

La neuroéconomie : quelques éclairages sur un nouveau genre disciplinaire

Thierry Aimar

Volume 92, numéro 1-2, mars-juin 2016

Économie expérimentale : comportements individuels, stratégiques et sociaux

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/1039884ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/1039884ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

HEC Montréal

ISSN

0001-771X (imprimé)

1710-3991 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Aimar, T. (2016). La neuroéconomie : quelques éclairages sur un nouveau genre disciplinaire. *L'Actualité économique*, 92(1-2), 435–458.
<https://doi.org/10.7202/1039884ar>

Résumé de l'article

L'article propose quelques éléments d'interprétation du développement de la neuroéconomie. Apparue à l'aube des années 2000, celle-ci s'appuie sur les récentes techniques d'investigation du cerveau pour déterminer les équivalents cérébraux des comportements économiques et étudier les processus de prise de décision sous-jacents. La neuroéconomie met ainsi en lumière les facteurs cognitifs et émotionnels qui sont à la base des actions humaines. Face au débat sur son utilité pour la discipline, l'objet de l'article est aussi de montrer par quelques exemples significatifs comment la neuroéconomie a permis d'enrichir le champ d'investigation de la théorie économique en éclairant des paradoxes expérimentaux et en élargissant l'espace des prévisions.

LA NEUROÉCONOMIE : QUELQUES ÉCLAIRAGES SUR UN NOUVEAU GENRE DISCIPLINAIRE

Thierry AIMAR

BETA

Université de Lorraine

thierry.aimar@univ-lorraine.fr

RÉSUMÉ – L'article propose quelques éléments d'interprétation du développement de la neuroéconomie. Apparue à l'aube des années 2000, celle-ci s'appuie sur les récentes techniques d'investigation du cerveau pour déterminer les équivalents cérébraux des comportements économiques et étudier les processus de prise de décision sous-jacents. La neuroéconomie met ainsi en lumière les facteurs cognitifs et émotionnels qui sont à la base des actions humaines. Face au débat sur son utilité pour la discipline, l'objet de l'article est aussi de montrer par quelques exemples significatifs comment la neuroéconomie a permis d'enrichir le champ d'investigation de la théorie économique en éclairant des paradoxes expérimentaux et en élargissant l'espace des prévisions.

ABSTRACT – The article provides some elements of interpretation of the development of neuroeconomics. Appeared in the early 2000s, it is based on recent investigative techniques of the brain to determine the cerebral correlates of economic behavior and consider underlying decision-making processes. Neuroeconomics thus highlights the cognitive and emotional factors grounding human actions. Facing the debate on the usefulness of neuroeconomics, the object also is to show by a few significant examples how it has enriched the field of investigation of economic theory highlighting experimental paradoxes and expanding the forecasts space.

INTRODUCTION

L'émergence d'une neuroéconomie (cf. Glimcher, 2003) doit être considérée sous l'angle des développements de l'économie expérimentale (Smith, 1962; Smith *et al.*, 1988; Kahneman et Tversky, 1979, 1984) et comportementale (Sunstein et Thaler, 2003). Les contributions de Camerer (2007), Camerer *et al.* (2004, 2005), Glimcher (2003, 2010), Glimcher et Rustichini (2004), Rustichini (2005) ou encore de Coricelli *et al.* (2005, 2006, 2009, 2010) s'inscrivent dans la foulée des travaux pionniers des Edelman, Varela, Changeux ou Damasio. Ces auteurs, qui s'intéressent à la prise de décision, ont éprouvé le besoin de s'ouvrir à la psychologie cognitive pour interpréter un certain nombre de choix non conformes au modèle économique

standard. La mise en évidence de ces « biais » a naturellement amené la recherche à en découvrir les origines cérébrales. Cette démarche a été rendue possible grâce aux avancées récentes des neurosciences et en particulier des techniques d'exploration du cerveau dont elles disposent depuis peu de temps.

L'objectif de la neuroéconomie est d'identifier les bases neurobiologiques des actions humaines à l'aide de l'imagerie cérébrale (IRM – imagerie par résonance magnétique – ou TEP – tomoscintigraphie par émission de positrons ou dénommée PET en anglais). En visualisant les corrélats neuronaux des décisions économiques, elle éclaire la nature des éléments cognitifs et émotionnels impliqués dans les perceptions et les décisions individuelles.

Mais l'analyse économique a-t-elle véritablement besoin de la neuroéconomie? Il existe un débat en la matière¹. Au-delà des difficultés d'interprétations des données mises en évidence par la neuro-imagerie et des limites méthodologiques liées à la faiblesse des échantillons statistiques (Logothetis, 2008; Miller, 2008), plusieurs commentateurs (Rubinstein, 2006; Gul et Pesendorfer, 2008; Ross, 2008; Harrison 2008; Sobel 2009) se sont interrogés sur la capacité de la neuroéconomie à enrichir la discipline. Les modèles classiques s'attachent uniquement à l'analyse des choix et leurs prévisions ne dépendent d'aucune hypothèse particulière sur les variables psychologiques sous-jacentes et non-observables qui les sous-tendent (Gul et Pesendorfer, 2008). Par ailleurs, lorsqu'ils intègrent des émotions particulières comme la colère ou la jalousie (cf. Raghunathan et al., 2004; Loewenstein et al., 2001; Lipman et Pesendorfer, 2013), ils parviennent à les traiter sous forme de données comportementales. On peut alors s'interroger sur les tentatives de la neuroéconomie d'infirmer (Glimcher, 2010; Hytonen et al., 2014) ou de confirmer (Padoa-Schoppa et Assad, 2008) la théorie économique.

Des réponses ont été apportées à ces interrogations critiques : d'une part, mesurer ou découvrir les préférences avec seulement des méthodes behaviorales est difficile et très imparfait (Kahneman et Krueger, 2006); d'autre part, si seuls les choix révèlent les préférences, alors cela signifie que celles qui ne se sont pas exprimées par les décisions restent inconnues (Stanton, 2009; Fehr et Ranger, 2011). Mais leurs intégrations ne sont pas inutiles à la qualité des modèles. Ainsi, la modulation de la patience des individus suivant leur degré d'auto-contrôle (Figner et al., 2010) n'aurait pu être effectuée par l'analyse des choix. Elle a pourtant élargi l'espace de la prévision, en expliquant la variation des choix par des éléments neurobiologiques. Finalement, on peut considérer avec Camerer (2013) que la restriction de l'analyse économique aux choix relève d'une contrainte et non d'un principe épistémologique. Autrefois, seuls les choix pouvaient être observés, et non la subjectivité des agents. Ce n'est plus le cas aujourd'hui. Une modélisation du processus de décision et de la manière dont les valeurs se forment, se transforment ou se rigidifient en relation à des événements internes ou externes, augmente le

1. Caplin (2008), Caplin et Schotter (2008), Harrison (2008), Rustichini (2009), Bernheim (2009), Glimcher (2010), Ross (2010), Fehr et Rangel (2011), Dean (2012) et Camerer (2013).

coefficient de prévision des théories. Sur le terrain normatif, la découverte des circuits neuronaux déterminant la décision donne sur le principe les moyens d'influencer son contenu en vue d'assurer une meilleure coordination infra-individuelle et interindividuelle.

L'objet de cet article est de rendre compte de la façon originale dont cette récente neuroéconomie s'est constituée; d'expliquer la manière dont elle intègre l'émotion dans la décision et de présenter des exemples significatifs de sa capacité d'éclairer et d'enrichir la discipline économique.

1. UNE GENÈSE ORIGINALE

Le développement de la neuroéconomie a suivi une trajectoire pour le moins singulière. Celle-ci peut être interprétée comme le fruit d'une rencontre entre deux disciplines principales, la neurologie et l'économie, mais dont les attentes croisées sont paradoxalement antagonistes (Schmidt, 2008, 2010). Cela n'a pas empêché la réussite de ce couple bizarrement assorti et le développement d'une progéniture toujours plus nombreuse.

Depuis les années 1980, l'analyse cérébrale a bénéficié d'extraordinaires progrès de la technologie : l'encéphalogramme (EEG) mesure l'activité électrique du cerveau par le biais d'électrodes reliées au crâne; la tomographie par émissions de positrons (TEP) permet mesurer l'intensité de l'activité cérébrale par la mesure de l'afflux sanguin dans telle ou telle zone du cerveau et finalement, l'imagerie par résonance magnétique (IRM), apparue dans les années 1990, produit des images détaillées des activités mentales en mesurant les changements d'oxygénation du cerveau. Ces techniques d'imagerie ont évolué ces toutes dernières années dans le sens d'une miniaturisation croissante qui permet à la fois l'extension du champ des expériences et l'allègement de leur coût.

De manière complémentaire, la psychologie cognitive et comportementale a bénéficié de nouveaux moyens de mesurer des réactions émotionnelles en se basant sur des « marqueurs somatiques » (Bechara *et al.* 2003, 2005) : variabilité du rythme cardiaque (qui rend compte de la stimulation physiologique), signaux électromyographiques (activation des muscles des visages comme indicateur des émotions positives ou négatives), *eye tracking* (position et mouvement du regard sur un écran d'ordinateur et mesure de son intensité par la dilatation de la pupille), visualisation et mesure de l'expression faciale, électrodermie (mesure de l'activité électrique de la peau), enregistrement des taux de cortisone et de testostérone par la salive, frissons, sueur, *etc.*

Ces progrès ont favorisé une nouvelle génération de neurobiologistes et de neurophysiologistes dont les travaux se sont concentrés sur l'étude de la décision. Mais la capacité interprétative de leurs analyses s'est vue limitée par l'absence de fonction objective. C'est dans cette perspective que des neurologues (Platt et Glimcher, 1999) se sont tournés vers les économistes pour leur emprunter des modèles standard de rationalité, de manière à éclairer les processus décisionnels sélectionnés par le cerveau, notamment lorsque celui-ci est confronté à des

environnements incertains. La théorie de l'utilité espérée et les règles de maximisation vont donner un sens aux résultats de leurs investigations.

