Physiologie du libre arbitre

Thierry Pozzo

Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/cps/448>

DOI : 10.4000/cps.448

ISSN : 2648-6334

Éditeur

Presses universitaires de Strasbourg

Édition imprimée

Date de publication : 30 septembre 2015

Pagination : 139-157

ISBN : 978-2-86820-917-7

ISSN : 1254-5740

Référence électronique

Thierry Pozzo, « Physiologie du libre arbitre », *Les Cahiers philosophiques de Strasbourg* [En ligne], 38 | 2015, mis en ligne le 03 décembre 2018, consulté le 08 novembre 2022. URL : <http://journals.openedition.org/cps/448> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/cps.448>

Creative Commons - Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage dans les Mêmes Conditions 4.0 International - CC BY-NC-SA 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Physiologie du libre arbitre

Thierry Pozzo

Le libre arbitre, au sens habituel du terme peut se définir comme l'absence de contraintes intérieures et la faculté de se déterminer sans autre cause que la volonté elle-même. Le libre arbitre c'est également l'indifférence à des raisons extérieures qui nous inclinent d'un côté plutôt que de l'autre et l'égale possibilité d'aller vers deux directions contraires. Selon le sens commun le libre arbitre s'explique donc comme une puissance d'agir (la volonté) libérée d'entraves endogènes ou exogènes, autrement dit centrée sur le sujet ou à l'opposé sur des facteurs sociaux dépassant l'individu. Le libre arbitre s'exprime grâce à la volonté, un préalable à la liberté. On est en effet libre lorsque les désirs sont conformes à la volonté. En résumé, le libre arbitre est souvent compris comme une forme de liberté mentale qui précéderait la liberté d'action qui elle surmonterait les obstacles physiques et toutes les entraves au vouloir.

L'hypothèse que nous souhaitons défendre ici est inverse. La volonté tournée vers l'extérieur s'exprime grâce au corps qui oriente les actions. L'acte réalisé est le seul moyen de distinguer ce qui émane de la volonté des actes qui en sont indépendants. L'acte fixe les exigences des circonstances dans lesquelles la volonté s'exprime. Le corps comme organe de la volonté est de fait constitutif de la volonté. Il calibre nos possibilités et nos désirs, nous distingue des objets extérieurs et des contraintes potentielles qu'ils représentent. Nous faisons l'hypothèse que la Liberté est calibrée par l'action qui elle-même détermine les possibilités objectives de la volonté mais aussi le sens de la responsabilité de ses actions, des risques encourus.

La conscience différée peut donner l'illusion d'un prétendu libre arbitre : « Je peux faire ce que je veux. Cela dépend uniquement de mon

bon vouloir: je suis donc libre.» Cette affirmation performative ne tient pas compte du moment où elle se produit, comme si cela pouvait avoir lieu à n'importe quel instant, mais seulement des conséquences de l'acte. La déclaration, dans le traité du libre arbitre de Schopenhauer, «présuppose la liberté de la volonté, et admet implicitement que la décision est déjà prise: la liberté de la décision elle-même ne peut donc être établie par cette affirmation»¹.

L'idée d'un monde vivant «inanimé» se réalisant sans jamais s'exécuter est repérable dans les études de la métacognition (la cognition de la cognition), pour lesquelles l'acte n'est jamais conduit à son terme, un acte dont le plan préconçu ne peut en aucun cas être comparé à son exécution, et où la cognition tourne le dos à l'action.

La pression des contraintes temporelles, certes, configure la prise de décision qui peut se réfléchir lorsque la situation donne le temps de la délibération. L'étude de la prise de décision en psychologie s'appuie principalement sur la théorie des jeux dont l'objectif est de maximiser l'espérance d'un gain. L'accès au gain selon cette approche consiste à faire l'inventaire des possibles, à leur attribuer une valeur et ensuite à calculer la probabilité subjective de l'obtenir. Cette temporalité est celle du «joueur d'échecs» pour qui la décision succède à l'identification d'un problème, à la prise de conscience d'une incertitude par rapport à un résultat qu'il faut atteindre et enfin à la résolution du problème. Décider le déplacement d'une pièce d'échec est une opération calculatoire qui mobilise un raisonnement logico-déductif. Dans ce type d'approche, le corps est réduit au rôle d'outil au service de la cognition (un bras pour déplacer la pièce), un rôle défini séparément de la mécanique décisionnelle. Au contraire, ne seront ici considérés que les mécanismes s'exprimant au cours de la temporalité réduite de l'action et échappant au tribunal conscient de la volonté et de la délibération.

Il ne sera pas ici question de la volonté d'atteindre un but par les mots, mais des relations sensorimotrices associant l'individu à son espace extracorporel en une liaison dépourvue de toute pensée verbale. En contraste avec la décision métacognitive où causalité et nécessité sont «puisées dans l'entendement pur qui est tourné vers le dehors, et ne peuvent être amenées à une expression philosophique que devant le

1 A. SCHOPENHAUER, *Essai sur le libre arbitre*.

forum de la raison réflexive»², nous privilégierons la cognition motrice³ qui s'exprime en dehors du raisonnement et relève d'un principe (la causalité) a priori nécessaire à toute expérience en général.

Le libre arbitre guidé par la pensée réflexive libère virtuellement l'individu des obstacles à son vouloir, comme ceux que lui opposent les règles morales fabriquées par la société dans laquelle il évolue. Au contraire, nous pensons que l'origine de la chaîne décisionnelle est dépendante des structures nerveuses et d'un corps, qui malgré la force de l'intelligence et des convictions, «décident» à l'insu du sujet. Ce parti pris théorique repose sur l'idée que la cognition est motrice et qu'elle est le fruit d'incessantes vérifications et validations, lesquelles ne sont possibles qu'à la seule condition d'une réalisation physique des actes.

