

Deux paradoxes des sciences cognitives

Autor(en): **Froidevaux, Hubert**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Actes de la Société jurassienne d'émulation**

Band (Jahr): **106 (2003)**

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-685028>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Deux paradoxes des sciences cognitives

Hubert Froidevaux

Dans la vie culturelle, religieuse, scientifique, politique,... Enfin quoi ! Dans la vie, une question rampe dans les âmes humaines : qui est l'être humain ? Qu'est la nature humaine ? Les réponses aux questions que je vais suggérer ont beaucoup à voir avec l'idée que nous nous faisons de l'être humain.

Dans leur livre : *Comment la matière devient conscience*, G. M. Edelman (Prix Nobel) et G. Tononi donnent deux citations expliquant ce que Schopenhauer appelait le « nœud du monde ».

En 1940 dans *Man on his Nature*, le neurophysiologiste Charles Sherrington écrivait : « Quand je tourne mon regard vers le ciel, je vois le dôme aplati du ciel et le disque brillant du soleil, ainsi que cent autres choses visibles au-dessous. Par quelles étapes en arrive-t-on là ? Un rayon de lumière venu du soleil entre dans l'œil et se concentre sur la rétine. Cela donne lieu à un changement, lequel à son tour voyage jusqu'à la couche nerveuse située en haut du cerveau. Toute la chaîne de ces événements, du soleil au haut de mon cerveau, est physique. Chaque étape est une réaction électrique. Mais maintenant se produit un changement qui n'a plus rien à voir avec ce qui a conduit à lui et que nous ne pouvons pas du tout expliquer. Une scène visuelle se présente à l'esprit : je vois le dôme du ciel et le soleil, et cent autres choses visuelles dessous. En fait, je perçois un tableau du monde qui m'entoure. »

Et Bertrand Russell : « Nous supposons qu'un processus physique commence avec un objet visible, voyage vers l'œil, s'y change en un autre processus physique et provoque d'autres processus physiques encore dans le nerf optique pour finir par produire certains effets dans le cerveau, en même temps que nous voyons l'objet par lequel a commencé le processus, la vue étant quelque chose de « mental », de totalement différent des processus physiques qui la précèdent et l'accompagnent. Cette vision est si étrange que les philosophes ont inventé toutes sortes de théories censées lui substituer quelque chose de plus plausible. »

Reprenons brièvement une description du fonctionnement du sens de la vue. Par la partie avant de l'œil, contenant la cornée transparente, pénètre la lumière. Celle-ci est transmise et concentrée à travers le

cristallin sur la rétine où elle forme une image inversée de l'objet regardé. Sur le fond de l'œil, des réactions chimiques photosensibles excitent des cellules nerveuses. Et par le canal du nerf optique sont transmises, jusqu'au cerveau, des impulsions électrochimiques. On sait aussi que l'activité visuelle induit une activité de certaines parties du cerveau. Tout cela a été étudié, est étudié et continuera à être étudié dans le détail. La physique, la chimie, la physiologie, etc. de l'œil, du nerf optique, des zones du cerveau activées (dans le processus visuel), sont de mieux en mieux connues. Les techniques de l'imagerie cérébrale ou cérébroscopie permettent de visualiser les zones de l'activité du cerveau lorsque le sujet voit, entend, lève le bras gauche, additionne 2 et 3 ou se gratte n'importe où, etc. On peut jouer à l'infini avec ce genre d'expériences.

Mais comment le cerveau transforme-t-il les signaux arrivant, en la perception que j'ai de la chaise qui se trouve devant moi: c'est cela le «nœud du monde» de Schopenhauer.

Il faut bien comprendre: l'image sur la rétine de la chaise, (cette image est inversée) disparaît complètement, et ce qui arrive au cerveau par le nerf optique, ce sont uniquement des signaux électrochimiques. Et ces signaux activent certaines régions du cerveau spécifiques à l'activité visuelle. Cette activité est de nature physico-chimique. Mais où se trouve donc cachée l'information chaise que je vois là devant moi?

Il existe une littérature contemporaine très abondante concernant des extensions du «nœud du monde». Sous la forme actuelle il se nomme: le cerveau et l'esprit – le corps et l'esprit – la pensée et le corps; la matière et l'esprit... Les conceptions prédominantes dans l'étude de ces problèmes recherchent comment le cerveau, conçu comme récepteur de signaux venant de l'extérieur, par les voies des sens, produit l'information. Ou bien: comment le cerveau produit-il la pensée? Ou bien: «penser c'est calculer». Il faut noter que tout cela n'est pas très nouveau. En 1844, Cabanis écrivait dans *Rapports du physique et du moral de l'homme*: «Pour se faire une idée juste des opérations dont résulte la pensée, il faut considérer le cerveau comme un organe particulier, destiné spécialement à la produire; de même que l'estomac et les intestins à opérer la digestion, le foie à filtrer la bile, les parotides et les glandes maxillaires et sublinguales à préparer les sucs salivaires». (cité dans Rudolf Steiner, *La philosophie de la liberté*).

L'attitude matérialiste est la règle générale. Mais elle n'est pas toujours pure et dure. Parfois elle est bien difficile à déceler, car tout est emberlificoté et manque singulièrement de clarté. Cela est bien naturel, puisque chaque chercheur ou groupe de chercheurs a sa petite idée sur le sujet. En tous les cas, c'est un énorme domaine de recherches et d'études, hyperinterdisciplinaire: mathématiques, informatique, physique, chimie, physiologie, psychologie expérimentale, sciences cognitives, etc. qui constituent les neurosciences.

De nombreux avantages collatéraux résultent de tous ces travaux. En effet notre connaissance du fonctionnement du système neurosensoriel devient bien meilleure. Et en cas de dysfonctionnement de ce dernier, les interventions sont plus efficaces. Mais le «nœud de Schopenhauer» est toujours noué.

Pour donner une idée des considérations que des chercheurs font sur le vaste problème des neurosciences, je vous livre quelques citations extraites des ouvrages donnés en références.

Dans l'ouvrage, *La science : dieu ou diable ?* Guitta Pessis-Pasternak (G. P.-P.) relate ses interviews d'éminents chercheurs internationaux d'aujourd'hui :

– **Jean-Pierre Changeux (J.-P. C., p. 75-78)**

J.-P. C. – Le cerveau «reconstruit» la couleur en extrayant, à l'aide du contexte coloré, un invariant de la surface émettrice : *sa réflectance*. Et dans une aire spécialisée du cortex cérébral se rencontrent des neurones qui répondent à la couleur effectivement perçue plutôt qu'aux longueurs d'onde. Il s'agit d'un modèle extrêmement intéressant à partir duquel on peut réfléchir sur les processus intervenant dans la compréhension du tableau.

