



COMPTE-RENDU DE L'OUVRAGE :
KHAMASSI M. (dir.). 2021. Neurosciences cognitives, De Boeck Supérieur.
Paris. 285 pages.

REVIEW OF THE BOOK :
KHAMASSI M. (ed.). 2021. Cognitive-neuroscience, De Boeck Superior.
Paris. 285 pages.

Faouzia ELKOUMITI¹,
Université de Relizane | Algérie
faouzia.elkoumiti@univ-relizane.dz

Merahia BOUAZZA,
Université de Relizane | Algérie
Laboratoire Traduction et Méthodologie, Université d'Oran2 Mohamed Ben-Ahmed
merahia.bouazza@univ-relizane.dz

Résumé : *C'est à la croisée des deux disciplines, la psychologie et les neurosciences, que cet ouvrage se propose d'aborder les grandes fonctions cognitives réparties sur neuf chapitres distincts, en y introduisant mutuellement les méthodes d'analyse inhérentes à chaque discipline. Obéissant aux principes de base qui sont censés faciliter l'accès aux résultats qui y sont présentés, cet ouvrage se veut une introduction à ce nouveau champ de recherche. Il traduit les progrès extraordinaires qui découlent des échanges entre la psychologie et les neurosciences sur les plans cognitif et sociétal.*

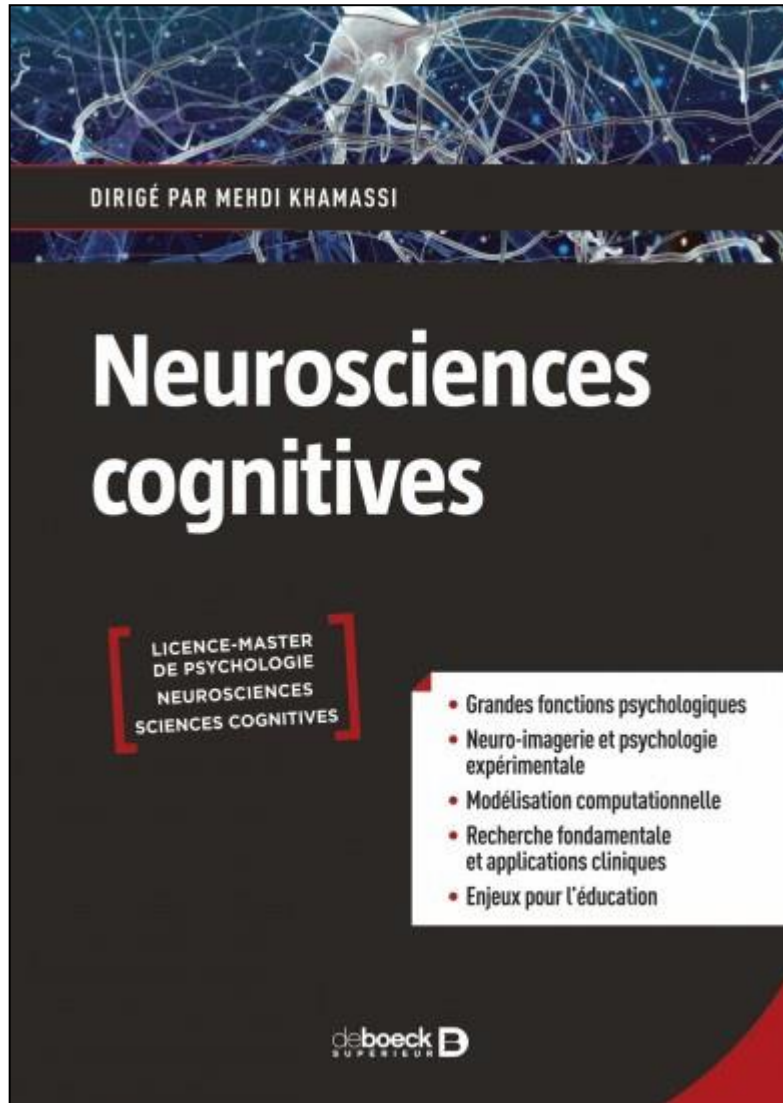
Mots-clés : *Cognition, interdisciplinarité, modélisation computationnelle, neurosciences, psychologie*

