique, une très forte présomption de simulation concernant «le cas Schneider» de Goldstein a fait planer un doute sur sa théorie gestaltiste de l'expérience spatiale fondée sur la différence du «désigner» (*Zeigen*) et du «saisir» (*Greifen*), et par contrecoup sur la solidité de l'appui qu'a cru y trouver Merleau-Ponty⁴. La mise au jour d'une double dissociation entre schéma corporel et image du corps a créé une discontinuité entre la tradition en psychologie qui les confondait et l'état de la question actuel⁵. Un contraste, encore inexpliqué, entre la rigidité, le manque d'adaptabilité des distorsions cognitives du schéma corporel et la plasticité adaptative de la somatotopie fonctionnelle du cerveau suggère l'existence d'une relation paradoxale entre les deux termes, qui rend préférable de chercher une autre voie de naturalisation. Peut-être y a-t-il même une voie plus directe reliant la phénoménologie du corps propre, au sens primitif de Husserl, à la compréhension qu'ont les neurosciences contemporaines du dynamisme morphogénétique du fonctionnement cérébral.

Ensuite, au plan épistémologique et philosophique, Merleau-Ponty peut difficilement être présenté comme promoteur d'une naturalisation de la phénoménologie, vu qu'il renvoie dos à dos «le cartésianisme intellectualiste» de la théorie de la conscience transcendantale de Husserl et «le cartésianisme mécaniste» de la physiologie, dont la cartographie du cerveau est le fruit. Sa phénoménologie du corps est biaisée en faveur d'un holisme gestaltiste qui ne fait pas seulement difficulté pour le dialogue entre phénoménologie et neurosciences, mais qui, de plus, est étranger à Husserl et n'a donc pas à être invoqué si l'on s'en tient à «la phénoménologie du corps authentique», comme interlocuteur potentiel de ces neurosciences. On tend à oublier, en effet, que ce qu'on trouve chez Husserl comme ébauche d'une phénoménologie du corps propre ne prétend pas à une «philosophie du corps» comme le phénoménologue français, mais se veut une méthode explicitement fictionnelle qui part d'une réduction abstractive aux conditions

² Petitot *et al.* (1999).

³ Merleau-Ponty (1945), p. 114-179; Head, Holmes (1911).

⁴ Goldenberg (2001).

⁵ Paillard (1999); Gallagher *et al.* (1998, 1996).

minimales indispensables (les kinesthèses) de la possibilité pour un sujet d'expérience de donner sens au corps propre. Sur cette base, il procède à la constitution progressive, couche de sens par couche de sens, du sens d'être du corps, en tant que pris dans sa relation interactive avec le monde habité par le sujet qui s'y incarne. On ne trouve pas chez Merleau-Ponty une pareille stratification sémantico-pragmatique des étapes successives de la constitution du corps propre, comme sens d'être pour l'agent. Au lieu de cela, il s'en tient à un quiétisme quasi-bouddhiste du rapport du corps au monde, puisque dans la perspective de correspondance gestaltiste de la spatialité du corps et de l'espace environnant qui est la sienne, tout est toujours déjà là, sans que nous ayons rien de particulier à *faire* pour qu'il en soit ainsi. Rien à faire, sinon s'abstenir des abstractions et constructions de l'intellectualisme, philosophique ou scientifique.

Nous nous proposons dans ce qui suit de rétablir la solidarité que Merleau-Ponty s'est efforcé de briser, et qu'il semble effectivement avoir brisée dans l'esprit des «philosophes de l'incarnation», entre la phénoménologie du corps propre et le programme philosophique de la constitution transcendantale. En effet, quels que soient ses mérites, sa description du corps propre est orientée par le procès qu'il a instruit contre l'objectivisme de la science de son temps, qu'il amalgame avec l'intellectualisme de la tradition philosophique cartésienne dont il retrouve l'héritage dans le transcendantalisme husserlien. Voulant sauvegarder le noyau vivant de la phénoménologie de Husserl, il l'a débarrassée de sa théorie de la constitution transcendantale, dont il dénonçait l'idéalisme. Ce noyau étant pour lui la philosophie de l'incarnation de l'esprit dans le corps, toute la phénoménologie de l'expérience humaine devait pouvoir être ressaisie sur la seule base de notre être incarné en donnant congé au sujet transcendantal, ou en lui déniait tout pouvoir constituant.

III. La théorie de la constitution transcendantale de Husserl.

Il est essentiel à mon point de vue de *rejeter* l'idée qu'il y aurait une démarche épistémologique spéciale à mettre en œuvre pour «franchir le fossé» entre les recherches en cours en neurosciences sur les corrélats neurophysiologiques du schéma corporel, d'une part, la phénoménologie du corps propre, comprise sans concession à l'empirisme lockien de l'idéologie cognitiviste, comme théorie de la constitution transcendantale solidaire de l'idéalisme transcendantal husserlien, d'autre part. Le fossé prétendu n'existant que dans la représentation de ceux qui n'ont pas compris la pertinence neurophysiologique de la constitution transcendantale, ou pas vu l'identité du problème qu'elle aborde et de celui que traitent ces neurosciences, n'a pas à être franchi, ni comblé, mais récusé. Ce qui ne me dispense pas de la tâche consistant à faire voir, en pointant le doigt, ici et là, sur ce qui est en phase, et faire comprendre cette pertinence inaperçue et cette identité méconnue. Mais le travail n'est pas le même que s'il s'agissait de construire, à nouveaux frais, une passerelle entre des modes d'approche procédant d'attitudes incompatibles.

«Se localiser dans son corps» — en quoi cela peut-il être un problème ? La problématique du corps propre est plus évidente dans le contexte de la théorie de la constitution transcendantale *des choses externes*. Si toute chose doit son sens d'être aux actes de celui qui la perçoit, comment comprendre que ce sujet à son tour puisse être localisé lui-même dans une certaine chose particulière : *ce* corps, le cerveau dans *cette* tête ? Ou bien cette chose devra contenir le monde entier, ou bien le monde perçu sera privé de support.

Ici s'impose un bref retour sur «la révolution copernicienne». Kant avait prétendu qu'il voulait établir la contribution des activités du sujet à la connaissance empirique autant qu'à la perception. Au lieu de cela, il avait énoncé en les présentant comme des conditions

a priori de la possibilité de la connaissance inhérentes à la nature humaine quelques-uns des présupposés de la Mécanique de Newton : universalité de l'espace et du temps, permanence de la substance dans ses changements, divisibilité des grandeurs en parties homogènes, continuité graduelle du réel, universalité de la causalité, égalité de l'action et de la réaction. Si intéressant que ce soit d'apprendre que ce mode de conceptualisation de la nature repose sur la double présupposition d'une Esthétique transcendantale des formes de l'expérience et d'une Analytique transcendantale des principes de la connaissance, cela ne satisfait qu'en partie les exigences issues de la révolution copernicienne.

Que voulons-nous en phénoménologie ? Assister à la naissance du monde objectif en nous replaçant dans l'actualité effective des actes de celui pour qui il y a un tel monde. Pour cela, nous savons (depuis Descartes) qu'il faut commencer par s'abstenir de tout présupposé, mettre en suspens la croyance à une réalité transcendante, et s'en tenir provisoirement à cela seul qui est actuellement et effectivement donné dans les vécus de la perception. Cette réduction transcendantale ne laisse que les images du champ visuel et les sensations de mouvement (oculaires, etc.). Il est vrai que ces éléments ne sont pas des atomes sans vie comme les *sense data* de l'empirisme traditionnel. Ces images ont une prétention à valoir plus qu'elles-mêmes, dans la mesure où elles esquissent «la chose» qui se présente dans la suite des aspects qu'elles en montrent. Alternativement, l'unité et l'identité de cette chose sont posées comme pôle de visée idéal par un acte de visée intentionnelle qui les traverse. Toutefois, cette idéalisation naissante demeure précaire, puisqu'une divergence dans le cours ultérieur de l'expérience peut contraindre d'y renoncer. Dépouillé du dogmatisme rationnel de l'*Aufklärung*, ramené au plan vécu, l'a priori kantien revient à de telles «anticipations de la perception».

Gardons-nous de prendre cet acte de visée intentionnelle pour une défaillance et une régression vers «la philosophie édifiante du sujet». En y regardant de plus près, la vie intentionnelle dont sont animées les images visuelles ne contient rien d'autre que les contraintes directement exercées sur celles-ci par leur «motivation», ou mise en mouvement continue due aux kinesthèses, rien d'autre que l'effet de la combinaison de ces contraintes variationnelles avec l'hétérogénéité de la structure du champ visuel, qui détermine l'existence d'un optimum de présentation pour l'éventuel objet. La flèche de visée intentionnelle consiste en ce que les images mobilisées le sont d'un mouvement continu, dont j'éprouve intérieurement la continuité, et que, simultanément, un pôle privilégié émerge du champ lui-même comme but vers lequel je trouve mon regard spontanément orienté en son mouvement. À cette objectivation initiale vont se superposer les couches de signification objective apportées par l'introduction de chaque nouveau système kinesthésique : «la chose» oculo-motrice devient simple apparence pour «la chose» céphalo-motrice, qui à son tour est apparence pour «la chose» locomotrice. À travers toutes ces couches, le seul maintien (jamais définitivement acquis) de l'unité et de l'identité de la chose «fait que» elle ait pour celui qui la perçoit le sens d'être objectivement réel qu'elle a.

IV. 1. La constitution kinesthésique du corps propre.

Complète dès les *Leçons de 1907 (Chose et espace)*, cette théorie de la constitution de la chose spatiale n'inclut pas celle du corps propre. Au dernier paragraphe avant la considération finale, Husserl y déclare :

«En général, nous n'avons pas pris en considération le corps propre (...)

Nous avons fait comme si le je était un esprit pourvu d'yeux, un esprit désincarné⁶».

⁶ Husserl (1973), §. 83, p. 279.

