

Fabrice Guillaume, Guy Tiberghien, Jean-Yves Baudouin

# **Le cerveau n'est pas ce que vous pensez**

Images et mirages du cerveau

Presses universitaires de Grenoble

# Introduction



**D**epuis bien longtemps l'humanité s'interroge sur ce qui se trouve à l'intérieur de la boîte crânienne. On trouve des traces de trépanations thérapeutiques chez l'homme de Cro-Magnon, il y a environ 40 000 ans, ou chez les Incas à l'époque précolombienne. Mais il y a relativement peu de temps que les relations entre la morphologie cérébrale et les facultés cognitives sont devenues objet de science. À la suite des études de patients cérébrolésés, les progrès informatiques de la seconde moitié du  $xx^e$  siècle ont permis le développement de l'imagerie cérébrale telle que nous la connaissons aujourd'hui. En permettant d'observer l'activité cérébrale correspondant à une situation particulière, la neuro-imagerie s'est imposée avec force comme l'outil le plus performant pour l'étude de l'esprit-cerveau. On peut donc comprendre l'engouement et la croissance fulgurante de l'utilisation de ces techniques qui offrent l'opportunité de se glisser à l'intérieur de la « boîte noire », ce qui était encore difficilement imaginable au milieu du siècle dernier.

Aujourd'hui, plus de huit articles utilisant l'imagerie cérébrale sont publiés quotidiennement dans les revues scientifiques internationales. Il est devenu commun, nécessaire même, pour un jeune chercheur, d'être compétent dans ce domaine. L'examen des publications dans la prestigieuse revue *Science* permet d'apprécier l'impact et la popularité grandissante de ces techniques de localisation des processus mentaux dans le cerveau. La plupart des articles publiés dans cette revue depuis 1998 s'appuient sur les techniques d'imagerie alors que les articles relevant d'observations comportementales y sont relativement

absents, à de rares exceptions près. Les recherches utilisant les outils conventionnels de la psychophysique se trouvent progressivement reléguées au second plan de cette « science de pointe ». S'ajoute un nombre non moins important d'articles relayant ces travaux dans la presse généraliste. Les images cérébrales font désormais partie de notre univers social. Elles fascinent les médias qui s'en font très largement l'écho et n'hésitent pas à se livrer aux spéculations les plus folles. L'investissement technologique s'accroît parallèlement dans l'ensemble des laboratoires de recherche. Les grandes universités ont progressivement remplacé leur programme de psychologie expérimentale ou cognitive par des enseignements de neurosciences cognitives. L'idée de l'homme-machine ne serait plus un horizon lointain mais bien une réalité à portée de la main... enfin, d'un scanner!

L'organisation des fonctions cognitives, déjà éclairées par plus d'un siècle de psychologie expérimentale, s'incarne désormais dans le cerveau. La neuro-imagerie endosse ainsi le rôle de falsificateur universel des théories psychologiques. En adaptant les protocoles expérimentaux issus de la psychologie cognitive aux techniques d'imagerie cérébrale, les neurosciences cognitives deviennent prépondérantes dans les théories psychologiques. Mais la réduction des phénomènes de la vie psychique à ses déterminants biologiques provoque des tensions au sein de la communauté scientifique. Certains considèrent même que l'intégration de la psychologie aux neurosciences cognitives (en d'autres termes, sa disparition) n'est qu'une question de temps. On trouve des publicités faisant la promotion de logiciels ludiques qui permettent d'entraîner telle ou telle partie du cerveau. On lit que les délinquants présentent certaines atrophies cérébrales spécifiques. Le message est simple et propice à la communication de masse. Mais simplicité n'est pas vérité. Ce type d'informations ne reflète-t-il pas au fond une méconnaissance profonde du fonctionnement cérébral?

