

La neuroéconomie: essentielle, mais pour qui?

Benoît Dubreuil
Chercheur postdoctoral
Département de philosophie
Université du Québec à Montréal
dubreuil.benoit@uqam.ca

Résumé

La neuroéconomie excite à la fois la fascination et la méfiance des économistes. La popularité qu'elle a acquise au cours des dernières années en incite plusieurs à se questionner sur la relation qu'elle est appelée à développer avec les approches mieux établies. Dans cet article, nous soutenons que la neuroéconomie est promise à un bel avenir puisqu'elle offre des outils essentiels pour expliquer la prise de la décision. Du même souffle, nous nous montrons cependant sceptiques quant à sa capacité à contribuer à l'étude de la plupart des phénomènes qui retiennent traditionnellement l'attention des économistes dont, au premier chef, les prix et les équilibres de marché. À partir de l'exemple des préférences sociales, nous donnons des raisons de penser que la neuroéconomie est peu susceptible de mieux contribuer à modéliser les fonctions d'utilité des agents économiques réels que ne le font déjà l'économie comportementale et la psychologie cognitive.

Abstract

Economists are fascinated by neuroeconomics at the same time as they are mistrustful of it. The popularity that it has gained in recent years has brought several economists to reflect on the relationship that it is called to develop with other, better-established, approaches. In this article, I argue that neuroeconomics is likely to have a bright future because it offers essential tools to explain decision making. At the same time, I remain skeptical about its capacity to contribute to the study of most of the phenomena in which economists have been traditionally interested, including, in the first place, prices and market equilibria. Using the example of social preferences, I offer reasons to think that neuroeconomics is unlikely to contribute more than behavioral economics and cognitive psychology to the modeling of the utility function of real economic agents.

JEL : A12 ; D03 ; D87

1. Introduction

La neuroéconomie a reçu beaucoup d'attention au cours des dernières années. En se posant au croisement des neurosciences et de l'économie, elle permettrait de révéler les fondements neuronaux de la prise de décision. Elle offrirait en outre un accès privilégié à ce qui, par-delà les modèles formels des économistes, produit véritablement le comportement humain.

Il y a des raisons fortes d'être captivé par les neurosciences. Nous devons notre vie et tout ce que nous sommes au curieux organe enfermé dans notre boîte crânienne. Il est bien légitime de chercher à en saisir le fonctionnement. Mais, en même temps, on peut se questionner sur la multiplication des branches s'affublant du préfixe « neuro »: neurofinance, neuromarketing, neuroéthique, etc. Dans quelle mesure s'agit-il de nouveaux domaines du savoir ? Dans quelle mesure avons-nous affaire à des tentatives de chercheurs oeuvrant à l'extérieur des neurosciences de s'accaparer une partie de leur prestige et de l'intérêt qu'elles suscitent ? Ces questions sont légitimes. Les chercheurs des disciplines établies doivent avoir la prudence de ne pas se laisser obnubiler par les images clinquantes du cerveau produites par l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle.

Il ne s'agit pas bien sûr de reprocher aux neuroéconomistes de faire la promotion de leur programme, même si cela implique parfois une certaine part de rhétorique. Mais maintenant que la neuroéconomie semble s'être fait un lit dans la recherche, maintenant que de nombreux centres ont été établis et que ses concepts et méthodes ont été clarifiés, il devient possible de prendre un certain recul et de se questionner sur les rapports qu'elle est appelée à entretenir avec les recherches plus traditionnelles en économie. Que fait la neuroéconomie ? Qui est-elle susceptible d'intéresser ? Permet-elle vraiment de lier l'économie aux neurosciences ou doit-elle être conçue comme une sous-branche de ces dernières ?

Dans cet article, nous soutenons que, loin d'être un feu de paille, la neuroéconomie est promise à un bel avenir. Le regard mécaniste qu'elle pose est essentiel à l'explication du comportement (section 2). L'exemple de la recherche sur les préférences sociales, notamment, illustre comment la neuroéconomie permet de révéler les composantes et processus cérébraux impliqués dans la production de la décision (section 3). Du même souffle, cependant, nous rappelons que les économistes ne s'intéressent souvent pas directement à la prise de décision, mais bien à d'autres phénomènes, comme les prix ou les équilibres de marché. Nous rejetons la critique radicale selon laquelle l'économie ne doit s'intéresser ni aux causes psychologiques ni aux causes neurologiques (section 4), mais soulignons que la capacité de la neuroéconomie à contribuer à l'explication des équilibres économiques n'est toujours pas établie (section 5).

Le principal problème est que les phénomènes dont la neuroéconomie révèle les fondements neuronaux sont généralement déjà bien établis sur le plan comportemental et psychologique. L'identification de corrélats neuronaux ne permet donc pas en pratique d'en apprendre davantage sur les fonctions d'utilité des agents (section 6). Par exemple, dans le cas des préférences sociales, la principale difficulté à laquelle sont confrontés les économistes est de tenir compte de la complexité du comportement humain, tout en produisant des modèles qui demeurent maniables (section 7). Si la neuroéconomie permet de révéler les bases neuronales des préférences sociales, il ne va pas de soi qu'elle nous permettra de mieux modéliser les préférences des agents économiques réels que la psychologie et l'économie comportementale ne le permettent déjà (section 8).

2. La mécanique de la décision

Il existe une raison simple de penser que les neurosciences sont nécessaires à notre compréhension des processus de prise de décision. L'observation à l'œil nu du comportement humain est susceptible de révéler des régularités, mais elle ne nous dit pas comment ces régularités résultent de structures ou de processus inobservables et, notamment, de l'activité du système nerveux.

La prétention de la neuroéconomie est d'abord d'ouvrir la « boîte noire » en montrant comment la prise de décision est produite par le cerveau. Pour utiliser le langage de la philosophie des sciences, la neuroéconomie envisage la prise de décision sous un regard « mécaniste ». Elle cherche à montrer comment un phénomène de haut niveau, la prise de décision, est produit par des composantes et des activités sous-jacentes. Expliquer la prise de décision, c'est décrire le mécanisme qui la produit.

La neuroéconomie prétend donc réintroduire dans l'étude de la prise de la décision des considérations causales négligées, sinon carrément écartées, par l'économie standard (Hardy-Vallée et Dubreuil 2009). Alors que le paradigme néoclassique prétend souvent n'offrir que des instruments permettant de *prédire* le comportement, la prétention de la neuroéconomie est bel et bien de l'*expliquer* (Craver et Alexandrova 2008). Du point de vue néoclassique, par exemple, la fonction d'utilité est une notion formelle désignant une relation de préférence entre des paniers de biens. Dire que le panier A est plus utile que le panier B consiste simplement à affirmer qu'il existe une relation entre les deux telle qu'un agent rationnel – c'est-à-dire dont la fonction d'utilité respecte certaines contraintes formelles – choisira le panier A plutôt que le panier B.