Le paradoxe est que ces modèles standards ont été remis en question dans ces mêmes années par une partie des théoriciens économiques. La célèbre expérience d'Allais (1953) avait sonné une première charge contre la théorie de l'utilité espérée. Mais ce sont surtout les travaux de Kahneman et Tversky (1979, 1984) qui ont remis en question l'essence de cette théorie dans ses évidences empiriques. Ils ont donné lieu à un ensemble de protocoles expérimentaux témoignant de l'existence généralisée de comportements « biaisés » (par rapport à la théorie « classique »). La volonté des économistes d'expliquer ces biais les a naturellement conduits à s'intéresser aux processus cérébraux sous-jacents et à se tourner vers les neurologues pour bénéficier de leur appareillage.

Ces attentes croisées de la neurologie et de l'économie, quoique contradictoires, ont donné naissance à un champ disciplinaire nouveau : la neuroéconomie. Glimcher, Camerer, Rustichini en représentent les figures les plus connues. S'appuyant sur des outils techniques toujours plus élaborés, cette discipline est dévolue à l'analyse des bases neurales des comportements observés dans le cadre de protocoles expérimentaux. Malgré son caractère récent, la neuroéconomie a fait l'objet de riches débats montrant son importance croissante dans la discipline. Plusieurs ouvrages, commentaires et revues de littérature (Montague, 2007; Glimcher *et al.*, 2009a, 2009b; Rullière *et al.*, 2009; Schmidt, 2008, 2010; Glimcher, 2010; Fehr et Rangel, 2011; Camerer 2013, ...) font état de la richesse de ses développements². Ces derniers s'articulent principalement autour de l'intégration de l'émotion (affect) dans la décision raisonnée.

2. LA PLACE DE L'ÉMOTION DANS LA DÉCISION RAISONNÉE

Depuis une dizaine d'années, de nombreuses contributions témoignent de l'importance d'une compréhension neurale de l'articulation entre émotion et délibération pour éclairer les processus de décision et mieux prévoir leurs issues (Holland et Gallagher, 2004; Shors, 2006; Coricelli *et al.*, 2005; Loewenstein et O'Donoghue, 2005; Colander, 2007; Casey *et al.*, 2008; Phelps, 2006, 2009; Pessoa, 2008; Coricelli, 2010; Buckart *et al.*, 2011; Armony et Vuilleumier, 2013; Brocas et Carrillo, 2014).

La neurologie a longtemps été gouvernée par la classification de McLean (1970) qui sous-entend une hiérarchie des zones du cerveau humain suivant l'ordre de leur apparition : le « socle reptilien », la partie la plus primaire du cerveau où s'organise les sensations primaires, comme la peur, l'instinct de survie, la fuite, le plaisir, la peur; puis le « système limbique », siège de la mémoire, des émotions et des premiers processus d'apprentissage et enfin, le « cortex cérébral », lieu de

2. De nombreux numéros spéciaux ont été consacrés à la neuroéconomie dans des revues internationales (*Games and Economic Behavior*, 2005; *Economics and Philosophy*, 2008 ...) et françaises (*Revue Française d'Economie*, 2009; *Revue d'Economie Politique*, 2010).

l'intelligence, de la créativité et des règles sociales. Suivant cette classification, le cortex constituant la dernière strate formée à l'intérieur du cerveau, il s'associerait à son stade le plus développé. En particulier, il serait l'incubateur de la décision rationnelle. Dans cette perspective, les émotions de la partie médiane joueraient plutôt un rôle perturbateur dans le cerveau, nuisant à son efficacité et réduisant alors ses probabilités de survie.

Si cette classification correspond à la manière dont les économistes envisagent traditionnellement le mode de fonctionnement de l'esprit, des travaux pionniers tels que ceux de Changeux (1984), Edelman (1987, 1988, 1989, 1992, 2004) et Varela *et al.* (1991) ont remis en question la pertinence de cette classification et surtout, le mode de relation entre raison et émotion. Pour tous ces auteurs, le système des émotions n'est pas contradictoire à la décision rationnelle; il en est au contraire une condition.

Damasio (1994), un neurologue et psychologue cognitiviste qui s'est concentré sur l'étude des lésions cérébrales, s'inscrit dans cette démarche. Ses travaux axés sur les « marqueurs somatiques » (Bechara *et al.*, 2003, 2005) ont particulièrement déterminé les orientations méthodologiques de la recherche. Pour Damasio, si un patient, qui est touché dans une région spécifique du cerveau, ne parvient pas à accomplir certaines tâches qu'une personne normale pourrait effectuer, cette incapacité constitue un indicateur de la fonction de cette région. Dans le cadre d'un protocole expérimental intitulé « le jeu de l'Iowa », Damasio démontre que des lésions affectant le cortex préfrontal ventromédial (zone faisant l'interface entre le cortex préfrontal et le système limbique), empêchent le cerveau de développer une mémoire émotionnelle des conséquences des choix et d'engendrer une prise de décision favorisant la réussite de l'action. Cette absence de capitalisation affective conduit alors à des troubles du comportement (sur le plan individuel et social).

Pour Damasio, le bilan est clair : sans émotion, il n'y a pas de décision rationnelle possible. Cette analyse qui montre la complémentarité de l'affect et du cognitif dans la production d'une action efficace éclaire le cas devenu emblématique de Phineas Gage, un ouvrier des chemins de fer américain qui a vu son crâne traversé de part en part par une barre à mine, à la suite d'un accident de chantier en 1848. Non seulement Phineas Gage a miraculeusement réussi à survivre à cet accident, mais ses facultés de délibération et de calcul sont demeurées intactes. Par contre, son comportement individuel et ses facultés de coopération sociale (sociopathie) semblent avoir été sérieusement affectés : Gage s'avère incapable de prendre des décisions conformes à son intérêt, alors que son cerveau en perçoit pourtant clairement les conséquences logiques (Damasio *et al.*, 1994). C'est en effet le cortex préfrontal ventral qui a été traversé par la fameuse barre à mine, détruisant la dimension émotionnelle nécessaire à la « décision raisonnée ».

La « bonne » décision est ainsi gouvernée à la fois par des processus cognitifs (planification, connaissance, délibération et calcul) et affectifs (colère, tristesse, honte,...) au même titre que des sensations biologiques, comme la faim ou la douleur. Platon, déjà, comparait l'esprit humain à un chariot tiré de manière

complémentaire par deux chevaux, l'émotion et la raison. En croisant cette complémentarité entre « affect » et « délibération » avec celle entre processus conscients et processus automatiques, on obtient une double approche bidimensionnelle du fonctionnement cérébral.

En effet, la conscience humaine n'embrasse pas l'ensemble de la subjectivité de l'individu concerné, au sens d'explicitier ou de formaliser tous les aspects et classements, caractères ou attributs sensibles définissant son environnement interne. Les processus conscients, auxquels se sont attachés de manière traditionnelle les économistes, nous renvoient à la formation des plans. Sur le terrain physiologique, ils s'associent notamment au cortex préfrontal qui, tel un centre exécutif (Baddeley, 1986, 1990), utilise les entrants en provenance d'autres régions du cerveau afin de formuler des objectifs, déterminer des moyens et coordonner les actions du cerveau de manière à assurer le contrôle cognitif de l'ensemble³. Mais ces processus de planification impliquent un effort délibéré, extrêmement coûteux en énergie mentale⁴. Par ailleurs, la décision consciente, d'amplitude limitée, fonctionne comme un couloir dont l'étroitesse n'autorise le traitement des données que de manière séquentielle.

On comprend alors que 90 % des stimuli soient traités par le biais de processus automatiques permettant d'utiliser en simultané plusieurs circuits de décision mentale, avec une dépense énergétique et neuronale bien plus réduite. En termes physiologiques, ces processus « spontanés » renvoient à des zones plus particulièrement attachées au système limbique, par exemple l'« amygdale », qui constitue un lieu de décodage tacite des situations sociales et physiques; l'« insula » qui est le réceptacle de sentiments comme la peur, le dégoût physique ou moral, le sentiment d'injustice, *etc.* et qui organise les comportements subséquents (fuite, agressivité, répulsion, *etc.*); le « noyau gris central », qui s'active à la suite de différents formes de satisfaction anticipées. Ce noyau constitue un élément central de ce que les neurologues appellent le « circuit de la récompense ». Au cœur même du système limbique, celui-ci met en jeu un ensemble de neurotransmetteurs comme la dopamine ou l'ocytocine (hormone de la confiance) dont la fonction est d'assurer des mécanismes de stimulation et de renforcement. Les sentiments de respect des normes sociales (morale, confiance), éléments moteurs des structures de coopération, sont issus de ces processus spontanés et non délibératifs. Comme nous allons le voir plus bas, ils constituent un sujet d'étude privilégié pour la neuroéconomie.