Quand on affirme qu'une partie du cerveau *s'allume* dans telle ou telle condition, est-ce qu'on nous raconte bien toute l'histoire? La question de la localisation cérébrale des fonctions cognitives renvoie à la compréhension même du fonctionnement cognitif, à son développement, à ses déterminismes. Certains chercheurs considèrent que la localisation des fonctions cognitives dans le cerveau possède une valeur suffisante pour justifier les investissements

dont ils bénéficient. D'autres pensent au contraire que la localisation n'apporte rien de plus à la compréhension du fonctionnement cognitif. L'objectif poursuivi dans cet ouvrage est de considérer les fondements d'une telle entreprise de réduction de la psychologie aux neurosciences cognitives par l'intermédiaire des technologies d'imagerie cérébrale. Il ne s'agit pas de décourager les explorations dans ce domaine mais bien de poser le plus clairement possible les bases de cette collaboration interdisciplinaire. Vouloir localiser précisément les fonctions cognitives revient finalement à définir le champ même de la psychologie. Mais la localisation d'entités cognitives pose d'emblée le problème de ce que sont ces entités cognitives – fonctions ou processus – leur nature, leurs caractéristiques, leur spécificité. L'esprit peut-il se subdiviser en composants ou modules spécialisés? Et, si oui, jusqu'à quel point? L'inflation galopante du nombre de ces entités cognitives pose d'ailleurs le problème de leur définition théorique et opérationnelle. Il s'agit d'une difficulté bien connue des psychologues qui l'ont déjà rencontrée dans leur tentative de création d'une psychotechnique de l'esprit. Le premier chapitre sera consacré à un retour sur l'histoire de la psychologie à travers l'épineuse question de la dissociation des processus cognitifs.

Il s'agit ensuite d'examiner les conditions de validation de ces connaissances nouvelles et leur apport exact à la compréhension de la cognition humaine. Pour cela, un certain nombre de connaissances techniques et méthodologiques constituent un prérequis indispensable. Nous présenterons, dans le deuxième chapitre, les différentes étapes de la « fabrique » des images du cerveau. Nous essayerons de comprendre ce qu'est une neuro-image, ce que l'on peut et ce que l'on ne peut pas lui faire dire. Nous verrons en particulier que certaines de ces étapes s'appuient sur des postulats du fonctionnement cérébral qui restent encore très débattus. Nous reviendrons plus longuement, au troisième chapitre, sur les difficultés méthodologiques et interprétatives qui surgissent quand on se propose de *lire* l'esprit dans le cerveau.

Si l'imagerie cérébrale constitue un outil prometteur, on peut aussi s'inquiéter de sérieuses dérives dans ce domaine. La neuro-imagerie constitue sans doute aujourd'hui l'expression la plus moderne

et la plus aboutie d'une ontologie moniste s'opposant à l'idée que les états mentaux possèdent des caractéristiques qui sortent du champ de la physique. Tous les domaines disciplinaires sont d'ailleurs aujourd'hui susceptibles d'en invoquer le label. Le préfixe « neuro » s'oppose désormais à une multitude de disciplines traditionnelles, en excluant souvent, de façon plus ou moins explicite, la référence à la psychologie. L'importance grandissante des neurosciences sociales en est un exemple spectaculaire. Si le cerveau a acquis une valeur sociale, c'est aussi parce qu'une véritable biologie de l'esprit est désormais considérée comme possible. Mais si le corps constitue un système explicatif privilégié, réduire l'esprit à ses seuls déterminants biologiques n'est pas sans risque. En l'absence d'une description précise de la chaîne causale qui relie le mental au neuronal, la prudence consiste à se demander si le sens donné aux images du cerveau ne se réduit pas à une simple projection de théories et de méta-théories dominantes. La neuro-imagerie pose donc à la fois des questions scientifiques, éthiques, juridiques, philosophiques, et sociétales. Il apparaît évident, dans ce contexte, que la psychologie doit s'inviter au débat. Si les applications médicales constituent un progrès indéniable, certaines dérives peuvent être observées, dans le domaine du marketing ou de la justice par exemple. Au chapitre 4, nous inviterons le lecteur à parcourir ces nouveaux champs d'application de la neuro-imagerie. Malgré l'ensemble des progrès techniques, nous verrons que certaines études se réduisent à une caricature mécaniste, et plutôt traditionnelle, du fonctionnement psychologique.