À l'inverse, la neuroéconomie propose de comprendre le choix du panier A comme le résultat d'un mécanisme neuronal constitué de composantes, activités ou structures organisationnelles. L'utilité d'un choix n'est dès lors plus déterminée par des relations formelles de préférence, mais plutôt comme le résultat d'une mécanique complexe impliquant, par

exemple, des composantes spécialisées dans la production du plaisir, de la motivation, de l'apprentissage, de l'attention ou du contrôle cognitif.

Si l'idée de produire une neuroscience de la décision est séduisante, il faut reconnaître les limites des recherches menées à ce jour. La neuroéconomie se heurte en effet aux mêmes difficultés méthodologiques que les neurosciences cognitives (dont on peut par ailleurs dire qu'elle fait partie). Comme l'a montré en détail Craver (2007), chacune des méthodes des neurosciences possède des limites. L'imagerie cérébrale et l'enregistrement unitaire de l'activité des neurones, par exemple, sont utilisés pour localiser les aires cérébrales dont l'activation coïncide avec la prise de décision, mais elles ne suffisent pas à démontrer l'implication causale de ces aires. Les techniques de *localisation* doivent donc s'adjoindre des techniques d'*intervention*. La stimulation magnétique transcrânienne, par exemple, permet de voir comment la prise de décision réagit à la stimulation d'une aire cérébrale. L'étude des lésions, quant à elle, permet de mesurer l'impact de la perturbation d'une aire cérébrale sur le comportement. Les techniques d'interférence possèdent également leurs limites, découlant notamment du risque que le déclenchement d'un mécanisme compensatoire ne vienne masquer l'implication causale d'une composante. Les limites des différentes approches ne justifient pas l'abandon de la recherche des mécanismes causaux, mais nous incitent à la prudence et nous rappelle l'importance de l'intégration des méthodes.

Certains auteurs ont critiqué la tendance de la neuroéconomie à tirer des conclusions hâtives sur la base de données expérimentales très limitées (Rubinstein 2006 ; Harrison 2008). Si la critique est justifiée à plusieurs égards, elle porte davantage sur la rhétorique accompagnant souvent la mise en marché des études neuroéconomiques que sur le fond des choses. La neuroéconomie peut-elle contribuer à la compréhension de la mécanique de la prise de décision ? Examinons rapidement l'exemple des recherches sur les comportements altruistes ou moraux.

3. Les neurosciences de la moralité

Un champ particulièrement actif en neuroéconomie a cherché à identifier les corrélats neuronaux des comportements altruistes ou moraux. Ces comportements *pro-sociaux* ont une importance économique indéniable. Les économistes sont d'ailleurs de plus en plus conscients de l'importance de tenir compte des *préférences sociales* dans la modélisation des fonctions d'utilité. Sans elles, plusieurs équilibres économiques demeurent difficiles à expliquer.

On peut penser à des jeux expérimentaux comme le jeu du bien public où la préférence des joueurs pour la punition des comportements opportunistes explique l'atteinte d'un haut niveau de coopération (Fehr et Gächter 2002). C'est aussi le cas de certains marchés réels, comme le marché du travail. Comme le soutient Schmidt (2010), les termes du contrat établi entre un employé et un employeur sont généralement plus ambigus que ceux régissant l'échange d'un bien. Par conséquent, les relations de confiance et de réciprocité jouent souvent un rôle déterminant sur le marché du travail. Les préférences prosociales peuvent ainsi contribuer à expliquer des anomalies bien connues, comme le fait que le changement des conditions sur le marché du travail a généralement un impact limité sur les prix.

Les préférences sociales forment cependant un ensemble complexe. Elles peuvent être décrites de plusieurs façons et sont extrêmement sensibles au contexte social, culturel et environnemental. Nous ne disposons pas – c'est le moins que l'on puisse dire – d'un modèle général permettant d'expliquer comment le cerveau attribue, en fonction de l'infinité des variations contextuelles possibles, des probabilités à des événements ou une utilité à des choix. Par conséquent, le travail des neuroéconomistes consiste généralement à partir du « haut », c'est-

à-dire de comportements pro-sociaux robustes, et de les mettre en relation avec des structures ou processus neuronaux.

L'une des expériences neuroéconomiques ayant reçu le plus d'attention fut réalisée par de Quervain *et al.* (2004). Cette expérience visait à révéler les fondements neuronaux de la « punition altruiste ». Les auteurs établissaient que la punition d'un comportement inique dans un jeu de confiance activait le striatum dorsal, une aire associée à la satisfaction résultant de la réalisation d'une action intentionnelle. En d'autres mots, l'expérience suggère que le plaisir tiré de la punition des comportements iniques (ou l'activation du striatum dorsal) explique, en partie, le choix des agents.

Une autre expérience fondatrice, réalisée par Sanfey *et al.* (2003), a cherché à identifier les aires cérébrales activées par les offres injustes dans un jeu d'ultimatum. Ici encore, les auteurs proposent de révéler les « fondements neuronaux » (*the neural basis*) de la prise de décision. Leurs expériences montrent que la réception d'offres injustes active de façon sélective trois aires cérébrales: 1) l'insula antérieure, généralement associée à l'expérience d'émotions négatives, 2) le cortex cingulaire antérieur, signalant la présence d'un conflit entre des buts (accumuler de l'argent et se venger), et 3) le cortex préfrontal dorsolatéral, cherchant à résoudre le conflit en maintenant à l'esprit un but abstrait et en sopesant des possibilités d'action.

Une dernière expérience influente que l'on peut mentionner est celle réalisée par Eisenberger *et al.* (2003) sur l'exclusion sociale. Les auteurs ont examiné l'activation du cerveau de sujets soudainement exclus d'un jeu coopératif auquel ils participaient. Ils tracent un parallèle entre l'activation du cortex cingulaire antérieur des sujets et celle observée dans les expériences sur la douleur physique. Ils montrent aussi l'importance du côté droit du cortex préfrontal ventral, impliqué dans la régulation des émotions négatives et dont l'activation est inversement corrélée à l'expérience du sentiment de rejet.