G. P.-P. – Et pourquoi ce titre «L'Âme au corps» ?

J.-P. C. – Pour attirer l'attention du public sur les productions du cerveau que sont l'«art» et la «science». Le mot «âme» est pris dans le sens cerveau, organe de l'âme qui est, comme vous le savez, le titre du premier chapitre essentiellement historique de «L'Homme neuronal».

– **Alain Berthoz (A. B., p. 90)**

G. P.-P. – Si la perception n'est pas «représentation» mais «interprétation», donc subjective, la réalité serait-elle alors différente pour chacun ?

A. B. – Certainement. Le cerveau est un générateur d'hypothèses qui projette sur le monde ses préperceptions. Par exemple, un geste nous paraîtra «menaçant» ou «amical» suivant l'intention que nous attribuons à son auteur. D'ailleurs, l'imagerie cérébrale révèle que les premiers neurones de relais visuel dans le cortex sont activés, même dans le noir, par des images venues de la mémoire. Cette influence venue des profondeurs du cerveau va donc modifier mon interprétation d'un visage, d'un objet. Ainsi, suivant mon passé, les idéologies, les idées que j'ai acquises, mon interprétation de la même scène différeront de celles d'une autre personne. On dit d'ailleurs que l'on «voit ce que l'on cherche». Les Grecs avaient eu cette intuition : ils pensaient que le cerveau projetait un «feu» sur les objets.

– **François Vital – Durand (F. V.-D., p. 100)**

G. P.-P. – Quel est le support biologique de l'image ?

F. V.-D. Pour le physiologiste, la traque des mécanismes cellulaires responsables de ce type de perception se poursuit sur le territoire du

cognitif. Il n'oublie pas que l'étape sensorielle saisit les données que sélectionne le fait de voir. La construction de l'image mentale requiert une approche globale de la nature des interactions entre des événements nerveux qui se choisissent selon des règles ubiquitaires. La recherche des mécanismes d'identification s'appuie sur les conséquences des lésions cérébrales qui, chez l'homme, altèrent la reconnaissance. L'imagerie médicale permet d'entrevoir les volumes de ce que l'électrode explore à l'échelle infinitésimale.

A l'aube du XX^e siècle, le chercheur a le sentiment que le voile qui recouvre la connaissance des mécanismes d'apprentissage de la perception est à peine soulevé.

– **Jean-Pierre Dupuy (J.-P. D., p. 136)**

G. P.-P. – Pourquoi les sciences cognitives prétendent-elles que « penser, c'est calculer » ?

J.-P. D. Lorsque je pense, je me souviens, je désire, je crois, je décide, etc., ce n'est pas un fantôme dans la machine cérébrale, un *homunculus* caché, qui est le sujet de ces prédicats – c'est la machine elle-même, sous la forme, par exemple, d'un réseau de neurones. Il n'y a pas de fantôme dans la machine, il n'y a pas de centre de la subjectivité, comme y insiste un Dan Dennett. Les attributs de la subjectivité sont des effets émergents produits par le fonctionnement spontané, « auto-organisé », d'une organisation complexe en forme de réseau. Les spécialistes de sciences cognitives qui défendent ce genre de thèses utilisent des expressions étranges pour les dire. Ils parlent de *selfless selves*, d'« egos non égoïques », de « processus sans sujet ». Ce sont là des formules qu'un structuraliste comme Althusser, par exemple, a employées ou aurait pu employer.

– **Pierre Papon (P. P., p. 169)**

G. P.-P. – Seriez-vous d'accord avec la « démystification », de Paul Feyerabend, selon laquelle les découvertes scientifiques ne sont pas toujours des processus rationnels, logiques ou méthodiques, mais sont aussi dues à l'intuition. A l'erreur, voire à la « propagande », comme dans le cas de Galilée ?

P. P. – Je n'irai pas jusqu'au bout de cette pensée, mais il est vrai que, pour sortir d'une impasse, un scientifique peut être amené à formuler une hypothèse qui ne paraît pas être dans le prolongement logique de ses raisonnements habituels.

G. P.-P. – Ce qui reviendrait à dire que l'innovation scientifique pourrait émaner aussi bien du cerveau droit que du cerveau gauche ?

P. P. – Probablement.

G. P.-P. – Peut-on alors supposer que, pour être un « bon » scientifique, il faut, au-delà d'une vaste connaissance et d'un travail ardu, posséder aussi une fructueuse imagination ?

P. P. – C'est certain ! Pour faire de la bonne science, il faut parcourir un chemin jalonné de réflexions, de calculs et de vérifications expérimentales : tout un protocole régi par des lois canoniques. Mais souvent, pour sortir des chemins battus et progresser, il faut savoir faire intervenir le discontinu, c'est-à-dire l'imagination créatrice.

– Comment la matière devient conscience (p. 216 et 255)

Considérons maintenant l'aspect entrant, à savoir comme certains processus neuronaux inconscients peuvent avoir un effet sur le noyau. Exemple évident : l'activité neuronale inconsciente qui a lieu à la périphérie sensorielle. Comme nous l'avons déjà mentionné lorsque nous percevons consciemment une scène visuelle qui a un sens et est cohérente et relativement stable, une énorme quantité d'activité neuronale a lieu dans la rétine et dans d'autres structures visuelles primaires dont nous n'avons pas conscience. Cette activité neuronale est nécessaire pour s'adapter aux niveaux généraux de lumière ; pour augmenter le contraste ; pour détecter des mouvements cohérents ; pour identifier des bords ; pour regrouper les objets et les séparer les uns des autres ainsi que par rapport au fond ; pour découvrir le réfléchissement (couleur) indépendamment de la composition de la lumière qui les illumine ; pour les identifier malgré leurs changements de position, d'orientation ou de taille ; et pour extraire un grand nombre de traits invariants et plus abstraits qui sont essentiels à la reconnaissance. En résumé, cette activité neuronale est nécessaire pour que la perception reflète les propriétés de l'environnement. Des considérations similaires valent pour d'autres processus sensoriels, par exemple ceux qui sont responsables de phénomènes comme le découpage du langage.