La constitution du corps propre est la contribution originale à cette théorie de la constitution transcendantale d'un ensemble de manuscrits inédits du début des années 30, qu'on situera entre les *Méditations cartésiennes* (les conférences de 1929 à la Sorbonne) et la prise de pouvoir d'Hitler (1933). Même si elle n'a pas bénéficié d'une forme d'exposé aussi systématique que la constitution de la chose, cette contribution n'en est pas une simple extension. Il a fallu un considérable effort d'élaboration pour remettre en cause un présupposé kantien inaperçu, selon lequel les choses sont de constitution *esthétique* : *visuelle*, tandis que les mouvements du sujet devraient être subordonnés à la variation des images visuelles, leur optimisation, la compensation de leurs mouvements, etc. Cette mise en cause était nécessaire à la détermination de la place du corps propre dans le monde des choses, car un monde purement visuel ne lui en fait aucune. Cumulant les anomalies, puisque dans un ici permanent, il n'a ni mouvement d'éloignement ni dégradés en perspective comme les choses ordinaires, le corps propre fût resté une récalcitrante exception à la constitution (à côté de quelques autres : choses lointaines, autrui, choses du social et de la culture). Retirant à la vision sa position privilégiée cause de cette situation paradoxale, Husserl a réinterprété l'expérience du corps propre comme celle de l'organe de *l'intervention* du je dans le monde. La conception traditionnelle des kinesthèses - «sensations de mouvements» s'avérant incompatible avec cette interprétation, il a osé rattacher ces kinesthèses à la volonté et a entrepris de les repenser sous la catégorie de la *praxis*.

Que le sens d'être du corps propre est reconnu comme produit de constitution veut dire qu'on n'accepte plus que son unité totale, déjà comme organisme, mais aussi comme corps psychophysique, incarnation du corrélat subjectif de la constitution du sens d'être de toute chose, etc., soit assumée sans plus comme une donnée initiale. Ce qui nous impose la tâche d'esquisser les étapes de *sa genèse transcendantale* (genèse a priori des conditions du sens du corps propre pour le je, à ne pas confondre avec une psychologie de l'enfant, genèse empirique de l'esprit adulte). Si paradoxal que cela puisse paraître, il est vrai en ce sens-là qu'*avant* d'avoir un corps, nous avons deux mains. Ces mains ne sont pas constituées comme images visuelles, mode d'apparence qui ne les différencie pas radicalement des autres choses. Quand je bouge mes mains, je les vois se déplacer sur le fond des choses de l'environnement. Comme simples objets d'expérience visuelle, sans doute, elles se présentent sous divers angles, s'éloignent ou se rapprochent. Mais cela ne se peut que dans d'étroites limites qui en font des quasi-objets visuels fortement lacunaires, puisqu'elles sont normalement continues avec le reste de mon corps, lui-même soustrait à une présentation visuelle complète. Que leur déplacement çà et là réponde à l'arbitraire de mon vouloir, en revanche, est ce qui leur confère un sens d'être complet. Elles se constituent par leur fonction haptique, par le fait que j'ai confiance que je peux m'en servir, et m'en sers effectivement quand je veux comme organes de mon agir : «premiers objets pratiques»⁷.

IV. 2. L'outil, prolongement du corps propre.

Le corps propre n'est peut-être pas une chose à part entière. Mais que se passe-t-il si je prends l'une quelconque de ces choses ? Naturellement, rien — phénoménologiquement, une soudaine transformation d'un système kinesthésique dans un autre. Saisir en main une chose l'arrache au système général où elle se constituait normalement comme chose, celui de son orientation en perspective par rapport au corps propre, point-zéro, selon les dimensions : droite - gauche, haut - bas, devant - derrière, proche - lointain. Système qui relativise déjà l'ensemble des choses extérieures par rapport à mon corps et subordonne

⁷ Husserl *ms* D10 III (1932), p. 42-43.

leur constitution comme choses à mes kinesthèses, puisqu'elles doivent leur permanence, leur mouvement et leur repos à mon pouvoir de «les accompagner». Sans transition, cette chose est «dépouillée de ses modes d'orientation par rapport à moi» et intégrée à un système complètement différent, celui de l'union privilégiée au corps propre qui se l'approprie. Tous les objets qui lui sont liés deviennent identiquement objets-zéro d'orientation pour le reste. Dans les prétendues anomalies du corps par rapport aux normes de la constitution, on discerne les critères d'appartenance à ce nouveau système qui y étaient occultés dans l'optique de la constitution des simples choses. Altérations des apparences dues à une intervention active dont c'est l'impact sur l'Esthétique transcendantale, s'y retrouvent les indices de mon pouvoir de basculer à volonté d'un régime d'activité kinesthésique dans l'autre⁸.

L'analyse de l'usage d'outil y relève une structure phénoménologique remarquable, qu'on devine également en vigueur dans tous les cas d'objets privés d'orientation par leur appropriation au corps propre : vêtements, meubles, véhicules. Dans l'usage qu'on en fait, l'outil s'éprouve comme extension du corps propre : comment cela est-il possible ? L'outil «en lui-même» est une chose extra-corporelle qui ne saurait avoir les kinesthèses comme un membre. Mais, précisément, en soi l'outil en est aussi peu un que mon manuscrit que je jette au panier quand je le trouve mauvais, et que je jette en ce cas comme papier, non comme manuscrit. L'outil n'en est un que dans la mesure où il «se lie» à un membre et qu'en cette liaison, quoique non kinesthésique, il participe aux kinesthèses de celui-ci. Cette participation demeurant unilatérale et limitée à l'usage effectif, l'outil ne reçoit pas à proprement parler en lui (comme s'il pouvait avoir une intériorité pour cela!) les kinesthèses auxquelles il participe, de sorte qu'on doit se garder de le qualifier de nouvel «organe». L'outil prend son sens dans un horizon d'affection solidaire d'un projet pratique, horizon sous lequel l'agent a une appréhension par anticipation de son usage, qui enveloppe le geste de le saisir en un «voir comme» conduisant au faire, non issu du voir. L'atelier, le bureau, la chambre, sont de telles sphères d'anticipation de la volonté, plus fondamentalement que de perception visuelle⁹.

IV. 3. «D'une main je tâte mon autre main».

Cité dans des contextes trop divers pour avoir été bien compris, l'exemple «d'une main je tâte mon autre main» décrit, en fait, l'opération d'auto-constitution transcendantale du corps propre. En existent plusieurs versions, qui diffèrent selon les étapes de maturation de la théorie :

1907¹⁰ : «Normalement», c'est-à-dire dans la constitution des choses extérieures, les kinesthèses ne sont pas des sensations exposantes de la matière de l'objet, fonction des images visuelles. Tout le visuel s'objective dans la chose, tandis que le kinesthésique retombe dans le sujet percevant. Dans le cas spécial de la constitution de la chose «corps propre», les kinesthèses jouent un rôle plus ambigu. D'une part, en association avec les sensations tactiles avec lesquelles elles s'entrelacent dans l'acte de tâter, elles servent à l'exposition des aspects tactiles et moteurs de ce corps physique. D'autre part, au cours de cette même activité, le corps propre, en même temps qu'il s'objective, se subjectivise aussi d'une certaine manière, mais seulement par contrecoup. Les kinesthèses qui me dévoilent ces propriétés de mon corps comme chose, je les prends à mon compte. Assomption qui équivaut à «localiser» à l'intérieur de ce corps-chose les propriétés subjectives que sont les vécus de mouvements corporels (actifs ou passifs). Mais, pour qu'il y ait localisation, il

⁸ Husserl *ms* D10 I (1932), p. 13-17.

⁹ Husserl *mss* BIII 9 (1931), p. 157; D10 I (1932), p. 18-20; D12 III (1931), p. 22.

¹⁰ Husserl (1973), §. 47, p. 161-163.

faut que ce corps-chose soit lui-même déjà constitué, sinon antérieurement et indépendamment, du moins sous un autre rapport que celui sous lequel il est le siège de ces kinesthèses. De sorte que tant que le corps propre se constitue comme ce corps-chose en lequel sont insérées les kinesthèses qui servent à le constituer, il est prématuré de parler d'auto-constitution. En tant que les kinesthèses déploient les aspects tactiles et moteurs du corps, elles sont exposantes et constituantes, donc originaires. En tant qu'elles s'insèrent dans le corps subjectif plutôt qu'elles ne sont imputées à la chose spatiale qu'il est aussi, elles sont dépendantes de l'existence pour le sujet de cette chose. Ce qui, selon la distinction traditionnelle, les assimile à des propriétés secondes, comme le son par rapport au volume de la pièce. Mais doit-on faire dépendre les propriétés subjectives du corps des spatiales et poser celles-ci, non celles-là, comme originairesment constituantes ? La conception des kinesthèses comme actions répond à cette question.

1921¹¹ : Notant que les kinesthèses motivant les apparences des choses n'ont pas d'emblée la signification (*Bedeutung*) de mouvements du corps propre, Husserl introduit pour y remédier la notion d'un espace d'orientation haptique indépendant de «l'espace réel où je me trouve». En un premier temps, la signification des kinesthèses se limite à leur fonction motivante. Ce n'est qu'en un second temps (*hinterher*) qu'elles acquièrent la signification de mouvements haptiques du corps propre, lui-même haptiquement constitué. Cette acquisition d'une signification nouvelle se produit grâce à l'union associative du système kinesthésique d'un organe avec une partie du corps propre haptique. Dans cette association, chaque kinesthèse de ce système, précisément dans la mesure où elle occupe une certaine position (*Lage*) en ce système, reçoit la signification d'un membre du corps placé (*gelegenen*) d'une certaine manière, c'est-à-dire avec une certaine orientation dans l'espace d'orientation haptique. Quand je tâte ma main gauche avec ma main droite, je trouve ma main gauche dans une certaine orientation dans mon espace d'orientation haptique. À cette occasion, ma main droite elle-même n'apparaît pas haptiquement. Ses sensations tactiles sont haptiquement appréhendées pour le compte de la main gauche touchée. À chaque changement de position de cette main gauche dans l'espace haptique, une nouvelle donnée accède à la conscience dans l'actualisation effective du système kinesthésique de la main droite touchante. Cette donnée de la main droite renvoie (*weist hin*) à la main gauche dans une certaine position (*Stellung*) de l'espace d'orientation haptique. C'est uniquement par cette association, dit Husserl, qu'un libre mouvement dans les décours de chaque système kinesthésique reçoit sa signification de corps propre (*Leibesbedeutung*).