Ces trois expériences, représentatives d'une bonne partie de la littérature sur les comportements pro-sociaux et les préférences sociales, permettent d'illustrer ce que nous avons dit plus haut (pour d'autres exemples et une discussion plus détaillée, voir l'article de Corcos et Rizopoulos dans ce numéro). D'abord, elle nous engage sur la voie d'une description mécaniste des structures et processus impliqués dans la production des comportements. La préférence pour la punition altruiste est ainsi causée, du moins en partie, par l'activation du striatum dorsal. De même, le rejet des offres injustes est en partie causé par l'insula antérieure. L'aversion à l'exclusion, finalement, est produite par un mode d'activation du cortex cingulaire antérieur similaire à celui associée à la douleur physique.

Tout en permettant d'identifier les composantes des mécanismes produisant les préférences sociales, ces expériences demeurent cependant guidées par la psychologie cognitive et l'économie expérimentale. Les auteurs partent de phénomènes bien établis: la punition des comportements iniques, le refus des offres injustes, l'aversion à l'exclusion. Ils s'appuient sur des expériences bien rodées: jeux de confiance, d'ultimatum, de coopération, etc. S'ils parviennent à identifier les structures et processus neuronaux qui causent les comportements dans ces jeux, ils ne permettent pas nécessairement de mieux décrire la fonction d'utilité ou la distribution des probabilités qui guident le choix des agents.

Cela ne remet-il pas en question leur pertinence, du moins pour l'économiste ? Prenons, par exemple, la punition altruiste, à savoir la disposition à punir sans contrepartie les comportements opportunistes (Fehr et Gächter 2002). Il s'agit d'un phénomène essentiel pour comprendre l'équilibre atteint dans des jeux sociaux. Mais que gagne l'économiste à savoir que son caractère gratifiant est produit par l'activation du striatum dorsal? Examinons cette question plus en détail.

4. L'économie s'intéresse-t-elle aux causes neuronales?

Plusieurs économistes ont exprimé des doutes quant à la pertinence de la neuroéconomie pour l'économie. La critique la plus radicale consiste à nier la pertinence pour l'économie des causes neurologiques et psychologiques du comportement. Cette critique a été formulée avec vigueur par Faruk Gul et Wolfgang Pesendorfer (2008). Selon eux, l'économie ne s'intéresse pas aux mêmes questions que les neurosciences et la psychologie. Elle poursuit des buts distincts et doit utiliser des abstractions propres à ses finalités. Gul et Pesendorfer sont particulièrement préoccupés par les tentatives de distinguer une *utilité véritable* (*true utility*) de l'*utilité du choix* (*choice utility*). L'économie ne devrait s'intéresser selon eux qu'à la seconde, en définissant la fonction d'utilité d'un agent seulement en lien avec la notion de choix, comme le fait la théorie économique standard. Dire d'une option qu'elle est plus utile qu'une autre, en ce sens, revient simplement à affirmer qu'un agent rationnel la choisirait.

Gul et Pesendorfer s'opposent à la tendance de plusieurs neuroéconomistes à vouloir revenir à l'idée qu'il existe une « utilité véritable », liée au plaisir et rappelant à plusieurs égards la conception cardinale présente chez les premiers philosophes utilitaristes. Les variables neurologiques ou psychologiques qui causent les choix ne sont tout simplement pas pertinentes d'un point de vue économique. L'économiste n'a pas besoin de savoir, par exemple, si le fait de préférer x à y « est motivé par la recherche du bonheur, le sens du devoir, une obligation religieuse ou une impulsion. » (Gul et Pesendorfer, p. 24, nous traduisons.) Seul compte pour lui les relations de préférence révélées par les choix.

Cette défense de l'approche standard n'implique pas que l'économie soit entièrement isolée de la recherche psychologique. Elle ne doit cependant intégrer que les données pertinentes, c'est-à-dire les données sur les choix et les comportements. Les données produites par la

psychologie ou l'économie expérimentales peuvent ainsi être utilisées pour calibrer un modèle et prédire des choix ou des équilibres futurs. Les choix des joueurs dans des jeux expérimentaux d'ultimatum ou de coopération, par exemple, peuvent être utilisés pour calibrer des modèles de préférences sociales (Fehr et Schmidt 1999 ; Charness et Rabin 2002). Les données ou les variables non reliées au choix, comme les données concernant les activités neuronales, ne sont pas quant à elle intégrées dans le modèle. Pour paraphraser Hilary Putnam, il est indifférent à l'économiste que le cerveau soit fait de matière grise ou de fromage suisse...

5. Sauver la pertinence de la neuroéconomie

Il existe plusieurs manières de répondre à la critique formulée par Gul et Pesendorfer. L'une d'entre elles, défendue par Don Ross (2005, 2008), consiste à soutenir que la neuroéconomie ne se limite pas à l'approche qu'ils critiquent. Une autre, que l'on retrouve notamment chez Colin Camerer (2008a), affirme que la théorie économique, sans renier son appareillage néoclassique, gagne à puiser dans la richesse conceptuelle et empirique de la psychologie et des neurosciences pour construire des modèles adéquats. Examinons ces réponses tour à tour.

Depuis quelques années, Don Ross (2005, 2008) défend une position originale sur la relation entre l'économie et les neurosciences. Il distingue en effet deux manières de faire de la neuroéconomie. La première – qu'il qualifie d'« économie comportementale dans le scanner » – est sans doute la plus connue. C'est d'elle dont nous avons parlé jusqu'à présent. Elle cherche à identifier les mécanismes neuronaux produisant la prise de décision. Mais il existe une seconde approche – l'« économie neurocellulaire » – à laquelle il s'intéresse de façon privilégiée. Cette

approche vise à appliquer les méthodes et techniques économiques à des systèmes peu conventionnels: les réseaux de neurones.

L'originalité de cette position, présentée de façon détaillée dans Ross (2005), consiste à affirmer que l'approche néoclassique en économie est en général mieux adaptée à la modélisation du comportement des réseaux de neurones qu'à celui des agents économiques traditionnels: les individus. Les réseaux de neurones, en effet, sont moins susceptibles de violer les axiomes de la théorie des préférences révélées, ce qui rend la théorie néoclassique particulièrement utile à la modélisation de leur comportement. Ross s'intéresse particulièrement à l'approche promue par Glimcher (2003) et ses collègues de la New York University. Dans ce paradigme, telle aire corticale ou tel circuit dopaminergique est considéré comme un marché dont le comportement peut-être modélisé grâce à la théorie de l'équilibre général. Les neurones sont quant à eux des agents dont l'activation révèle les préférences.

L'application de la théorie néoclassique aux circuits neuronaux est prometteuse. Elle permet aussi de remettre en question l'idée selon laquelle les neurosciences et l'économie utilisent des abstractions différentes, liées aux différentes finalités qu'elles poursuivent (Bourgeois-Gironde et Schoonover 2008: 39). Cette application, cependant, témoigne davantage d'un enrichissement des neurosciences par la théorie économique que de l'économie par les neurosciences. La critique de Gul et Pesendorfer (2008) demeure ainsi intacte pour ce qui est de la pertinence des neurosciences pour l'économie elle-même.