Abstract : *It is at the crossroads of the two disciplines, psychology and neurosciences, that this work proposes to approach the major cognitive functions spread over nine distinct chapters, by mutually introducing the methods of analysis inherent in each discipline. Obeying the basic principles that are supposed to facilitate access to the results presented therein, this book is intended as an introduction to this new field of research. It reflects the extraordinary progress resulting from exchanges between psychology and neuroscience on the cognitive and societal levels.*

Keywords: *Cognition, interdisciplinarity, computational modeling, neurosciences, psychology*



¹Auteur correspondant : FAOUZIA ELKOUMITI | faouzia.elkoumiti@univ-relizane.dz



Dirigé par Mehdi Khamassi, directeur de recherches au CNRS, l'ouvrage *Neurosciences cognitives* est le fruit d'un rigoureux travail collaboratif de dix-huit éminent(e)s chercheur(e)s de diverses disciplines et de plusieurs universités et instituts de recherche. Ce livre s'adresse, principalement, aux étudiants de licence et de master en psychologie et en neurosciences, ainsi qu'à ceux qui optent pour une initiation à la modélisation computationnelle² aux neurosciences et à la cognition. Il se donne pour objectif de retracer, sans prétendre à un traitement exhaustif des éléments étudiés, le bilan des acquis dans des disciplines variées qui ont inspiré les nouvelles recherches en psychologie cognitive, en linguistique et en neurosciences en mettant l'accent sur les éléments de continuité ou de rupture. En interpellant les plus récentes découvertes, l'ouvrage *Neurosciences cognitives* décrit rigoureusement et explicite les résultats d'un progrès incontestable sur les plans comportemental et sociétal.

Fait d'un ensemble de neuf chapitres étalés sur 285 pages, et d'une très riche bibliographie où se croisent de multiples études et recherches interdisciplinaires, le présent ouvrage tente de traiter les questions majeures autour desquelles s'est construite

² Le mot « *computation* » en anglais signifie calcul. Un modèle computationnel est donc un modèle qui fait des calculs à partir d'informations données en entrée, et qui donne en sortie un résultat numérique.

³ Laura Dugué (Institut universitaire de France, Paris).

la notion des neurosciences, offrant aux lecteurs et aux spécialistes une lecture plus approfondie des recherches antérieures mises en concordance avec les nouvelles recherches dans ce nouveau champ. Appartenant à ce nouveau courant des neurosciences, la compréhension de ce livre nécessite une nouvelle prise de conscience à l'égard du progrès accéléré constaté ces dernières années.

1. Motivation

Prises d'une curiosité inouïe pour le travail disciplinaire dans la recherche scientifique et le développement cognitif au cours du temps, cet ouvrage a suscité en nous cette curiosité d'apprendre, de découvrir et d'en partager avec la communauté scientifique le labeur de l'immense travail collaboratif qui s'y dégage. D'une part, ayant approfondi une nouvelle vision associant les neurosciences et la psychologie, qui caractérisait jusqu'alors, indépendamment l'une ou l'autre discipline, il nous est apparu opportun d'apporter une lecture approfondie de cet ouvrage, afin de dévoiler certaines vérités des fonctions cognitives qui restent quasi-méconnues de nos jours.

Et d'autre part, en tant que chercheuses privilégiant et optant pour l'interdisciplinarité en sciences, il nous semble évident de s'intéresser à un tel ouvrage dans la mesure où il préconise des exemples concrets sur diverses questions éthiques, langagières et mathématiques entre autres. Emanant d'un terrain expérimental d'un groupe pluridisciplinaire, l'ouvrage *Neurosciences cognitives*, a le mérite de s'être penché sur les mécanismes du cerveau avec des précisions à caractère prédictif apportées par la physique et les mathématiques. Car l'espace, la cognition spatiale, la conscience, la mémoire, le langage sont autant de paramètres qui suscitent intérêt et interrogations des chercheurs dans le domaine comportemental et sociétal.