1931¹² : Dans la conception parvenue à maturité du processus par lequel se constitue le corps propre, il faut d'abord souligner le passage de la modalité visuelle à la modalité tactile. L'expérience visuelle nous présente le corps comme extérieur. Si le corps nous est donné à la fois comme corps et comme propre, c'est par l'expérience tactile. Limitons-nous aux ressources constituantes, objectivantes - subjectivantes, du toucher, avec sa structure de corrélation remarquable en «touchant - touché» renvoyant à la condition somatologique de la dualité et de l'opposabilité des organes du toucher : les deux mains. La question est de comprendre que des actes directement effectuables par le je comme événements de son flux vécu, puissent amener ce qui s'esquisse dans le champ tactile comme fantôme du corps propre à l'effectivité actuelle de son sens d'être. En quoi comporte-t-elle une difficulté ? En ceci, que l'on comprend bien que le tâter d'une main par l'autre fait progressivement apparaître la surface de cette autre main et remplit cette surface de ses qualités tactilo-motrices; on comprend également que l'activation des kinesthèses de la main tâtante en fonction d'organe de présentation objectivante de l'autre main soit mise au

¹¹ Husserl *ms* D13 I (1921), p. 52.

¹² Husserl *ms* D12 III (1931), p. 14-26.

compte du je du «je me meus»; mais on ne comprend pas encore par là ce corps comme le corps propre, «organe du je». Le fantôme tactile du corps enveloppe, à la rigueur, une certaine masse de kinesthèses motrices. Mais d'une façon contingente qui n'implique pas que ces kinesthèses animent dans l'immanence ce corps dont, parallèlement, elles motivent la variation des apparitions dans le tâter d'une main par l'autre.

La solution est que dans l'acte même de la constitution de cette surface tactile enveloppante, les kinesthèses motivantes soient appréhendées comme émanations des intentionnalités motrices ou des actions du je, au lieu qu'elles soient seulement mises à son compte comme sensations de mouvement associées à la présentation des diverses parties du corps touché. Or, c'est précisément cela qui est acquis avec la distinction entre kinesthèses perspectivantes et kinesthèses *volontaires*, ou *pratiques*, et avec le principe que la constitution du corps propre diffère de celle des autres corps dans la mesure où les kinesthèses pratiques y fonctionnent, exceptionnellement, par le renversement du touché en touchant, comme perspectivantes. De la surface de ce corps comme distribution du champ tactile, la transition a désormais eu lieu à son extension spatiale comme lieu-source originaire d'intervention de l'action. Les propriétés subjectives, de qualités secondes s'ajoutant à son remplissement qualitatif, ont obtenu leur reconnaissance comme intentionnalités constituantes de la volonté. En découle une plasticité dynamique de la forme spatiale du corps propre liée à la contribution de l'intentionnalité volontaire à sa constitution. Modulée en continu par l'action, l'extension intérieurement éprouvée du corps propre agissant n'est pas simple occupation d'un espace délimité par une frontière fixement définie où s'arrêterait l'intérieur et commencerait l'extérieur, mais s'étend «arbitrairement» en fonction de ce qui lui sert d'organe.

V. Une proposition de naturalisation pour la phénoménologie du corps.

Cette méthode de constitution transcendantale du corps propre en son sens d'être pour l'agent, non par une réflexion au plan cognitif, mais par l'activité même, tactilo-kinesthésique, de cet agent en tant qu'incarné dans son corps, présente-t-elle donc une quelconque pertinence scientifique comme solution de rechange à la doctrine cognitiviste de la représentation mentale d'un corps-objet physique préconstitué à cette représentation ? Nous soutenons que c'est le cas en nous fondant sur le potentiel de subversion du paradigme représentationnel que recèle la plasticité des cartes somatotopiques corticales et le dynamisme de leur remaniement incessant en fonction de l'expérience, éventuellement traumatique ou pathologique, de l'individu.

Que puis-je faire pour mettre sous les yeux l'identité du problème de la constitution du corps propre et de la recherche des corrélats neurobiologiques du schéma corporel ? Rappeler que la solution des paradoxes de l'expérience corporelle propre a reposé sur la différenciation et le fusionnement partiel des deux types de kinesthèses : les kinesthèses tactiles objectivantes, qui présentent le corps propre comme chose spatiale, et les kinesthèses pratiques, grâce auxquelles les organes en mouvement sont éprouvés en tant qu'organes du je. Et rapprocher le principe de cette solution des récents témoignages de l'existence d'influences modulatrices de *la motricité volontaire et du comportement intentionnel* sur la plasticité des cartes somatotopiques corticales. À l'intuition de Husserl : que l'intentionnalité de l'action contribue à la constitution du corps propre, répond l'hypothèse que la fonction proprioceptive ne se limiterait pas aux afférences périphériques centripètes, mais que la somatotopie fonctionnelle impliquerait en son dynamisme des signaux intra-corticaux efférents, réentrants et réafférents, grâce auxquels les «cartes» somatomotrices et somatosensorielles s'influenceraient mutuellement de façon continue durant tout le cours d'expérience du sujet. Ce qui confère à cette somato-*topie* le caractère

d'une somato-dynamique fort différent de la rigide isomorphie évoqué par la métaphore cartographique.

Husserl aurait ainsi anticipé, en introduisant des kinesthèses pratiques à côté des kinesthèses sensorielles, sur les résultats récents qui viennent confirmer les conjectures d'un Gerald Edelman sur la *réentrance*, comme facteur de ségrégation fonctionnelle des cartes corticales sous-jacentes à la catégorisation perceptive de l'environnement, et, ajouterons-nous, à la reconnaissance du corps de l'agent comme corps propre¹³. Que la localisation des propriétés subjectives dans le corps requiert l'intégration des champs tactiles et des kinesthèses pratiques renvoie au fait, en voie d'établissement par la recherche, que la somatotopie de la représentation corticale des régions sensibles du corps est médiée par l'usage que le sujet fait de son corps dans son comportement, et donc par la somatotopie motrice de son action volontaire, et par l'inscription de celle-ci dans la mémoire motrice comme schème moteur. Le circuit complet et la continuelle réactivation de ces médiations constitue, au niveau du métabolisme cérébral, le fondement de la spatialisation de l'expérience du sujet agissant dans le corps propre.

En vérité, les opérations de la constitution transcendantale du sens d'être du corps propre seraient une prestidigitation bien vaine, si elles ne s'enracinaient pas dans l'organisation corporelle et si elles ne mettaient pas celle-ci «en jeu», de façon, peut-être, plus éminente que l'activité ordinaire. Cet enracinement est requis, au demeurant, par une théorie de la signification *incarnée*, qui prétend se situer dans le sillage de l'expérience vécue, non dans celui des conventions arbitraires de la langue. L'acte de «donner sens» à son corps tire son absolu sérieux du fait qu'il prolonge en l'explicitant une esquisse de mouvement corporel qui place cet acte dans l'horizon du système kinesthésique, non sous l'autorité d'une convention préexistante ayant fixé le sens d'une expression. Dans l'exemple «d'une main je touche mon autre main», l'application des kinesthèses de la main touchante sur celles de la main touchée, les premières ayant le caractère de kinesthèses pratiques subjectivantes, les secondes le caractère de kinesthèses sensorielles objectivantes, doit être une opération telle qu'elle convienne à l'activation sélective de certaines structures somatiques, grâce auxquelles, à travers cette manipulation d'apparence anodine, la présence à soi du corps s'atteste d'elle-même. S'atteste dans une expérience singulière privilégiée, sans doute, mais sans préjudice pour la continuité sans rupture de cette expérience particulière avec toutes les autres dans le même flux expérientiel du sujet. L'opération du corps propre *s'appliquant sur soi-même* à la fois comme *operandum* et comme opérateur, renvoie à une disposition profonde à la répliquabilité dans la mouvance avec maintien dynamique des configurations homologues, qu'a récemment mis en évidence la mesure des territoires corticaux des représentations somatotopiques et celle des champs récepteurs cutanés ou musculaires des neurones de leur substrat cérébral.

La constitution transcendantale dégage de mon flux d'expérience les opérations par lesquelles je peux tirer de mes propres ressources le sens d'être du corps propre. Elle m'assure que je possède la capacité, pourvu que je procède d'une manière assez systématique, d'engendrer mon corps comme entité douée d'un sens unitaire à partir du sens plus originaire que j'ai d'avoir deux mains, sens que je retire du fait de m'en servir dans mes tâches quotidiennes. Au delà d'une justification rationnelle de la confiance de l'agent que je suis en l'unité et la continuité permanentes de toutes les parties du corps dans l'immanence duquel il est présentement en vigueur, la constitution demeure une potentialité d'effectuation de sens largement abstraite. Ne serait-ce que pour une raison triviale : je n'effectue pas actuellement tous les mouvements que me permettraient les articulations de mes bras et de mes jambes, l'élasticité de leurs tendons, la force de leurs muscles, etc. J'en dispose, sans doute, mais seulement comme horizon de mes

¹³ Edelman (1989).

mouvements et posture actuels. Outre qu'elle se déploie dans une fiction méthodologique, c'est la pauvreté et l'impuissance supposées de sa base solipsiste qui a prêté le flanc à objection. Comment le sujet peut-il s'assurer par soi seul de la possession de son propre corps, si la notion même du propre suppose la différence du propre d'avec l'étranger, la notion du mien, la différence d'avec un tien ? Or, c'est peut-être par ce solipsisme, justement, que la constitution trouve son fondement neurobiologique dans l'autonomie du corps propre. Car, si les autres peuvent toujours m'attribuer la propriété de ce corps sans que je me l'approprie pour autant, c'est que le corps propre ne saurait être qu'une création originale de celui qui l'habite. Précisément parce qu'elle s'est voulue retour aux sources intérieures de ce pouvoir d'autodotation de sens à soi-même, la constitution se laisse comprendre aujourd'hui, entre toutes les méthodes réflexives, comme la mieux à même de reployer la conscience vers ses origines biologiques.