Dans sa réplique au texte de Gul et Pesendorfer (2008), Colin Camerer (2008a) présente une deuxième manière de répondre à leur critique. D'abord, Camerer reconnaît la flexibilité de la théorie néoclassique et présente la neuroéconomie et l'économie comportementale comme des approches réformistes permettant de généraliser « la théorie du choix rationnel de façon à y

inclure de façon formelle des limites à la rationalité, à la volonté et l'intérêt personnel. »
(Camerer 2008a, p. 44, nous traduisons.)

La neuroéconomie, par exemple, ajoute une composante mécaniste à la théorie du choix rationnel, mais son approche n'est pas fondamentalement différente de celle de la théorie néoclassique. La théorie des préférences révélées soutient qu'il faut tirer de l'observation du comportement des agents une fonction d'utilité permettant de prévoir leur comportement futur. Si vous choisissez de manger une orange plutôt qu'une pomme dans différents contextes, si votre choix résiste à différentes formes d'interférence et s'avère robuste, nous pouvons en conclure que vous préférez les oranges aux pommes. En un sens, la neuroéconomie ne fait qu'élargir les données et les variables considérées, en incluant le comportement des composantes neuronales. Dès lors, soutient Camerer, la question centrale, celle à laquelle Gul et Pesendorfer ne répondent pas, consiste à savoir si les données et variables neuronales permettent « d'améliorer la capacité de comprendre et de prédire les choix, tout en maintenant la discipline mathématique et le recours aux données comportementales. » (Camerer 2008a, p. 45, nous traduisons.)

Il existe de bonnes raisons de penser que l'introduction d'un regard mécaniste sur la prise de décision peut s'avérer utile à l'économie. La simple observation du comportement, par exemple, permet d'identifier des relations de préférence robustes et ainsi de prédire, dans une certaine mesure, les choix futurs. Mais ces relations de préférence sont de simples corrélations qui demeurent inexplicées tant qu'on laisse la « boîte noire » fermée. Bien sûr, une bonne partie de l'économie demeure fortement influencée par une interprétation instrumentaliste qui voit dans la prédiction (plutôt que dans l'explication) la finalité suprême des modèles qu'elle développe. Mais, même si on accepte cette interprétation (ce qu'on n'est pas obligé de faire par ailleurs), on doit encore rappeler que la plus sûre manière de prédire le comportement d'un système consiste à avoir une bonne compréhension de son fonctionnement.

Camerer (2008a), promoteur enthousiaste de ce que Ross (2008) appelle l'« économie comportementale dans le scanner », n'est pas le seul à présenter les choses de cette façon. Glenn Harrison (2008), beaucoup plus sceptique à l'endroit de la neuroéconomie, voit les choses de la même manière. La pertinence de la neuroéconomie pour l'économie dépend de ce qu'elle nous apprend – ou nous apprendra – sur les fonctions d'utilité des agents économiques standards.

Gul et Pesendorfer se contentent quant à eux de souligner que l'économiste doit s'appuyer sur les « données sur les choix » afin de calibrer ses modèles. Le problème est évidemment qu'il est impossible d'interpréter les comportements d'un organisme comme des « choix » sans une pluralité de présupposés d'arrière-plan, portant notamment sur la façon dont cet organisme se représente les options et leurs probabilités (ses croyances) et sur la façon dont il leur attribue une valeur (ses désirs). Sans ces contraintes générales sur la façon dont varient ses états mentaux, un ensemble de comportements ne peut tout simplement pas révéler des relations de préférence. Il est confronté au problème de l'indétermination de Quine-Duhem (Guala 2005).

En affirmant, par ailleurs, que l'économiste n'a pas besoin de savoir si l'agent « est motivé par la recherche du bonheur, le sens du devoir, une obligation religieuse ou une impulsion », Gul et Pesendorfer (2008, p. 24) introduisent une confusion considérable. Leur argument est que l'économiste ne doit s'intéresser qu'aux « comportements de choix » pour reconstruire les préférences des acteurs. Or, dans le langage ordinaire, les concepts de « recherche du bonheur », de « sens du devoir », d'« obligation religieuse » ou d'« impulsion », désignent des caractéristiques cruciales des fonctions d'utilité des agents.

Dire de quelqu'un qu'il agit par « impulsion », par exemple, consiste à lui attribuer une fonction d'utilité sensible à l'écoulement du temps. Il existe donc des données comportementales pertinentes pour déterminer si quelqu'un agit ou non par impulsion: il suffit de mesurer l'impact du passage du temps sur son comportement. Le fait que son comportement soit causé ou non par

l'impulsion intéresse l'économiste, parce qu'il réagira alors différemment à la variable temporelle. De façon similaire, il est intéressant pour l'économiste de savoir si un individu agit par « sens du devoir » ou par « intérêt », parce que le « sens du devoir » renvoie à l'idée que sa préférence demeurerait la même si son intérêt changeait. Ici encore, les conséquences comportementales sont tout à fait vérifiables.

Gul et Pesendorfer (2008) peuvent, bien entendu, répliquer que les concepts tirés du langage ordinaire sont insuffisamment précis et ne font qu'imposer des contraintes larges sur la modélisation des fonctions d'utilité. L'économiste ne veut pas simplement savoir si le comportement est ou non sensible au passage du temps, il veut pouvoir quantifier l'impact de la variable temporelle dans un modèle formel. Ou encore, il veut savoir précisément dans quelle mesure le sens du devoir rend le comportement résistant à l'interférence de l'intérêt personnel.

Une fois la question posée de cette manière, cependant, il devient beaucoup moins intéressant de chercher à déterminer *a priori* si l'économiste a le droit d'utiliser un concept comme l'« impulsion » pour décrire une fonction d'utilité ou s'il doit se limiter à des représentations formelles des relations de préférence. On peut bien soutenir la deuxième option, comme le font Gul et Pesendorfer, mais cela implique une vision pour le moins étroite de l'appareillage conceptuel disponible pour l'économiste. Cela amène également le théoricien à s'éloigner de la pratique concrète des économistes, où les termes de la psychologie naïve et scientifique sont omniprésents pour qualifier les fonctions d'utilité.