Quelles que soient la puissance ou les limites du processus de pensée qui est incarné et qui est le résultat de la sélection naturelle et de la sélection de groupes de neurones, ce processus de pensée a donné naissance à une propension remarquable à poser des questions sur la signification ultime des choses – autrement dit, des questions philosophiques. La métaphysique, qui traite de la nature profonde de la réalité, et l'épistémologie, qui traite des bases et des justifications de la connaissance et de la croyance, représentent deux grands pans de la philosophie. Ces deux domaines sont dans une certaine mesure liés, et ils mordent sur d'autres préoccupations humaines liées, par exemple, aux valeurs éthiques et esthétiques. Une théorie de la conscience a-t-elle des conséquences sur notre façon d'aborder ces questions ? Nous le croyons.

La meilleure manière de justifier cette conviction consiste sans doute à examiner certains points d'épistémologie et de métaphysique, et de voir quels sont leurs liens avec les questions scientifiques. Nous croyons qu'il existe un monde réel, celui qui est décrit par les lois de la physique qui semblent pour lors s'appliquer partout. En tant qu'êtres humains, nous devons suivre sans exception ces lois, parce que nous avons évolué

dans ce monde-ci depuis nos lointaines origines animales. En tant que systèmes vivants, nous sommes également soumis à des contraintes évolutives indépendantes des lois de la physique. La conscience, bien qu'elle soit très particulière, est le produit d'innovations évolutives touchant la morphologie du corps et du cerveau. L'esprit naît du corps et de son développement; il est incarné et fait donc partie de la nature. Tous ces énoncés dérivent de ce que nous avons appelé au chapitre 2 le «présupposé évolutionniste», qui tous deux sous-tendent notre théorie.

– **De: Gödel, Escher, Bach (p. 626 et 652)**

Nous en sommes maintenant au point où nous pouvons développer une des thèses centrales de ce livre, à savoir que tout aspect de la pensée peut être considéré comme une description de haut niveau d'un système qui, à un niveau inférieur, est géré par des règles simples, voire formelles. Le «système» en question est bien entendu le cerveau, à moins que l'on parle de processus de réflexion émergeant d'un autre milieu, tels les circuits d'un ordinateur. L'image est celle d'un système formel sous-tendant un «système informel» capable, par exemple, de faire des calembours, de découvrir des régularités en mathématiques, d'oublier les noms des gens, de faire des erreurs monumentales aux échecs, etc. Voilà ce que nous voyons de l'extérieur: son niveau logiciel, apparent et informel. Par contre, son niveau matériel, le «substrat» formel, est caché et composé d'un mécanisme formidablement compliqué effectuant des transitions d'un état à un autre selon des règles qui sont physiquement incorporées dans lui-même et réagissant aux événements extérieurs auxquels il est sensible.

Une telle image du cerveau est, inutile de le dire, lourde de conséquences philosophiques et autres que nous examinerons en détail au cours du présent chapitre. Cette vision semble impliquer, entre autres, que le cerveau est, au fond, une sorte d'«objet mathématique». C'est, au mieux, une vue très maladroite du cerveau car même si, dans un sens technique et abstrait, le cerveau est un type de système formel, il n'en reste pas moins vrai que les mathématiciens ne travaillent qu'avec des systèmes simples et élégants où tout est très clairement défini, ce qui est loin d'être le cas du cerveau, avec ses quelque cent milliards de neurones semi-indépendants reliés entre eux de façon quasi aléatoire. Les mathématiciens n'étudieraient donc jamais les réseaux d'un véritable cerveau. Si vous définissez les «mathématiques» comme ce qu'aiment faire les mathématiciens, alors il est certain que l'étude scientifique du cerveau n'est pas un travail de mathématicien.

Il est donc extrêmement intéressant de réfléchir à la signification du mot «forme» tel qu'il s'applique aux constructions de géométries arbitrairement complexes. A quoi réagissons-nous lorsque nous regardons un tableau et ressentons sa beauté? Est-ce à la «forme» de ses lignes et points sur notre rétine? C'est évidemment ça, puisque c'est sous cette

forme-là que son contenu est transmis aux mécanismes d'analyse de nos cerveaux, mais la nature complexe du traitement effectué nous donne l'impression de ne pas être en train de regarder une simple surface à deux dimensions; nous réagissons à une sorte de signification interne du tableau, un aspect multidimensionnel piégé d'une manière ou d'une autre dans ces deux dimensions. C'est le mot «Signification» qui compte ici. Nos cerveaux sont équipés d'interprètes qui reçoivent des formes à deux dimensions pour en «extraire» ensuite des concepts à plusieurs dimensions qui sont tellement complexes qu'ils échappent à toute description consciente. Nos réactions à la musique sont d'ailleurs du même type.

– Comment fonctionne l'esprit, p. 29 à 75

La structure complexe de l'esprit, tel est le sujet de cet ouvrage. Son idée clé peut se résumer en une phrase: l'esprit est un système d'organes de computation élaboré par la sélection naturelle pour résoudre les différents types de problèmes que nos ancêtres ont rencontrés dans leur mode de vie de chasse et de cueillette, en particulier pour comprendre et maîtriser les objets, les animaux, les plantes et les autres individus. Cette formule peut se décomposer en plusieurs affirmations. La pensée, c'est ce que fait le cerveau, en particulier il traite l'information, et la réflexion est un type de computation.

Prenez notre premier problème, la vision. Une machine capable de voir doit résoudre un problème qu'on appelle le démontage en optique. L'optique ordinaire est la branche de la physique qui permet de prévoir comment un objet d'une certaine forme, d'une certaine matière et sous un certain éclairage, projette la mosaïque de couleurs qu'on appelle l'image rétinienne. L'optique est un domaine bien connu, elle est utilisée dans le dessin, la photographie, l'ingénierie de la télévision et, plus récemment, en informatique dans les graphiques et la réalité virtuelle. Or le cerveau, lui, doit résoudre le problème inverse: l'entrée, c'est l'image rétinienne, et la sortie, c'est une spécification des objets, présents dans le monde extérieur et de la matière dont ils sont faits, c'est-à-dire ce que nous savons que nous voyons. Et c'est là qu'est la difficulté. Le démontage en optique est ce que les ingénieurs appellent un «problème mal posé». Il n'a littéralement aucune solution. De même qu'il est facile de multiplier certains nombres et d'en donner le produit, mais impossible de prendre un produit et de donner les nombres qui ont été multipliés pour l'obtenir, l'optique est facile, mais le démontage en optique est impossible. Pourtant, votre cerveau le pratique chaque fois que vous ouvrez le réfrigérateur et que vous en sortez un bocal. Comment est-ce possible?