L'absence de protocoles expérimentaux évitant l'étude du libre arbitre par l'introspection et le recours au langage (voir la désormais très célèbre expérience de Libet⁴) est sans doute un frein à la naturalisation du libre arbitre. La dimension métacognitive du libre arbitre est une question importante des sciences cognitives. Toutefois la pauvreté des instruments permettant d'évaluer l'état de conscience en fait un objet d'étude difficile à traduire en modèle empirique. Pour ces raisons, le modèle retenu ici est celui des interactions spontanées avec l'environnement, par opposition à la cognition de type calculatoire ou logico-déductif.

Même si action, perception et cognition sont désormais étudiées conjointement⁵, l'image d'une chaîne causale hiérarchisée partant (du haut) de la cognition et se terminant (en bas) par le déplacement d'un segment corporel, reste tenace. Je souhaite, pour comprendre autrement l'acte de décider, proposer une voie intermédiaire où les trois systèmes constituent un ensemble homogène.

Plutôt que la réponse à une stimulation externe, le mouvement volontaire est généralement défini comme un acte non automatique produit par des forces internes, qui poussent à aller par soi-même vers un but. La volonté est la force intérieure qui pousse à l'acte volontaire, et dispose à agir. Installée dans ce cadre théorique l'ontologie naturaliste

2 *Idem.*

3 M. JEANNEROD, *La fabrique des idées.*

4 B. LIBET, "Unconscious cerebral initiative and the role of conscious will in voluntary action", p. 529-566.

5 P. CISEK and J.F. KALASKA, "Neural mechanisms for interacting with a world full of action choices", p. 269-298.

occidentale a pris l'habitude de disjoindre le règne végétal du règne animal⁶ et le réflexe du mouvement volontaire.

Dans le règne végétal, l'excitation lumineuse, ou la pénétration de matériaux et d'éléments nutritifs empruntés au monde extérieur, produit le mouvement (vers la source de lumière ou de chaleur) et le choix est inexistant. Pour l'animal, les excitations qui ne sont pas les seules à mettre en mouvement, deviennent des motifs modulés par des représentations sensibles ; les motifs cachés sont plus des impulsions qui bornent l'espace représentationnel et dans ce cas le système décisionnel ne tient compte que des objets présents. Pour l'homme, les représentations sensibles peuvent interagir avec l'entendement et des nécessités explicites comme l'amour de la vie ou la crainte de la mort. C'est grâce à la présence de motifs alimentant le principe de causalité que la transformation du règne animal est d'ailleurs possible :

« La motivation intervient dans l'échelle naturelle des êtres au point où la créature ayant des besoins plus compliqués et par suite fort variés, ne peut plus les satisfaire uniquement sous l'impulsion des excitations, qu'elle devrait toujours attendre du dehors ; il faut alors qu'elle soit en état de choisir, de saisir, de rechercher même, les moyens de donner satisfaction à ces nouveaux besoins. »⁷

Même si pour l'homme la raison s'introduit entre la cause (exogène ou endogène) et l'effet, la continuité darwinienne supposée entre règnes végétal et animal implique une dépendance par rapport aux motifs qui règlent les interactions avec l'environnement et l'homéostasie des systèmes. Cette fantaisie évolutive de la nature est une cause antécédente à toute volonté. Une version moderne de cette conception est proposée par K Friston⁸, pour qui le principe de minimisation de la variation de l'énergie libre régule les interactions des systèmes biologiques avec l'environnement. Le concept d'énergie libre est défini comme l'énergie prédite (une « inférence implicite ») lors de l'exécution d'une action en lien avec les principes d'entropie et de moindre action. La téléonomie du système décisionnel repose ici sur la minimisation de la surprise sensorimotrice et sur des représentations sensibles non abstraites. Ainsi,

6 P. DESCOLA, *Par-delà nature et culture*.

7 A. SCHOPENHAUER, *op. cit.*

8 K. FRISTON, "The free-energy principle: a unified brain theory?", p. 127-138.

quelles que soient les forces de l'entendement, un ensemble de valeurs cachées oriente les réactions comme les actes des organismes vivants.

En outre, l'efficacité de l'interaction avec le milieu repose sur l'existence de prédispositions en faveur d'un répertoire de réponses en temps réel aux nécessités de type homéostatique. Au contraire de la réalisation d'actions différées, qui suspend pour un temps la décision d'agir et autorise la délibération, les actions spontanées sont exécutées au fur et à mesure qu'elles sont conçues. Une intention, se transformant immédiatement en action, limite la durée disponible pour débattre et prendre une décision explicite. Plusieurs évidences expérimentales suggèrent que délibération, décision et action s'actualisent ensemble, de façon indistincte et entrelacée, dans une architecture nerveuse qui travaille en parallèle⁹. Concevoir la décision motrice comme un monologue intérieur dont les étapes se succèdent dans le temps (délibération-décision-action) n'est pas compatible avec le mode de temporalité qu'impose une interaction opérante, ni avec une organisation nerveuse massivement parallèle. L'intention, comme préméditation, est également ce qui caractérise classiquement le mouvement volontaire, par opposition aux efforts déployés pour atteindre l'objectif visé, ou aux résultats effectifs de l'action («blesser sans intention de le faire»). Mais, comme les actes peuvent être rapportés à un but avant comme après leur exécution, l'intention exprimée verbalement n'est pas toujours à l'origine de l'action. Enfin, la décision, qui pourrait se définir comme l'art de faire des détours, naît de l'intention d'aller vers un but lorsqu'il y a plusieurs chemins possibles. En général, on considère la réponse réflexe comme excluant la prise de décision qui précède tout exercice de libre arbitre.

Mais, un réflexe peut-il se définir comme «un mécanisme aveugle, une mosaïque de séquences causales indépendantes»¹⁰, une succession d'activités musculaires se déroulant de proche en proche? Le réflexe, comme réaction à un stimulus local, n'est-il pas une notion construite pour les besoins du laboratoire? N'y a-t-il pas un peu d'intention, de décision et de liberté même dans le réflexe?