6. La neuroéconomie: une contribution à quoi?

Du moment où l'on admet que la neuroéconomie peut en principe s'avérer pertinente, encore faut-il savoir si elle l'est d'ores et déjà ou si elle peut potentiellement le devenir. À ce sujet, les

avis divergent. Certains, comme Glenn Harrison (2008), se montrent largement pessimistes pour ce qui est du trajet parcouru et notent l'écart considérable entre les prétentions affichées par la neuroéconomie et les résultats qu'elle offre. D'autres, comme Colin Camerer (2008b), sont plutôt optimistes et croient que la contribution de la neuroéconomie est déjà réelle.

Le scepticisme de Harrison (2008) découle d'une caractéristique de la recherche neuroéconomique que nous avons évoquée ci-dessus. Pour le dire avec Ross (2008), la neuroéconomie se limite souvent à une « économie comportementale dans le scanneur », c'est-à-dire à une recherche des corrélats neuronaux de phénomènes déjà bien connus en psychologie et en économie comportementale: l'aversion découlant de la réception d'offres injustes, le plaisir de punir les comportements iniques, la souffrance liée à l'exclusion sociale.

Or, si un phénomène est déjà bien établi aux niveaux psychologique et comportemental, à quoi sert-il d'en connaître les corrélats neuronaux? Harrison (2008) soulève précisément ce point. Considérons par exemple des variables comme l'aversion au risque ou l'aversion à l'ambiguïté. Non seulement les phénomènes sont bien connus au niveau psychologique, mais il existe de nombreuses méthodes expérimentales permettant d'en déterminer la valeur chez les agents. Que peut ajouter la neuroéconomie ?

Idéalement, elle peut nous aider à identifier les composantes des mécanismes impliqués dans la production de ces deux phénomènes. Par exemple, Knutson *et al.* (2005) ont montré que le cortex préfrontal médian (CPFm) s'activait de façon proportionnelle à la probabilité objective d'un gain. De leur côté, Hsu *et al.* (2005) ont établi qu'il existait une corrélation positive entre l'ambiguïté d'un choix et l'activation d'un circuit reliant l'amygdale et le cortex orbitofrontal (COF). Ces études viennent montrer que deux phénomènes identifiés comme distincts par les économistes comportementaux – l'aversion au risque et l'aversion à l'ambiguïté – sont produits par des mécanismes distincts. Mais que peut tirer l'économiste de cette découverte ? Lui permet-

elle de mieux évaluer les fonctions d'utilité que les méthodes utilisées traditionnellement par l'économie comportementale? Cela ne va pas de soi.

Coauteur de l'étude sur l'aversion à l'ambiguïté (Hsu *et al.* 2005), Camerer (2008) cherche à préciser ce que l'économiste peut tirer de l'analyse neuronale :

L'idée est d'utiliser les données sur le cerveau pour trancher empiriquement entre des théories qui sont particulièrement difficiles à distinguer à l'aide de tests de prédiction du marché (en utilisant des données habituelles). Les données sur le cerveau offrent une manière de garder le rythme face à l'incroyable capacité des théoriciens économiques à inventer de nouveaux fondements mathématiques pour un ensemble modeste de phénomènes observés. Mon article avec Hsu *et al.* (2005) avait cet objectif. Dans les choix ambigus ou risqués, nous trouvons des indices d'une activation en réponse à l'utilité espérée « moyenne » ("*mean*" *expected utility*) dans le striatum, et une forte réponse à l'ambiguïté (comparée au risque) dans le COF latéral, le COF dorsolatéral et l'amygdale. Le fait que des régions différentes soient activées différemment par la moyenne de la récompense et le degré d'ambiguïté laisse penser qu'un modèle évaluant ces deux éléments séparément est sur la bonne voie. (Camerer 2008b, p. 372, nous traduisons.)

Les prétentions de Camerer demeurent donc relativement modestes. La neuroéconomie permet au fond de s'assurer que des modèles sont sur la bonne voie, en vérifiant, par exemple, si des variables distinctes correspondent à des composantes ou à des processus distincts.

La neuroéconomie, selon Camerer, pourrait cependant être appelée à jouer un rôle plus important en amenant les économistes à considérer l'importance de variables jusque là négligées. Dans cette éventualité, elle cesserait d'être à la remorque de la psychologie et de l'économie comportementale et entraînerait directement un progrès bénéfique pour l'économie. Comme nous

le montrons dans la suite à partir de l'exemple des préférences sociales, il existe de bonnes raisons de douter qu'elle y parvienne.

7. Modéliser les préférences sociales

Avec l'intérêt croissant pour l'économie expérimentale, de nombreuses tentatives ont été faites pour formaliser l'impact de la moralité, de l'équité ou des normes sociales sur le comportement. Une tentative précoce et influente, réalisée par Fehr et Schmidt (1999), visait ainsi à modéliser le comportement des sujets dans trois types d'expérience: un jeu d'ultimatum, un jeu du marché et un jeu de coopération. Les auteurs soutenaient qu'un modèle simple centré sur l'aversion à l'iniquité permettait de rendre compte de façon satisfaisante des choix observés.

Au fil des années, de nombreux modèles alternatifs ont été proposés afin de prendre en compte des variables supplémentaires. Donnons quelques exemples.

- Charness et Rabin (2002) utilisent un ensemble de jeux sociaux pour montrer que des préoccupations pour le bien-être du groupe, de même que pour les joueurs les moins bien nantis, s'ajoutent aux préoccupations pour l'équité.
- Dana *et al.* (2006) montrent, à l'aide d'une variante du jeu du dictateur, qu'un nombre considérable de joueurs est prêt à payer pour éviter de paraître injuste à un joueur anonyme.
- Bicchieri et Xiao (2009) montrent, également dans un jeu du dictateur, que la générosité du dictateur varie de façon importante en fonction de l'information dont il dispose quant aux comportements des autres sujets dans le même jeu.

Ce ne sont là que quelques exemples de variables susceptibles de motiver la construction de modèles plus sophistiqués de préférences sociales. On pourrait en ajouter plusieurs. Il est bien connu en économie expérimentale que les sujets présentent des profils fortement différenciés et qu'environ 20% d'entre eux se comportent généralement comme des maximisateurs égoïstes (Bruhin *et al.* 2007). Quelle place cette hétérogénéité des préférences doit-elle occuper dans la modélisation des préférences sociales? De même, il est bien connu que de modestes variations contextuelles peuvent avoir un impact considérable sur le comportement (Houser et Xiao 2010). Dans quelle mesure les économistes doivent-ils tenir compte de ces variables?