La réponse, c'est que *le cerveau fournit les informations manquantes*, les informations sur le monde dans lequel nous avons évolué, et sur la manière dont il réfléchit la lumière. Si le cerveau visuel «présuppose»

qu'il vit dans un monde d'un certain type – un monde éclairé de manière régulière, et constitué essentiellement de parties rigides avec des surfaces lisses uniformément colorées –, il peut deviner sans trop d'erreurs ce qui se trouve ici-bas. Comme nous l'avons vu plus tôt, il est impossible de distinguer le charbon de la neige à partir de la luminosité de leur projection rétinienne. Or, admettons qu'il existe un module pour percevoir les propriétés des surfaces, dans lequel est intégré le présupposé que «le monde est éclairé de manière régulière et uniforme»; ce module peut résoudre la question du charbon ou de la neige en trois étapes: soustraire tout gradient de luminosité d'un bord à l'autre de la scène, estimer le niveau moyen de luminosité de la scène entière et calculer la nuance de gris de chaque partie en soustrayant sa luminosité à la luminosité moyenne. Les déviations positives importantes de la moyenne sont alors vues comme des choses blanches, et les déviations négatives importantes comme des choses noires. Si l'éclairage est effectivement régulier et uniforme, ces perceptions tomberont juste en enregistrant les surfaces du monde extérieur. Comme il y a des siècles et des siècles que notre planète la terre confirme plus ou moins ce présupposé de l'éclairage régulier, la sélection naturelle aurait bien fait de l'intégrer.

Selon l'explication traditionnelle de l'intelligence, la chair humaine est pleine d'une entité non matérielle, l'âme, qui est vue habituellement comme un fantôme ou une émanation du corps. Mais cette théorie rencontre un problème insurmontable: comment ce spectre interagit-il avec la matière solide? Comment un rien éthéré répond-il à des éclairs de lumière, à des poussées et à des bips pour faire bouger bras et jambes? Un autre problème, c'est la preuve indéniable que l'esprit est l'activité du cerveau. L'âme prétendue immatérielle, nous le savons maintenant, peut être coupée en deux avec un couteau, modifiée par des substances chimiques, arrêtée ou remise en marche par l'électricité, et éteinte d'un coup sec ou par manque d'oxygène. Au microscope, la structure physique du cerveau apparaît dans une complexité renversante qui est bien à la hauteur de la richesse de l'esprit.

Une autre explication traditionnelle, c'est que l'esprit vient d'une certaine forme de matière extraordinaire. Pinocchio était animé par un bois d'essence magique trouvé par Geppetto, et qui parlait, riait et bougeait tout seul. Hélas, personne n'a jamais découvert cette substance merveilleuse. On pourrait d'abord penser que c'est le tissu du cerveau. Darwin a écrit que le cerveau «sécète» l'esprit et, récemment, le philosophe John Searle a avancé que les propriétés physico-chimiques du tissu cérébral produisent l'esprit tout comme le tissu mammaire produit le lait, et le tissu végétal, le sucre. Or, rappelez-vous que les mêmes types de membranes, de pores et de substances chimiques se retrouvent dans le tissu cérébral de tout le règne animal, aussi bien que dans les tumeurs du cerveau et dans les cultures de tissu. Tous ces fragments de tissu ner-

veux ont les mêmes propriétés physico-chimiques, mais tous ne produisent pas une intelligence semblable à celle de l'être humain. Bien sûr, il existe dans le tissu du cerveau humain, *quelque chose* qui est nécessaire à notre intelligence, mais les propriétés physiques ne suffisent pas pour l'expliquer, pas plus que les propriétés physiques des briques ne suffisent pour expliquer l'architecture, et celles des particules d'oxyde pour la musique. Il y a dans l'organisation structurelle du tissu nerveux quelque chose qui est déterminant (fin de citation).

Comment voyons-nous le monde ? Essayons de caractériser notre manière de voir le monde. Nos conceptions du monde règlent, ou en tout cas inspirent toutes nos activités : les sciences, l'économie, les arts, l'éthique, les confessions religieuses, etc. Mais aussi notre façon de ressentir le monde. En fait, en notre temps, à bien y regarder c'est notre conception scientifique du monde qui mène le bal. Celle-là est mécaniste et matérialiste. Cette attitude a pénétré très profondément la civilisation occidentale. Et cela à tel point que nous perdons tout jugement critique à l'égard du mécanisme-matérialisme. Nous critiquons certains résultats scientifiques sans toujours nous rendre compte qu'ils sont inhérents à la doctrine mécaniste-matérialiste.

Nous oublions souvent que toutes les recherches scientifiques, toutes les activités industrielles, toutes les inventions, tous les ordinateurs, les voitures, etc. sont le fruit du travail des êtres humains. Et les outils de base sont les facultés humaines. « Et la méthode de base consiste en une manière d'exercer ces facultés. » (P. Bercut).

Nous nous rendons bien compte que nos facultés sont importantes pour toute notre existence, notre individualité et pas uniquement pour notre appréhension scientifique du monde. Demandons-nous quelles sont les facultés que nous utilisons dans nos acquisitions de connaissances, dans notre activité scientifique en général. Pour répondre à cette question nous devons choisir un exemple typique dans lequel les facultés utilisées se révèlent clairement.

Considérons Galilée (1564-1642). On sait qu'il construisit des lunettes astronomiques et observa le ciel autrement qu'à l'œil nu et cela pour la première fois par un être humain (1609). On peut lire dans les livres que, regardant la lune (pleine), il ne la vit pas comme une boule lisse dans le ciel mais couverte de vallées et de montagnes. Or cela ne s'est pas du tout passé ainsi. Dans son *Messenger des étoiles* il décrit ses observations de la lune. Ce n'est pas de ses observations seules qu'il en déduisit la présence de vallées et de montagnes, mais il y ajouta la pensée. Voici une de ses citations particulièrement claire : « Les apparences qui m'ont conduit à ces conclusions (présence de trous et de saillies) sont les suivantes : quatre ou cinq jours avant la nouvelle lune, quand la lune a des cornes brillantes, la limite entre l'ombre et la lumière n'est

pas du tout une ligne uniforme, comme sur une sphère parfaite, mais au contraire elle est accidentée, irrégulière et pleine de zigzags.»