Les deux types de traitements, délibérés et automatiques, doivent être considérés comme des moyens complémentaires pour le cerveau d'assurer son efficacité dans

3. Dans ce contrôle, l'activité du cortex préfrontal dorsolatéral (associé à l'inhibition) joue un rôle prépondérant.

4. Si le cerveau ne représente que 2 % du poids du corps humain, il mobilise en permanence 20 % du sang et de l'oxygène de notre organisme. On comprend dès lors qu'il tente d'accomplir ses tâches en utilisant les connexions neuronales le plus efficacement possible en se basant, comme dans les firmes, sur des principes de spécialisation, de complémentarité et de substituabilité des « facteurs » neuronaux. On voit encore ici l'importance du modèle économique dans l'éclairage des circuits cérébraux.

sa relation à l'environnement extérieur comme intérieur (la distinction de Kahneman, 2012, entre les systèmes 1 et 2 de la pensée, qui nous renvoie à la célèbre opposition de Aumann, *rules versus act rationally*). Agissant comme une firme, il mobilise et alterne les deux formes de traitement pour engendrer la réussite des actions. Le circuit introspectif associé à la décision consciente se développe à partir de l'échec des processus automatiques à traiter un problème habituellement géré par les processus inconscients sous forme de routine. La délibération est ainsi activée comme un mode par défaut, alertée par un déficit des « chaînes » automatiques à générer des comportements efficaces.

Au bilan, la décision raisonnée est le fruit d'une articulation complexe mêlant à la délibération classique des représentations, des normes, des automatismes, des affects et des rigidités mentales et dont la structure ne peut être révélée par le choix lui-même (McLure *et al.*, 2004). On peut sans doute voir dans le développement de la neuroéconomie autant d'applications ou d'illustrations de ces relations souvent conflictuelles entre raison et émotion. On ne peut évidemment traiter ici tous les domaines d'application auxquels elle a déjà donné lieu. Contentons-nous ici de rendre compte de quelques résultats significatifs des apports de la neuroéconomie en matière d'appréhension du risque, d'interaction des représentations individuelles et sociales et enfin d'économie entrepreneuriale.

3. LE CERVEAU FACE AU RISQUE

En matière de risque, la neuroéconomie éclaire d'abord certains paradoxes expérimentaux qui violent d'un point de vue classique les règles d'une décision rationnelle optimale. La découverte des corrélats cérébraux de ces anomalies a montré que celles-ci correspondent à des contraintes neurales particulières dont la connaissance a élargi le champ d'application des études.

Selon la théorie de l'utilité espérée, l'issue d'une décision rationnelle est la même quel que soit le contexte de présentation des loteries. La comparaison de différentes options associées à des équivalents monétaires doit alors systématiquement déboucher sur la sélection de l'alternative adossée à la plus forte utilité espérée et ce, dans le respect des principes de cohérence des choix. Mais depuis le paradoxe de Allais (1953), nombre de résultats ont empiriquement remis la validité de ces règles. Par ailleurs, dans les années 1970 et 1980, les travaux de Kahneman et Tversky, à l'origine de la théorie devenue célèbre du *Prospect*, ont permis de montrer l'existence d'une asymétrie des comportements des agents lorsque leurs choix concernaient des risques de gains ou de pertes. Les différentes expériences menées témoignent de cette conclusion : d'une part, que les individus sont deux fois plus sensibles à une perte qu'à un gain du même montant (en moyenne et pour de petits montants); d'autre part, que les pertes incertaines sont préférées à des pertes certaines. Les effets de *framing*, conduisant à des surestimations des petits risques, la surconfiance, les *endowments effects* sont autant d'éléments remettant en question les règles de la rationalité classique.

Différentes expériences de neuroéconomie (Tom *et al.*, 2007; Rushworth et Behrens, 2008; Padoa-Schioppa, 2009, 2011; Roiser *et al.*, 2009; De Martino *et al.*, 2010, Mohr *et al.*, 2010; Barberis, 2013) se sont ainsi attachées à la découverte des équivalents cérébraux de ces biais, de façon à déterminer leur degré de généralité (sont-ils produits par des « cadrages » particuliers ou plus fondamentalement, expriment-ils des lois généralisées de perception de l'esprit?). Dans la perspective d'un contrôle éventuel, l'objectif était aussi de comprendre les déterminants cognitifs et émotionnels du processus débouchant sur la prise de décision.

Leurs résultats montrent que les régions cérébrales activées dans le cas d'un gain effectif ou espéré sont le cortex préfrontal, le *striatum* (ventral, dorsal) et le *nucleus accumbens*; les régions cérébrales mobilisées dans le cas d'une perte anticipée (comme dans le cas d'une perte effective) sont au contraire l'insula et l'amygdale. Ainsi, ce ne sont pas du tout les mêmes zones cérébrales qui sont activées par les gains ou les pertes.

Par ailleurs, c'est le rapport de forces engagé entre les dimensions délibératives (associées aux gains) et émotives (relatives aux pertes) de la décision qui détermine le résultat des choix proposés aux agents : une plus forte activation de l'amygdale pour les sujets qui obéissent au *prospect* est ainsi constatée. Par contre, on observe pour les sujets « classiques », qui résistent donc aux biais activés par l'insula et l'amygdale, une activation du cortex préfrontal (intégrant la partie dorsolatérale associée à l'inhibition) et du cortex cingulaire antérieur. Cette dernière zone située au contact du système limbique s'active de façon caractéristique à partir d'un conflit cognitif entre les deux modes d'actions (Rushworth et Behrens, 2008).

L'issue de ce rapport de forces dépend lui-même du montant des gains et des coûts : lorsque les chances de gains sont importantes, on visualise une forte activation du cortex préfrontal ventromédian et orbitofrontal. Mais ces zones ne sont aucunement activées devant des risques de pertes importantes. Cela signifie que le cerveau ne déclenche un travail d'analyse que si un gain est attendu. L'esprit rejette sans délibération aucune (donc sans coût neuronal) des options relatives à des pertes; enfin, dans cette opposition, l'engagement du sujet n'est pas neutre. Tom *et al.* (2007) ont montré que lorsque les sujets ne subissent pas eux-mêmes les conséquences de leurs choix, l'amygdale reste parfaitement inerte, signe de leur parfaite indifférence émotionnelle.

L'existence au niveau cérébral de zones différentes affectées au traitement des gains et des coûts ne pouvaient être révélée par les choix. Elle trouve néanmoins des conséquences incontestables sur l'analyse économique : d'une part, elle a permis d'interpréter de manière différente les sources du *framing* et d'envisager les moyens de lutter contre son influence en agissant sur des parties spécifiques du cerveau (Miu et Crispian, 2011). En effet, si on dispose de la connaissance, par l'étude neurale, de la manière dont les aires cérébrales concernées sont affectées par des états introceptifs et extraperceptifs, il devient en principe possible de contrôler l'issue des décisions. Des interventions peuvent prendre la forme d'un changement d'environnement cognitif ou émotionnel sur le circuit neuronal mobilisé

au cours du processus de décision. Or, ces changements ne peuvent être mécaniquement produits par des modifications de designs d'économie expérimentale (prix, revenu, information, *etc.*). Dans cette perspective, la neuroéconomie élargit *de facto* la qualité des modèles et l'espace des prévisions possibles des décisions risquées des agents. La mesure du sentiment de regret comme élément modulateur des choix (Schmidt, 2010; Glimcher *et al.*, 2009 a et 2009 b; Camerer, 2013) trouve ici une dimension essentielle.

4. REPRÉSENTATIONS INDIVIDUELLES ET NORMES SOCIALES

La neuroéconomie a aussi permis de développer indépendamment des choix une connaissance et une mesure de la manière dont des normes sociales pourraient influencer les valeurs individuelles jusqu'à créer dans le cerveau des affects dénués de fondement objectif. La célèbre expérience du vin (Plassman *et al.*, 2008) constitue une fascinante illustration de ce phénomène. Plassman fait boire à 12 participants des verres de vin associés à des prix différents sur chaque bouteille, en enregistrant le plaisir ressenti pour chaque participant. L'étude cérébrale démonte que la sensation de plaisir est plus intense pour la consommation des vins dont le prix est élevé : chaque consommateur trouve de fait meilleur goût à des vins chers qu'à des vins meilleur marché. Or, le même vin se trouve associé à des prix différents. L'intégration mentale de l'information tacite véhiculée par le prix sur la qualité du vin a conduit à « convaincre » les zones du cerveau associées au goût de ressentir un plaisir supplémentaire. Cette expérience témoigne de la complexité des relations neuronales entre le cortex cérébral et le système limbique. Mais elle démontre surtout combien la valeur subjective s'appuie sur des dimensions sociales dans le domaine culturel (art, politique, mode, *etc.*).

On pourrait penser que les économistes savent depuis longtemps que les contraintes et variables sociales participent aux choix mais le fait que le respect « irrationnel » des normes sociales reflètent des équilibres neuronaux et que les règles de la rationalité doivent être revues en conséquence interpelle l'analyse traditionnelle. La neuroéconomie réinterprète à travers le prisme de l'émotion des anomalies de comportement apparues lors de designs expérimentaux. Elle développe alors de nouveaux fondements aux sentiments sociaux comme la confiance, l'équité ou la justice dans la production de résultats efficaces sur le terrain individuel comme collectif.