Au plan phénoménologique, je me concentre sur la transition de ma main touchée à ma main touchante, j'entrelace attentivement les kinesthèses sensorielles visuelles, tactiles et proprioceptives de la main touchée avec les kinesthèses motrices de la main touchante qui remontent à l'acte volontaire du je, et, du même mouvement, j'éprouve que la surface sentie de mon corps se referme progressivement sur une chair tout animée d'intentionnalités pratiques, qu'elle enveloppe de façon continue et complète. Au plan neurobiologique, cette activité ne fait pas que solliciter alternativement les deux hémisphères cérébraux, en raison de la stricte contralatéralité des mains par rapport à leur territoire de représentation corticale. Elle met en concordance les déplacements de l'attention perceptive et le changement des intentions motrices dans un même flux de conscience avec le dynamisme morphogénétique du fonctionnement cérébral, lequel modélise parallèlement en tous les relais d'un réseau largement distribué, et reconfigure en permanence sur de multiples territoires anatomiques simultanément activés, la totalité du corps en fonction de l'usage différentiel des organes dans la prodigieuse diversité des tâches quotidiennes.

VI. 1. Fondements neurobiologiques de l'expérience du corps propre.

«Dans une large mesure, nous choisissons ce dont nous allons faire l'expérience; puis nous choisissons les détails de ce à quoi nous allons faire attention; puis nous choisissons la façon dont nous allons réagir en nous fondant sur nos attentes, nos projets et nos sentiments; enfin, nous choisissons ce que nous allons faire comme résultat. D'un moment à l'autre, nous choisissons et façonnons la façon dont nos esprits sans cesse changeants vont travailler; nous choisissons qui nous allons être le moment suivant en un sens tout à fait réel; et ces choix, nous les laissons imprimés en relief sous forme physique dans notre moi matériel»

—L'embarrassant, dans cette description, c'est que dès le moment où l'on dit : «nous choisissons», on a inévitablement présupposé un agent déjà maître de soi, un sujet complètement constitué —et qui n'a donc plus rien à faire pour accéder à son propre être— ce qui retire tout intérêt à la suite de son opération. À tout prendre, le processus constituant récemment métaphorisé, plutôt que décrit, dans les termes de ce naïf décisionnisme biologique par le neurophysiologiste M. Merzenich¹⁴, on sera tenté de dire qu'il a été décrit par Husserl sans métaphore dans une conceptualité spécialement forgée pour ne pas recouvrir les événements générateurs par des formations dérivées : comme auto-constitution kinesthésique du corps propre au sein de la constitution transcendantale d'un

¹⁴ Merzenich, deCharms (1995), p. 76.

monde objectif. Principales données expérimentales à l'appui de cette proposition de réinterprétation :

1) Plasticité et modulation par l'usage des cartes somatotopiques corticales des aires sensori-motrices primaires.

2) Plasticité des champs récepteurs cellulaires bi-modaux visuo-tactiles codant les espaces personnel, péripersonnel et extra-personnel dans les aires de convergence.

3) Dérépression de la neurogenèse corticale et l'amplification du corps par la biotechnologie prothétique et l'informatique.

Dans les vingt dernières années, la cartographie des aires de représentation du corps dans le cerveau semble avoir changé d'orientation. Jusque-là, on avait surtout cherché à mettre en place une ou plusieurs cartes topographiques des différentes parties du corps, en présupposant un cerveau dont la principale fonction serait de les représenter centralement. Au demeurant, on ne voyait pas mystère à ce concept de «représentation», parce qu'on croyait pouvoir le contenir dans les limites d'une projection épistémologiquement neutre. Les surfaces cutanées (ou l'appareil musculaire des organes moteurs) se projettent sur les territoires cytoarchitectoniques du cortex cérébral avec une distorsion normalement imputable à la différence de densité en récepteurs des différentes régions périphériques.

Dès le travail pionnier de W. Penfield¹⁵, par exemple, on ne peut manquer d'être saisi d'un contraste. D'un côté, le compte-rendu des explorations électriques pré-opératoires du cortex cérébral fait état de «la grande variabilité topographique d'un patient à l'autre» des points excitables pour une même catégorie de mouvements ou de sensations. De l'autre, ce constat de variabilité n'entame pas l'assurance du consensus localisationniste qui préside à la construction d'une carte de représentation standardisée des parties du corps sur le cortex rolandique, comme à celle de l'homoncule sensori-moteur illustrant les distorsions de leurs représentations. Cet homoncule, figure de la constance d'une localisation fonctionnelle normale, résulte en fait d'une normalisation qui a éliminé des données toute variabilité, imputant celle-ci tantôt à la diffusion du courant électrique sur le cortex, artefact expérimental, tantôt à la désorganisation pathologique causée par le foyer épileptique ou la tumeur. Notons, cependant, la conscience chez Penfield (non chez tous ses émules) du caractère purement statistique de cette constance et l'admission d'une triple variabilité : par rapport aux frontières cytoarchitectoniques, où il ne prétend pas «confiner la représentation fonctionnelle¹⁶»; topographique, les territoires de représentation moteur et sensoriel se chevauchant plus ou moins selon les parties du corps représentées; individuelle et temporelle, enfin : les aires activées lors d'une première opération pouvant rester muettes à une deuxième, et réciproquement. Néanmoins, ni le témoignage (unique) d'un mouvement de «tourner les yeux vers une lumière», ni ceux (fréquents) d'un «désir de bouger la main», bien que retenant son intérêt, ne lui suggèrent l'éventualité d'une influence modulatrice de l'intentionnalité perceptive ou motrice sur la représentation somatique. Comme si le dogme de l'élémentarisme jacksonien avait subrepticement filtré ses données de façon à n'en retenir que des sensations, ou mouvements, dépourvus de complexité et d'intentionnalité.

Désormais, les chercheurs s'intéressent à la *plasticité* de ces représentations cérébrales, sous toutes ses formes : leur variabilité individuelle, leur modification au cours de la vie, leur remodelage par l'expérience, l'usage, l'attention visuelle et l'intention motrice, leur amplification par l'apprentissage d'une tâche, impliquant éventuellement le maniement d'un outil, leur restructuration consécutive à l'amputation d'un membre ou une lésion cérébrale, la rééducation fonctionnelle, l'usage de prothèse, dernièrement, la connexion directe de l'aire motrice à un ordinateur, etc. Du même coup, le voile commence à se lever sur la signification fonctionnelle de l'existence de ces représentations dans le

¹⁵ Penfield, Boldrey (1937), p. 139.

¹⁶ *Ibidem*, p. 390.

cerveau, comme modes d'inscription transitoire des schèmes d'action et fixation durable des aptitudes acquises, mais aussi comme support de l'expérience subjective du corps propre avec ses vicissitudes et ses anomalies. Toutes ces preuves d'une mutabilité anatomique et fonctionnelle essentielle et non contingente, tendent logiquement vers une conclusion que la communauté des chercheurs n'a apparemment pas encore tirée. Que la relation entre le corps et le cerveau n'est pas concevable en termes de représentation, bien que ce soient ceux dans lesquels on la conceptualise couramment. Il se trouve, en effet, que la terminologie actuelle des neurosciences : représentation, modèle, schéma, image, code, etc., est dérivée d'une théorie de la représentation empruntée à l'idéologie cognitiviste dominante. Cette terminologie apparaît clairement inadaptée aux découvertes récentes, qui témoignent avec insistance en faveur d'une conception dynamique et motrice.

Implicitement normé par le modèle géométrique de la projection point par point, image sur image, l'usage de ces termes fait peser sur l'interprétation des données un primat persistant de la structure anatomique du corps dans sa description conventionnelle sur le métabolisme fonctionnel du cerveau. Ce qui crée un handicap pour la compréhension de la relation effective corps - cerveau, dont on devine tout en manquant de la conceptualité adéquate pour la décrire, faute de théorie neurobiologique, non purement transcendantale, de la constitution, qu'elle est d'interaction dynamique entre deux pôles —eux-mêmes liés à un troisième : le monde— qui s'engendrent et se soutiennent constamment l'un l'autre dans cette relation même.

VI. 2. Le corps senti.

En un premier temps, la plasticité de l'organisation des représentations du cortex somesthésique n'a malheureusement pu être mise en évidence qu'à l'aide de manipulations expérimentales invasives pratiquées sur le singe anesthésié, qui ne donnaient qu'une indication indirecte, bien qu'importante, sur le rôle que peut jouer l'expérience comme inducteur de plasticité dans les conditions normales. Ainsi, la réinnervation de la paume de la main et des doigts par régénération suite à l'écrasement du nerf médian se fait par étapes nettement différenciées. Avant la récupération complète, on a pu établir une substitution temporaire des sources d'entrées sensorielles des territoires de représentation corticale du pouce, de l'index et du majeur, en vertu de laquelle les régions normalement dédiées à la face ventrale glabre de ces doigts sont, une fois déafférentées par la lésion, exceptionnellement réaffectées à leur face dorsale velue. Ultérieurement, lorsque la régénération nerveuse est effective, et que la sensibilité cutanée est revenue, le cortex retrouve sa topographie fonctionnelle antérieure et ses connexions normales avec la peau de la main. Cette capacité de réemploi spontané des régions corticales déafférentées au traitement des signaux en provenance des surfaces sensorielles voisines de la zone blessée a été considérée comme une propriété générale du cerveau, en dépit d'une moins bonne restauration de la topographie corticale antérieure à la lésion si le nerf a été sectionné plutôt qu'écrasé¹⁷.