Une partie de la réponse est donnée par le fait surprenant qu'une grenouille décérébrée est capable de réagir à l'application d'une goutte d'acide sur différentes parties du corps et de diriger sa patte vers la goutte

9 P. CISEK and J. F. KALASKA, *op. cit.*

10 M. MERLEAU-PONTY, *La structure du comportement.*

pour s'en débarrasser, quelle que soit sa position¹¹. Ce comportement, qui répond aux critères d'une réponse réflexe (une réaction produite à distance du stimulus qui l'a provoquée), semble pourtant relever d'une organisation anatomique habituellement décrite dans les zones corticales du système nerveux («une abstraction physiologique» selon les termes de Sherrington¹²). À chaque posture initiale du segment corporel correspondent un pattern musculaire et une trajectoire de la patte spécifiques orientée vers le stimulus nociceptif. Autrement dit, la relation supposée linéaire entre le stimulus ponctuel et la réponse s'enrichit ici d'une gamme de solutions musculaires dont l'encodage au niveau spinal n'est pas univoque et de la forme: $SI \Rightarrow RI$, mais plutôt de la forme: $SI \Rightarrow (RI, R2 \text{ ou } Rn...)$. Le mouvement consistant à repousser l'excitation douloureuse est ainsi produit en vue d'un but accessible de différentes manières et non par un lien direct entre une excitation et son homologue musculaire. La partie du corps visée n'est pas encodée dans une organisation anatomique rigide liant cette partie de corps avec une séquence musculaire déterminée. Au contraire, les solutions motrices sont équivalentes pour atteindre la zone stimulée. Comme la lettre A tracée avec la main peut l'être de façon équivalente avec le pied (sans qu'on ait appris à écrire avec le pied), le mouvement réflexe d'évitement est équivalent et indépendant de l'appareil musculaire¹³. La moelle épinière n'agit pas comme une simple courroie de transmission, mais elle encode une géométrie globale du corps¹⁴. Organisée en modules moteurs, elle est responsable de transformations sensorimotrices sophistiquées¹⁵. Ce qu'on appelle stimulus est dans cette configuration un signal qui se projette sur une représentation du corps, c'est-à-dire bien plus qu'une réponse locale dépendante du lieu, de l'intensité ou de la nature de l'excitant. On peut, certes, grâce à une astuce expérimentale, décomposer en pièces détachées un tel comportement, en s'appuyant sur le fait que l'excitation électrique d'une racine dorsale de la moelle

11 R. WHYTT, *An essay on the Vital and other Involuntary Motion of Animals*.

12 C. S. SHERRINGTON, *The integrative Action of the nervous system*.

13 F. LACQUANTI *et al.*, "The law relating the kinematic and figural aspects of drawing movements", p. 115-130.

14 O. I. FUKSON *et al.*, "The spinal frog takes into account the scheme of its body during the wiping reflex", p. 1261-1265.

15 C. B. HART and S. F. GISZTER, "A neural basis for motor primitives in the spinal cord", p. 1322-36.

épineière produira une réponse musculaire stéréotypée. Néanmoins, les variantes du mouvement d'atteinte d'une cible trahissent l'existence de plusieurs solutions et suggèrent que la prise de décision motrice se réalise en fonction du contexte sensorimoteur global (l'estimation de l'état initial des effecteurs), et qu'elle ne se réduit pas à la réponse imposée par un circuit monosynaptique associant sans ambiguïté l'entrée sensorielle à la sortie motrice.

La frontière nerveuse entre réflexe et activité volontaire n'est assurément pas nette, comme ne l'est pas non plus la valeur heuristique du terme « stimulus », notamment dans le débat plus large sur l'intentionnalité¹⁶. Déjà, pour Pflüger¹⁷, cité par M. Jeannerod¹⁸, la réaction orientée de la grenouille révélait une sorte de « conscience dans la moelle épinière » permettant une forme d'interaction non verbale avec le milieu.

Merleau-Ponty, dans *La structure du comportement*, alertait pareillement les physiologistes au sujet de l'ambiguïté de la distinction entre comportement animal réflexe et mouvement volontaire exclusivement humain, en citant à ce propos Buytendjik¹⁹ :

« L'animal comme l'homme, sait se transporter en un point de l'espace qui ne lui est pas donné dans la perception et sans disposer de signes qui indiquent le 'chemin'... L'animal et l'homme réagissent donc d'une manière adaptée à l'espace, même en l'absence de stimuli actuels ou de stimuli récents qui soient adéquats »

et ensuite de proposer :

« il faut que la science conçoive une représentation physiologique de cette intention de mouvement qui est d'abord donnée comme un noyau à partir duquel la totalité du mouvement se différencie »²⁰.

L'activité réflexe ne peut donc se réduire à une circuiterie nerveuse univoque capable de produire des réponses instantanées. Les résultats récents d'enquêtes empiriques confirment l'existence, déjà pressentie deux siècles auparavant, d'un continuum entre réflexe et mouvement

16 P. HAGGARD, "Human volition : towards a neuroscience of will", p. 934-946.

17 E. PFLÜGER, *Die sensorischen Funktionen des Rückenmarks der Wirbelthiere nebst einer neuen Lehre über die Leitungsgesetz der Reflexionen*.