Après le XIX<sup>e</sup> siècle qui a vu le triomphe du positivisme, le XX<sup>e</sup> siècle fut celui de « La fin des certitudes », pour reprendre le titre du célèbre ouvrage d'Ilya Prigogine (1996). Dans tous les domaines scientifiques qui abordent les phénomènes complexes, et en particulier dans celui des sciences de la cognition, la science est devenue probabiliste. Le problème de la localisation des fonctions cognitives se heurte finalement à la complexité du fonctionnement cérébral, au caractère distribué de son fonctionnement, à sa dynamique. Nous reviendrons sur ces propriétés dans le dernier chapitre qui précisera les conditions nécessaires pour que se développe une neuro-imagerie cognitive rigoureuse... mais sans illusions. Bien qu'il puisse paraître

stimulant, le réductionnisme souvent affiché ouvre des perspectives de réalisation qui paraissent malgré tout encore lointaines. Que l'on nous excuse de tamiser ainsi la lumière dans la « boîte noire » mais le retour sur ces questions a avant tout pour objectif de poser des bases solides aux explorations à venir. Alors que les neurosciences cognitives donnent l'impression d'étudier le cerveau, et lui seul, il nous apparaît nécessaire de réaffirmer ici la consubstantialité de « l'esprit-cerveau ».

### **La méthode soustractive et le postulat de linéarité**

Le problème critique en neuro-imagerie est en effet de disposer d'une tâche contrôle qui soit similaire en tous points, sauf un, à la tâche expérimentale. Autrement dit, la tâche contrôle doit mettre en œuvre tous les sous-processus de la tâche expérimentale sauf un, celui que l'on souhaite isoler et localiser. La localisation d'une région cérébrale liée à un processus cognitif dépend donc en grande partie de cette ligne de base puisque c'est le niveau d'activation obtenu dans la tâche contrôle qui est soustrait à celui obtenu dans la (ou les) condition(s) expérimentale(s) (voir figure 8 en milieu d'ouvrage).

Si le résultat de la soustraction est statistiquement supérieur à zéro, les régions correspondantes sont considérées comme étant plus actives au cours de la tâche expérimentale que de la tâche contrôle. Si le différentiel obtenu entre les deux tâches est nul pour un voxel donné, les neurones de ce voxel sont considérés comme étant impliqués de façon équivalente dans les deux situations. Enfin, si le résultat de cette différence est négatif, les neurones en question sont considérés comme plus actifs dans la situation contrôle, ce qui est difficile à interpréter étant donné qu'il est censé y avoir un processus cognitif supplémentaire à l'œuvre dans la condition expérimentale. C'est sans doute pour cette raison que les résultats négatifs de la soustraction sont en général écartés au moment de l'interprétation finale. Mais d'autres problèmes, encore plus fondamentaux, se posent ici.

Puisqu'il n'existe pas d'état mental neutre, qui servirait de référence universelle, le choix de la tâche de référence (ou tâche contrôle) se pose quel que soit le protocole utilisé. La comparaison des activations engendrées par deux situations A et B n'a de sens que dans le cas où la différence mesurée est interprétable d'un point de vue fonctionnel. Il serait difficile, dans le cas contraire, d'attribuer la différence d'activation à un processus cognitif ou à un état mental plutôt qu'à un autre. Et le repos ne constitue pas, loin s'en faut, la meilleure condition contrôle qui soit. En neuro-imagerie, une activité cérébrale soutenue a en effet été mise en évidence lorsque l'on demande aux participants de ne rien faire et de rester dans un état « passif ». L'activation d'un réseau spécifique à cet état mental, comprenant les régions médianes antérieures et postérieures, la partie

latérale du cortex pariétal, le cortex préfrontal, et le lobe temporal médian, a été mise en évidence dans ce cas (Buckner *et al.*, 2008). Ce type de découverte a permis de révéler que les activités mnésiques, la théorie de l'esprit et la mémoire prospective avaient finalement un substratum commun, au moins en partie. Mais, plus important ici, ces recherches révèlent que l'état de « repos comportemental » ne doit en aucun cas être confondu avec un état de repos cérébral, bien au contraire.

L'activité cérébrale spontanée n'est donc pas un « bruit » de fond cérébral. Elle reflète une activité mentale intense en l'absence de comportement. Bien entendu, cela ne simplifie pas le choix de la tâche contrôle. Comment pourrait-on interpréter la différence d'activité cérébrale entre une situation A et une situation contrôle de repos sachant que cette dernière entraîne une activité spontanée importante ? La différence d'activité observée dans une région cérébrale précise entre la situation A et la situation B peut en effet s'interpréter de différentes manières. Elle peut aussi bien refléter une augmentation quantitative de l'activité neuronale dans la situation A qu'une diminution quantitative de cette même activité dans la situation B.