Une étude ultérieure des effets de la section du nerf médian a permis de tirer de cette exception apparente un renfort pour l'hypothèse de l'aptitude du cerveau à se réorganiser face aux atteintes à l'intégrité de l'organisme. On observe que la régénération nerveuse périphérique correspond à une réorganisation du cortex de la main qui comporte certaines anomalies persistantes. À côté d'un rétablissement des relations topographiques normales des territoires cibles du nerf médian régénéré (pouce, index, majeur se suivant sur l'axe latéro-médial), on trouve une localisation anormale ou multiple des champs récepteurs cutanés des neurones ainsi que des discontinuités anormales des représentations des doigts

¹⁷ Wall *et al.* (1983).

ou de la paume de la main. Indice de ce que cette réorganisation n'implique pas nécessairement la restauration d'une organisation topographique antérieure, et que le retour à celle-ci n'est peut-être pas le seul mode d'organisation possible. Ce qui amenait à reconsidérer les anomalies apparentes par rapport à cette organisation antérieure autrement que comme désorganisation, passage à une organisation diffuse, ou aléatoire. Un réajustement original aux effets combinés de la lésion et de la régénération aboutissait à un «montage» tout aussi apte à sauvegarder la capacité de localisation des stimulations tactiles sur la peau, moyennant le déplacement des représentations corticales de celle-ci, puisque l'anomalie de la nouvelle topographie fonctionnelle n'interfère pas avec la capacité de réponse des neurones du cortex de la main¹⁸.

Mais la démonstration, éclatante, du fait que le cerveau possède une capacité intrinsèque de se réorganiser qui n'a rien à voir avec le reflet passif de la régénération nerveuse périphérique, a été apportée par les expériences d'amputation des doigts des singes. Les représentations des doigts dans la carte corticale de la main de l'aire pariétale postcentrale (SI, ou 3b) sont séparées par des frontières, qui semblent reproduire somatotopiquement la discontinuité anatomique entre ces doigts. De même, les champs récepteurs cutanés des neurones du territoire cortical d'un doigt s'étendent rarement à la peau des autres doigts. Si l'anatomie déterminait ces frontières, comme on est tenté de penser, après l'amputation d'un doigt, les représentations corticales des doigts restants ne devraient pas pouvoir les franchir pour occuper le territoire déafférenté, ce qui bloquerait toute réorganisation corticale. Or, quelques mois seulement après l'opération, le territoire cortical de représentation d'un doigt amputé (ou de deux doigts) est envahi par les entrées sensorielles des deux doigts voisins avec reconstitution d'une frontière commune entre les représentations de ces doigts, bien qu'anatomiquement non adjacents. Cette expansion des territoires corticaux, combinée avec un rétrécissement significatif des champs récepteurs cutanés, donne une représentation plus détaillée des doigts et, sans doute, fait bénéficier l'animal d'une acuité tactile accrue. Preuve que ces frontières ne sont prédéterminées ni par l'anatomie des organes périphériques, ni par la cytoarchitecture du cortex, mais qu'elles sont tracées et entretenues par le dynamisme fonctionnel du cerveau, qui réemploie optimalement les mêmes neurones pour localiser les stimulations tactiles de régions du corps tout à fait différentes¹⁹.

Restait à démontrer que ce dynamisme fonctionnel des «cartes somatosensorielles» n'était pas seulement induit par des lésions, circonstances heureusement exceptionnelles dans la vie d'un individu, mais qu'il l'était normalement par son expérience comportementale tout au long de sa vie. Or, cette expérience diffère d'un individu à l'autre, variabilité que les premiers cartographes du cerveau avaient délibérément minimisée, pour pouvoir construire *l'homoncule* commun à une espèce en combinant les données de plusieurs individus. La seule variabilité classiquement admise était limitée à une période précoce du développement ontogénétique (Hubel et Wiesel avaient reconnu la plasticité des colonnes de dominance oculaire dans le cortex visuel de l'animal jeune²⁰). Globalement, la comparaison des cartes de la main dans l'aire 3b chez divers individus adultes, sains et intacts fait apparaître une représentation de la main relativement constante. Elle l'est dans son orientation par rapport au cerveau, étant localisée entre une représentation plus latérale de la face et une représentation plus médiale de l'avant-bras, le bout des doigts étant toujours adjacent à la marge rostrale, la paume à la marge caudale. Elle l'est aussi dans les grandes lignes de sa topographie interne : les doigts se suivent dans l'ordre anatomique, du pouce au petit doigt, sur l'axe latéro-médial. Mais sous cette

¹⁸ Wall *et al.* (1986).

¹⁹ Merzenich *et al.* (1984).

²⁰ Hubel *et al.* (1977).

constance globale, toutes les caractéristiques plus particulières, depuis la forme et la taille du territoire de la main entière, et de chacun des doigts, jusqu'à la résolution des surfaces corticales de représentation (rapport à la surface cutanée représentée), sont nettement individualisées. La surface corticale représentative de la main n'a jamais exactement la même forme ni la même étendue. Non plus que les territoires représentatifs de chacun des doigts, de la paume ou du dos de la main. La représentation d'un doigt, continue chez un individu, est discontinue chez un autre. Latéralement, la représentation d'un doigt peut être située contre la frontière de la représentation de la main et de celle du visage, ou séparée de cette frontière par la représentation d'autres doigts. Caudalement, la représentation d'un même doigt peut être contigue à des parties différentes de la paume. La représentation de la surface dorsale des doigts est tantôt repoussée sur les bords du territoire de la main où elle est continue, tantôt elle est discontinue et s'intercale sous forme d'îlots entre les représentations de la face interne des doigts. Etc.

Le constat de ces variations individuelles a fait abandonner les présupposés initiaux concernant l'uniformité des cartes somatotopiques pour tous les individus d'une même espèce (homoncule ou simioncule), leur prédétermination génétique au delà d'une grossière organisation topographique, ou encore, leur fixation à une phase précoce du développement ontogénétique. Pour interpréter cette variabilité, on invoque la singularité de *l'usage* que chaque individu fait de ses mains. Cet usage façonne les cartes corticales de la main en leur conférant leurs caractéristiques de détail. Enfin, comme il n'y a pas de raison que cette variabilité induite par l'usage s'arrête aux cartes des mains, il est probable que l'usage contribue également à la formation et la modulation de toutes les aires de «représentation corticale», qu'elles soient somatosensorielles, ou extéroceptives. Les chercheurs en infèrent que les cartes corticales de la main ne sont pas des «cartes neuroanatomiques» génétiquement prédéterminées, mais qu'étant façonnées et demeurant en permanence modifiables par l'expérience, elles sont plutôt le reflet de «l'histoire individuelle de l'usage de la main» tout au long de la vie de chaque individu²¹.

Encore fallait-il contrôler les effets directs de l'expérience sur la topographie des cartes corticales. C'est ce qu'on a fait en commençant par cette forme d'expérience bien décrite par les psychologues qu'est l'apprentissage d'une tâche artificiellement simplifiée (ou compliquée). L'entraînement d'un singe à la détection de différences de fréquence des vibrations appliquées à une petite partie d'un doigt pendant plusieurs semaines développe l'acuité perceptive de cette région de sa peau. Cette amélioration de performance a été mise en rapport avec des changements de la carte corticale de la main stimulée par rapport à celle de la main non stimulée. La première devient plus complexe, des discontinuités apparaissent dans la représentation des doigts, et la représentation de la zone stimulée est plus étendue que celle de la région homologue. Si les champs récepteurs cutanés s'agrandissent au lieu de se rétrécir, le gain en acuité peut s'expliquer par une densité et un chevauchement accrus de ces champs récepteurs, qui semblent s'être déplacés vers la région stimulée. Il est intéressant de noter que cette réorganisation topographique corrélative du progrès obtenu par un apprentissage est en outre modulée par l'attention : elle ne se produit pas si la même stimulation est appliquée à un animal qui la subit passivement. Preuve de l'influence du comportement, non du stimulus, sur cette manifestation de plasticité corticale²².

L'expérimentation avec une tâche plus écologique a permis de révéler une étroite correspondance entre le changement des cartes corticales et le mode opératoire privilégié par un animal entraîné. Après quelques semaines d'entraînement à la récupération de boulettes de nourriture dans des trous de taille variée, des singes ont acquis une technique

²¹ Merzenich *et al.* (1987).

²² Recanzone *et al.* (1992).

efficace reposant sur deux doigts seulement. Dans le relevé de la carte de la main utilisée, les représentations de la peau de l'extrémité de ces doigts sont plus étendues et présentent un taux de résolution plus important que celles des autres doigts. Les champs récepteurs cutanés des neurones de leurs territoires de représentation ayant diminué parallèlement, la représentation corticale de la peau de ces doigts bénéficie d'une résolution spatiale accrue. Là aussi, cette plasticité dépend de l'attention, puisqu'on ne l'observe que lorsque la petite taille du trou où on l'a placé rend difficile la récupération de l'objet²³.

L'influence modulatrice de l'usage de la main sur sa représentation somatosensorielle chez l'homme a été confirmée en particulier chez des patients syndactyles ayant récupéré l'indépendance de leurs doigts grâce à une séparation chirurgicale. L'examen magnéto-encéphalographique préchirurgical révèle une organisation non somatotopique de la carte de la main où les dipôles des doigts se chevauchent et le petit doigt s'intercale entre le pouce et l'index. Un examen de contrôle effectué une semaine après l'intervention fait apparaître une expansion de la carte de la main et une organisation de celle-ci nettement plus somatotopique, avec une localisation distincte des dipôles des doigts. On retiendra que cette transformation est imputée par les auteurs, non à la séparation purement physique des doigts réalisée par l'acte chirurgical, mais à l'acquisition active par le patient d'une indépendance fonctionnelle des doigts qu'il n'avait jamais connue auparavant²⁴.

Les aveugles lecteurs en écriture Braille ont également fait l'objet de travaux en plasticité cérébrale adulte. D'abord avec la méthode des potentiels évoqués par stimulation électrique de l'index de lecture enregistrés au moyen d'électrodes placées sur le scalp. L'extension plus importante des aires d'enregistrement de ces potentiels sur le scalp, quand ils sont obtenus par la stimulation des doigts de lecture plutôt que par la stimulation des autres doigts, permet d'inférer une plasticité représentationnelle induite par la pratique du Braille²⁵. La magnéto-encéphalographie a précisé l'incidence de cette pratique sur l'organisation topographique de la représentation corticale. On a trouvé que des aveugles instructeurs en Braille qui utilisent intensivement l'index, le majeur et l'annulaire, non seulement présentent une expansion de la représentation de la main avec un écart plus important entre les doigts de lecture, mais que l'ordre de succession normal entre le pouce, l'index et le petit doigt était souvent interverti. Cette anomalie est interprétée comme un remodelage adaptatif des représentations des doigts de lecture pour un traitement simultané des stimulations tactiles, normalement successives²⁶.