18 M. JEANNEROD, *La fabrique des idées*.

19 J. BUYTENDJIK, *Le cerveau et l'intelligence*.

20 M. MERLEAU-PONTY, *op. cit.*

volontaire. Les expériences reprenant celles de Whytt consacrées à l'extraction de primitives motrices chez la grenouille décérébrée²¹ ou chez l'homme au cours de mouvements volontaires²² suggèrent le déploiement rapide de solutions élaborées grâce à la combinaison de synergies musculaires mémorisées sous une forme compacte. Une forme de décision motrice qui doit combiner au mieux les prototypes musculaires est ainsi présente lors de réflexes et de mouvements volontaires. Le continuum physiologique entre l'animal réflexe et l'homme volontaire, s'il existe, n'est toutefois pas la preuve chez l'animal d'une faculté délibérative, seulement possible lorsque la pensée nous éloigne des objets présents. Cependant, même à distance du monde, l'homme n'est jamais coupé de l'extérieur. Pour Schopenhauer le lien entre motif sensible et motif abstrait correspond à une

«longueur plus grande du fil directeur des mouvements humains: je veux dire par là que les motifs de cette espèce n'agissent pas comme les motifs purement sensibles (du réflexe), sous la condition expresse de l'immédiation dans le temps et dans l'espace, mais que leur influence s'étend à une distance plus grande, à un intervalle plus long, grâce à l'enchaînement successif de notions et de pensées se rattachant les unes aux autres»²³.

Le réflexe, qui associe instantanément la sensation au mouvement, est l'unité de base d'une boucle sensorimotrice de dimension variable. Souvent décrit comme un aller simple de la sensation vers l'effecteur musculaire, le réflexe n'en est pas moins l'élément primaire d'une relation de réciprocité entre action et perception. On peut, certes, rompre la boucle sensorimotrice et désunir action et perception pour les

21 E. BIZZI *et al.*, "Combining modules for movement", p. 125-133; C.B. HART and S.F. GISZTER, *op. cit.*

22 I. DELIS *et al.*, "Quantitative evaluation of muscle synergy models: a single-trial task-decoding approach"; I. DELIS *et al.*, "A unifying model for decomposing muscle activity in motor tasks using concurrent spatial and temporal modularity", p. 675-693; E. CHIOVETTO *et al.*, "Tri-dimensional and triphasic muscle organization of whole-body pointing movements", p. 1223-1238; E. CHIOVETTO *et al.*, "Investigating reduction of dimensionality during single-joint elbow movements: a case study on muscle synergies"; B. BERRET *et al.*, "Modular control of pointing beyond arm's length", p. 191-205.

23 A. SCHOPENHAUER, *op. cit.*

besoins de l'expérimentation. La théorie des cinq sens, selon laquelle la perception « tubulaire » consiste en une collection de nécessités externes indépendantes, et acheminées par des voies nerveuses spécialisées, pouvant ou non aboutir à la réalisation d'un acte, contribue sans aucun doute à isoler la sensation de la chaîne sensorimotrice.

On sait cependant, lorsque la perception est réintégrée à la boucle sensorimotrice, que la réalisation d'un acte ne tient pas compte du seul jugement perceptif²⁴. Le bâton rectiligne plongé dans l'eau que l'on perçoit cassé dans sa partie immergée sera manipulé sans tenir compte de cette illusion visuelle. De même, la sphère perçue et décrite explicitement comme concave sera-t-elle saisie selon sa forme réelle. Le succès sensorimoteur tient à chaque fois au rétablissement du processus décisionnel dans une boucle archaïque sensorimotrice. Utile pour comprendre les mécanismes cérébraux résultant d'une stimulation exclusivement visuelle, la prise en considération de la décision à partir d'une entrée sensorielle conduit inévitablement à dissocier la perception de l'acte. Si un principe de causalité associe la perception à l'action au sein de schémas nerveux circulaires, alors les deux sous-systèmes peuvent être mobilisés quelle que soit l'origine de la stimulation (endogène pour l'action ou exogène pour la réaction). Nous faisons l'hypothèse que les réactions motrices instantanées à des stimulations exogènes constituent l'unité primaire d'une chaîne de réciprocité entre le monde sensible et la cognition. En une relation circulaire, la sensation est capable d'évoquer l'action et l'action de prédire les sensations, un schéma couramment accepté pour la théorie du mouvement volontaire²⁵.

Les interactions sociales apportent un argument comportemental à l'appui de l'idée d'une circularité de la relation entre perception et action²⁶. La propriété de certains neurones des aires motrices et sensorielles, actifs lors de l'exécution d'actions ainsi qu'à l'observation des mêmes actions (les *neurones miroirs*) fournit un support nerveux au lien de réciprocité entre les deux systèmes²⁷. L'automaticité des processus décisionnels dans

24 S. AGLIOTI *et al.*, "Size-contrast illusions deceive the eye but not the hand", p. 679-685.

25 D.M. WOLPERT and J.R. FLANAGAN, "Motor prediction", p. 729-732.

26 A. BISIO *et al.*, "Automatic versus voluntary motor imitation: effect of visual context and stimulus velocity"; A. BISIO *et al.*, "Motor resonance mechanisms are preserved in Alzheimer's disease patients", p. 58-68.

27 G. RIZZOLATTI and L. CRAIGHERO, "The mirror-neuron system", p. 169-192.

les relations intersubjectives doit cependant être rappelée afin de les distinguer d'interactions métacognitives impliquant l'usage d'une théorie de l'esprit. Une étude récente montre, en effet, que la réorganisation des cartes corticales est plus efficace lors d'un entraînement implicite fondé sur la seule observation que lors d'un entraînement explicite²⁸. La transformation d'entrées visuelles en activité de zones motrices a été testée dans le cadre du remodelage des circuits corticaux. Dans une première expérience, on a vérifié la réorganisation des cartes motrices lors de l'immobilisation du bras. À l'inverse de l'hyper activité de la main des musiciens, une immobilisation du bras et de la main de courte durée (10h) induit une réduction de la zone cérébrale motrice responsable de la mobilité manuelle. Les sujets immobilisés regardent ensuite des paysages naturels et des vidéos d'actions de préhension manuelle d'objet divers. Alors que l'atrophie de la zone corticale due à l'inactivité physique reste visible pour le groupe qui a regardé le documentaire, celle-ci disparaît pour les sujets ayant observé les vidéos des mouvements de la main. Dans la dernière expérience, l'activation du cerveau moteur par la seule perception visuelle a été comparée à une méthode qui consiste à s'entraîner mentalement en imaginant les mouvements à faire. Aucune compensation de l'atrophie n'a pu être mise en évidence lorsqu'au lieu de regarder les vidéos, on imagine les gestes de préhension. Ces résultats montrent qu'il est possible de modifier l'architecture du cortex moteur par simple observation d'actions. Plus généralement, ils suggèrent que la puissance d'agir (exercée dans ce cas sur le remodelage de la circuiterie nerveuse corticale) échappe au vouloir explicite qui caractérise l'acte imaginé. Une action exécutée mentalement fragmente la boucle sensorimotrice évoquée plus haut. Coupé transitoirement du monde, le sujet élabore, grâce à ses ressources attentionnelles et au repli sur lui-même, un acte qui ne sera pas exécuté. À l'instar du réflexe de laboratoire qui construit un sous-espace centré sur les changements externes, le mouvement imaginé fabrique arbitrairement un sous-espace d'action centré sur les seules sensations internes.