Chapitre 1 : Perception et attention

Dans ce premier chapitre, Laura Dugué³ et Thérèse Collins⁴, se sont données pour objectif de définir le lien entre psychologie et neurosciences en se focalisant sur la perception et l'attention dans leurs rapports avec la structure neuronale.

Des expériences menées sur des stimuli physiques comme l'alternance des zones sombres et claires appelées fréquences spatiales et le comportement qui ont servi à vérifier que l'attention est capable de moduler notre perception. Vu le nombre d'informations auquel nous sommes exposés dans le monde qui nous entoure, elles parviennent à démontrer que les objets les plus visibles sont ceux qui tiennent notre attention parmi tant d'autres. Ainsi le comportement du sujet tient un rôle crucial dans la perception, ce qui permet de l'ajouter comme mécanisme de sélection fonctionnelle à côté de la rétinotopie⁵, une anatomie fonctionnelle particulière du traitement de l'information visuelle, et de la *magnifiance centrale*, qui, elles sont des mécanismes de sélection anatomiques. Partant du constat que la mesure de l'attention est incontestablement perceptive, alors elles en déduisent que la répartition des capacités perceptives à travers le champ visuel ou entre divers attributs signe l'orientation de l'attention. Celle-ci nous permet de percevoir des objets plus faiblement contrastés, car l'être humain y est plus sensible.

Pour clore ce chapitre, Dugué et Collins mettent l'accent sur la nécessité d'allier neuroscientifiques et psychologues à dessein d'une meilleure compréhension de l'attention

⁴ Thérèse Collins, est chercheuse au Centre de neurosciences intégratives et de cognition, Université de Paris.

⁵ Une solution pour réduire la quantité d'informations à traiter est de répartir inégalement la puissance de traitement afin de favoriser telle ou telle partie du champ de vision.

et de la perception, en ce qu'elles pourraient constituer l'un des domaines les plus ouverts actuellement à la recherche scientifique.

Chapitre 2 : Le cerveau, le mouvement et les espaces

En déployant les termes, simplicité et vicariance, Alain Berthoz⁶, nous laisse comprendre que malgré la complexité du geste et du mouvement le cerveau peut préparer l'acte et en projeter les conséquences dans le futur, en fonction des expériences passées et en anticipant l'avenir. Il explique, d'une part, qu'en se focalisant sur les questions d'inhibition et de désinhibition dans le traitement de l'information par l'œil, le déplacement de l'attention (saccade oculaire) est assuré par deux opérations neuronales : excitatrices et inhibitrices où les fonctions de sélection, adaptation et imagination et les mouvements de la tête sont assurés par l'inhibition. Et d'autre part, il présente dans ce chapitre, comment se fait le passage d'un geste nouveau à un geste automatisé (acquisition d'habitudes comportementales). Dans ce processus la répétition du geste, permet de l'apprendre et une fois appris, il devient automatique. Ainsi l'activité apprise disparaît dans le cortex préfrontal et se stabilise dans une aire du cortex frontal appelée aire motrice supplémentaire. Ce processus s'applique aussi pour les mouvements oculaires.

Ensuite, il nous renseigne que dans l'accomplissement des mouvements et des gestes appris, la coordination entre les parties de notre corps s'appuie sur la variation co-planaire⁷ qui est programmée génétiquement et affirmée progressivement au cours du développement suite à l'activité continue produite par l'enfant. Il donne deux exemples complexes, celui de la marche qui est un mécanisme complexe et hiérarchisé et celui de la direction du regard qui anticipe la trajectoire, car le regard ce n'est pas la vision, mais la direction de l'axe optique dans l'espace.

Il y évoque également la notion du système miroir, ou ce qui est communément appelé «neurones miroir». Ce système explique la similitude du fonctionnement ou l'activation des neurones du cerveau quel que soit la nature du geste exécuté ou observé, les mêmes structures cérébrales sont impliquées dans l'observation et dans l'exécution du geste, ce qui permet de comprendre l'action d'autrui.