Et nous, lorsque nous regardons la lune à travers un télescope ou une lunette, on nous a déjà dit: tu verras les vallées, les montagnes, les plaines..., et évidemment nous voyons ces reliefs lunaires et nous croyons cela évident. Galilée observe avec exactitude à travers sa lunette, il a confiance en ses perceptions. Dans toute activité scientifique nous observons aussi exactement que possible les phénomènes. Dans l'histoire des sciences, on remarque qu'une observation méticuleuse conduit aux grandes découvertes. Il faut que l'observation soit objective, que l'observateur reste neutre, froidement, comme un botaniste observant une rose ou une mauvaise herbe. Il est bien évident que Galilée est un observateur neutre. S'appuyant sur ses observations qu'il confronte les unes aux autres (par sa pensée), il essaie de comprendre (pensées) comment est organisé le relief lunaire. Et cette attitude de Galilée est celle sur laquelle reposent toutes nos sciences.

Les exigences de base que sont l'empirisme et la pensée rationnelle comportent (selon Bercut) implicitement au moins deux présupposés majeurs:

a) La confiance absolue dans la faculté de penser en tant que seul critère objectif pour la conduite des idées;

b) La confiance absolue en la faculté de perception sensible sur laquelle elle fait reposer l'intégralité de ses observations.

Digression apparente

Donnons un exemple, suggéré par Ali Gherbi montrant que l'on peut prétendre philosopher sans observer ni penser.

Dans son très médiatisé *L'homme-dieu ou le sens de la vie*, Luc Ferry résout à sa manière la question posée (pp. 50 et 51). «Lorsque j'ouvre les yeux sur le monde il m'apparaît de manière indiscutable comme non créé par ma propre conscience. J'ai donc, en moi (immanence), le sentiment contraignant du «hors de moi» (transcendance).» Après quelques digressions, Luc Ferry donne sa solution en exposant un «exemple fameux»: «... lorsque je dis que je «vois» un cube, je n'aperçois jamais en vérité que trois faces de celui-ci. Ce qui est au sens strict, «effectivement immanent» en moi, ce sont les trois faces, non le cube comme tel, dont les six faces, qui ne peuvent être vues «d'un seul coup» transcendent toujours ce qui est réellement donné dans ma représentation subjective. Et pourtant cette transcendance est bien, en un autre sens, aussi «en moi»: je n'ai besoin d'aucune démonstration pour «savoir» que j'ai en face de moi un cube. Nul ne dira: «je vois là trois carrés et j'en déduis

que je dois avoir affaire à un cube...». Il n'est pas faux d'affirmer que ma perception contient «plus que ce qu'elle contient». Et un peu plus bas, après un autre exemple semblable à propos de l'ouïe, Luc Ferry conclut: «Il doit donc être possible de décrire la transcendance sans quitter la sphère de l'immanence».

Si nous comparons cette conclusion à la première phrase dans laquelle nous est donné le sens que Luc Ferry donne à immanence et transcendance, nous obtenons: il doit donc être possible de décrire ce qui est «hors de moi» sans quitter la sphère de ce qui est «en moi».

Cela n'est rien d'autre que l'opinion de D. C. Dennett, un des pontes des sciences cognitives. Dans des propos recueillis par Christian Delacampagne (prof. de philo) et parus dans la *Recherche* de septembre 1999, on peut lire la profession de foi: «Nous savons aujourd'hui que chacune de nos idées, chacun de nos rêves, chacun de nos états d'esprit n'est rien d'autre qu'un événement qui se produit dans notre cerveau. Cette vue matérialiste est, désormais, communément acceptée»..

Tout cela permet à Luc Ferry d'accéder à «une spiritualité authentique». Parler d'esprit ou de spiritualité dans ce genre de considérations est vraiment abusif et mystificateur.

Examinons de plus près la démarche décrite ci-dessus pour reconnaître qu'un corps est cubique. A moins de savoir a priori que l'objet est un cube, il sera impossible de le connaître par cette méthode; ou alors le décideur sera facilement berné. En vérité pour décider de la forme du corps qui se trouve là, devant moi j'expérimente, j'observe et je pense. La première relation que j'établis entre l'objet et moi est purement sensorielle, je vois l'objet (à moins que je le heurte!), je prends donc conscience de la présence de l'objet. Si pendant cette phase je réussissais à suspendre toutes pensées, je me rendrais compte qu'il n'y a aucune connaissance de l'objet.

Si je veux en connaître la forme, ma pensée doit s'activer. Des idées, des concepts doivent être apportés dans ma pensée. Je dois m'assurer qu'il n'y a pas que les trois faces que je vois là devant moi. Je change de point de vue. Il faut penser. Supposons qu'après cela, je sache que le corps a six faces planes. Ce sont des pensées. Je dois encore m'assurer que les six faces sont des carrés égaux. C'est une pensée. Pour cela il faut mesurer des longueurs et des angles: j'expérimente et je pense. Ou bien si la précision m'indiffère, je puis évaluer, les observant et pensant, les angles et les longueurs.

Et enfin conclure dans un acte de connaissance, unissant en un tout observations et pensées, que là devant moi se trouve un corps de forme cubique. Il est certain que sans mon activité pensante je ne peux pas conclure à la forme cubique.

Tout ce parcours peut se dérouler en très peu de temps, et il est courant d'oublier que nous pensons, d'oublier le penser.

Rudolph Steiner dans *La philosophie de la liberté* observe et analyse le penser et pp. 46 et 47 il écrit: «Telle est la nature spécifique du penser, le penseur oublie le penser au moment où il l'exerce. Ce n'est pas le penser qui l'occupe, mais l'objet du penser qu'il observe». «En d'autres termes: tandis que je pense, je ne regarde pas mon penser que je produis moi-même, mais je regarde l'objet du penser que je ne produis pas.»

Deux préjugés

Lorsqu'on lit attentivement et consciemment en s'investissant réellement, cette littérature, on constate que dans l'exposé (et la réalisation) des expériences, des raisonnements, des calculs, etc., enfin dans tout ce qui est technico-scientifique, tout est clair, convenable et compréhensible – même si tout cela est complexe et compliqué. Mais au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la partie vraiment scientifique – même dans un sens très large – l'hypothétique et le flou s'installent. Alors, à mon avis, l'argumentation relève plus de l'idéologie que de la science. En fait il me semble qu'inconsciemment l'on veuille justifier deux préjugés. Les voici, sans nuances!