Le jeu de l'ultimatum (Guth *et al.*, 1982) est un célèbre jeu mené en économie expérimentale. Il met en relation deux joueurs anonymes qui doivent nécessairement se répartir une somme déterminée pour en avoir le bénéficiaire. Seul un des deux joueurs a le droit de proposer la répartition, l'autre ayant le pouvoir de la refuser, dans une logique « prendre ou laisser ». Suivant les normes de la rationalité classique, le résultat est facilement escompté : le premier joueur garde la totalité de la somme et le second n'a donc rien à refuser ou à accepter. Mais le résultat empirique contredit la prévision théorique. Deux types de « biais » sont constatés : 1) très peu d'offres choisissent de tout garder pour eux, la plupart proposant au contraire en moyenne

40 % de la somme; 2) ceux qui reçoivent rejettent en majorité les offres trop faibles, inférieures à 20 %. On pourrait évidemment interpréter le premier résultat comme un altruisme bien compris des offreurs. Si des propositions sont refusées par les joueurs receveurs, il n'y aura aucune répartition et les offreurs seront aussi perdants. Mais une variante de ce jeu, n'autorisant pas les receveurs de refuser les propositions des offreurs, a permis de conclure à l'existence effective de biais. Le modèle théorique nous conduit à prévoir que dans cette version (qualifiée de « jeu du dictateur »), les offreurs proposent une somme de zéro. Or, l'expérience témoigne qu'ils offrent 20 % en moyenne. Le biais subsiste ainsi à hauteur de la moitié des résultats précédents.

Comment interpréter cérébralement le phénomène? Il est difficile d'y voir une simple erreur des agents. En utilisant l'IRM, Sanfey *et al.* (2003) ont proposé une interprétation neuroéconomique du jeu de l'ultimatum. Elle montre le rôle actif de l'insula. Nous avons déjà noté que l'insula est une zone associée aux émotions négatives pour les états physiques (soif ou faim). Mais nous savons aussi qu'elle est activée par des sentiments de dégoût moral ou d'injustice. Dans le cadre du jeu, elle est particulièrement affectée par des propositions non équitables, non seulement dans le cerveau des receveurs, mais aussi dans celui des offreurs. En la désactivant par des comportements socialement équitables, et en sanctionnant les actions non-coopératives (punition altruiste – De Quervain *et al.*, 2004), les agents « maximisent » le rendement du système de récompense.

La prise en compte de ce circuit de récompense est essentielle à la compréhension des processus de prise de décision. Celui-ci décrit l'existence d'un complexe de connexions neuronales et nerveuses principalement situées à l'intérieur du système limbique (noyau *accumbens* et aire tegmentale ventrale). Initialement formé pour favoriser la satisfaction de besoins fondamentaux, ce complexe s'est ensuite développé pour inciter les acteurs à reproduire toutes les expériences (individuelles comme sociales) favorisant leurs équilibres neuronaux. Il organise grâce à la production de neurotransmetteurs (dopamine, sérotonine) la structure de nos plaisirs et de nos frustrations comme mécanismes incitatifs du rééquilibrage des comportements en direction d'une meilleure économie de ressources. Il joue donc ici un rôle majeur dans la formation et le respect de normes sociales (Berthoz *et al.*, 2002)

Dans le même ordre d'idées, prenons un autre jeu, celui de la confiance, associé à l'expérience de Berg *et al.* (1995) : 32 joueurs anonymes, partagés en deux groupes A et B bénéficient d'une dotation de 10 euros chacun. Les joueurs A peuvent envoyer aux joueurs B une dotation dont le montant est doublé (principe d'abondement) par l'expérimentateur. Les joueurs B peuvent renvoyer ensuite ou non vers les joueurs A la dotation suivant le montant de leur choix. Le jeu fournit ainsi une mesure expérimentale de la confiance (somme que les joueurs A acceptent de transférer vers les joueurs B) et de la réciprocité (somme que les joueurs B acceptent de retourner aux joueurs A). Une fois encore, la rationalité économique classique permet d'anticiper que les joueurs A n'envoient aucune dotation car ils prévoient que les joueurs B, profitant d'un effet d'aubaine, ne reverseront aucune partie de

la dotation reçue. Or, il s'avère que dans une version non répétée du jeu, les joueurs A et B investissent et redistribuent respectivement une partie des dotations. Ce comportement apparemment « irrationnel » apparaît être encore plus développé dans le cadre de jeux répétés, qui voient augmenter le niveau de réciprocité et de confiance des joueurs. Les comportements de coopération ou de *fairness* apparaissent donc se développer au profit des deux joueurs.

DeQuervain *et al.* (2004), King-Cas *et al.* (2005) et Tomlin *et al.* (2006) se sont intéressés aux corrélats neuraux de l'expérience. Les expériences menées montrent bien une nouvelle fois l'activité du cortex cingulaire antérieur chez les joueurs, révélant les conflits cognitifs entre les comportements de coopération/confiance et d'opportunisme (aubaine). Mais on observe aussi, comme l'explique Schmidt (2010), une forme de dialogue cérébral qui se développe entre les deux joueurs qui les aident dans un processus mental interactif à engendrer un modèle commun qui se nourrit de l'apprentissage. « Un changement dans l'activation des régions cérébrales concernées chez l'un des joueurs entraîne, corrélativement, une modification dans la région concernée chez l'autre joueur » (traduction libre, Schmidt, 2010, p. 256). Nous avons donc ici un processus autorenforçant de représentation mentale de l'autre dont les bases cérébrales peuvent en dernière analyse s'expliquer par la désormais célèbre thèse des neurones miroirs. La thèse des neurones miroirs (Gallese *et al.*, 1996; Iacobini *et al.*, 2005) éclaire sous un jour nouveau l'importance de la dimension sociale dans les représentations subjectives des agents. Suivant cette théorie, la contemplation par un individu de l'action d'un autre peut être suffisante pour reproduire dans l'esprit du premier les structures neurales du second, lui offrant alors l'opportunité de connaître les mêmes émotions (positives ou négatives). Comme l'explique Gironde, « Que je contemple une action ou que j'agisse engage des processus neuronaux similaires ... il existe dans le cerveau des mécanismes neuronaux qui nous permettent de comprendre directement la signification des actions, mais aussi les émotions des autres individus par le biais d'une réplique ou d'une simulation de ces actions et de ces émotions de manière implicite et sans la médiation du raisonnement et de la réflexion » (Gironde, 2008, p. 48). Ces mécanismes, qui concernent aussi bien le système limbique (l'insula) que des parties plus délibératives (le cortex frontal inférieur), livrent une explication cérébrale des phénomènes d'empathie et d'apprentissage basée sur des situations de *face to face*. Ces neurones miroirs pourraient alors constituer l'explication des situations de *common knowledge* non concevables dans le cadre de modèles de rationalité pure. L'existence de communautés interprétatives préalables au délibéré permettrait alors de mieux comprendre le processus de formation des marchés et les modes de coordination qui en sont issus. Ses enseignements trouvent des applications dans le domaine de la formation de normes.

Renforcée par un processus d'apprentissage, la confiance initiale débouche sur des structures de coordination qui sont à terme mutuellement anticipées par les joueurs et autoréalisatrices (Rilling *et al.*, 2008). Des variantes intégrant la possibilité de sanction montrent bizarrement qu'elles sont non-productives, comme si l'intégration de variables financières perturbait la spontanéité des mécanismes

de coopération sociale et désinhibaient les comportements d'aubaine. Il est néanmoins intéressant de voir que des applications neuroéconomiques (DeQuervain *et al.*, 2004) du protocole avec sanctions montrent bien l'importance du noyau caudé, activé par des sentiments de vengeance qui stimulent le circuit de la récompense, articulé au circuit de la dopamine. Là encore, les mécanismes neuronaux concourent à l'efficacité collective. Tout cela manifeste le rôle des règles cérébrales dans la maximisation de l'utilité collective, contredisant alors certains résultats sous-optimaux des jeux non coopératifs. L'équilibre neuronal et l'équilibre social s'avèrent corrélés.

5. LE « NEUROENTREPRENEURSHIP »

Le thème de l'entrepreneur a pris une place considérable dans la littérature contemporaine (Shane, 2000, 2003; Shane et Venkataraman, 2000; Shane *et al.*, 2003; Krueger, 2000; Krueger et Welppe, 2008; Krueger et Day, 2010) : l'entrepreneur est celui qui perçoit dans le paysage de données des occasions que les autres individus n'ont pas la faculté de discerner. En mobilisant des qualités particulières d'éveil ou de vigilance (*alertness*), qui s'expriment par une ouverture cognitive et un processus d'exploration, l'entrepreneur découvre des occasions d'échanges ignorées par les autres agents et permet ainsi de faire tendre la structure des activités à celle de l'information environnante (cf. Aimar, 2010; Sarason *et al.*, 2006).

Cet intérêt reflète un contexte de valorisation croissante des actifs représentés par la connaissance et l'innovation. Dans cette perspective, l'étude de l'entrepreneurship soulève des enjeux forts : microéconomiques, dans la mesure où la capacité des entrepreneurs d'innover et de découvrir de nouvelles opportunités est une condition de survie de long terme des firmes dans un monde concurrentiel et complexe; macroéconomiques, car ce sont les découvertes entrepreneuriales qui déterminent la capacité de nos institutions à surmonter l'ignorance et à favoriser la coordination. Si ces découvertes sont entravées, l'efficacité économique est remise en question.

Mais comment favoriser l'entrepreneurship individuel? La recherche s'est toujours butée sur cette question. On ne s'explique pas les distributions différentes des fonctions entrepreneuriales parmi des individus confrontés aux mêmes possibilités et au même environnement. La littérature s'accorde sur l'idée que la découverte entrepreneuriale ne relève pas du *decision-making*, mais d'un processus spontané dont l'entrepreneur n'est pas lui-même conscient et dont le résultat est toujours une « surprise » (Kirzner, 1973, 1979, 1997). Toutes les études récentes dans le domaine (Gaglio, 2004; Aimar, 2008a, 2008b, 2009, 2011; Krueger et Welppe, 2008; Krueger et Day, 2010) semblent bel et bien confirmer cette intuition et converger vers l'idée que la fonction entrepreneuriale relève de phénomènes subconscients (opposition de la *hot cognition* et de la *cold cognition*).