Enfin, Alain Berthoz souligne que dans la navigation spatiale, la structure cérébrale impliquée dans le traitement spatial diffère entre les hommes et les femmes. Pour les femmes, le cycle menstruel (les œstrogènes), peut affecter les performances lors des missions spatiales. Chez l'homme, le taux de testostérone joue un rôle clé, fluctuant d'un jour à l'autre et d'une saison à l'autre. Les hommes ayant de faibles niveaux de testostérone ont obtenu de meilleurs résultats sur les tâches spatiales par rapport aux tâches à haut débit. De plus, il semble que les hommes préfèrent utiliser des stratégies cognitives allocentrique pour s'orienter (s'appuyer sur des cartes mentales), tandis que les femmes utilisent souvent des stratégies motrices égocentriques, séquentielles et topokinesthésiques.

Chapitre 3 : Etude des systèmes de mémoire dans le cadre d'un comportement : la navigation

⁶ Alain Berthoz, est professeur honoraire au Collège de France, chaire et laboratoire de physiologie de la perception et de l'action (Collège de France/CNRS). Il est également membre de l'Académie des sciences, de l'Académie des technologies (France), de l'Académie royale de médecine et des sciences (Belgique), de l'Académie américaine des arts et des sciences, et de l'Académie bulgare de médecine.

⁷ La coordination entre les parties de notre corps pendant un mouvement.

Le chapitre 3, quant à lui, se préoccupe de la question de la mémoire et du comportement, notamment dans la navigation. Laure Rondi-Reig⁸, souligne dans ce chapitre, que tout au long de son histoire, la mémoire de l'homme était toujours de près ou de loin associée à la question de l'apprentissage. Quel que soit la nature de l'apprentissage, les neurosciences cognitives sont fondamentales pour comprendre les mécanismes de celui-ci en général, en l'occurrence le fonctionnement de la mémoire. Dans ce chapitre Rondi-Reig s'intéresse aux systèmes de mémorisation dans le cadre de la navigation. De ce fait, elle s'est penchée sur l'étude des circuits cérébraux qui traitent les informations sensorielles, la perception de l'espace et du temps, jusqu'aux traitements complexes telles que la mémorisation et l'utilisation de ces informations pour résoudre le problème de navigation. D'après la chercheuse deux points sont à prendre en compte lors de l'étude de la mémoire dans le cadre de la navigation. Il s'agit de mettre le point sur la médiation de plusieurs mémoires simultanément et le lien fonctionnel entre informations sensorielles, mémoires et comportement.

Par contre dans l'apprentissage et les fonctions exécutives, il faut préciser qu'il y a des partenaires indispensables à l'apprentissage. En premier lieu, l'attention qui permet de se focaliser sur une information précise, ensuite l'engagement actif qui nous facilite cette focalisation et en englobe l'ensemble des paramètres d'apprentissage et nous permet d'être acteur. Enfin, vient le paramètre de « l'inhibition » qui, quant à lui, nous permet d'exclure les pensées parasites ou les comportements inadaptés favorisant l'attention et l'engagement actif. D'autres facteurs interviennent fortement dans l'apprentissage sont rappelés dans ce chapitre. L'erreur et la correction d'erreur sont des processus indispensables et intrinsèques à l'apprentissage, et c'est grâce à la répétition de l'erreur et de la correction d'erreur que l'être humain consolide cet apprentissage, voire le mémorise. En effet, il est à souligner qu'il y a cinq types de mémoires :

- la mémoire perceptive ou sensorielle, est celle de nos sens, elle est en interaction avec la mémoire sémantique et la mémoire épisodique ;
- La mémoire épisodique, est celle de nos souvenirs personnels ;
- la mémoire sémantique, nous aide à acquérir des connaissances générales sur nous-mêmes et sur le monde qui nous entoure ;
- la mémoire de travail, nous permet de retenir des informations à court terme.
-

Ce système de mémoires est mis en rapport avec les stratégies de navigation, permettant d'étudier le fonctionnement de la mémoire à différentes échelles. Il se trouve que la stratégie allocentrique, qui permet une navigation flexible ou la possibilité de planifier des trajectoires nouvelles à partir de différents points de départ, ne dépend plus du labyrinthe utilisé, qu'il soit radial, aquatique ou en croix. Par contre, la stratégie égocentrique⁹, une stratégie spatio-temporelle, nécessite de mémoriser à la fois les lieux et l'ordre dans lequel ces lieux ont été rencontrés. Notons qu'il existe une conformité entre les stratégies de navigation et les systèmes de mémoires. Les tâches de navigation permettent d'évaluer la composante spatiale de la mémoire épisodique, et ce, quand la stratégie allocentrique

⁸ Laure Rondi-Reig, est Directrice de recherche au CNRS, experte en neurosciences comportementale, Sorbonne Université, Paris.