D'une possibilité d'amplification volontaire de l'expérience corporelle par acquisition d'aptitudes manuelles exceptionnelles, les artistes instrumentistes apportent des preuves moins indirectes que ces substitutions de modalités sensorielles compensant un handicap. De la main gauche, les violonistes et violoncellistes pincant les cordes sur les touches de l'instrument avec les quatre doigts, dont ils varient indépendamment le doigté, la pression exercée, la nuance expressive, etc., tandis que le pouce leur sert à tenir le bois de l'instrument en glissant dessus pour aller chercher les notes sur les touches. Le mouvement de l'archet, tenu de la main droite, est uniquement imprimé par le bras, bien que le son doive sa richesse aux variations de la pression que les doigts exercent collectivement en le tenant²⁷. S'intéressant aux modifications de la représentation corticale corrélatives de la dextérité et de la finesse de toucher acquises par les quatre doigts de la main gauche, les chercheurs ont procédé à l'enregistrement magnéto-encéphalographique

²³ Xerri *et al.* (1999).

²⁴ Mogilner *et al.* (1993).

²⁵ Pacual-Leone, Torres, (1993).

²⁶ Sterr *et al.* (1998).

²⁷ Indications de Serâ Tokay, chef d'orchestre et pianiste.

des potentiels cérébraux évoqués par de légères pressions exercées au moyen d'un stimulateur pneumatique sur l'index et le petit doigt de chaque main. Par rapport à la moyenne, chez les non musiciens, des localisations et intensités des dipôles magnétiques représentatifs des doigts stimulés de la main gauche, ils ont noté, chez les musiciens, un net déplacement médial (en direction de la représentation de la paume) doublé d'un accroissement d'intensité, changements plus importants pour le petit doigt. L'entraînement intensif (et précoce) à la pratique d'un instrument à cordes aurait donc induit une expansion sélective du territoire de représentation des doigts de la main gauche dans le cortex somatosensoriel contralatéral. Grâce à cette réorganisation, les ressources de traitement des informations sensorielles sont efficacement ajustées aux exigences accrues d'une telle pratique instrumentale²⁸.

VI. 3. Le corps agissant.

On trouve des modifications corrélatives des «représentations du corps» dans les aires sensorielles et motrices primaires, ainsi que dans les multiples aires de relais des voies sensori-motrices corticales et sous-corticales qui sont activées hiérarchiquement, ou en parallèle, par une tâche comportementale. De telle façon qu'il faut renoncer à l'idée d'un corps anatomique fixé en sa vérité et d'une représentation interne que le cerveau s'en ferait. Quoi qu'il en soit de ce corps anatomique, le corps effectivement réel est corps agissant ou corps sensoriellement éprouvé, alternative trompeuse à son tour, puisque ce corps agissant ne cesse de rétroagir sur ce corps sensoriellement éprouvé, qui devance sa propre modification. De sorte que ce que nous appelons «le corps» émerge de sa reconfiguration interne permanente à tous les niveaux d'élaboration, non seulement de sa perception selon les modalités visuelle, tactile et proprioceptive, mais encore de la commande musculaire, et avant celle-ci des schèmes moteurs, et encore plus en amont, de l'intention. Cette reconfiguration est très finement modulée dans le détail par les étapes de l'acquisition d'une maîtrise des tâches, par le choix des stratégies, par le niveau de l'attention, par la formation, le maintien en vigueur, la réactivation de l'intention, par la fixation en mémoire du répertoire des schèmes moteurs..., en un mot, par tous les micro-aspects de l'action.

C'est ainsi que (pour revenir aux réorganisations consécutives à une amputation de la main) la stimulation magnétique transcrânienne (TMS) évoque, à partir d'un plus grand nombre de positions excitables sur le scalp contralatéral au moignon que sur le scalp ipsilatéral, et pour des intensités de stimulation plus faibles, des potentiels moteurs plus importants dans les muscles proches du moignon que dans ceux du membre intact. On en infère que le dramatique changement intervenu dans l'usage du membre a induit un phénomène de plasticité fonctionnelle des cartes somatomotrices chez l'adulte analogue à celui qu'on a mis en évidence pour le cortex somatosensoriel. Une expansion des territoires de représentation des sorties vers ces muscles dans le cortex contralatéral répond à l'expansion des territoires de représentation somatosensorielle. De nouveaux muscles sont devenus la cible du cortex moteur, comme de nouvelles surfaces cutanées ont redirigé leurs signaux vers le cortex sensoriel déafférenté²⁹.

Cette capacité de réorganisation est sollicitée plus normalement dans l'apprentissage. Pour une tâche telle que presser des boutons en se servant dans un certain ordre des doigts de la main droite (à l'exception du pouce), une diminution du temps de réaction correspond à un accroissement des points du scalp où la TMS évoque des potentiels moteurs dans les muscles des doigts impliqués, non dans l'abducteur du pouce. Cette expérience permet

²⁸ Elbert *et al.* (1995).

²⁹ Cohen *et al.* (1991).

d'inférer, non seulement une expansion des cartes somatomotrices corticales due à l'apprentissage, mais encore la fonction de cette plasticité, comme engramme transitoire des étapes de cet apprentissage. Car, lorsque les sujets ont acquis «une connaissance explicite» de la tâche et sont capables de produire la séquence de mouvements complète en réponse au signal, on observe que les cartes motrices corticales retrouvent leur configuration topographique de base³⁰.

Non sans une certaine inconsistance, l'imagerie par résonance magnétique nucléaire (IRM) a montré ultérieurement une réorganisation à long terme du cortex moteur chez l'adulte en rapport à la rétention, autant qu'à l'apprentissage, d'une séquence rapide de mouvements des doigts. Passé une période de familiarisation, où l'on note une rétraction transitoire de l'aire corticale activée, la séquence apprise active une surface plus étendue de l'aire motrice primaire qu'une séquence non apprise composée des mêmes mouvements élémentaires. Résultat qui suggère que le cortex moteur pourrait être un siège de la mémoire des aptitudes motrices³¹.

L'enregistrement des neurones chez le singe éclaire ce passage de l'enchaînement temporel des mouvements dans la conduite à l'organisation spatiale du cortex moteur. Aux muscles qu'un mouvement appris contracte ensemble est assignée dans un même territoire cortical une représentation combinée et augmentée. Cette redistribution spatiale se réalise au détriment des mouvements non impliqués. Apprendre à récupérer un petit objet avec les doigts induit l'*expansion* des représentations corticales des mouvements des doigts et la *rétraction* de celles des mouvements du poignet et de l'avant-bras. Réciproquement, apprendre à tourner une clé, où le poignet travaille plus que les doigts, provoque la *rétraction* des représentations des doigts et l'*expansion* de celles de l'abducteur du poignet et du supinateur de l'avant-bras³².

Sachons résister à cet objectivisme homonculaire qui tendrait à nous faire rentrer le corps dans le cerveau, sous prétexte de représentation interne de l'anatomie extérieurement visible. De même que disposer d'un corps c'est pouvoir «se mettre tout entier» tantôt dans ses mains comme l'artisan, tantôt dans ses pieds comme le danseur, etc., de même le corrélat neurobiologique de ces vécus kinesthésiques est-il un chassé-croisé incessant de foyers transitoires d'activation (ou d'inhibition) allant d'une aire corticale à une autre en passant par les noyaux sous-corticaux et les voies de conduction vers la périphérie. La plasticité des représentations fonctionnelles observée dans un territoire cortical ne se comprend que par rapport aux influences mutuellement modulatrices que, suivant des hiérarchies toujours relatives, ces différents centres nerveux exercent les uns sur les autres. Chez le singe, par exemple, on a vu que les cellules du cortex somatosensoriel déafférenté par sectionnement du nerf médian déplaçaient leurs champs récepteurs cutanés de la paume vers la surface dorsale de la main. Eh bien, cette réorganisation corticale semble dépendre, en amont, d'une réorganisation analogue des champs récepteurs des cellules de la carte somatotopique du noyau ventro-postérieur latéral du thalamus³³.

Ce n'est pas pour avoir une fort inutile «image du corps» en son objectivité fixe, que le vivant a développé cette capacité de configuration et reconfiguration continue de soi en fonction des vicissitudes de l'expérience. Mais, plus sûrement, pour tenir à jour la chronique des progrès et acquisitions d'aptitudes nouvelles en cours d'action. Tel paraît être, en tout cas, l'enseignement de l'imagerie par mesure du flux sanguin cérébral chez l'homme. Les sujets qu'on entraîne à la poursuite d'une cible tournante avec un stylet ont d'abord des mouvements saccadés, puis se montrent capables d'accompagner la cible d'un

³⁰ Pascual-Leone *et al.* (1994).

³¹ Karni *et al.* (1995).

³² Nudo *et al.* (1996).

³³ Garraghty, Kaas (1991).

mouvement souple et continu leur permettant de maintenir plus durablement le contact avec celle-ci. Une série d'examens tomographiques (PET) effectués durant cette période d'acquisition démontre que les régions du cerveau activées par l'apprentissage sont un sous-ensemble des régions activées par l'exécution du mouvement³⁴. De là, en individualisant la méthode d'imagerie PET, on a pu montrer qu'il suffisait d'une heure de pratique d'une séquence complexe de mouvements de la main droite, pour obtenir des activations dans des régions non superposables d'un individu à l'autre, dont la variété est fonction des progrès individuellement accomplis dans la maîtrise des divers aspects de l'action : accélération de la cadence pour l'un, suppression des erreurs pour l'autre, découverte de la stratégie optimale pour un troisième, etc.³⁵.