Dans ce domaine, l'analyse des choix n'est d'aucune utilité. À partir du moment où l'exercice de l'entrepreneurship semble relever de contraintes cognitives (Varela

et Shear, 1999; Mitchell *et al.*, 2004; Noteboom, 2010) et émotionnelles (Rolls, 1999), l'étude des bases neurales de la perception économique devrait alors aider à comprendre la fonction entrepreneuriale et définir ses arguments. C'est bien autour de l'ambition d'ouvrir cette boîte noire que s'est récemment ouvert un programme en faveur d'un neuroentrepreneurship (Nicolaou et Shane, 2008; Krueger et Day, 2010; Stanton *et al.*, 2010).

Les questions ouvertes par ce programme de recherche sont nombreuses et cruciales. Pourquoi, dans un environnement donné, certains individus perçoivent-ils plus de données que d'autres? Quels phénomènes mentaux et cérébraux sont associés à la découverte des possibilités? Quels sont les éléments qui favorisent ou, au contraire, inhibent ce processus de découverte? Quelle est l'infrastructure cognitive sous-jacente? Est-elle développée chez tous les individus et si non, pourquoi? L'entrepreneurship est-il confronté à des barrières à l'entrée, de type externe ou interne? Quel est le rôle du temps, de la mémoire dans son activation? Quels sont les corrélats neuronaux de la notion de vigilance et d'attention? Comment les entrepreneurs appréhendent-ils et traitent-ils les données? De quelle façon reconnaissent-ils parmi le complexe de données et de signaux une possibilité crédible? Est-il possible d'« incuber » au niveau cérébral les facultés entrepreneuriales (*learning entrepreneurship*)? Comment optimiser la plasticité cognitive?

Les travaux issus de l'idée d'un « espace neuronal global » (Dehaene *et al.*, 1998; Dehaene et Changeux, 1996, 2000, 2005) et plus récemment de Koechlin (2012) et de Dehaene (2014) ont permis d'identifier des aires neuronales (lobe pariétal, occipital et région limbique) qui participent à la décision, mais échappent à la conscience du décideur. Elles déterminent notamment des opérations de sélection et d'inhibition des représentations mentales qui interviennent au cours du processus de sélection des données (Dehaene et Changeux, 2005). À l'inverse, Dehaene (2014) vient d'ouvrir un programme (*connectome*) visant à rendre compte de la prise de conscience d'une information sous forme de signaux électriques et magnétiques qui déclenchent dans le circuit neuronal une onde cérébrale se diffusant jusqu'au cortex préfrontal.

Ces avancées devraient alors permettre de définir au niveau entrepreneurial les équivalents neuronaux des processus d'apprentissage, de l'auto-contrôle des représentations et plus largement des conditions culturelles et psychologiques qui encadrent l'exercice des facultés de découverte ou d'innovation. Les enseignements de la neuroéconomie s'avèrent particulièrement utiles pour :

- 1) Déterminer la nature des relations entre émotion et perception : y-a-t-il un lien entre émotion et découverte? L'entrepreneur dispose-t-il d'une capacité particulière de réguler la structure de ses émotions? Le stress, l'inquiétude favorisent-ils ou non la découverte?
- 2) Savoir quelles sont les qualités requises pour s'adapter à l'imprévu. Y-a-t-il un effet indésirable des automatismes? Du regret?

- 3) Définir la place de l'ambiguïté dans le traitement entrepreneurial de l'information. Le cortex cingulaire antérieur, la région cérébrale spécialisée dans les traitements des conflits cognitifs, pourrait nous aider à répondre à cette question. Il est activé lorsque des informations contradictoires parviennent au sujet. Son exercice répond à un état de surprise, propre à la découverte entrepreneuriale. Les entrepreneurs sont-ils des individus n'ayant pas d'aversion à l'ambiguïté, à la différence de la plupart des gens?
- 4) Examiner le rôle des croyances et de la confiance, notamment chez les entrepreneurs novices, sans expérience au sein des firmes (Singh, 2008; Singh *et al.*, 2011; Baron et Ensley, 2006). Comment accèdent-ils à l'information? Quelle est la part de croyance (*self-efficacy*) et de connaissance dans leur définition subjective de l'opportunité? Comment persuadent-ils les investisseurs? Par exemple, de nombreuses expériences (Kosfeld *et al.*, 2005; Zack *et al.*, 2005) ont montré qu'une hormone associée au sentiment de confiance et d'adhésion (l'oxytocine) augmente la croyance en sa propre réussite et suscite une capacité de persuasion vis-à-vis de partenaires à l'échange. Peut-on appliquer cette idée au domaine de l'entrepreneur?

Il reste évidemment encore beaucoup à faire et les questions demeurent encore plus nombreuses que les réponses. La complexité neuronale est loin d'avoir livré tous ses secrets. Mais les résultats des premières expériences ont commencé à émerger dans la littérature (Welpé *et al.*, 2012). Ils montrent notamment que les émotions influencent bel et bien l'évaluation et l'exploitation des possibilités ou occasions. L'analyse permet de mesurer et de discriminer leur impact : la crainte diminue la capacité de repérer et d'exploiter les occasions, à l'inverse de la joie ou de la colère. La complexité et l'ambiguïté de l'information semblent par ailleurs jouer un rôle déterminant dans l'activation interne des facultés entrepreneuriales des agents (Stanton *et al.*, 2010) en jouant sur le stress et l'attention. Ces premiers résultats suggèrent à eux seuls des protocoles nouveaux pour améliorer l'entrepreneurship dans les organisations.

CONCLUSION

L'article s'est intéressé à livrer une grille de lecture de la genèse et des développements de la récente neuroéconomie, construite à partir d'une coopération inédite entre les sciences pures et les sciences sociales. Un objectif parallèle a été de montrer en quoi, par l'exploration neurale des représentations subjectives des acteurs, elle a enrichi la discipline dans de nombreux champs de recherche en expliquant ces mystérieux « biais » découverts par l'économie expérimentale et comportementale et en livrant une connaissance des valeurs et préférences indépendante des choix. Au-delà des thèmes développés dans cet article, la neurofinance (Tseng, 2006; Frydman *et al.*, 2014; Kaisa *et al.*, 2014) utilise ainsi la neuroéconomie pour expliquer les pratiques d'exposition aux risques de pertes sur les marchés financiers et le développement de comportements d'addiction (l'attraction pour les pertes incertaines compense l'anxiété du risque de pertes certaines). Les théoriciens

du neuromarketing (Mc Lure *et al.*, 2004; Courbet et Benoit, 2013) se servent de la théorie neurobiologique du *framing* pour reconfigurer les designs des produits et « maximiser » l'attention des consommateurs. Les sciences politiques se sont aussi appropriées l'outil pour mieux prévoir les choix électoraux des agents en mesurant leurs émotions (Flemming *et al.*, 2007). Des applications existent aussi en économie de la santé (Leung *et al.*, 2014), en droit (Goodenough *et al.*, 2010) et dans le champ de l'éthique (Fins, 2011; Aggarwal et Ford, 2013)

La liste n'est évidemment pas exhaustive. La neuroéconomie a constitué ces dernières années une des voies les plus empruntées pour développer des grilles de lecture hétérodoxes du processus décisionnel. Certes, sa place dans la discipline demeure encore controversée. Mais les champs d'application de la neuroéconomie sont aujourd'hui trop développés pour pouvoir encore la considérer comme un simple gadget. Les dernières années laissent d'ailleurs apparaître dans la littérature un consensus plus large sur sa légitimité. L'agenda des recherches s'élargit sans cesse. Il est tentant de faire un comparatif avec l'économie expérimentale : très critiquée à ses débuts, celle-ci a réussi à acquérir en une vingtaine d'années une dimension académique pour être finalement récompensée par l'attribution du prix Nobel à Kahneman et Vernon Smith en 2002. On ne peut que souhaiter un destin semblable à la neuroéconomie.