Primo: nos perceptions, ou plutôt le contenu de nos perceptions n'ont rien à voir avec ce que communément on appelle la réalité (subjectivité de nos perceptions)

Secondo: c'est le cerveau qui pense.

On trouve cela exprimé dans 1-2-3-4-5-9-11-12-13. Denett, dans l'article de *Construire* (en référence) donne ses préjugés en termes dépourvus d'équivoques... Le problème est que nous continuons à penser comme si nous avions une âme, parce qu'à l'instar de Descartes, nous ne cessons de nous demander: qui donc est ce «je» qui pense dans ma tête? On tend alors à le croire immatériel ce «je». Mais il ne l'est pas. Pas plus que le *hardware* d'un ordinateur. Et la question du journaliste: mon dieu! ne sommes-nous que des robots? Des combinaisons électrochimiques!? Il répond: mais oui! En ce sens nous sommes tous des robots! De génie peut-être mais des robots quand même...

Il n'est pas facile de se dépêtrer de toutes ces affirmations dites scientifiques, et il n'est pas question de les réfuter de front, elles sont ancrées dans notre civilisation. Cependant il est permis de se poser des questions, d'être critique, de ne pas y croire, d'étudier d'autres manières d'appréhender le monde. Dès lors je vais vous exposer quelques arguments et expériences qui peuvent nous conduire à douter de la justesse des deux propositions.

La plupart des idées, je les dois à la lecture de deux œuvres de Rudolf Steiner *Vérité et Science* et *Philosophie de la liberté*.

Une première remarque

Les deux propositions, qualifiées de préjugés, ne peuvent en aucun cas être considérées comme découlant logiquement de toutes les études, travaux, mesures, expériences, etc., sur le système neurosensoriel de l'être humain. La science mécaniste-matérialiste montre comment les processus physiques, chimiques, biologiques, etc., conditionnent notre pensée, notre mémoire, notre conscience, nos perceptions... Il n'est en aucune façon prouvé que ces processus déterminent ces facultés. Et vous pouvez chercher, lire et relire, réfléchir, vous ne trouverez pas de lien de cause à effet entre les processus physiologiques et les processus psychiques.

Utilisons une comparaison: un immense et complexe réseau de distribution d'électricité conditionne le fait que nous utilisons de l'énergie électrique. Mais en aucun cas ce réseau ne produit de l'électricité. Il n'y a pas de relation de cause à effet entre la production d'électricité et le réseau de distribution. Entre les deux il y a des relations, mais pas de relation de cause à effet.

Chaque matin lorsque vous vous rendez au travail vous rencontrez les mêmes personnes. Direz-vous que vous êtes la cause de ces rencontres? Bien évidemment que non. Vous expliquerez ces rencontres par de tout autres relations que des relations de cause à effet entre vous et les personnes rencontrées.

Perceptions sensorielles

Les deux préjugés que sont la subjectivité de nos perceptions sensorielles et que c'est le cerveau qui pense sont sournoisement entrés dans notre manière de voir le monde. Ces deux affirmations sous des formes plus ou moins tempérées se retrouvent dans les médias ordinaires et dans la vulgarisation scientifique.

Rudolf Steiner dans la *Philosophie de la liberté* met en évidence une contradiction dans l'établissement de la subjectivité de nos perceptions sensorielles. Autrefois, on exprimait ceci par «le monde est ma représentation». Essayons de montrer la contradiction. Toutes les expériences, les observations, les déductions, les mesures, etc., faites dans l'étude du système neurosensoriel, le sont en respectant les exigences de base sur lesquelles repose toute notre activité scientifique. Ces exigences de base sont données dans les deux présupposés majeurs. Celui concernant la perception sensorielle peut s'exprimer laconiquement par: «je crois ce que je perçois par mes sens». On comprend la contradiction! La subjectivité de nos perceptions sensorielles est établie en posant la

confiance en la réalité de nos perceptions sensorielles. Lorsqu'il observe le fonctionnement de l'œil, du nerf optique, du cerveau, qu'il met en relation des phénomènes, qu'il utilise toutes sortes de moyens et d'appareils extrêmement sophistiqués, le chercheur ne doute pas un instant de ses perceptions. Et il conclut à la subjectivité de ces mêmes perceptions. Cette théorie s'appuie sur ce qu'elle veut détruire. Elle s'appuie sur l'objectivité de nos perceptions pour en montrer la subjectivité. Et si l'on admet la subjectivité de nos perceptions, un des piliers sur lequel s'appuient toutes nos sciences s'effondre.

(Dans *Philosophie de la liberté*, au chapitre IV, «Le monde comme perception», il est donné une démonstration fouillée de ce paradoxe.)

Quelques conséquences de l'idée que la perception est subjective

Prenons le cours de chimie de Monnier et Zohle (édition de 1979). On y introduit la chimie par: chapitre 1, L'atome; chapitre 2, La molécule; etc. Pas d'observations, pas d'expériences, pas de pensées, uniquement des notions à admettre sans compréhension possible. Une phrase (p. 15): «Les diverses orbitales ont été établies sur des considérations mathématiques et physiques approfondies. Un étudiant débutant doit en admettre les résultats sans en saisir toute la portée». Bel acte de foi! En fait la chimie s'est construite comme toutes les sciences par l'observation, l'expérimentation et la pensée rationnelle. Les grandes lois de la chimie ont été découvertes par cette méthode. C'est par cette méthode qu'en particulier Lavoisier, Proust, Dalton et Gay-Lussac ont établi leurs lois. C'est par la suite qu'elles ont été expliquées par une théorie atomique. Or, les atomes ne sont pas immédiatement perceptibles. Cette pratique a envahi notre manière d'expliquer le monde: expliquer un phénomène immédiatement perceptible aux sens, par un (ou des) phénomène(s) qui ne l'est (le sont) pas. Il est admis, c'est même la pratique, que le scientifique explique par des théories et non par des perceptions. Insidieusement cette attitude est répandue depuis l'école primaire jusqu'à l'université. Pour s'en convaincre il suffit d'écouter les réponses du prof. Ma-boule aux questions des petits zèbres (RSR 1 à 12 h 10). Pour l'université n'importe quel cours scientifique vous le montrera.