⁹Il existe deux types de stratégies égocentriques : les stratégies égocentriques simples (un seul point de choix), connue sous le nom de stratégie d'écho-réponse au concept de stimulus- réponse, et un continuum de stratégies égocentriques ; la stratégie, le temps et l'espace (nous nous rappelons l'endroit et également l'ordre de rencontre).

nécessite une mise en relation des différents indices visuels pour se créer une carte mentale de l'environnement.

Chapitre 4 : Décision et action

Ce chapitre, consacré aux pratiques de décisions et d'actions, est un outil opérationnel et informatif visant à faciliter les processus de décisions. Alizée Lopez-Persem¹⁰ et Mehdi Khamassi¹¹, s'y investissent à nous éclairer qu'en effet, prendre une décision ne se fait pas de façon instantanée, car la durée du processus décisionnel dépend souvent de l'impact qu'aura la décision sur notre vie. Ils attestent, que plus la décision aura un grand impact sur notre vie, plus elle pourra générer du stress et de l'hésitation. Il paraît qu'en prenant une décision, plusieurs processus s'enclenchent et s'enchaînent dans le cerveau. Ce sont de multiples étapes qui permettent à l'être humain de rassembler, de réunir et de choisir l'information adéquate à la décision, de faire appel aux connaissances et aux expériences antérieures ainsi que de faire preuve de jugement dans les choix.

Nous citons, ici, qu'il y a différents types de prise de décisions : la prise de décision économique, fondée sur la valeur, elle incite à comparer certain nombre d'attributs de différentes options, ensuite à fusionner ces attributs pour en conclure quelle est la meilleure option à adopter. La prise de décision perceptive est, quant à elle, relative aux signaux sensoriels rencontrés et reçus du monde extérieur, ces signaux sont traités en premier par les cortex sensoriels (visuelles pour la vision, auditives pour les sons), ensuite par les cortex associatifs. À partir de ces signaux dérivent les choix des processus de prise de décisions perceptives. Ils y définissent ensuite que dans les bases neuronales de la prise de décision, "valeurs" et "récompenses" sont deux concepts étroitement liés en neurosciences cognitives.

Les modèles de prise de décision fondés sur la valeur rendent nos décisions plus cohérentes avec nos propres valeurs ce qui nous permet de faire des choix. Pour qu'il y ait troubles de prise de décision proprement dit, il faut que ces choix semblent à la fois particulièrement inadaptés et significativement différents des choix observés dans les mêmes situations dans la population générale.

Par ailleurs, dans certaines pathologies neuropsychiatriques la prise de décision est altérée. Dans ce contexte, les auteurs de ce chapitre nous présentent brièvement un certain nombre de pathologies et de troubles neuro-développementaux qui impliquent des troubles de la prise de décision, telles que les lésions cérébrales, les maladies neuro-dégénératives (maladie de Parkinson, démence fronto-temporale et maladie d'Alzheimer) et les maladies psychiatriques (les troubles du comportement, les troubles des émotions, de l'humeur et les troubles du développement).

Pour mieux comprendre le processus qui affecte la prise de décision chez les personnes atteintes de troubles neurologiques et psychiatriques, plusieurs études favorisent les approches neuro-computationnelles, qui seront développées dans le chapitre 9 de cette étude, dans l'idée de développer des outils de diagnostic.

Chapitre 5 : Neurolinguistique

¹⁰ Alizée Lopez-Persem, est chargée de recherche à l'INSERM en neurosciences cognitives à l'Institut du Cerveau, dans l'équipe FrontLab (fonctions et dysfonctions des systèmes frontaux). Ses recherches concernent les bases cérébrales de la prise de décision et de la créativité.