Si l'on s'en tient aux résultats fascinants de l'imagerie cérébrale qui montrent les mêmes activités corticales lors d'actions exécutées et simulées mentalement, on pourrait croire que les deux comportements relèvent

28 M. BASSOLINO *et al.*, "Action observation compensates for the cortical immobilization-related changes", p. 3268-3276.

des mêmes mécanismes décisionnels. De même, l'isochronie bien établie des actions exécutées et des actions simulées mentalement²⁹ suggère que la simulation consciente de l'action est une action qui n'aboutit pas, une sorte de copie de la phase préparatoire du mouvement. Jeannerod, à l'origine de la notion « d'action simulée », a brillamment développé cette idée dont le retentissement au sein de la communauté des neurosciences n'est plus discutable. Pour Jeannerod ce terme désignait « une forme d'action qui comportait tous les attributs d'une action exécutée, sauf qu'elle restait masquée »³⁰. Les corrélats neurophysiologiques ainsi que les boucles internes prédictives sont d'ailleurs régulièrement prétendus identiques aux boucles passant par le monde externe et les *feedbacks* de l'action³¹. Comme le mentionne Jeannerod, la notion de simulation était une tentative pour « s'affranchir de la dimension consciente qui restait attachée au phénomène de l'action imaginée » et éviter le recours au raisonnement. Utile du point de vue conceptuel, le mouvement imaginé reste malgré tout un comportement mystérieux pour l'expérimentaliste : comment élaborer une image consciente de l'action dont le contenu (le plan moteur) n'est pas accessible à la conscience ? Comment réactiver des sensations qui ne deviennent explicites qu'en cas exceptionnel de la surprise ressentie lorsque prédictions et retours sensoriels de l'action exécutée sont en désaccord ? On sait depuis Helmholtz³² que les signaux de commande contenant les prédictions sensorielles de l'acte à venir sont comparés avec les sensations issues de l'exécution, de telle façon qu'ils réduisent autant que possible le flux sensoriel afférent. Seule une prédiction erronée produira la sensation utile pour le constat d'échec de l'acte et sa correction. Par conséquent, les sensations résultantes de nos actes sont la plupart du temps – fort heureusement – estompées.

Pour l'inventeur du concept de simulation, la partie explicite du comportement, qui nécessite une attention soutenue pour le rappel (avec un succès variable) d'un contenu moteur, n'a pas le caractère primordial de la circuiterie nerveuse dont l'activation prédit les conséquences sensorielles de l'action future. Toutefois, ce qui distingue le mouvement

29 C. PAPAXANTHIS *et al.*, "The Relation between Geometry and Time in Mental Actions".

30 M. JEANNEROD, *op. cit.*

31 J. PROUST, "Rationality and metacognition in non-human animals".

32 H. VON HELMHOLTZ, *Handbuch der physiologischen Optik.*

imaginé du mouvement exécuté, c'est que le premier mobilise une représentation explicite de l'acte. S'assimilant à une décision prise après délibération consciente, le mouvement imaginé libère transitoirement l'action de la contrainte des résistances physiques ; ce qui a l'inconvénient de soustraire ce mouvement aux exigences d'efficacité de l'action et de lui faire ignorer les risques associés à l'exécution. Mais, si l'action ne succède pas immédiatement au projet et au vouloir, son sens, sa légitimité et son authenticité ne sont-ils pas mis en cause ? La simulation mentale sort l'action de son contexte réel en s'appuyant sur une forme de volonté qui demeure inerte et silencieuse. Quand on prend une décision sans avoir à l'exécuter (une « métadécision »), comme c'est le cas lorsqu'on se déclare « libre d'agir », cette décision n'est plus mise à l'épreuve de la sanction du réel. Or, si c'est bien l'action qui rend la volonté conforme aux désirs, sur elle repose l'édification des valeurs pratiques et le calibrage de la décision. Une action par réflexion du moi en lui-même, qui reviendrait à souhaiter sans rien faire pour obtenir ce qu'on veut, ne risquerait-elle pas d'affaiblir le désir ? Si la liberté tient à ce qu'on ne peut exclure la pensée de l'acte, en revanche un libre arbitre purement déclaratif, qui ne s'expose pas au risque de l'exécution, se transforme en illusion.

Pour rompre avec la tradition réflexologique, la physiologie de l'action a pris l'habitude d'étudier le mouvement volontaire en demandant au sujet de déplacer l'œil, ou l'œil et la main, vers une cible³³. Le geste est alors considéré comme volontaire parce que l'intention d'atteindre la cible localisée dans l'espace extracorporel est à l'origine du mouvement. Ici, la liberté d'agir s'exprime principalement en rapport avec le corps, dont les segments permettent plusieurs voies d'atteinte de la cible. La redondance du système effecteur et ses « degrés de liberté », en nombre considérablement supérieur au strict nécessaire imposent, ou plutôt donnent à l'agent le choix d'une trajectoire.