Il faut faire ici une remarque essentielle: une théorie pour être considérée comme valable doit être confirmée par l'expérience en relation avec des perceptions sensorielles. Question: pourquoi ne doute-t-on pas des perceptions sensorielles de la validation de la théorie, alors que l'on doute des phénomènes perceptibles que l'on veut expliquer par la même théorie? C'est pourtant avec les mêmes organes que l'on perçoit tous les

phénomènes. De Pierre Bercut: «Les conséquences que l'on doit tirer de ce constat sont d'une extrême importance: soit le simple fait de percevoir engendre une franche coupure avec la réalité telle qu'elle est en elle-même, auquel cas la perception d'une vibration est aussi illusoire que celle du son ou de la couleur, soit la faculté de perception nous donne accès à une partie de la réalité, auquel cas la couleur et le son sont des phénomènes qu'il convient de prendre en compte à valeur égale de tout autre phénomène perçu.» Pour comprendre un phénomène nous devrions prendre en considération les perceptions qui lui sont concomitantes. Mais en aucun cas il ne faudrait expliquer une perception par une autre perception.

Et la pensée! (avec l'aide de P. Bercut)

Nous avons vu ce que l'on dit de la pensée. L'opinion la plus courante est: c'est le cerveau qui pense. De manière un peu moins provocante on dirait: la pensée est subjective. Essayons de confronter ces deux affirmations à notre expérience. «C'est le cerveau qui pense» signifie que certains processus physico-chimiques dans notre cerveau produisent la pensée.

Donc: le cerveau produit les idées, les concepts. Et le cerveau produit l'activité pensante, la faculté de penser.

Pour commencer on peut ressentir un certain malaise en disant consciemment: je pense que c'est mon cerveau qui pense. Mon cerveau pense que c'est mon cerveau qui pense «Je» et «mon»: qui est-ce? ou qu'est-ce?

Dans l'exemple de Luc Ferry (du cube) on se rend bien compte du rôle de la pensée. Il «oublie» la pensée qu'il remplace par: «... ma perception contient plus que ce qu'elle contient». C'est la pensée qui permet de relier de façon cohérente, en un tout cohérent, les observations. On le voit si l'on regarde le cube en s'abstenant de toutes pensées. De même si Galilée avait seulement observé la lune sans penser, il n'en aurait jamais compris le relief.

En s'observant attentivement on se convaincra que nos perceptions sensorielles sont incohérentes sans pensées.

Les pensées s'enchaînent selon leurs propres contenus et cela indépendamment des phénomènes matériels se déroulant dans le cerveau. Elles s'enchaînent selon la logique.

Ici on peut remarquer que la logique est une science expérimentale. Il faut penser, observer comment l'on pense et en déduire les lois de la logique. La logique n'est pas donnée a priori, c'est une discipline

expérimentale. C'est seulement dans la manière que nous avons de l'enseigner qu'elle est théorique.

Dans nos activités scientifiques nous établissons des lois. Les lois de la biologie, de la physique, etc. Prenons la loi d'Ohm; nous ne doutons pas qu'elle est indépendante de nous, qu'elle est objective et valable pour l'univers entier. C'est une pensée. Alors celui qui croit en la subjectivité de la pensée devrait se rendre compte que pour lui, la loi d'Ohm doit être considérée comme une production de son cerveau.

Le subjectiviste doit sérieusement se poser la question du lien entre le monde et les idées qu'il s'en fait. Le penseur matérialiste croit que la pensée émerge de la complexité de l'organisation du cerveau. Ainsi il croit qu'il comprendra la pensée lorsqu'il connaîtra l'interconnexion des neurones entre elles et entre groupes de neurones. Or dans le cerveau humain le nombre de neurones est d'environ cent milliards et le nombre de connexions (ou synapses) est d'environ un million de milliards. Par là, on voit que l'étude de la structure du cerveau n'est pas encore terminée! Cependant il faut bien dire et répéter que l'on connaît de mieux en mieux les effets de nos activités sur la structuration du cerveau humain. Par exemple, les connexions des neurones du cerveau d'une pianiste, dans certaines aires, ne sont pas les mêmes que celle d'un maçon. Ces structures sont concomitantes à l'activité mais elles n'en sont pas la cause.

Revenons à la loi d'Ohm. Les trois concepts de différence de potentiel, de résistance et de courant électrique sont liés par une relation, la loi d'Ohm. Comment se fait-il que ces concepts et cette loi aient quelque chose à faire avec le phénomène du passage du courant à travers une résistance, si c'est mon cerveau qui produit les concepts et la loi? La loi, l'idée, nous semble être inséparable du phénomène. De même dans la logique et les mathématiques, celle ou celui qui les pratique et observe rejettera que les règles, les lois, les théorèmes, etc. résultant de conventions. Au contraire il (elle) est bien certain (e) que tout cela est parfaitement objectif.

La logique, les lois sont des pensées. Exprimer: «c'est le cerveau qui pense», est une pensée. Nous ne sortons pas du monde des pensées. Le plus matérialiste des matérialistes exprime sa doctrine en pensées. Il a confiance en sa pensée! Cependant les lois, les pensées ne sont pas perceptibles aux sens. Il faut bien reconnaître qu'on ne peut ni les «voir», ni les «sentir», ni les «entendre», etc. Ce monde infini des pensées, des concepts, se comporte selon ses propres lois (de la logique) et indépendamment de ce qui est perceptible aux sens. Ce monde se déploie dans la conscience pensante de l'être humain. Ce monde n'étant pas sensible, nous pouvons l'appeler le monde suprasensible.

L'existence de ce monde provient simplement de notre manière de travailler scientifiquement avec une confiance absolue en notre faculté

de penser. Si nous n'acceptons pas ce monde suprasensible nous mettons en doute notre faculté de penser, notre faculté de relier de façon cohérente et objective nos observations, nos concepts et nos idées. Tel est le paradoxe.

Si c'est le «cerveau qui pense», si c'est le cerveau qui produit la pensée à la manière de la production de l'insuline par le pancréas, c'est l'organe qui déclenche une activité, c'est l'organe qui «décide». Le problème alors, avec cette opinion, est que l'on ne voit pas comment la volonté peut intervenir dans l'acte de penser. Or par expérience je sais que pour penser, je dois fournir un effort, je dois vouloir penser. Que c'est moi en tant qu'individu qui décide de penser. De plus, si je ne veux pas penser rien ne m'y forcera,

Le contenu de pensée est universel, mais l'activité pensante est individuelle et dépend de la volonté de celui qui pense.