Dans les études sur la mémoire humaine par exemple, si le sujet ne reçoit pas de consigne particulière dans la condition contrôle, celle-ci peut s'avérer finalement plus active que la condition expérimentale. En l'absence de consigne spécifique, le participant peut voyager mentalement, vaquer librement à ses pensées, anticiper sur ce qu'il fera en sortant ou encore pratiquer l'autorépétition du matériel à retenir. La plupart des auteurs suggèrent par conséquent que les participants doivent être actifs au cours de la tâche contrôle. Ce qui pose un autre problème, celui du type d'activité à effectuer. Le principe de la comparaison entre la condition expérimentale et la condition contrôle relève du principe expérimental général selon lequel toutes choses doivent être égales par ailleurs. Autrement dit, seul le processus étudié doit distinguer les deux conditions. La méthode soustractive s'appuie donc sur l'hypothèse selon laquelle les processus isolés par la procédure expérimentale seraient « purs ». Cette hypothèse de pureté des processus nécessite que les corrélats neuronaux des différentes composantes cognitives de la tâche



ne soient pas en interaction les uns avec les autres. C'est-à-dire, par exemple, que le processus A et le processus B ne se recoupent en aucun point. Car si un tel recouvrement existe, même partiel, alors  $[(A+B) - A]$  n'est pas égal à B mais en constitue une approximation plus ou moins juste. Ainsi, si  $[(A+B) - A]$  n'est pas égal à B ou si  $[(A+B) - (A) - (B)]$  n'est pas nul, c'est que les deux processus ne sont pas indépendants l'un de l'autre. Cette absence de « pureté » des processus rend la soustraction inadéquate pour isoler le processus supplémentaire. Et il est malheureusement bien difficile d'écarter cette possibilité. D'abord en raison des interactions mutuelles entre processus cognitifs. Ensuite en raison de la possible décomposition de ceux-ci en d'innombrables sous-processus. Idéalement, les conditions comparées doivent différer soit sur le type de stimulation, soit sur le type de tâche effectuée, mais pas sur les deux à la fois, à moins que cette variable confondue devienne une variable d'intérêt.

Mais comment garantir par exemple que la nature des stimulations, s'il s'agit de la seule variable manipulée, n'entraîne pas de modulations communes avec le traitement de la tâche, comme le degré d'engagement attentionnel et exécutif, le contrôle de la réponse, etc. ? La pureté de la manipulation expérimentale ne peut donc pas totalement garantir la pureté du processus qu'elle prétend isoler. Il s'agit d'une variable confondue très répandue. Le moyen le plus communément utilisé afin d'équilibrer le niveau attentionnel est de contrôler la saillance des stimuli ou la demande attentionnelle liée à la tâche. Mais certains stimuli seront toujours intrinsèquement plus attractifs que d'autres, et pour différentes raisons communes aux individus ou propres à l'histoire de chacun. Cette contrainte est importante puisque seule l'étude de l'interaction entre ces deux types de variables (la nature des stimuli et la nature de la tâche, en y incluant la nature de la réponse) permettrait finalement de prendre explicitement en compte ce type de variables confondues. À travers l'utilisation de la méthode soustractive, le chercheur se trouve donc dans la situation de choisir la meilleure condition de référence pour la soustraire, tout en sachant que la perfection dans ce domaine relève de l'appréciation subjective, voire de choix idiosyncratiques.