Dans le fait de presser le bouton d'appel d'un ascenseur, la décision est réduite au contrôle de la redondance articulaire, au détriment d'un choix sur la position finale du doigt, laquelle est imposée par la localisation de la cible. Cette absence d'alternative spatiale transforme le mouvement volontaire en un processus de signalisation, comme la couleur orange d'un feu tricolore déclenche automatiquement la

33 R. SHADMEHR and S. P. WISE, *Computational Neurobiology of Reaching and Pointing: A Foundation for Motor Learning*.

séquence motrice du freinage avec les mouvements associés des pieds sur les pédales. La préparation de l'acte est contrainte par la position de la cible dans l'espace. Or, on sait que le signal rétinien déclenche immédiatement une saccade oculaire, puis un mouvement du bras, grâce à la présence de cartes visuelles prioritaires et de voies nerveuses directes reliant la rétine au colliculus supérieur³⁴. Ces cartes, qui mettent en correspondance les entrées rétiniennes avec des synergies musculaires, produisent les mouvements d'atteinte. Dans ces conditions l'automatisme de la transformation sensorimotrice réduit les détours possibles vers le but à une seule trajectoire.

Très utile pour démontrer la mécanique neurale des coordinations visuo-motrices, une séquence d'opérations commençant par l'affichage d'une cible reflète toutefois partiellement la motricité naturelle. L'atteinte et la préhension d'une pomme sont compatibles avec plusieurs configurations manuelles, quel que soit le mode de saisie final du fruit. En présence de redondance externe, comme lorsque l'on doit saisir une pomme parmi un alignement du même fruit sur une table, la décision motrice s'enrichit dans ce cas d'alternatives spatiales, tandis que le profil du mouvement du bras est limité aux seules nécessités biomécaniques lors du pointage d'une cible saillante. Pour pallier les limitations du dispositif expérimental classique, nous avons conçu un paradigme de nature à élargir l'univers des possibles externes en demandant aux sujets de pointer une barre horizontale. Dans ce cas, la barre peut être assimilée à une infinité de cibles, elles-mêmes accessibles moyennant la mise en œuvre d'une infinité de causes résultant en une multitude de positions finales de la main. La saisie de la barre offre, pour ainsi dire, une surface plus grande à l'intervention de motifs extérieurs que le simple pointage d'une cible saillante : une tâche qui borne l'ensemble des décisions possibles aux limites étroites des cartes prioritaires du colliculus. Au contraire du pointage, que détermine une cible homogène bien visible par laquelle le sujet est attaché à la réalité sensible, la barre *donne* ou *impose* (selon la valeur subjective attribuée à pluralité des solutions envisageables) le choix de la position finale et d'une solution motrice correspondante. Tandis que la barre qui *donne* exprime le « je peux », la barre qui *impose* exprime le « je dois », la décision revêtant une

34 D. P. MUNOZ *et al.*, "Movement of neural activity on the superior colliculus motor map during gaze shifts", p. 1358-1360.

valeur positive (« je suis libre de choisir ») ou négative (« des nécessités m'imposent une solution ») selon le profil psychologique du sujet. Notre objectif est ici de court-circuiter la dimension sémantique de la décision métacognitive, dont le « je peux » du libre arbitre est l'énoncé déclaratif, une dimension que la physiologie ne parvient pas encore à naturaliser. Notons à ce propos une étude récente³⁵, réalisée sur une importante population, qui montre une corrélation significative entre le sentiment explicite de libre arbitre et la croyance aux phénomènes paranormaux (réincarnation, astrologie, *Ovni*...), un résultat suggérant le caractère illusoire du *je peux*. Nous avons fait l'hypothèse que des nécessités cachées (des *motifs* sous-jacents au sentiment *a priori* de liberté), constituent une forme de « morale biologique » sur le modèle du postulat de Kant, démontrant la liberté par le sentiment *a priori* de la loi morale, au moyen du fameux argument (un enthymème) : « Tu peux, parce que tu dois ».

L'évolution du monde vivant et la survie des organismes reposent sur la sélection des meilleures nourritures, les plus utiles à une adaptation optimale au sein d'une niche écologique dans laquelle ces organismes se renouvellent. Le système de ces valeurs implicites primaires a son équivalent explicite dans la société moderne, où l'utilité biologique est réinterprétée en fonction de normes socioculturelles, comme la qualité. En guise de révélateur des valeurs décisionnelles, on recourt habituellement dans la littérature sur la décision à des protocoles de neuroéconomie, au cours desquels les préférences qui guident les décisions sont conditionnées par une récompense monétaire³⁶. Or, ce modèle expérimental ne donne accès qu'à des valeurs superficielles, contaminées qu'elles sont par « la valeur », au sens trivial du prix d'un bien financier. En revanche, si la recherche vise plutôt les bases naturelles de la liberté d'indifférence, celle qui, devant la multiplicité des choix possibles (le grand nombre des pommes), nous rend capables de réaliser des actes qui ne soient déterminés par aucune cause externe, alors l'accent se déplace des nécessités purement extrinsèques (la grosseur des fruits, ou la somme de la récompense monétaire, par ex.) vers les motifs

35 K. MOGI *et al.*, "Free will and paranormal beliefs".

36 S.W. WU *et al.*, "The neural correlates of subjective utility of monetary outcome and probability weight in economic and in motor decision under risk", p. 10115.

primaires invisibles, lesquels, parce qu'ils sont profondément inscrits dans la biologie du système décisionnel, sont, eux, universels, c'est-à-dire indépendants des filtres culturels.

Les données empiriques³⁷ montrent qu'un sujet qui pointe une barre horizontale dirige son doigt à des endroits spécifiques en fonction de la posture initiale du bras, mais avec une grande consistance pour chacune des positions initiales. Les positions finales enregistrées sont toutes prédites par un modèle de commande du bras qui minimise la dépense énergétique, ainsi que les à-coups lors du déplacement. De type essentiellement homéostatique, ces deux seuls motifs représentent de façon assez satisfaisante les forces intérieures qui exercent leur influence sur la décision : autrement dit, la motivation motrice qu'on désigne sous le terme général de volonté.