BIBLIOGRAPHIE

- AGGARWAL, N. K. et E. FORD (2013), « The Neuroethics and Neurolaw of Brain Injury », *Behavioral Sciences and the Law*, 31 (6) : 789-802.
- AIMAR, T. (2008a), « Self-Ignorance, Towards an Extension of the Ignorance Paradigm », *Review of Austrian Economics*, 21 (1) : 23-43.
- AIMAR, T. (2008b), « Économie et psychologie, une réflexion sur l'organisation de l'esprit », *Revue française d'économie*, 21 (3) : 189-222.
- AIMAR, T. (2009), *The Economics of Ignorance and Coordination*, Cheltenham, UK, Brookfields, US, Edward Elgar.
- AIMAR, T. (2010), « L'école autrichienne d'économie, une problématique de l'ignorance : du subjectivisme à la neuroéconomie », *Revue d'économie politique*, 120 (4) : 591-622.
- AIMAR, T. (2011), « Cognitive Opening and Closing: Toward an Exploration of the Mental World of Entrepreneur », in MARSH L. (éd.), *Hayek in Mind: Hayek's Philosophical Psychology*, Book Series: Advances in Austrian Economics, volume 15, p. 241-259.
- ALLAIS, M. (1953), « Le comportement rationnel devant le risque : critique des postulats et axiomes de l'école américaine », *Econometrica*, 21 (4) : 503-546.
- ARMONY, J. et P. VUILLEUMIER (éds) (2013), *The Cambridge Handbook of Human Affective Neuroscience*, Cambridge: Cambridge University Press.
- BACHARACH, M. (2006), « Beyond Individual Choice: Teams and Frames in Game Theory », in GOLD N. et R. SUGDEN (éds), Princeton: Princeton University Press.
- BADDELEY, A. (1986), *Working Memory*, Oxford, Clarendon Press.
- BADDELEY, A. (1990), *Human Memory: Theory and Practice*, Oxford, Clarendon Press.
- BARBERIS, N.C. (2013), « The Psychology of Tail Events: a Note on Progress and Challenges », *American Economic Review*, 103 (3) : 611-616.
- BARON, R.A. et M.D. ENSLEY (2006), « Opportunity Recognition as the Detection of Meaningful Patterns: Evidence from Comparisons of Novice and Experienced Entrepreneurs », *Management Science*, 52 : 1331-1344.
- BECHARA, A., H. DAMASIO, A.R. DAMASIO et G.P. LEE (2003), « Different Contributions of the Human Amygdala and Ventromedial Prefrontal Cortex to Decision-Making », *The Journal of Neurosciences*, 19 (13) : 5473-5481.
- BECHARA, A. et H. DAMASIO, (2005), « The Somatic Marker Hypothesis: a Neural Theory of Economic Decision », *Games and Economic Behavior*, 52 (2) : 336-372.
- BERG, J., J. DICKAUT et K. MCCABE (1995), « Trust, Reciprocity and Social History », *Games and Economic Behavior*, 10 : 122-142.
- BERNHEIM, B.D. (2009), « On the Potential of Neuroeconomics: a Critical (but Hopeful) Appraisal », Working Paper 13954, NBER Working Paper Series.
- BERTHOZ, S., J.L. ARMONY, R.J. BLAIR et R.J. DOLAN (2002), « An fMRI Study of Intentional and Unintentional (Embarrassing) Violations of Social Norms », *Brain*, 125 (8) : 1696-1708.

- BROCCAS, I. et J.D. CARILLO (2014), « Dual-process Theories of Decision-Making: a Selective Survey », *Journal of Economic Psychology*, 41 : 45-54.
- BUCKART, M., S.B. HARDY et C.P. VANS SCHAİK (2011), « Cooperative Breeding and Human Cognitive Evolution », *Evolutionary Anthropology: Issues, News and Reviews*, 18 (5) : 175-186.
- CAI, X. et C. PADOA-SCHIOPPA (2012), « Neuronal Encoding of Subjective Value in Dorsal and Ventral Anterior Cingulate Cortex », *Journal of Neuroscience*, 32 (11) : 3791-3808.
- CAMERER, C. (2007), « Neuroeconomics: Using Neuroscience to Make Economic Predictions », *Economic Journal*, 117 : 26-42.
- CAMERER, C. F. (2013), « Goals, Methods and Progress in Neuroeconomics », *Annual Review in Economics*, 5 (1), 425-455.
- CAMERER, C., G. LOEWENSTEIN et D. PRELEC (2004), « Neuroeconomics: Why Economics Needs Brain », *Scandinavian Journal of Economics*, 106 (3) : 555-559.
- CAMERER, C., G. LOEWENSTEIN, et D. PRELEC (2005), « Neuroeconomics: How Neurosciences can Inform Economics », *Journal of Economic Literature*, 43 : 9-64.
- CAPLIN, A. et A. SCHOTTER (2008), *The Foundations of Positive and Normative Economics*, Oxford University Press.
- CASEY, B.J., R.M. JONES et T.A. HARE (2008), « The Adolescent Brain », *Annals of the New York Academy of Sciences*, The Year in Cognitive Neuroscience, 1124 : 111-126.
- CHANGEUX, J.P. (1984), *L'homme neuronal*, Paris, Fayard.
- COLANDER, D. (2007), « Retrospectives: Edgeworth's Hedonimeter and the Quest to Measure Utility », *Journal of Economic Perspectives*, 21 (2) : 215-226.
- CORICELLI, G. (2010), « Two-levels of Mental States Attribution: from Automaticity to Voluntariness », *Neuropsychologia*, 43 (2) : 294-300.
- CORICELLI, G., H.D. CRITCHLEY, M. JOFFILY, J.P. O'DOHERTY, A. SIRIGU et R.J. DOLAN (2005), « Regret and its Avoidance: a Neuroimaging Study of Choice Behavior », *Nature Neuroscience*, 8 : 1255-1262.
- CORICELLI, G., L. GONZALES-MORALES et A. MAHLSTATED (2006), « The Investment Game with Asymmetric Information », *Metroeconomica*, 57 (1) : 13-30.
- CORICELLI, G. et R. NAGEL (2009), « Neural Correlates of Depth of Strategic Reasoning in Medial Prefrontal Cortex », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106 (23) : 9163-9168.
- CORBETTA, M. et G.L. SHULMANN (2002), « Control of Goal-Direction and Stimulus Driven Attention in the Brain », *Nature Reviews Neuroscience*, 3 : 201-215.
- COURBET, D. et D. BENOIT (2013), « Neurosciences au service de la communication commerciale – manipulation et éthique : une critique du neuromarketing », *Etudes de Communication*, 40 : 28-42.
- DAMASIO, A. (1994), *Descartes Error: Emotion, Reason and the Human Brain*, New York : Avon Books, 312 p.

- DAMASIO, H., T. GRABOWSKI, R. FRANCK, A. M. GALABURDA, et A.R. DAMASIO (1994), « The Return of Phineas Gage: Clues about the Brain from the Skull of a Famous Patient », *Science*, 264 (5162) : 1102-1105.
- DEAN, M. (2013), « What can Neuroeconomics Tell us about Economics (and Vice-Versa)? », in CROWLEY P.R. et T.R. ZENTALL (éds), *Comparative Decision Making*, Oxford University Press.
- DEHAENE, S. (2014), *Le code de la conscience*, Paris, Odile Jacob.
- DEHAENE, S. et J.P. CHANGEUX (1996), « Neuronal Models of Prefrontal Cortical Functions », *Annals of the New York Academy of Sciences*, 769 : 305-319.
- DEHAENE, S. et J.P. CHANGEUX (2000), « Reward-Dependant Learning in Neuronal Networks for Planning and Decision-Making », *Progress in Brain Research*, USA, 126 : 217-229.
- DEHAENE, S. et J.P. CHANGEUX (2005), « Ongoing Spontaneous Activity Controls Access to Consciousness: A Neuronal Model for Inattentive Blindness », *PLOS : Biology*, 3 (5) : 910-927.
- DEHAENE, S., M. KERSZBERG et J.P. CHANGEUX (1998), A Neuronal Model of a Global Workspace in Effortful Cognitive Tasks, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 95 (24) : 14529-14534.
- DE MARTINO, B. (2008), C.F. CAMERER et R. ADOLPHS (2010), « Amygdala Damage Eliminates Monetary Loss Aversion », *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107 (8) : 3788-3792.
- DE QUERVAIN, D.J., U. FISHBACHER, V. TREYER, M. SCHELHAMMET, U. SCHNYDER, A. BUCK et E. FEHR (2004), « The Neural Basis of Altruism », *Science*, 305 (5688) : 1254-1258.
- EDELMAN, G.M. (1987), *Neural Darwinism: The Theory of Neuronal Group Selection*, New York: Basic Books.
- EDELMAN, G.M. (1988), *Topobiology: An Introduction to Molecular Embryology*, New York: Basic Books.
- EDELMAN, G.M. (1989), *The Remembered Present – A Biological Theory of Consciousness*, New York: Basic Books.
- EDELMAN, G.M. (1992), *Bright Air, Brilliant Fire: on the Matter of Mind*, London: Allen Lane, The Penguin Press.
- EDELMAN, G.M. (2004), *Wider than the Sky, A Revolutionary View of Consciousness*, New Haven: Yale University Press.
- FEHR, E. et A. RANGEL (2011), « Neuroeconomic Foundations of Economic Choices Recent Advances », *Journal of Economic Perspectives*, 25 (4) : 3-30.
- FIGNER, B., D. KNOCH, E.T. JOHNSON, A.R. KROSH et S.H. LISANBY (2010), « Lateral Prefrontal Cortex and Self-Control in Intertemporal Choice », *Natural Neuroscience*, 13 : 538-539.
- FINS, J. (2011), « Neuroethics, Neuroimaging, and Disorders of Consciousness: Promise or Peril? », *Transactions of the American Clinical and Climatological Association*, 122 : 336-346.
- FLEMMING, H., L. STEEN et C. SVERRE RISS (2007), « Emotional Responses to Top Politicians in a General Election », *Nordicom Review*, 28 : 63-79.