La neurophysiologie pousse à ses limites paradoxales la différence entre la constance présumée du corps physique et la variabilité du corps propre perçu (à travers l'usage qu'on en fait). Nous nous servons d'un outil pour prolonger notre main : extension physique doublée d'une assimilation perceptive de l'outil au schéma corporel de la main. De cette phénoménologie d'une expérience familière (Descartes, William James, Heidegger) les corrélats neurobiologiques ont fait l'objet de récents travaux. Des singes immobilisés sur une chaise à enregistrement sont entraînés à se servir d'un râteau avec une main pour ramener vers eux des boulettes de nourriture placées hors de leur portée de manière à pouvoir les saisir de l'autre main. L'enregistrement par électrodes implantées d'un groupe de neurones bi-modaux, visuo-tactiles, du cortex postcentral (sillon intra-pariétal) a permis d'y repérer une carte de l'espace visuel centrée sur le corps de l'animal. La mesure du champ récepteur (CR) visuel de ces neurones, dont le CR cutané est, par exemple, localisé sur les doigts et la paume de la main utilisée, a révélé un étonnant phénomène de plasticité liée à l'usage d'outil. Le CR visuel, superposé au CR cutané avant l'usage, au bout de 5 min. d'actions répétées de récupération de nourriture à l'aide du râteau, s'allonge dans l'axe du râteau «comme si l'image de cet outil était incorporée à celle de la main», puis dans un laps de temps de 1 à 5 min. de non usage, se rétracte pour retrouver sa localisation initiale, même si le singe tient encore le râteau. Ce qui suggère aux auteurs d'associer cette expansion, non à l'extension physique de la configuration du corps de l'animal par l'outil qu'il tient, mais bien à «son intention immédiate de se servir de cet outil»³⁶.

Une confirmation indirecte de l'expansion de la représentation cérébrale de l'espace du corps par l'usage d'outil dans le cas humain a été apportée récemment. Une patiente cérébralisée de l'hémisphère droit suite à une attaque, manifeste une hémiparésie à gauche dans l'espace proche. Quand on la soumet à une épreuve d'hémiparésie à base de bissection de traits tracés sur une feuille à des angles variés, elle déplace subjectivement le centre des traits vers la droite, révélant qu'elle n'en perçoit pas la partie gauche. Ce déplacement est plus important dans l'espace proche (50 cm) où elle doit toucher les traits de son index, que dans l'espace lointain (1 m) où elle doit pointer sur eux un crayon lumineux. Mais si, lui présentant toujours la feuille dans l'espace lointain, on lui demande de toucher le centre des traits à l'aide d'une baguette, sa distorsion perceptive revient au niveau de celle de l'espace proche. Dans la mesure où l'on présume que l'usage de la baguette a étendu la représentation cérébrale du corps de façon à y inclure une région de l'espace inaccessible au doigt, on peut interpréter ce résultat en termes de représentations spatiales ou en termes d'actions. Dans la première hypothèse, l'usage d'outil a induit une assimilation de l'espace lointain à l'espace proche; dans la seconde, chaque type d'action

³⁴ Grafton *et al.* (1992).

³⁵ Schlaug *et al.* (1994).

³⁶ Iriki *et al.* (1996).

sélectionne l'espace approprié : on pointe ce qui est dans l'espace lointain, on touche, du doigt ou avec un outil prolongeant ce doigt, ce qui est dans l'espace proche³⁷.

Les progrès spectaculaires de la neurochirurgie prothétique nous autorisent une extrapolation. Une équipe de neurologues, neurochirurgiens et neuro-informaticiens d'Atlanta expérimente actuellement sur des patients, complètement paralysés et privés de l'usage de la parole, l'implantation dans l'aire motrice de la main d'*électrodes neurotrophiques*, invention du Pr Ph. Kennedy³⁸. Objectif : en un premier temps, restituer le minimum de fonction motrice nécessaire à la communication assistée par un ordinateur en connexion radioélectrique avec le cerveau; ultérieurement, donner à ces emmurés vivants l'accès à Internet. L'apprentissage du contrôle différentiel de la fréquence et du profil de décharge des potentiels d'actions individuels d'une paire de neurones requiert une année d'efforts de volonté et d'attention guidés sur une boucle de rétroaction visuelle et auditive. Ce contrôle transforme en instructions de déplacement horizontal et vertical d'un curseur les potentiels d'actions que les électrodes implantées captent et transmettent à l'ordinateur. Chez un premier patient, les chercheurs ont pu observer la parfaite assimilation par le cortex moteur de la commande des mouvements du curseur sur le clavier virtuel affiché à l'écran du moniteur. Ce sujet n'a plus besoin de «penser à mouvoir sa main» pour déplacer le curseur, et que se produise l'activation de son cortex moteur qui causera ce déplacement. Il lui suffit de «vouloir déplacer le curseur», pour qu'il se déplace effectivement vers la lettre ou le mot sélectionné. Il éprouve ce mouvement du curseur de la même façon que le sujet sain éprouve le mouvement de sa main : comme étant sous le contrôle de sa volonté. «Nous avons mis la souris dans sa tête», commente le Dr Roy Bakay. Par delà une innovation technologique complétant la série : clavier, souris, etc. par l'interface directe cerveau-ordinateur, par delà une preuve de la possibilité et de la valeur fonctionnelle d'une dérépression de la neurogenèse corticale chez l'adulte, ce phénomène, «le cortex du curseur», est une illustration des prodigieuses ressources de plasticité cérébrale susceptibles d'être induites par l'apprentissage. Suppléant la représentation fonctionnelle de la main, il implique une expansion de celle-ci par activation de l'axone, ou du neurone, nouvellement poussé dans la cavité de l'électrode. Cette assimilation de l'ordinateur au corps propre prolonge et amplifie, chez l'homme, celle de l'outil manuel, attestée par «le neurone du râteau» dès le singe.

VII. Conclusion.

Accumulant les preuves de relativité des cartes fonctionnelles aux potentialités illimitées de l'usage du corps plutôt qu'à la configuration actuelle de ses structures anatomiques, ces recherches se sont développées depuis la considération de l'aire somatosensorielle primaire, substrat présumé de l'expérience corporelle proprioceptive, jusqu'à l'examen des modifications corrélatives des cartes somatomotrices de l'aire motrice primaire, en passant par les modifications corrélatives de toutes les aires sensori-motrices de projection somatotopique intermédiaires. Du même coup, l'explication causale par mécanismes sous-jacents, qui croyait avoir touché avec les cartes corticales le sol ontologique de la représentation cognitive du corps, est obligée de revenir sur ses prétentions à l'*ultima reductio* et d'expérimenter des modèles spéculatifs de rechange, devant l'insuffisance du modèle de projection somatotopique du mécanisme représentationnel. D'incessantes réinterprétations sous la pression de données récalcitrantes ont fait perdre son apparence de clarté initiale à l'idée d'une relation causale univoque (un «mécanisme») entre aire de projection sensorielle, territoire de représentation cérébrale et

³⁷ Berti, Frassinetti (2000).

³⁸ www.neuralsignals.com; Kennedy *et al.* (1992a, 1992b, 1997, 1998).

représentation cognitive. Aucun palliatif définitionnel ne remédiera à l'incompatibilité foncière entre les nouvelles et les anciennes intuitions directrices. Or, il semble à l'heure actuelle que ce qui flotte dans l'esprit des chercheurs soit l'idée — antireprésentationnelle — d'une circulation d'influences mutuellement formatrices et modulatrices à travers une ou plusieurs boucles cortico-sous-corticales, reliant entre elles plusieurs aires diversement mises à contribution par une même conduite de l'agent. N'est plus à l'ordre du jour la réduction de la phénoménologie de notre expérience vécue du corps propre (ou de la description clinique du schéma corporel) à une simple projection topographique de l'anatomie des organes périphériques sur l'homoncule central. Primat de l'usage structurant par rapport aux structures stabilisées! La somatotopie ancrée dans une conception du rapport cerveau - corps comme représentation, est relayée par une somatodynamique tendue vers l'action.

Ce serait se contenter d'une naturalisation bien superficielle, que de s'arrêter au repérage des structures cérébrales susceptibles d'être les supports des régularités de l'expérience vécue. Si une phénoménologie descriptive peut, à la rigueur, s'en satisfaire, la théorie de *la constitution* du corps propre doit, et peut, aller plus loin. Car, entre constitution et neurophysiologie, il y a une affinité profonde : le rôle des vécus immanents de l'agir, dans la constitution de son sens d'être pour l'agent, renvoie au rôle, inducteur et modulateur, des usages du corps dans l'action par rapport au dynamisme des circuits neuronaux, dont il est prouvé que les cartes somatotopiques ne sont que des coupes instantanées. L'action façonne notre expérience changeante du corps du même mouvement qu'elle imprime dans les centres cérébraux une somatotopie, que remodèle constamment l'usage du corps qui sous-tend cette expérience. Pointer le doigt, tour à tour, sur l'aire SI, SII, SMA, PM ou MI, comme support du schéma corporel n'apporte donc rien; sauf à ajouter que le dynamisme formateur des prétendues «cartes somatotopiques» ne fait pas que dessiner sur ces territoires cérébraux la représentation du corps, mais qu'il *constitue* celui-ci en son sens d'être pour l'agent. Ou, plutôt, pour ne pas tomber dans un objectivisme empirico-transcendantal, qu'il est une pré-condition somatologique de la possibilité transcendantale de son émergence à la conscience du sujet. Les opérations de la constitution transcendantale du corps propre referment le circuit ouvert par la réduction du corps objectivé aux kinesthèses des organes perceptifs et moteurs. La réduction, je le concède, est abstraction, la constitution fiction imaginative. Deux mouvements qui peuvent paraître se répondre dans un vide de tout corps, de tout monde. Cela serait sans doute le cas, si cette constitution n'était pas celle d'un *sens d'être* unique en son genre : le corps propre, incarné dans l'expérience de celui qui l'habite. Complète, seulement si sa prise en charge par le système kinesthésique l'inscrivait dans l'horizon d'un métabolisme biologique déterminé, l'opération de réduction et de constitution ne pouvait l'être au seul plan des actes mentaux d'un esprit désincarné.