Un autre point de la controverse est propre à l'imagerie cérébrale. C'est la question de l'additivité du signal BOLD. Ce principe

d'additivité a été relativement bien validé au niveau du système visuel primaire (Boynton *et al.*, 1996). Il est critique de pouvoir prédire la réponse globale par une fonction linéaire, en particulier lorsqu'on s'intéresse à des fonctions cognitives complexes et fortement intégrées qui engendrent généralement une activité distribuée à l'ensemble du cerveau. Ce principe d'additivité est aussi à la base des méthodes de régressions multiples employées en IRMf. Chaque élément de volume du cerveau, ou *voxel*, est généralement soumis à une régression linéaire à partir de « prédicteurs », créés par convolution de l'activité neuronale attendue et de la fonction hémodynamique canonique. Les différents profils de réponse sont ainsi testés statistiquement et ce sont ces tests statistiques qui aboutissent à l'identification de l'activité différentielle des régions cérébrales. Le lecteur attentif aura déjà constaté que les valeurs de nombreux paramètres sont fixées en amont de l'analyse : activité attendue, fonction hémodynamique canonique, modèle linéaire sous-jacent, gradients, etc.

Le principe de pureté des processus cognitifs et des processus neuro-physiologiques sous-jacents dérive directement du postulat de linéarité du système nerveux. Les méthodes de localisation généralement utilisées supposent cette linéarité *a priori*, linéarité pourtant très discutée en neurosciences. Mais qu'est-ce qu'un système linéaire et qu'est-ce qui le différencie d'un système non linéaire ? À l'intérieur d'un système linéaire, les éléments (nombreux) s'ajoutent les uns aux autres pour aboutir au comportement d'ensemble du système. En revanche, ces composants ne sont pas supposés interagir entre eux. Autrement dit, appliqué au système nerveux central, le principe de linéarité du système implique une modularité forte. C'est cette linéarité du système qui permet l'additivité des processus. Mais dans le cas de systèmes complexes comme le système nerveux central, la linéarité est très discutée et ne constitue, dans le meilleur des cas, qu'une approximation. Les structures cérébrales possédant un haut niveau d'interaction, le comportement d'ensemble du système devient non linéaire et le nombre d'interactions déterminantes pour le calcul du paramètre final est considérable.

Si le caractère associatif de la cognition émerge principalement de l'interaction entre des entités cognitives de différents niveaux, il devient alors très difficile de résoudre le problème de la non-linéarité à l'aide

de la méthode soustractive. Une vision optimiste peut considérer que la linéarisation du système en est une bonne approximation. Le caractère non linéaire du système ajoute alors simplement du bruit, une part de variance inexpliquée, qui serait finalement négligeable. À condition toutefois que sa proportion reste faible et que ce bruit ne représente pas lui-même une caractéristique fonctionnelle du système étudié. Il apparaît malheureusement que la proportion de variance des données expliquée par ces interactions est plus négligée que négligeable. Elle est même parfois complètement ignorée puisque non considérée par le protocole expérimental. C'est ainsi que certains chercheurs, comme Friston (2005), précisent le concept de localisation cérébrale en distinguant par exemple les notions de localisation et de spécialisation fonctionnelle. La localisation fonctionnelle, selon laquelle une fonction peut être localisée dans une région corticale, est en effet difficile à démontrer. Par ailleurs, cette notion occulte l'intégration, à l'échelle globale du système, des différentes régions cérébrales. La spécialisation fonctionnelle implique au contraire qu'une région corticale peut être spécialisée dans un type de traitement particulier (processus) alors que l'infrastructure de la fonction, elle, relève de l'intégration de nombreuses régions différentes. Si le principe de pureté des processus peut être remis en cause, il n'en reste pas moins que la méthode soustractive est la plus utilisée aujourd'hui. Sans doute parce qu'elle produit une information simple qui peut être utilisée directement, spécialement en conjonction avec les protocoles par blocs, plus robustes et plus facilement reproductibles que les autres.

### ***L'inférence causale en imagerie cérébrale***

Dans le domaine de la neuro-imagerie cognitive, effectuer une inférence consiste à lier l'activation d'une région cérébrale à une activité cognitive :

« Si le processus X est engagé, la région Y est active  
donc la région Y est une des causes du processus X. »