¹¹ Mehdi Khamassi, est Directeur de l'Institut des systèmes intelligents et de robotique, Centre national de la recherche scientifique et Sorbonne Université, Paris.

Dans ce chapitre, les chercheuses Perrine Brusini¹² et Élodie Cauvet¹³, y tentent d'apporter quelques éléments de réponse à la question fondamentale qu'est-ce que le langage ? Et quels en sont les mécanismes biologiques rendant la communication humaine possible ? Le point nodal de ce chapitre, est la parole et les mécanismes qui la sous-tendent où Brusini et Cauvet analysent avec une finesse remarquable les mécanismes impliqués dans le traitement du langage. Elles optent pour des méthodes avancées de neuro-imagerie comme l'EEG qui permettent de sonder le système de traitement de la parole chez les locuteurs, mais de manière naturelle, afin de révéler les systèmes automatiques de cette faculté. Partant des théories du linguiste générativiste Chomsky et du psychologue behavioriste Skinner, en passant par les travaux du linguiste Ferdinand De Saussure (1916), elles y présentent les concepts les plus consensuels de la théorie linguistique nécessaires à la compréhension de la neurolinguistique. Des expériences sur les stades prénatal et fœtal, chez le nourrisson, chez l'enfant et enfin chez l'adulte, ont été menées de manière drastique, et ce, pour mieux comprendre la question de l'acquisition du langage et son développement chez l'enfant. Elles s'attachent, dans ce chapitre, à montrer que le fonctionnement du langage fait, en réalité, intervenir :

- des régions sensorielles pour l'analyse du signal d'entrée, qu'il soit auditif (parole) ou visuel (langue des signes ou lecture) ;
- des réseaux neuronaux dédiés à la mémoire à long terme pour stocker le sens des mots ;
- ou à la mémoire à court terme pour stocker l'information contenue au début de la phrase, afin de pouvoir la combiner avec la fin de la phrase pour former un tout cohérent, mais aussi ;
- des régions de plus haut niveau pour la mentalisation, incluant une théorie de l'esprit et permettant de comprendre l'intention du locuteur.

Ce chapitre expose d'une manière savante les recherches antérieures qui trouvent une continuité dans ce qu'elles nomment « la création d'un célèbre modèle de perception de la parole », ce qui a inspiré la théorie motrice (*Motortheory*) de Liberman (1967). Ainsi, afin de pouvoir déterminer les régions cérébrales impliquées dans le traitement du langage et de la perception de la parole dans le bruit, ces recherches ont toutes abouti au fait qu'une perception audio-visuelle du langage est à retenir !

Chapitre 6 : Conscience et métacognition

Louise Goupil¹⁴ et Claire Sergent¹⁵, tentent, ici, de cerner les phénomènes naturels que l'humain désigne intuitivement par le mot « conscience », qui leur semble être un terme profondément polysémique. Car, selon les deux chercheuses, le mot « conscience » possède plusieurs aspects. Elles expliquent qu'il est possible de distinguer la conscience réflexive qui est propre à l'homme et fait référence à la capacité d'observer, et d'évaluer nos propres pensées. Dans ce contexte, elles avancent que la volonté consciente est le fait de se sentir agent de ses actes et pensées. Ces dernières (conscience réflexive et volonté consciente) sont associées au concept de conscience de "soi" qui est une expérience en première personne. En effet, chacun possède des connaissances sur son être et sur le monde extérieur, qu'elles soient intuitives ou directement réflexives. Les premières études

¹² Perrine Brusini, *Lecturer* en psychologie développementale, Université de Liverpool, Royaume-Uni.

¹³ Élodie Cauvet, *Lecturer* en neurosciences cognitives, affectives et développementales à Stockholm, Suède.

¹⁴ Louise Goupil, est chercheuse post-doctorante, Université d'East London, Royaume-Uni.