Le problème auquel les économistes expérimentaux sont de plus en plus confrontés ne semble donc pas être de savoir s'il est possible de se nourrir de la psychologie tout en conservant le formalisme néoclassique. Le consensus, à cet égard, est plutôt robuste. L'économie a besoin à la fois du formalisme et de la psychologie. Le problème est plutôt de savoir s'il est possible de tenir compte de la complexité du comportement humain tout en conservant des modèles mathématiques maniables. Un conflit apparaît forcément entre la nécessité de développer des modèles simples à utiliser et celle de développer des modèles dont la validité ne se limite pas à un contexte expérimental étroit.

Ce conflit est en quelque sorte la toile de fond du débat acrimonieux qui a opposé, au cours des dernières années, Ken Binmore et Avner Shaked à Ernst Fehr et Klaus Schmidt. Le débat a d'abord eu lieu dans des documents de travail qui ont largement circulé chez les expérimentalistes, puis dans un numéro spécial du *Journal of Economic Behavior and Organization* (Binmore et Shaked 2010a, b; Fehr et Schmidt 2010).

Binmore et Shaked critiquent sévèrement la méthodologie sur laquelle Fehr et Schmidt font reposer leur modèle de l'aversion à l'iniquité. Dans le cas du jeu de coopération, pour ne

donner qu'un seul exemple, ils considèrent arbitraire le choix de Fehr et Schmidt d'appuyer leur théorie sur le traitement où les sujets interagissent plusieurs tours avec les mêmes joueurs (*le traitement entre partenaires*) plutôt que sur celui où ils interagissent à chaque tour avec de nouveaux joueurs (*le traitement entre étrangers*) (Binmore et Shaked 2010a, p. 94). La coopération est en effet beaucoup plus élevée dans le premier traitement, ce qui remet en question la validité du modèle dans le second.

Plutôt que d'adhérer au modèle de l'aversion à l'iniquité, Binmore et Shaked affirment (sans la détailler) une préférence pour les modèles centrés sur les normes sociales :

L'approche que nous préférons explique le comportement des sujets en termes de normes sociales. Nous pensons qu'il est plausible que les gens arrivent au laboratoire avec plusieurs normes sociales en tête et que l'une d'entre elles est déclenchée par la manière dont l'expérience est cadrée. Si le comportement qui se manifeste se rapproche d'un équilibre de Nash (comme dans le jeu d'ultimatum), alors la norme est stabilisée dans le contexte du laboratoire. S'il ne l'est pas (comme dans le dilemme du prisonnier), alors le comportement des sujets se déplace vers un équilibre de Nash. (Binmore et Shaked 2010a, p. 98, nous traduisons.)

Le modèle des normes sociales permet en effet de rendre compte d'un ensemble de comportements beaucoup plus large que le modèle de l'aversion à l'iniquité (Bicchieri 2006). Elle crée cependant de nouveaux problèmes que Fehr et Schmidt décrivent de la façon suivante :

Un problème important qui accompagne cette approche alternative est que l'ensemble des normes sociales qui influence le comportement des gens n'est pas spécifié. Un deuxième problème important est que Binmore et Shaked n'offre nulle part une théorie rigoureuse pour expliquer comment un cadrage particulier d'une situation sélectionne la norme sociale pertinente pour le

comportement. Pour cette raison, ils sont parfaitement libres de rationaliser *ex post* tout résultat compatible avec un équilibre de Nash en choisissant la norme sociale qui explique le comportement. (Fehr et Schmidt 2010, p. 103, nous traduisons.)

Considérées ensemble, ces deux positions illustrent bien le dilemme auquel sont confrontés les économistes expérimentaux dans la modélisation des préférences sociales. Les modèles les plus simples possèdent une validité externe limitée et ne peuvent souvent être appliqués qu'à des contextes expérimentaux bien définis. À l'inverse, il ne semble pas y avoir de limites à la complexité du modèle qui devrait être construit pour tenir compte de l'impact de la totalité des variations contextuelles.

8. À qui sert la neuroéconomie des préférences sociales?

Nous avons donné plus haut quelques exemples de contributions influentes à l'étude neuroéconomique des comportements pro-sociaux. Si ces études sont essentielles pour mettre en lumière les mécanismes de la prise de décision, il ne va cependant pas de soi qu'elles contribuent à la modélisation des préférences sociales des agents interagissant sur des marchés réels au-delà de ce que permettent déjà l'économie comportementale et la psychologie. L'activation du striatum dorsal dans l'expérience de de Quervain *et al.* (2004), par exemple, aide à comprendre les fondements de l'utilité de la punition des comportements iniques, mais cette utilité était déjà bien établie dans la littérature expérimentale avant l'intervention des neurosciences (Fehr et Gächter 2002). De même, l'expérience de Sanfey *et al.* (2003) aide à comprendre les fondements neuronaux de la réaction d'aversion aux offres iniques dans les jeux d'ultimatum, mais elle ne

vient ainsi qu'ajouter une profondeur à ce qui était déjà largement connu au niveau comportemental: les joueurs attribuent une désutilité au fait de recevoir des offres injustes.

Dans les deux cas, comme nous l'avons dit plus haut, les neuroéconomistes se sont laissés guidés par des phénomènes comportementaux largement connus des économistes. Leur recherche est donc partie du haut pour se diriger vers le bas. Pour que leur contribution à l'étude des marchés réels soit indiscutable, les neuroéconomistes devraient cependant aller du bas vers le haut. Ils devraient, par exemple, découvrir grâce aux outils des neurosciences des propriétés du cerveau produisant des comportements 1) jusqu'alors négligés par les expérimentalistes et 2) susceptibles de jouer un rôle dans la compréhension des équilibres économiques.

Peuvent-ils y parvenir? À notre avis, cela est peu probable, puisque ces deux conditions sont peu susceptibles d'être réunies. En d'autres mots, si un trait comportemental est suffisamment important pour jouer un rôle causal dans la sélection des équilibres, il est fort probable qu'il soit d'abord identifié par les économistes expérimentaux ou les psychologues, et non par les neuroéconomistes. Pourquoi ? La raison tient aussi bien à la nature de la psychologie humaine qu'à celle des équilibres que cherchent à expliquer les économistes.

Les équilibres que cherchent à expliquer les économistes sont généralement produits par un très grand nombre de décisions individuelles. Pour obtenir une explication satisfaisante d'un équilibre de marché, il n'est généralement ni possible ni souhaitable d'offrir une description détaillée des préférences et des actions de chacun des agents impliqués. L'équilibre est plutôt expliqué (ou prédit) par un modèle formalisant d'une façon relativement réaliste la fonction d'utilité des agents et, surtout, les préférences susceptibles de faire une différence au niveau agrégé. Plusieurs caractéristiques des fonctions d'utilité peuvent être négligées par les modèles. On peut penser aux variations interindividuelles susceptibles de s'annuler au niveau agrégé, ou encore aux comportements sous-optimaux susceptibles de disparaître rapidement à travers

l'apprentissage. En somme, dès lors que l'on s'intéresse à la production des équilibres économiques, il devient difficile (ou alors non pertinent) de tenir compte du détail de la fonction d'utilité des agents individuels.