Dans ce contexte, ce sont les manipulations expérimentales qui permettent d'isoler ou de faire varier l'engagement du processus cognitif étudié. La validité de l'inférence dépend donc directement

de la validité de la planification et de la procédure expérimentale. On fait l'inférence que les différences d'activité cérébrale liées à la manipulation expérimentale révèlent le(s) substrat(s) du processus manipulé. Cette approche offre l'avantage d'inscrire les modèles de la cognition dans le monde physique. Les liens entre les images obtenues et les processus cognitifs sous-jacents doivent donc être des plus limpides. Dans le cas contraire, ce n'est plus la théorie que l'on teste, mais la méthode d'imagerie elle-même. Supposons que deux conditions expérimentales ne diffèrent que par la présence ou l'absence d'un processus cognitif. L'observation d'un pattern d'activité cérébrale distinct entre ces deux conditions met alors en évidence la (ou les) région(s) cérébrale(s) spécifique(s) du processus ainsi isolé (une grande partie de la question est dans ce « la ou les »). Une procédure statistique permet alors d'estimer la probabilité que ce résultat soit observé par hasard. Au moment de l'analyse statistique, le raisonnement devient : telle région franchit le seuil statistique alors que telle autre ne le franchit pas et donc, telle région participe au processus et non telle autre. En généralisant les résultats aux processus cognitifs, l'inférence consiste donc à qualifier les différences quantitatives (statistiques) en différences qualitatives (processus cognitifs). L'observation de différences entre deux conditions expérimentales n'est pourtant pas suffisante. Elle s'appuie sur une corrélation entre l'activité mentale et l'activité cérébrale et il reste impossible de savoir si les régions activées sont nécessaires ou simplement suffisantes au processus cognitif isolé. On trouve de nombreux exemples qui montrent qu'une région cérébrale est nécessaire dans une tâche sans pour autant être suffisante à celle-ci. L'hippocampe s'active par exemple durant le conditionnement bien que des lésions de l'hippocampe ne rendent pas ce conditionnement impossible (Gabrieli *et al.*, 1995).

C'est en partie pour cette raison qu'il y a lieu d'être prudent dans les inférences effectuées. Il faut comprendre ici qu'une différence entre deux conditions, sur un voxel donné, n'implique pas de facto que la région cérébrale correspondante n'est pas active dans les deux conditions. Lorsque deux conditions sont comparées de façon directe, il suffit qu'un voxel ne survive pas au test statistique. Ce que nous dit le test, c'est que la région cérébrale est effectivement plus active

## CHAPITRE 4

# La « Neuro-quelque chose » ou l'inscription cérébrale... à outrance



« Devenue en même temps honorable et autoritaire, la science joue aujourd'hui un rôle analogue à celui qu'ont tenu dans le passé la théologie et la philosophie. [...] Avancer qu'un fait a été scientifiquement prouvé, n'est-ce pas en interdire la contestation ? [...] Mais c'est loin d'être le cas. La science n'est pas donnée d'emblée. [...] Tout ne se laisse pas voir. [...] Plutôt que de s'exhiber dans la clarté de l'évidence, l'univers préfère dérober ses lois, ses manières et ses rouages derrière de larges pans de ténèbres. »  
Étienne Klein, *Conversations avec le Sphinx. Les Paradoxes en physique* (1991)

**L**es années 1990 ont été déclarées « décennie du cerveau » par le Congrès des États-Unis. Cette déclaration entraîna une augmentation spectaculaire du financement des recherches sur les mécanismes cérébraux impliqués dans la cognition. Les neurosciences cognitives pénétrèrent alors des territoires nouveaux pour s'étendre aux domaines économiques, sociétaux et politiques (Racine *et al.* 2005, 2006). Accompagnés d'un soutien médiatique considérable, de nouveaux champs d'investigation se sont développés, excluant ou minimisant bien souvent les déterminants psychologiques et sociaux

des phénomènes étudiés. Citons, parmi ces nouvelles disciplines, la neuro-économie, le neuromarketing, la neuro-esthétique, la neuro-pédagogie, la neuro-éducation, la neuro-éthique, la neurothéologie, bref la « neuro-quelque chose ». Au cours des dix dernières années, les études se sont étendues aux comportements économiques (Ernst *et al.* 2004; McClure *et al.* 2004) ou moraux (Greene *et al.*, 2004). Différentes symbioses ont aussi vu le jour entre la neuro-imagerie et des disciplines très diverses comme la génétique ou l'éthique. Ce chapitre ne prétend aucunement constituer une revue exhaustive de ces disciplines et de leurs pratiques. Il s'agit simplement de passer en revue quelques-unes d'entre elles afin d'en souligner l'importance dans le paysage contemporain, mais aussi d'en préciser les limites. Nous questionnerons ici l'intérêt de cette multiplication de branches disciplinaires s'affublant du préfixe « neuro » et la justification sociale des investissements financiers qui leur sont consentis.