- FRYDMAN, C., N. BERBERIS, C. CAMERER, P. BOSSAERTS et A. RANGEL (2014), « Using Neural Data Test a Theory of Investor Behavior: an Application to Realization Utility », *Journal of Finance*, 69 : 907-946.
- GAGLIO, C. M. (2004), « The Role of Mental Simulations and Counterfactual Thinkink in the Opportunity Identification Process », *Entrepreneurship Theory and Practice*, 28 (6) : 533-552.
- GALLESE, V., L. FADIGA, L. FOGGASI, et G. RIZOLATTI (1996), « Action Recognition in the Premotor Cortex », *Brain*, 119 : (593-609).
- GIRONDE, S. (2008), *La neuroéconomie*, Paris : Plon.
- GLIMCHER, P.W. (2003), *Decisions, Uncertainty and the Brain: The Science of Neuroeconomics*, Cambridge : MIT Press.
- GLIMCHER, P.W. (2010), *Foundations of Neuroeconomic Analysis*, Oxford : University Press.
- GLIMCHER, P.W. et A. RUSTICHINI (2004), « Neuroeconomics: the Concilience of Brain and Decision », *Science*, 306 : 447-452.
- GLIMCHER, P.W., C.F. CAMERER, E. FEHR et R.A. POLDRACK (éds) (2009a), *Neuroeconomics, Decision Making and the Brain*, Elsevier.
- GLIMCHER, P.W., C.F. CAMERER, E. FEHR et R.A. POLDRACK (2009b), « Introduction: A Brief History of Neuroeconomics », in P.W. GLIMCHER *et al.* (éds) (2009a), *Neuroeconomics, Decision Making and the Brain*, Elsevier, p. 1-12.
- GOODENOUGH, O.R. et T. MACAELA (2010), « Law and Cognitive Neuroscience », *Annual Review of Law and Social Science*, 6 : 61-92.
- GUL, F. et W. PESENDORFER (2008), « The Case for Mindless Economics », in A. CAPLIN et A. SHOTTER (éds), *The Foundations of Positive and Normative Economics*, Oxford University Press, p. 3-42.
- GUL, W., R. SCHMITTBERGER et B. SWARZE (1982), « An Experimental Analysis of Ultimatum Bargaining », *Journal of Economic Behavior and Organization*, 3 (4) : 367-388.
- HARRISON G.H. (2008), « Neuroeconomics: a Critical Reconsideration », *Economics and Philosophy*, 24 (3) : 303-344.
- HOLLAND, P.C. et M. GALLAGHER (2004), « Amygdola-Frontal Interactions and Reward Expectancy », *Current Opinions Neurobiological*, 14 : 148-155.
- HYTONEN, K., G. BALTUSSEN, M. VAN DEN ASSEM, V. KLUTCHAREV, A. SANFEY et A. SMIDTS (2014), « Path Dependence in Risky Choice: Affective and Deliberative Processes In Brain And Behavior », *Journal of Economic Behavior and Organization*, 107 (Part B) : 566-581.
- IACOBONI, M., I. MOLNAR-SZAKACS, V. GALLESE, G. BUCCINO, J.C. MAZIOTTA et G RIZOLATTI (2005), « Grasping the Intentions of Others with One's Own Mirror Neuron System », *PLOS Biology*, 3 : 529-535.
- KAHNEMAN, D. (2012), *Système 1, Système 2 : Les deux vitesses de la pensée*, Paris : Flammarion.
- KAHNEMAN, D. et A. TVERSKY (1979), « Prospect Theory: an Analysis of Decision Under Risk », *Econometrica*, 47 : 263-291.

- KAHNEMAN, D. et A. TVERSKY (1984), « Choices, Values and Frames », *American Psychologist*, 39 (4) : 341-350.
- KAHNEMAN, D. et A.B. KRUEGER (2006), « Developments in the Measurement of Subjective Well-Being », *Journal of Economic Perspectives*, 20 (1) : 3-24.
- KAISA, H., G. BALTUSSEN, M.J. VAN DEN ASSEM, V. KLUCHAREV et A. SANFEY (2014), « Path Dependence in Risky Choice: The Affective and Deliberative Processes in Brain and Behavior », *Journal of Economic Behavior and Organization*, 107 (B) : 566-581.
- KING-CASAS, B., D. TOMLIN, C. ANEN, C.F. CAMERER, S. QUARTZ et P.R. MONTAGUE (2005), « Getting to Know You: Reputation and Trust in a Two-person Economic Exchange », *Science*, 308 (5718) : 78-83.
- KIRZNER, I. (1973), *Competition and Entrepreneurship*, Chicago : University of Chicago Press.
- KIRZNER, I. (1979), *Perception, Opportunity and Profit: Studies in the Theory of Entrepreneurship*, Chicago : University of Chicago Press.
- KIRZNER, I. (1997), « Entrepreneurial Discovery and The Competitive Market Process », *Journal of Economic Literature*, 35 (1) : 60-85.
- KNOCH, D., M.A. NITSCHKE, U. FISCHBACHER, C. EISENEGGER., A. PASCUAL-LEONE et E. FEHR (2007), « Studying the Neurobiology of Social Interaction with Transcranial Direct Current Stimulation – The example of Punishment Unfairness », *Cerebral Cortex*, 18 (9) : 1987-1990.
- KOECHLIN, E. (2012), « Mécanismes cognitifs et émotionnels mis en jeu », *Air Transport Pilots Facing the Unexpected*, 71-79, Actes colloque : 2011.
- KOSFELD, M., M. HEINRICH, P. ZAK, U. FISCHBACHER et E. FEHR (2005), « Oxytocin Increases Trust in Humans », *Nature*, 435 : 673-677.
- KRUEGER, N. (2000), « The Cognitive Infrastructure of Opportunity Emergence », *Entrepreneurship Theory and Practice*, 24 (3) : 5-23.
- KRUEGER, N. et I. WELPE, (2008), « The Influence of Cognitive Appraisal and Anticipated Outcome Emotion on the Perception, Evaluation and Exploitation of Social Entrepreneurial Opportunities », *Babson Research Conference*, Chapel Hill.
- KRUEGER, N. et M. DAY, (2010), « Looking Forward, Looking Backward: From Entrepreneurial Cognition to Neuroentrepreneurship » in Z.J. Acs et D.B. Audretsch (éds), *Handbook of Entrepreneurship Research*, Volume 5 of the series International Handbook Series on Entrepreneurship, Springer, p. 321-357.
- LEUNG, H., H. MAK, M. LEUNG, K.L. LEUNG, P. KWAN et K.S. WONG (2014), « Neuroeconomics of Health Care Financing Options: Willingness to Pay and Save », *Hong Kong Medical Journal*, 20 (3) : 8-10.
- LIPMAN, B.L. et W. PESENDORFER (2013), « Temptation », in D. ACEMOGLU, M. ARELLANO et E. DEKEL (éds), *Advances in Economics and Econometrics: Tenth World Congress*, Volume 1, p. 243-288.
- LOEWENSTEIN, G.F., E.U. WEBER, C.K. HSEE et N. WELCH (2001), « Risks as feelings », *Psychological Bulletin*, 127(2) : 267-286.

- LOEWENSTEIN, G.F. et T. O'DONOGHUE (2005), « Animals Spirits: Affective and Deliberative Processes in Economic Behavior », *CAE Working Paper* 04-14, Cornell University.
- LOGOTHETIS, N.K. (2008), « What we Can Do and what we Can not Do with fMRI », *Nature*, 453 (7197) : 869-878.
- MCLEAN, P. (1970), « The Triune Brain: Emotion and Scientific Basis », in F.O. SCHMIDT (éd.), *The Neurosciences, Second Study Program*, New York : Rockefeller University Press, p. 336-348.
- MCLURE, S., J. LI, D. TOMLIN, K.S. CYPERT, L.M. MONTAGUE et R.M. MONTAGUE (2004), « Neural Correlates of Behavioral Preferences for Culturally Familiar Drinks », *Neuron*, 44 (2) : 379-387.
- MILLER, G. (2008), « Growing Pains for fMRI », *Science*, 320 (5882) : 1412-1414.
- MITCHELL, R.K., L. BUSENITZ, T. LANT, P. MCDUGALL, E.A. MORSE et B. SMITH (2004), « The Distinctive and Inclusive Domain of Entrepreneurial Cognition Research », *Entrepreneurship Theory and Practice*, 28 (6) : 505-518.
- MIU, A.C. et L.G. CRISPAN (2011), « Cognitive Reappraisal Reduces the Susceptibility to the Framing Effect in Economic Decision Making », *Personality and Individual Differences*, 51 : 478-482.
- MOHR, P.N.C., G. BIELHE et H.R. HEEKEREN (2010) « Journal of Neural Processing of Risk », *Neuroscience*, 30 (19) : 6613-6619.
- MONTAGUE, P.R. (2007), « Neuroeconomics: a View from Neuroscience », *Functional Neurology*, 22 (4) : 219-234.
- NICOLAOU, N., S. SHANE, L. CHERKAS, J. HUNKIN et T.D. SPECTOR (2008), « Is the Tendency to Engage in Entrepreneur Genetic? », *Management Science*, 54 (1) : 167-179.
- NOTEBOOM, B. (2010), *A Cognitive Theory of the Firm, Learning, Governance and Dynamic Capabilities*, Nortampton : Edward Elgar Publishing.
- PADOA-SCHIOPPA, C. (2008), « The Syllogism of Neuro-economics », *Economics and Philosophy*, 24 (3) : 449-457.
- PADOA-SCHIOPPA, C. (2009), « Range-adapting Representation of Economic Value in the Orbitofrontal Cortex », *Journal of Neuroscience*, 29 (44) : 14004-14014.
- PADOA-SCHIOPPA, C. (2011), « Neurobiology of Economic Choice: A Good-based Model », *Annual Review of Neuroscience*, 34 : 333-359.
- PADOA-SCHIOPPA, C. et J.A. ASSAD (2008), « The Representation of Economic Value in the Orbitofrontal Cortex is Invariant for Changes of Menu », *Nature Neuroscience*, 11 (1) : 95-110.
- PADOA-SCHIOPPA, C. et X. CAI (2011), « The Orbitofrontal Cortex and the Computation of Subjective Value: Consolidated Concepts and new Perspectives », *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1239 : 130-137.
- PADOA-SCHIOPPA, C. (2013), « Neuronal Origins of Choice Variability in Economic Decisions », *Neuron*, 80 : 1322-1336.
- PESSIGLIONE, M., L. SCHMIDT, B. DRAGANSKI, R. KATISCH, H. LAU, R.J. DOLAN et C.D. FRITH (2007), « How the Brain Translates Money into Force: a Neuroimaging Study of Subliminal Motivation », *Science*, 316 : 904-906.