Sans exclure «qu'une intelligibilité mathématique de l'espace du vivant³⁹» ait été l'objectif ultime de Husserl mathématicien, réduire son entreprise à un essai inabouti d'axiomatisation (riemanienne, non euclidienne⁴⁰) de notre proto-spatialité originnaire dépasse ma compétence. Faute de mieux, pour la constitution kinesthésique du corps propre, telle qu'elle ressort des inédits, la récente reconnaissance scientifique du rôle de l'usage comme inducteur de plasticité cérébrale m'apparaît une illustration convaincante. À peine réveillée du sommeil dogmatique de son physicalisme computationnel (le cerveau : machine de Turing auto-descriptive représentant la structure anatomique du corps qui le contient⁴¹), la recherche en neurosciences s'est lancée dans une course-poursuite

³⁹ Expression empruntée à G. Longo.

⁴⁰ Husserl (1973), p. 309-316, 371-372.

⁴¹ Johnson-Laird (1983), p. 472.

entre les manifestations d'une «neuro-pragmatique cérébrale» qui décalque dans le cerveau la téléologie de l'action, et les hypothèses mécanistes qu'on doit imaginer pour réduire ces apparences de téléologie à la merveilleuse complexité des réseaux neuronaux. Le mystère persistant est : le vivant, même amputé ou cérébro-lésé, n'en fait pas moins le meilleur usage possible des ressources qui lui restent. Mystère redoublé par sa banalité. Car, toutes les fois que les ressources dont la Nature l'a doté ne lui suffisent pas pour atteindre des buts qu'il s'est arbitrairement fixés, sans façon, le vivant s'en procure de nouvelles. C'est alors qu'on pioche dans la panoplie des hypothèses subtiles à la limite des capacités de représentation formelle des modèles mathématiques disponibles : dé-répression de circuits préexistants normalement masqués par une inhibition collatérale, redistribution des poids synaptiques d'un réseau neuronal avec émergence de schème d'activation inédit, réorganisation des connexions cortico-sous-corticales divergentes-convergentes, etc. Qui, de la machine ou de l'action, l'emportera dans cette compétition ? On se contenterait de savoir qui a l'avantage dans la situation épistémologique présente : car le mécanisme, le causalisme, et le localisationnisme, chassés du paradis d'une phrénologie laplacienne, sont encore trop en recherche d'eux-mêmes pour être au rendez-vous des nouvelles connaissances sur le vivant.

BIBLIOGRAPHIE

- A. Berti, F. Frassinetti
When far becomes near: remapping of space by tool use, *J. of Cognitive Neuroscience* 12, 3, 2000, p. 415-420.
- L. Cohen, S. Bandinelli, T. Findley, M. Hallett
Motor reorganization after upper limb amputation in man: a study with focal magnetic stimulation, *Brain* 114, 1991, p. 615-627.
- G. Edelman
The remembered present. A biological theory of consciousness, Basic Books Inc. Publ., New York, 1989.
- T. Elbert, C. Pantev, C. Wienbruch, B. Rockstroh, E. Taub
Increased cortical representation of the fingers of the left hand in tring players, *Science* 270, 1995, p. 305-307.
- G. Goldenberg
Goldstein and Gelb's case Schn. - A classic in neuropsychology ?, in Cole, Wallesch, Joanelle, Whitacker, eds, *Classic cases in neuropsychology*, vol. II, 2001.
- S. Gallagher, A. Meltzoff
The earliest sense of self and others: Merleau-Ponty and recent developmental studies, *Philosophical Psychology*, 9, p. 213-236.
- S. Gallagher, G. Butterworth, A. Lew, J. Cole
Hand-mouth coordination, congenital absence of limb, and evidence for innate body schemas, *Brain and Cognition* 38, p. 53-65.
- P. Garraghty, J. Kaas
Functional reorganization in adult monkey thalamus after peripheral nerve injury, *NeuroReport* 2, 1991, p. 747-750.

- Revue de Synthèse 2003**, T 124, 5^e S, *Géométrie et Cognition* G. Longo éd., 139-171
- S. Grafton, J. Mazziotta, S. Presty, K. Friston, R. Frackowiak, M. Phelps
Functional anatomy of human procedural learning determined with regional cerebral blood flow and PET, *The J. of Neuroscience* 12(7), 1992, p. 2542-2548.
- H. Head, G. Holmes
Sensory disturbances from cerebral lesions, *Brain* 34, 1911, p. 102-254.
- D. Hubel, T. Wiesel, S. LeVay
Plasticity of ocular dominance columns in monkey striate cortex, *Proc. R. Soc. Lond. (Biol)* 278, p. 377-409.
- E. Husserl
Ding und Raum. Vorlesungen 1907, Husserliana XVI, U. Claesges éd., Nijhoff, La Haye, 1973.
- E. Husserl
Mss B III 9, 1931; D 10 I, III, 1932; D 12 III, 1931; D 13 I, 1921.
- A. Iriki, M. Tanaka, Y. Iwamura
Coding of modified body schema during tool use by macaque postcentral neurones, *NeuroReport* 7, 1996, p. 2325-2330.
- P.N. Johnson-Laird
Mental models, towards a cognitive science of language, inference, and consciousness, Cambridge U.P., Cambridge, 1983.
- A. Karni, G. Meyer, P. Jezard, M. Adams, R. Turner, L. Ungerleider
Functional MRI evidence for adult motor cortex plasticity during motor skill learning, *Nature* 377, 1995, p. 155-158.
- Ph. Kennedy, S. Mirra, R. Bakay
The cone electrode: ultrastructural studies following long-term recording in rat and monkey cortex, *Neuroscience Letters* 142, 1992a, p. 89-94.
- Ph. Kennedy, R. Bakay, S. Sharpe
Behavioral correlates of action potentials recorded chronically inside the cone electrode, *NeuroReport* 3, 1992b, p. 605-608.
- Ph. Kennedy, R. Bakay
Activity of single action potentials in monkey motor cortex during long-term task learning, *Brain Research* 760, 1997, p. 251-254.
- Ph. Kennedy, R. Bakay
Restoration of neural output from a paralyzed patient by a direct brain connection, *NeuroReport* 9, 1998, p. 1707-1711.
- M. Merleau-Ponty
Phénoménologie de la Perception, Eds Gallimard, Paris, 1945.
- M. Merzenich, R. deCharms
Neural representations, experience, and change, in R. Llinas, P. Churchland, eds, *Mind and Brain*, MIT P., Cambridge, MA, 1995, p. 61-81.

- Revue de Synthèse 2003**, T 124, 5^e S, *Géométrie et Cognition* G. Longo éd., 139-171
- M. Merzenich, R. Nelson, J. Kaas, M. Stryker, W. Jenkins, J. Zook, M. Cynader, A. Schopmann,
Variability in hand surface representations in areas 3b and 1 in adult owl and squirrel monkeys, *The J. of comparative Neurology* 258, 1987, p. 281-296.
- M. Merzenich, R. Nelson, M. Stryker, M. Cynader, A. Schopmann, J. Zook,
Somatosensory cortical map changes following digit amputation in adult monkeys, *The J. of comparative Neurology* 224, 1984, p. 591-605.
- A. Mogilner, J. Grossman, U. Ribary, M. Joliot, J. Volkmann, D. Rapaport, R. Beasley, R. Llinas,
Somatosensory cortical plasticity in adult humans revealed by magnetoencephalography, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 90, 1993, p. 3593-3597.
- R. Nudo, G. Milliken, W. Jenkins, M. Merzenich
Use-dependent alterations of movement representations in primary motor cortex of adult squirrel monkeys, *The J. of Neuroscience* 15, 1996, 16(2), p. 785-807.
- W. Penfield, E. Boldrey
Somatic, motor, and sensory representation in the cerebral cortex of man, as studied by electrical stimulation, *Brain* 60, 1937, p. 389-443.
- J. Paillard
Body schema and body image: a double dissociation in deafferented patients, in G. Gantchev, S. Mori, J. Massion, *Motor control, today and tomorrow*, Acad. Publ. House «Prof. M. Drinov», Sofia, 1999, p. 197-214.
- A. Pascual-Leone, F. Torres
Plasticity of the sensorimotor cortex representation of the reading finger in Braille readers, *Brain* 116, 1993, p. 39-52.
- A. Pascual-Leone, J. Grafman, M. Hallett
Modulation of cortical motor output maps during development of implicit and explicit knowledge, *Science* 263, 1994, p. 1287-1289.
- J. Petitot, F. Varela, B. Pachoud, J-M Roy, eds
Naturalizing Phenomenology. Issues in contemporary Phenomenology and cognitive science, Stanford U. P., Stanford CA, 1999.
- G. Recanzone, M. Merzenich, W. Jenkins, K. Grajski, H. Dinse
Topographic reorganization of the hand representation in cortical area 3b of owl monkeys trained in a frequency-discrimination task, *J. of Neurophysiology* 67, 5, 1992, p. 1031-1055.
- G. Schlaug, U. Knorr, R. Seitz
Inter-subject variability of cerebral activations in acquiring a motor skill: a study with positron emission tomography, *Exp. Brain Res.* 98, 1994, p. 523-534.
- A. Sterr, M. Müller, T. Elbert, B. Rockstroh, C. Pantev, E. Taub
Perceptual correlates of changes in cortical representation of fingers in blind multifinger Braille readers, *The J. of Neuroscience* 18(11), 1998, p. 4417-4423.

Revue de Synthèse 2003, T 124, 5^e S, *Géométrie et Cognition* G. Longo éd., 139-171

J. Wall, D. Felleman, J. Kaas

Recovery of normal topography in the somatosensory cortex of monkeys after nerve crush and regeneration, *Science* 221, 1983, P. 771-773.

J. Wall, J. Kaas, M. Sur, R. Nelson, D. Felleman, M. Merzenich

Functional reorganization in somatosensory cortical areas 3b and 1 of adult monkeys after median nerve repair: possible relationships to sensory recovery in humans, *The J. of Neuroscience* 6(1), 1986, 218-233.

C. Xerri, M. Merzenich, W. Jenkins, S. Santucci

Representational plasticity in cortical area 3b paralleling tactual-motor skill acquisition in adult monkeys, *Cerebral Cortex* 9, 1999, p. 264-276.