Cela ne signifie pas que l'étude expérimentale du comportement soit inutile à l'économie. Au cours des vingt dernières années, elle a contribué par exemple à sensibiliser bon nombre d'économistes à la nécessité d'intégrer des préférences sociales à leurs modèles, afin de tenir compte explicitement des normes sociales, des comportements punitifs, etc. L'économiste ne peut reconstruire de manière détaillée les préférences sociales de chacun des agents, mais il gagne souvent à s'appuyer sur les phénomènes comportementaux bien établis pour analyser les phénomènes de marché.

Dans une expérience célèbre, par exemple, Kahneman *et al.* (1986) ont soutenu que les attentes des consommateurs en matière de justice étaient essentielles pour comprendre la résistance des commerçants à augmenter leur prix en période de crise ou de pénurie. Une écrasante majorité de leurs sujets jugeaient qu'il était *injuste* qu'un commerçant fasse passer de 15\$ à 20\$ le prix des pelles à neige au lendemain d'une tempête, bien qu'il s'agisse d'une réponse tout à fait rationnelle à l'augmentation anticipée de la demande. Ces résultats montrent l'importance de mener des études sur les préférences sociales et de tenir compte des résultats dans l'analyse des équilibres, plutôt que de se limiter à l'idée de maximisation monétaire.

Est-il réaliste de penser que les neurosciences produiront un jour des contributions similaires ? D'un côté, comme nous l'avons dit plus haut, les neurosciences sont essentielles pour expliquer les préférences sociales, comme, dans ce cas, les attentes en matière de justice. Francesco Guala et Tim Hodgson (manuscrit) s'intéressent aux mécanismes neuronaux qui font en sorte que les équilibres conventionnels acquièrent une force normative, donnant aux acteurs une raison intrinsèque de les respecter. On peut penser aux sujets de Kahneman *et al.* (1986) qui

en viennent à considérer qu'il est injuste pour un commerçant de faire payer davantage que le prix habituel pour une pelle à neige.

Le processus d'apprentissage décrit par Guala et Hodgson implique un mécanisme de renforcement se déroulant à la fois dans les régions limbiques (particulièrement le corpus striatum, le thalamus et l'amygdale), corticales (le cortex dorsolatéral préfrontal et orbitofrontal), et les circuits dopaminergiques. Une fois l'apprentissage réalisé, les ruptures inattendues des conventions sociales envoient un signal d'erreur qui déclenche des réactions émotionnelles susceptibles à leur tour de motiver des comportements punitifs.

S'il est intrinsèquement intéressant de savoir comment l'attachement aux conventions découle d'un processus d'apprentissage dans un réseau neuronal pouvant faire l'objet d'une modélisation bayésienne, il ne va pas de soi que celui qui cherche à comprendre la sélection des équilibres économiques au niveau supérieur puisse en tirer un profit direct. La première raison est que la psychologie et l'économie expérimentale offrent déjà une source d'information très riche – et moins coûteuse que l'imagerie cérébrale – pour enquêter sur les préférences sociales des agents. En fait, cette méthodologie est si riche que l'économiste doit généralement se limiter à quelques phénomènes centraux pour s'assurer que son modèle demeure manipulable.

La deuxième raison est que les neurosciences sont pour l'instant – et resteront probablement longtemps – incapables en elles-mêmes de nous renseigner sur la fonction d'utilité résultant d'un processus d'apprentissage précis. Pour le dire simplement, nous sommes incapables de déterminer grâce aux méthodes des neurosciences comment les interactions passées d'un individu précis avec son environnement ont conduit son cerveau à attribuer des probabilités à des événements, ou encore comment des liens ont été établis entre des prédictions et des mécanismes affectifs et motivationnels. Nous savons, par exemple, que le cortex cingulaire antérieur est impliqué dans la détection de l'erreur, mais nous sommes incapables de lire dans les

connexions synaptiques de cette région les événements qui seront jugés inattendus. Par conséquent, même si nous pouvions à un moment précis prendre une photographie complète du cerveau de tous les agents interagissant sur un marché, nous ne pourrions pas l'utiliser pour déterminer leur fonction d'utilité. Pour y parvenir, il convient encore aujourd'hui d'utiliser les méthodes classiques de la psychologie et des sciences sociales: questionnaires, entrevues, expériences psychologiques ou économiques, etc.

Malgré ce portrait relativement sceptique, nous pouvons penser à un type de situation où la neuroéconomie pourrait déjà s'avérer utile pour comprendre et prédire des équilibres économiques. Il s'agit de situations où les agents économiques en interaction seraient neurologiquement non standards. On peut penser par exemple à un marché où interagiraient des patients cérébraux-lésés, ou à un autre où les agents présenteraient des taux d'hormones largement supérieurs ou inférieurs à la normale. On sait, par exemple, que les lésions au cortex préfrontal ventromédian ont un impact important sur les préférences sociales. Ainsi, la neuroéconomie pourrait nous permettre d'expliquer pourquoi un marché où interagiraient des patients ainsi lésés tendrait vers un équilibre différent de celui où interagissent des patients normaux. De même, nous savons aujourd'hui que des hormones comme la testostérone ou l'ocytocine ont un impact sur les préférences sociales. Cette connaissance permettrait ainsi d'expliquer pourquoi le comportement d'une population présentant des taux anormalement élevés de ces hormones dévie de celui prédit pour une population normale.

S'il s'agit là de possibilités intéressantes sur le plan théorique, il n'en demeure pas moins que dans les marchés réels – auxquels s'intéressent les économistes – les variations cognitives et hormonales ne sont généralement pas pertinentes à la compréhension des équilibres et peuvent être négligées entièrement.

9. Conclusion

Nous sommes tous fascinés par le fonctionnement du cerveau et la perspective d'utiliser les neurosciences pour révéler les fondements de la prise de décision attise avec raison les espoirs de nombreux chercheurs. Des précisions sont cependant nécessaires pour éviter de se méprendre sur le potentiel de la neuroéconomie. Pour éviter des débats aussi futiles qu'acrimonieux, il convient souvent de prendre du recul et de clarifier les rôles que chacun est appelé à jouer dans le développement du savoir.