On comprendra mieux que la volonté intervient dans l'activité pensante si on essaie de caractériser ce que Rudolf Steiner entend par «penser». Cela n'a rien à voir avec le fait «d'avoir des idées» consistant en une «absorption» passive de vérités, contre-vérités, opinions, idées toutes faites et convenues auxquelles on adhère par sympathie ou que l'on rejette par antipathie. Cela n'est pas penser.

Penser signifie élaborer activement des relations entre les pensées que l'on fait entrer dans sa conscience.

La difficulté c'est qu'en général un grand nombre ne pensent pas, n'ont pas d'idées. Dans l'ordinaire de la vie ils n'éprouvent nullement le besoin de penser et à la place d'idées ils se contentent de mots. Très souvent ce que l'on appelle penser s'écoule en mots. On pense en mots. Lorsqu'elles demandent des explications, nombre de personnes sont satisfaites si la réponse se fait en mots dont le son leur est connu et qui leur rappelle vaguement quelque chose. Elles tiennent pour une «explication» le sentiment que ces mots suscitent en elles et croient qu'elles ont une idée. Nous avons à faire au nominalisme et il a conquis le monde occidental.

En guise de conclusion

Il est bien certain que le constat des paradoxes ne changera pas la face du monde. Cependant cela permet d'éventuellement mieux comprendre ce qui se passe aujourd'hui. Si on est attentif aux événements de toutes natures colportés par tous les médias, on remarquera sans peine que l'idéologie dominante est celle du subjectivisme des perceptions et du penser. Elle est rampante et travaille dans le subconscient des humains et les rend étrangers au monde. Elle coupe du monde. Et chaque être

humain se sent plus ou moins isolé des autres. Si tout se passe dans ma tête comment puis-je être en communion avec le reste du monde?

En ce qui concerne les sciences et techniques non humaines, les théories n'ont pas le dernier mot. Elles n'ont qu'un rôle de guide. Finalement c'est l'expérience qui a le dernier mot. De nombreuses découvertes et inventions furent faites sans aucune théorie. C'est par la suite que les théories permirent d'éventuellement les améliorer. On a fait du pain, du vin et du fromage bien avant d'en comprendre la physique, la chimie et la biologie. Et ceux qui font du bon pain ne connaissent sans doute rien à la physique quantique.

Dans les sciences humaines très générales, il en va tout autrement. L'expérimentation peut être catastrophique. Si le mécanicien se trompe en remontant une boîte de vitesses, il s'en apercevra immédiatement à l'essai. Et il suffira de refaire le travail correctement. Expérimenter une théorie pédagogique est vraiment scabreux et toujours irréversible. Ce qu'il faut ici c'est bien connaître le développement de l'enfant, sans théorie, sans a priori, mais en l'observant.

Comment concevoir la liberté? Il faut prendre garde de bien différencier la liberté des libertés! Ce n'est que par la pensée que nous pouvons aborder la liberté. Mais si c'est le cerveau qui pense, l'idée de la nature génétique de l'être humain détermine complètement ce qui se passe, en particulier, dans son système neurosensoriel. Selon cette conception, nous avons une conscience et derrière cette conscience agissent des processus inconscients qui la déterminent. Et ces processus sont déterminés génétiquement. Alors toute liberté n'est qu'illusion si nos pensées sont complètement déterminées. Nombre de théories funestes sont fondées sur un ou plusieurs présupposés: invalidité de la perception, subjectivité de la pensée, déterminisme génétique, etc. Ces présupposés ne permettent pas à l'être humain une connaissance de sa nature de façon un tant soit peu réaliste.

Pour accéder à cette connaissance il faut se libérer de ces présupposés dogmatiques et enfin *observer, expérimenter et penser réellement*.

Hubert Froidevaux (Buix) a enseigné l'analyse mathématique et des mathématiques générales à l'EPFL. Il a effectué des modélisations de nombreux phénomènes physico-chimiques. Depuis longtemps il étudie et pratique la science de l'esprit.

RÉFÉRENCES

- G.M. Edelman et G. Tononi: *Comment la matière devient conscience* - Ed. Odile Jacob (2000); 316 p.
- D. Hofstadter: Gödel Escher Bach - *Les brins d'une guirlande éternelle* - Inter éditions (1998); 884 p. (un livre magnifique qu'il vaut mieux consulter avant de l'acheter).
- R. Penrose: *L'esprit, l'ordinateur et les lois de la physique* - Inter éditions (1992); 530 p. (un livre magnifique qu'il vaut mieux consulter avant de l'acheter).
- Steven Pinker: *Comment fonctionne l'esprit* - Ed. Odile Jacob (2000); 680 p. (un pavé à la portée de tous).
- Posner et Raichle: *L'esprit en images* - De Boeck Université (1998); 259 p. (explique les nouvelles techniques d'imagerie cérébrale. Cours universitaire 1^{er} et 2^e cycle en sciences humaines, biologie et médecine).
- R. L. Gregory: *L'œil et le cerveau* - De Boeck Université (2000); 240 p. (2^e et 3^e cycle en psychologie, neuropsychologie et arts visuels).
- Et un inévitable que sais-je: *Le cerveau et l'esprit* - Jean Delacour - PUF (1995) N° 2938.
- H. Bortoft: *La démarche scientifique de Goethe* - Triade (2001); 160 p.
- L. Ferry: *L'homme-dieu ou le sens de la vie* - Grasset & Fasquelle (1996); 260 p.
- Ch. Delacampagne: D.C. Dennett: *L'âme et le corps? No Problem* - La recherche 323, septembre 1999.
- J.-F. Duval: D. C. Dennett: Eclaire le casse-tête de la conscience humaine - *Construire* N° 15 du 9 avril 1997.
- Guitta Pessis-Pasternak: *La science: dieu ou diable?* - Ed. Odile Jacob (1999); 246 p. (dans ce livre on donne les interviews de 25 personnalités du monde scientifique).
- Ali Gherbi: in *L'esprit du temps*; N° 27; automne 1998.
- Rudolf Steiner: *La philosophie de la liberté* - Ed. Novalis (1993).
- Rudolf Steiner: *Vérité et Science* - Ed. Anthropos romande, Genève (1993).
- Pierre Feschotte: *Les illusionnistes* - Ed. de l'Aire (1985).
- Pierre Bercut: in *L'esprit du temps*; N° 43; automne 2002.