Certains y voient une révolution dans la science de la cognition, d'autres craignent un effet de mode technologique qui risque bientôt de faire... pschitt! Une chose est sûre, le réductionnisme de l'imagerie cérébrale séduit. Comme si les neuro-images transformaient *ipso facto* l'expérience subjective en phénomènes objectifs, immédiatement perceptibles et compréhensibles par tous. Journaux et magazines publient abondamment les dernières études de tel ou tel institut de recherche ayant découvert la région cérébrale responsable de la résistance à la tentation, ou du comportement criminel, ou de nos choix politiques ou, encore, de l'amour romantique. On découvre ainsi la région du cerveau qui est la plus active quand on perçoit le visage de l'être aimé ou quand on perçoit une cigarette interdite. En demandant de penser à une personne aimée, ou indifférente, Andreas Bartels et Semir Zeki (2004, p. 1161) ont en effet conclu que l'amour est dû à l'activité « de la partie médiane de l'insula, du cortex cingulaire antérieur, du noyau caudé et du putamen ». En a-t-on pour autant découvert les substrats neuronaux de l'amour? Une lésion au niveau de ces structures sous-corticales dont le manque de spécificité est évident a, en général, il est vrai, des conséquences assez catastrophiques... mais pas seulement pour la relation amoureuse! Mais l'enthousiasme cache souvent une incompréhension sur ce que l'image du cerveau peut ou ne peut pas

nous dire. Les interprétations finissent par être bien simplistes, on arrive finalement à la découverte du « centre du plaisir », du « centre de l'art » et du « centre de l'amour ».

Certaines études récentes s'intéressent également à mettre en évidence des différences cérébrales entre individus ou entre catégories d'individus (sociales, par exemple). Ces différenciations systématiques s'étendent de la psychopathologie à la moralité en passant par la sexualité ou l'obésité. Les médias se font ainsi le relais de stéréotypes réactualisés, comme celui de la différence entre hommes et femmes, qui devient une simple « différence dans l'organisation et les priorités de leur cerveau » (*Daily Mail*, 16 janvier 2008). Les femmes, les adolescents, les criminels, les homosexuels, les drogués finissent par avoir un cerveau spécifique ou tout au moins une spécificité cérébrale. Et ce serait cette spécificité anatomique et physiologique qui expliquerait le comportement déviant ou les préférences sexuelles. On nous laisse croire que le diagnostic, ou plutôt la catégorisation des individus, serait possible à partir de scanners du cerveau. L'homme « normal » se définit *in fine* par ce qu'il n'est pas, à savoir drogué, homosexuel, criminel, etc. Il s'agit finalement d'une véritable entreprise de naturalisation des catégories sociales, à la manière des classifications passées de la biologie du XIX<sup>e</sup> siècle. La catégorie dont on révèle les spécificités cérébrales acquiert ainsi une validité physique, une immanence. Il faut rester très prudent lorsque nous lisons que des machines peuvent désormais lire dans nos pensées, dans nos préférences politiques ou encore détecter nos préférences en termes de consommation. L'imagerie cérébrale est en réalité à la fois plus prosaïque et plus fragile que ces écrits spectaculaires le laissent entendre.

Mais il s'agit quand même de comprendre l'origine de ce succès. Il faut bien prendre conscience du pouvoir de séduction des images qui, en tant que pseudo-preuves visuelles, finissent par devenir une réalité objective difficile à contester. L'image parle d'elle-même et généralement au-delà de ce que l'on peut réellement lui faire dire. De nombreuses interrogations persistent, au sein de la communauté scientifique, à propos de ce qu'on peut faire dire ou ne pas dire à une neuro-image (Logothetis, 2008). Alors pourquoi les neuro-images sont-elles si populaires ? Des études récentes ont montré