Les conclusions que nous pouvons tirer de notre discussion sont les suivantes. D'un côté, les neuroéconomistes devront apprendre à éviter de survendre leurs découvertes, notamment pour ce qui est de leur potentiel pour les enjeux traditionnels de l'économie. Pour l'instant, la neuroéconomie a surtout cherché à établir les bases neuronales de phénomènes comportementaux bien établis. Cette recherche est essentielle, mais rien n'indique qu'elle permettra dans un proche avenir de mieux modéliser le comportement des agents interagissant sur des marchés réels que ne le font déjà l'économie comportementale et la psychologie cognitive.

D'un autre côté, les économistes partisans des méthodes mieux établies devront accepter que la recherche des fondements neuronaux de la prise de décision est non seulement un enjeu scientifique digne d'intérêt, mais également un enjeu qui a sa place dans la science économique, étant donné l'intérêt historique de cette dernière pour les fondements de la prise de décision. Si la neuroéconomie n'éclaircit pas toutes les questions économiques traditionnelles, elle dispose néanmoins d'outils pour lever une partie du voile sur les plus fondamentales.

Remerciements

Je tiens à remercier Dave Anctil, Christine Clavien, Anne Corcos, ainsi que deux évaluateurs anonymes pour leurs commentaires sur une version précédente de cet article. Cette recherche a été réalisée grâce à une bourse postdoctorale du Conseil de recherche en sciences humaines du Canada.

Bibliographie

Bicchieri, C. (2006), *Grammar of Society*, Cambridge, Cambridge University Press.

Bicchieri, C. et E. Xiao (2009), « Do the right thing: But only if others do so », *Journal of Behavioral Decision Making*, 22(2), pp. 191-208.

Binmore, K. et A. Shaked (2010a), « Experimental economics: Where next? », *Journal of Economic Behavior and Organization*, 73(1), pp. 87-100.

Binmore, K. et A. Shaked (2010b), « Experimental Economics: Where Next? Rejoinder », *Journal of Economic Behavior and Organization*, 73(1), pp. 120-121.

Bourgeois-Gironde, S. et C. Schoonover (2008), « Une hybridation de l'économie et des neurosciences a-t-elle un sens ? », *Revue d'économie politique*, 118, pp. 35-50.

Bruhin, A., H. Fehr-Duda et T. Epper (2007), *Risk and rationality: Uncovering heterogeneity in probability distortion*, Working Paper 0705, University of Zurich, Socioeconomic Institute.

Camerer, C. F. (2008a), « The case for mindful economics », dans A. Caplan et A. Schotter (dir.), *The foundations of positive and normative economics*, New York, Oxford University Press, pp. 43-69

Camerer, C. F. (2008b), « The potential of neuroeconomics », *Economics and Philosophy*, 24, pp. 369-379.

Charness, G. et M. Rabin (2002), « Understanding social preferences with simple tests », *Quarterly Journal of Economics*, 117(3), pp. 817-869.

Craver, C. F. (2007), *Explaining the brain: Mechanisms and the mosaic unity of neuroscience*, Oxford, Oxford University Press.

Craver, C. F. et A. Alexandrova (2008), « No Revolution Necessary: Neural Mechanisms for Economics », *Economics and Philosophy*, 24(3), pp. 381-406.

Dana, J., D. Cain et R. Dawes (2006), « What you don't know won't hurt me: Costly (but quiet) exit in dictator games », *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 100(2), pp. 193-201.

de Quervain, D. J.-F., U. Fischbacher, V. Treyer, M. Schellhammer, U. Schnyder, A. Buck et E. Fehr (2004), « The neural basis of altruistic punishment », *Science*, 305(5688), pp. 1254-1268.

Eisenberger, N. I., M. D. Lieberman et K. D. Williams (2003), « Does rejection hurt? An fMRI study of social exclusion », *Science*, 302, pp. 290-292.

Ernst Fehr, K. M. S. (2010), « On inequity aversion: A reply to Binmore and Shaked », *Journal of Economic Behavior and Organization*, 73(1), pp. 101-108.

Fehr, E. et S. Gächter (2002), « Altruistic punishment in humans », *Nature*, 415, pp. 137-140.

Fehr, E. et K. M. Schmidt (1999), « A theory of fairness, competition, and cooperation », *Quarterly Journal of Economics*, 114, pp. 817-868.

Francesco, G. et T. Hodgson (n.d.), *Scanning the Humean brain: The neural basis of social conventions and norms*, Document de travail.

Glimcher, P. W. (2003), *Decisions, uncertainty, and the brain: The science of neuroeconomics*, Cambridge (MA), MIT Press.

Guala, F. (2005), *The methodology of experimental economics*, Cambridge, Cambridge University Press.

Gul, F. et W. Pesendorfer (2008), « The case for mind less economics », dans A. Caplin et A. Schotter (dir.), *Foundations of positive and normative economics*, New York, Oxford University Press, pp. 3-40

Hardy-Vallée, B. et B. Dubreuil (2009), « Réconcilier le formel et le causal: Le rôle de la neuroéconomie », *Revue de philosophie économique*, 10(2), pp. 25-46.

Harrison, G. W. (2008), « Neuroeconomics: A critical reconsideration », *Economics and Philosophy*, 24, pp. 303-344.

Houser, D. et E. Xiao (2010), « Understanding context effects », *Journal of Economic Behavior and Organization*, 73(1), pp. 58-61.

Hsu, M., M. Bhatt, R. Adolphs, D. Tranel et C. F. Camerer (2005), « Neural systems responding to degrees of uncertainty in human decision-making », *Science*, 310, pp. 1680–1683.

Kahneman, D., J. L. Knetsch et R. Thaler (1986), « Fairness as a constraint on profit seeking », *American Economic Review*, 76(4), pp. 728-741.

Knutson, B., J. Taylor, M. Kaufman, R. Peterson et G. Glover (2005), « Distributed neural representation of expected value », *Journal of Neuroscience*, 25, pp. 4806-4812.

Ross, D. (2005), *Economic theory and cognitive science: Microexplanation*, Cambridge, Mass., MIT Press.

Ross, D. (2008), « Two styles of neuroeconomics », *Economics and Philosophy*, 24, pp. 473-483.

Rubinstein, A. (2006), « Comments on Behavioral Economics », dans R. Blundell, W. K. Newey et T. Persson (dir.), *Advances in Economic Theory (2005 World Congress of the Econometric Society)*, Vol. II, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 246-254

Sanfey, A. G., J. K. Rilling, J. A. Aronson, L. E. Nystrom et J. D. Cohen (2003), « The neural basis of economic decision-making in the ultimatum game », *Science*, 300, pp. 1755-1758.

Schmidt, K. M. (2010), « Social Preferences and Competition », *Münchener Wirtschaftswissenschaftliche Beiträge (VWL) 2010-6*.