- PESSOA, L. (2008), « On the Relationship between Emotion and Cognition », *Nature Reviews Neuroscience*, 9 : 148-158.
- PHAM, M.T., J.B. COHEN, J.W. PRACEJUS et G.D. HUGUES (2001), « Affect Monitoring and the Primacy of Feelings in Judgment », *Journal of Consumer Research* : 28 : 167-188.
- PHAM, M.T. (2006), « Informational Properties of Anxiety and Sadness, and Displaced Coping », *Journal of Consumer Research*, 32 : 596-601.
- PHELPS, E.A. (2006), « Emotion and Cognition: Insights from Studies of the Human Amygdala », *Annual Review of Psychology*, 57 : 23-53
- PHELPS, E.A. (2009), « The Study of Emotions in Neuroeconomics », in P.W. GLIMCHER et al. (2009a), *Neuroeconomics, Decision Making and the Brain*, p. 233-250.
- PLASSMAN, H., J. O'DOHERTY, B. SHIV et A. RANGEL (2008), « *Marketing Actions Can Modulate Neural Representations of Experienced Utility* », Division of the Humanities and Social Sciences, California Institute of Technology, <http://people.hss.caltech.edu/~mshum/ec106/plassman.pdf>.
- PLATT, M.L. et P.W. GLIMCHER (1999), « Neural Correlates of Decision Variables in Parietal Cortex », *Nature*, 400 : 233-238.
- POSNER, M.I. (2005), « Genes and Experience Shape Brain Networks of Conscious Control » in S. LAUREYS (éds), *Progress in Brain Research*, volume 150, chapter 12, p. 173-183.
- QUERVIN, D, U. FISHBACHER, V. TREEYER, M. SCHELLMAHMER, U. SCHNYDER, A. BUCK et E. FEHR (2004), « The Neural Bases of Altruism », *Science*, 305 (5688) : 1254-1258.
- RAGHUNATHAN, R. et K.P. CORFMAN (2004), « Sadness as Pleasure-seeking Prime, Anxiety as Attentiveness Prime: The “Different Affect Different Effect” (DADE) Model », *Motivation and Emotion*, 28 (1) : 23-41.
- RAGHUNATHAN, R. et C. PADOA-SCHIOPPA (2014), « Integration of Multiple Determinants in the Neuronal Computation of Economic Values », *Journal of Neuroscience*, 34 : 11583-603.
- RILLING, J., D. GOLDSMITH, A. GLENN et M. JAIRAM (2008), « The Neural Correlates of the Affective Response to Unreciprocated Cooperation », *Neuropsychologia*, 46 : 1256-1266.
- ROISER, J.P., B. DE MARTINO, G.C.Y. TAN, D. KUMARAN et B. SEYMOUR (2009), « A Genetically Mediated Bias in Decision Making Driven by Failure of Amygdala Control », *Journal of Neuroscience*, 29 (18) : 5985-5991.
- ROLLS, E.T. (1999), *The Brain and Emotion*, Oxford : Oxford University Press.
- ROSS, A.E. (2008), « Two Styles of Neuroeconomics », *Economics and Philosophy*, 24 : 473-484.
- ROSS, D. (2010), « Neuroeconomics and Economic Methodology », in J. DAVIS D.W. HANDS et U. MÄKI (éds), *Handbook of Economic Methodology*, Cheltenham : Edward, Elgar, 572 pages.

- RUBINSTEIN, A. (2006), « Discussion on “Behavioral Economics” », in R. BLUNDELL, W.K. NEWEY et T. PERSSON (éds), *Advances in Economics and Econometrics: Theory and Applications, Ninth World Congress, volume 2*, New-York : Cambridge University Press, p. 246-254.
- RUSHWORTH, M.F. et T.E. BEHRENS (2008), « Choice, Uncertainty and Value in Prefrontal and Cingulate Cortex », *Nature Neuroscience*, 11 : 389-397.
- RULLIERE, J.L, B. PELLOUX et F. VAN WIDEN (2009), « La neuroéconomie dans l’agenda de l’économie comportementale », *Revue Française d’Économie*, 23 (3) : 3-36.
- RUSTICHINI, A. (2005), « Neuroeconomics: Present and Future », *Games and Economic Behavior*, 52 : 201-212.
- RUSTICHINI, A. (2009), « Is There a Method of Neureconomics », *American Economic Review*, 1 (2) : 48-59
- SANFEY, A.G., J.K. RILLING, J.A. ARONSON, L.E. NYSTROM et J.D. COHEN (2003), « The Neural Basis of Economic Game », *Science*, 318 (5850) : 598-602.
- SARANSON, Y., T. DEAN et J. DILLARD (2006), « Entrepreneurship as the Nexus of Individual and Opportunity: A Structuration View », *Journal of Business Venturing*, 21 (3) : 286-305.
- SCHADE, C. (2005), « Dynamics, Experimental Economics and Entrepreneurship », *Journal of Technology Transfer*, 30 (4) : 409-431.
- SCHMIDT, C. (2008), « What *Neuroeconomics* does Really Means? », *Revue d’économie politique (numéro spécial La Neuroéconomie)*, 118 (1) : 7-34.
- SCHMIDT, C. (2010), *Neuroéconomie*, Éditions Odile Jacob.
- SHANE, S. (2000), « Prior Knowledge and the Discovery of Entrepreneurial Opportunities », *Organization Sciences*, 11 (4) : 448-469.
- SHANE, S. (2003), *A General Theory of Entrepreneurship: the Individual-Opportunity Nexus*, Cheltenham, UK : Edward Elgar.
- SHANE, S. et S. VENKATARAMAN (2000), « The Promise of Entrepreneurship as a Field of Research », *Academy of Management Review*, 25 (1) : 217-226.
- SHANE, S., E. LOCKE et S. COLLINS (2003), « Entrepreneurial Motivation », *Human Resource Management Review*, 13 (2) : 257-279.
- SHORS, T. (2006), « Stressful Experience and Learning accross the Lifespan », *Annual Review of Psychology*, 57 : 55-85.
- SINGH, R.P. (2008), « Exploring why so many Entrepreneurs Fail: is Entrepreneurial Overconfidence a Mental Defect? », *Academy of Management Meeting*, Anaheim, CA.
- SINGH, R.P. et J.L. RONCH (2011), « Changing Entrepreneurial Cognitive Processes with Age: A Conceptual Discussion Based on Neuroscience », *Journal of Marketing Development and Competitiveness*, 5 (6) : 94-103.
- SMITH, V. (1962), « An Experimental Study of Competitive Market Behavior », *Journal of Political Economy*, 70 : 111-137.
- SMITH, K., J. DICKAUT, K. MCCABE et J. PARDO (2002), « Neuronal Substrates for Choice under Ambiguity, Risk, Gains and Losses », *Management Science*, 48 : 711-718.

- SMITH, V., G. SUCHANEK et A. WILLIAMS (1988), « Bubbles, Crashes and Endogenous Expectations in Experimental Spot Asset Markets », *Econometrica*, 56 : 1119-1131.
- SOBEL, J. (2009), « Neuroeconomics: a Sobel Appraisal », Working Paper, University of California, San Diego.
- STANTON, A.A. (2009), « Commentaires sur « Neuroéconomie : une relecture critique » », *Revue française d'économie*, 23 (4) : 139-157.
- STANTON, A.A., M. DAY et I.M. WELPE (2010), *Neuroeconomics and the Firm*, Cheltenham, UK : Edward Elgar.
- SUNSTEIN, C. et R. THALER (2003), « Libertarian Paternalism », *American Economic Review*, 93 (2) : 175-179.
- TOM, S.M., C.R. FOX., C. TREPPEL et R.A. POLDRACK (2007), « The Neural Basis of Loss Aversion in Decision-Making under Risk », *Science*, 315 : 515-518.
- TOMLIN, D., M.A. KAYALI, B. KING-CASSAS, C. ANEN, C.F. CAMERER, S.T. QUARTZ et P.R. MONTAGUE (2006), « Agent-Specific Responses in the Cingulate Cortex During Economic Exchanges », *Science*, 312 (5776) : 1050-1074.
- TSENG, K.C. (2006), « Behavioral Finance, Bounded Rationality, Neuro-Finance and Traditional Finance », *Investment Management and Financial Innovations* 3 (4) : 7-18.
- VARELA, F., E. THOMSON et E. ROSCH (1991), *The Embodied Mind: Cognitive and Human Experience*, Cambridge, MA : The MIT Press.
- VARELA, F. et J. SHEAR (1999), « The View from Within: First-Person Approaches to the Study of Consciousness », *Journal of Consciousness Studies*, 6 (2-3) : 1-14.
- WELPE, I., M. SPORRLE, D. GRICHNIK, T. MICHL et D. AUDRETSCH (2012), « The Interplay of Opportunity Evaluation, Fear, Joy and Anger as Antecedent of Entrepreneurial Exploitation », *Entrepreneurship Theory and Practice*, 36 (1) : 69-96.
- ZACK, P.J., R. KURZBAN et W.T. MATZNER (2005), « Oxytocin is Associated with Human Trustworthiness », *Hormones and Behavior*, 48 : 522-527.