que la présentation d'une image du cerveau associée à un texte scientifique augmentait le degré d'adhésion du lecteur (McCabe & Castel, 2008 ; Weisberg *et al.*, 2008). Deena Skolnick Weisberg, éditeur de la célèbre encyclopédie des sciences cognitives au MIT Press, a collaboré, avec d'autres scientifiques comme Frank Keil, à un projet de recherche dont l'objectif était de comprendre l'attrait des explications de type neurologique dans l'opinion publique (Weisberg *et al.*, 2008). Ils ont présenté, à des experts et à des non-experts, des textes exposant une explication psychologique, exacte ou inexacte, de phénomènes psychologiques bien connus. Ces explications pouvaient être ou non accompagnées d'informations de type neurologique concernant la localisation cérébrale des phénomènes décrits. Leurs résultats montrent que l'ajout d'arguments neurologiques aux explications inexactes permet d'accroître leur pouvoir de conviction comparativement aux explications inexactes qui sont dépourvues de tels arguments. Autrement dit, même si l'argument neurologique n'ajoute rien à la compréhension du phénomène, la validité subjective de l'explication apparaît plus importante. La neuro-image devient un véritable placebo épistémique. David McCabe et Alan Castel (2008) ont montré que les étudiants en psychologie sont davantage convaincus par les résultats d'articles en neurosciences comportant des images cérébrales que par les résultats d'études qui en sont dépourvues. Dans leur conclusion, les auteurs précisent que cette *neurophilie*, qui fleurit même auprès des étudiants en psychologie, mérite d'être sérieusement étudiée, en partie parce qu'elle risque d'être bientôt exploitée, et même cyniquement, par les entreprises privées ou les pouvoirs publics. Ce biais neurologique dans l'explication des phénomènes psychiques est en grande partie lié à la simplicité apparente de l'explication, à son réductionnisme. Le déterminisme est clair et unique. Il n'est pas certain, de ce point de vue, qu'une explication plus complète des mécanismes neurophysiologiques sous-jacents au phénomène psychologique entraîne une aussi forte adhésion.

Les préférences qui guident nos choix et nos comportements correspondent sans nul doute à quelque chose qui se passe dans notre cerveau. Mais si cette position matérialiste est raisonnable, il reste difficile de soutenir que ce déterminisme-là soit unique et premier



dans l'explication de nos comportements, à plus forte raison encore dans celle des phénomènes sociaux. Le cerveau est-il vraiment le premier maillon de la chaîne causale invoquée? Si tous nos comportements sont produits par ce qui se passe dans notre cerveau, il reste que ce qui se passe dans nos cerveaux n'a pas pour seule origine notre cerveau. Ce qui se passe dans notre cerveau vient aussi de l'environnement (interne ou corporel comme externe) *via* les récepteurs sensoriels, puis se construit à travers une histoire (phylogénèse, ontogénèse, sociale, individuelle). Nombreuses sont les recherches qui révèlent la multiplicité des niveaux de détermination de nos comportements, de la génétique à l'environnement. Il a été montré, par exemple, que l'histoire individuelle modifie la façon dont se structure le cerveau et dont s'organisent les circuits neuronaux (Temple *et al.*, 2003). Si la pensée est produite par le cerveau, il est bien difficile de la réduire à ce qui se passe dans notre cerveau : ce n'est pas le cerveau qui pense, c'est une personne. On comprend que la recherche sur le cerveau est fondamentale dans le cadre d'une approche réductionniste, mais le réel se décrit mieux à travers une vision multidéterministe et dynamique où chaque niveau interagit avec tous les autres. C'est pour cette raison que nous préférons, comme d'autres, parler d'esprit-cerveau plutôt que de distinguer les états mentaux (esprit) des états cérébraux (Le Ny, 2005 ; voir le chapitre 1 pour une discussion des positions philosophiques sur la relation esprit-cerveau). Et ce qui est vrai pour des phénomènes psychologiques doit l'être, dans une plus large mesure encore, pour des phénomènes sociaux où la quantité et la variabilité des facteurs en jeu est encore plus importante.

## **La neuro-économie ou la conquête du cerveau par le marché**

La neuro-économie constitue un domaine de recherche au croisement de l'économie et des neurosciences. Elle suscite à la fois fascination et méfiance en s'intéressant principalement aux facteurs cognitifs et émotionnels dans les prises de décision, qu'il s'agisse d'investissement, de coopération entre agents ou de consommation. Alors que les recherches en économie laissent traditionnellement de côté