La volonté, seule, n'est pas capable de décider, par elle-même, sans raison suffisante. La saisie volontaire d'un objet est la conséquence d'un motif qui précède la volition. Face à la barre, le sujet peut « désirer » deux positions finales opposées, mais n'en « vouloir » qu'une seule. Le désir suppose, de ce fait, un choix qui se produit sous l'influence d'un motif, lequel s'intercale entre la perception visuelle et le pointage du bras vers la barre. Plusieurs travaux expérimentaux admettent que la projection des voies dopaminergiques sur les ganglions de la base véhicule des signaux qui pénalisent ou récompensent, et ainsi renforcent ou inhibent, certaines solutions motrices conformément au principe d'utilité³⁸. Notons enfin le caractère dynamique de ces valeurs internes, qui sont modulées en fonction du délai d'apparition de la récompense après l'exécution de l'action³⁹.

37 B. BERRET *et al.*, "The manifold reaching paradigm: how do we handle target redundancy?", p. 2086-2102; B. BERRET *et al.*, "Evidence for composite cost functions in arm movement planning: An Inverse Optimal Control Approach"; B. BERRET *et al.*, "Reach endpoint formation during the visuomotor planning of free arm pointing", p. 3491-3503.

38 P. MAZZONI *et al.*, "Why don't we move faster? Parkinson's disease, movement vigor, and implicit motivation", p. 7105-7116; P. BARADUC *et al.*, "A common optimization principle for motor execution in healthy subjects and parkinsonian patients", p. 665-677.

39 A.M. HAITH *et al.*, "Evidence for hyperbolic temporal discounting of reward in control of movements", p. 11727-11736.

Conclusion

« *L'illusion de libre arbitre* provenant ici d'une fausse interprétation du témoignage de la conscience (qu'il puisse, en un instant donné, accomplir indifféremment divers actes), repose sur ce fait que son imagination ne peut se rendre présente qu'une seule image à la fois, laquelle, au moment où elle lui apparaît, exclut toutes les autres »⁴⁰.

Le parallélisme des processus nerveux impliqués dans la prise de décision s'accorde bien avec l'intuition du philosophe. Au cours de la phase précédant l'exécution de l'acte, les valeurs attribuées à l'ensemble des solutions sont comparées avant que l'une d'entre elles soit sélectionnée⁴¹. En outre, on découvre progressivement que le système moteur est impliqué en même temps que les noyaux sous-corticaux dans la prise de décision, comme aussi dans la formation d'un système de valeurs, dont le calibrage final dépend, en retour, du fait que l'action est exécutée⁴². La décision ne précède donc pas la sélection des solutions, mais s'effectue en parallèle avec cette sélection. Le libre arbitre ne se situe pas après, mais avant le témoignage de la conscience, comme l'avait suggéré Libet. Malheureusement l'idée d'un veto (pouvant s'exercer 200 ms avant l'exécution du mouvement) proposée ultérieurement par le même Libet, comme une ultime possibilité de sauvegarde du libre arbitre, replaçait la mécanique décisionnelle dans la perspective de la troisième personne, dans laquelle le sujet se regarderait en surplomb pour délibérer in extremis. Un tel veto se perd dans le flou d'inhibitions métacognitives impossibles à vérifier, comme si l'artiste avait une idée complète de l'œuvre avant de l'avoir achevée, au lieu que le projet et l'œuvre s'engendrent mutuellement⁴³.

40 A. SCHOPENHAUER, *op. cit.*

41 P. CISEK and J.F. KALASKA, "Neural mechanisms for interacting with a world full of action choices", p. 269-298.

42 S. GLUTH "Neural evidence for adaptive strategy selection in value-based decision-making", p. 2009-2021.

43 P. RICŒUR, *Philosophie de la volonté*, I. *Le volontaire et l'involontaire*.

Bibliographie

- AGLIOTI S., DESOUSA J.F., GOODALE M.A., "Size-contrast illusions deceive the eye but not the hand", *Curr Biol*, 5, 1995, p. 679-685.
- BARADUC P., THOBOIS S., GAN J., BROUSSOLLE E., DESMURGET M., "A common optimization principle for motor execution in healthy subjects and parkinsonian patients", *J Neurosci*, 9, 33, 2013, p. 665-677.
- BASSOLINO M., CAMPANELLA A., BOVE M., POZZO T., FADIGA L., "Action observation compensates for the cortical immobilization-related changes", *Cerebral cortex*, 24, 12, 2013, p. 3268-3276.
- BERRET B., BONNETBLANC F., PAPAXANTHIS C., POZZO T., "Modular control of pointing beyond arm's length", *J of Neuroscience*, 29, 2009, p. 191-205.
- BERRET B., CHIOVETTO E., NORI F., POZZO T., "The manifold reaching paradigm: how do we handle target redundancy?", *J of Neurophysiol*, 106, 4, 2011, p. 2086-2102.
- BERRET B., CHIOVETTO E., NORI F., POZZO T., "Evidence for composite cost functions in arm movement planning: An Inverse Optimal Control Approach", <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22022242>, 2011.
- BERRET B., BISIO A., JACONO M., POZZO T., "Reach endpoint formation during the visuomotor planning of free arm pointing", *Eur J Neurosci*, 40, 10, 2014, p. 3491-3503.
- BISIO A., STUCCHI N., JACONO M., FADIGA L., POZZO T., "Automatic versus voluntary motor imitation: effect of visual context and stimulus velocity", <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0013506>, 2010.
- BISIO A., CASTERAN M., BALLAY Y., MANCKOUNDIA P., MOUREY F., POZZO T., "Motor resonance mechanisms are preserved in Alzheimer's disease patients", *Neuroscience*, 11, 222C, 2012, p. 58-68.
- BIZZI E., CHEUNG V.C., D'AVELLA A., SALTIEL P., TRESCH M., "Combining modules for movement", *Brain Res Rev*, 57, 2008, p. 125-133.
- BUYTENDIJK J., «Le cerveau et l'intelligence», *Journal de Psychologie*, 1931.
- CHIOVETTO E., BERRET B., POZZO T., "Tri-dimensional and triphasic muscle organization of whole-body pointing movements", *Neuroscience* 17, 4, 2010, p. 1223-1238.
- CHIOVETTO E., BERRET B., DELIS I., PANZERI S., POZZO T., "Investigating reduction of dimensionality during single-joint elbow movements:

- a case study on muscle synergies”, <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fncom>, 2013.
- CISEK P., KALASKA J.F., “Neural mechanisms for interacting with a world full of action choices”, *Annu Rev Neurosci*, 33, 2010, p. 269-298.
- CISEK P., KALASKA J.F., “Simultaneous encoding of multiple potential reach directions in dorsal premotor cortex”, *J. Neurophysiol.*, 87, 2002, p. 1149–1154.
- DELIS I., BERRET B., POZZO T., PANZERI S., “Quantitative evaluation of muscle synergy models: a single-trial task-decoding approach”, <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fncom.2013.00008/abstract>, 2013.
- DELIS I., PANZERI S., POZZO T., BERRET B., “A unifying model for decomposing muscle activity in motor tasks using concurrent spatial and temporal modularity”, *J Neurophysiol*, 11, 3, 2014, p. 675-693.
- DESCOLA P., *Par-delà nature et culture*, Paris: Gallimard, 2005.
- FRISTON K., “The free-energy principle: a unified brain theory?”, *Nat Rev Neurosci*, 11, 2010, p. 127-138.
- FUKSON O.I., BERKINBLIT M.B., FELDMAN A.G., “The spinal frog takes into account the scheme of its body during the wiping reflex”, *Science*, 209, 1980, p. 1261-1265.
- GLUTH S., RIESKAMP J., BÜCHEL C., “Neural evidence for adaptive strategy selection in value-based decision-making”, *Cereb Cortex*, 24, 8, 2014, p. 2009-2021.
- HAGGARD P., “Human volition: towards a neuroscience of will”, *Nat. Rev. Neurosci.*, 9, 2008, p. 934–946.
- HAITH A.M., REPPERT T.R., SHADMEHR R., “Evidence for hyperbolic temporal discounting of reward in control of movements”, *J Neurosci*, 22, 32, 2012, p. 11727-1736.
- HART C.B., GISZTER S.F., “A neural basis for motor primitives in the spinal cord”, *J Neurosci*, 30, 2010, p. 1322-1336.
- HELMHOLTZ H. von, *Handbuch der physiologischen Optik*, Leipzig: Vos, 1866.
- JEANNEROD M., *La fabrique des idées*, Paris: O. Jacob, 2011.
- LACQUANITI F., TERZUOLO C., VIVIANI P., “The law relating the kinematic and figural aspects of drawing movements”, *Acta Psychologica*, 54, 1983, p. 115-130.
- LIBET B., “Unconscious cerebral initiative and the role of conscious will in voluntary action”, *Behav Brain Sci*, 8, 1985, p. 529-566.

- MAZZONI P., HRISTOVA A., KRAKAUER J. W., “Why don't we move faster? Parkinson's disease, movement vigor, and implicit motivation”, *J Neuroscience*, 4, 27, 2007, p. 7105-7116.
- MERLEAU-PONTY M., *La structure du comportement*, Paris: Presses Universitaires de France, 1960.
- MOGI K., “Free will and paranormal beliefs”, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24765084>, 2014.
- MUNOZ D. P., PELISSON D., GUITTON D., “Movement of neural activity on the superior colliculus motor map during gaze shifts”, *Science*, 251, 1991, p. 1358-1360.
- PAPAXANTHIS C., PAIZIS C., POZZO T., STUCCHI N., “The Relation between Geometry and Time in Mental Actions”, <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0051191>, 2012.
- PLFÜGER E., *Die sensorischen Functionen des Rückenmarks der Wirbelthiere. Nebst einer neuen Lehre über die Leitungsgesetze der Reflexionen*, Berlin: Hirschwald, 1853.
- PROUST J., “Rationality and metacognition in non-human animals”, in HURLEY S. and NUDDS M. (eds.) *Rational animals?*, Oxford: Oxford University Press, 2006.
- RICŒUR P., *Philosophie de la volonté*, I. *Le volontaire et l'involontaire*, Paris: Aubier, 1950.
- RIZZOLATTI G., CRAIGHERO L., “The mirror-neuron system”, *Annu. Rev. Neurosci.* 27, 2004, p. 169-192.
- SHADMEHR R., WISE S. P., *Computational Neurobiology of Reaching and Pointing: A Foundation for Motor Learning*, Cambridge MA: MIT Press, 2005.
- SCHOPENHAUER A., *Essai sur le libre arbitre*, Paris: Rivage, 1992.
- SHERRINGTON C. S., *The Integrative Action of the Nervous System*, New York: Charles Scribner's Sons, 1906.
- WHYTT R., *An essay on the Vital and other Involuntary Motion of Animals*, Edinburgh: Hamilton, Balfour, and Neill, 1751.
- WOLPERT D. M., FLANAGAN J. R., “Motor prediction”, *Curr Biol.* 11, 2001, p. 729-732.
- WOLPERT D. M., LANDY M. S., “Motor control is decision-making”, *Curr. Opin. Neurobiol.*, 22, 2012, p. 996-1003.
- WU S. W., DELGADO M. R., MALONEY L. T., “The neural correlates of subjective utility of monetary outcome and probability weight in economic and in motor decision under risk”, *J Neurosci*, 31, 27, 2011, p. 10115.