¹⁵ Claire Sergent, est Professeure et membre du Centre de neurosciences intégratives et de cognition, Université de Paris.

faites sur l'observation de la conscience étaient celles fondées sur l'observation introspective cherchant à décrire le mieux possible les propres ressentis subjectifs (James 1890, Wundt, puis Titchener et Kulpe). Par contre les comportementalistes (behaviouristes) Watson (1994), décident de ne s'appuyer que sur des données strictement objectives comme l'observation des comportements, ceci a permis le grand progrès des méthodes en psychologie expérimentale. Ce n'est que vers les années 1970 que l'exploration scientifique de la conscience voie le jour avec les recherches faites sur des patients affectés de lésions dans le cortex visuel primaire, et donc aveugles ou partiellement aveugles, qu'a été découvert le phénomène de la vision aveugle (Weiskrantz, 1997). Ainsi, la découverte des corrélats neuronaux de la conscience et des bases cérébrales de l'accès conscient, est-elle le résultat du développement rapide des méthodes d'imagerie cérébrale.

Goupil et Sergent, définissent la *métacognition* ou l'art d'influencer notre interprétation, comme l'ensemble des activités cognitives par lesquelles l'individu aura une représentation convenable de ses propres instruments de connaissance. Ce mot fut introduit par le psychologue du développement John Flavell dans un article en 1976. On distingue avec les travaux de Nelson et Narens (1990), l'apparition de thèmes nouveaux tels que les processus impliqués dans le *monitoring métacognitif* (surveillance), qui ont pour fonction d'évaluer la qualité des représentations cognitives dites de premier ordre (les mémoires, les décisions, les croyances, etc.), à l'encontre des processus impliqués dans le *contrôle métacognitif*, qui eux, ont pour fonction l'utilisation de ce type d'information de second ordre pour réguler le comportement. Contrairement aux psychologues qui se sont, beaucoup plus, intéressés au développement de ce que l'on appelle la « théorie de l'esprit » qui est l'ensemble des compétences déployées pour comprendre et parler de ses propres états mentaux, ainsi que ceux d'autrui, les théoriciens Dunlosky et Metcalfe (2009), ont démontré l'importance et le rôle de la métacognition pour l'apprentissage. Par ailleurs, les auteures de ce chapitre se sont intéressées, à l'impact du vieillissement sur la *métamémoire*. A ce titre, elles citent Céline Souchay (2000) et ses collègues qui ont pu montrer que le vieillissement a un impact négatif sur la sensibilité des FOKs¹⁶, en particulier en ce qui concerne la mémoire dite « épisodique », ainsi que certains troubles psychiatriques. S'appuyant sur les travaux de Jhon Flavell (1971), elles en rappellent la définition du concept de "métamémoire" qui selon celui-ci, désigne la fonction cognitive représentant la connaissance des individus sur leur propre mémoire. Ce qui aide à mieux comprendre la prise de conscience de l'environnement, l'évaluation de nos propres états mentaux et ceux d'autrui, voire à posséder une vraie conscience de soi.

La dernière notion évoquée par Goupil et Sergent, est celle de la "conscience phénoménale" qui fait référence aux ressentis de nos expériences conscientes. Dans ce chapitre les chercheuses ont mis en évidence l'aspect d'accès conscient qui consiste à étudier expérimentalement la conscience. Elles avancent en conclusion, que comprendre cette notion protéiforme permet de mieux concevoir le développement de l'enfant, du vieillissement et des troubles psychiatriques.

Chapitre 7 : Cognition sociale

¹⁶ feelings-of-knowing » ou « sentiments de savoir ».

Marwa El Zein¹⁷, Louise Kirsch¹⁸ et Lou Safra¹⁹, portent leur intérêt dans le chapitre 7, sur les points suivants :

- la spécificité du traitement de signaux sociaux ;
- la façon dont nous percevons les autres et nous les distinguons de nous-mêmes ;
- l'influence des autres sur nos comportements ;
- les interactions entre plusieurs individus dans des dynamiques de groupe pour agir et décider ensemble.

Ainsi, la cognition sociale désigne l'ensemble des processus cognitifs (perception, émotion, mémorisation, raisonnement, etc.) impliqués dans les interactions sociales chez l'humain à travers des signaux sociaux permettant à l'individu de naviguer dans son monde social en le guidant vers les interactions à adopter et celles à éviter.

El Zein, Kirsh et Safra, affirment dans cette partie qu'il est important d'interpréter le discours de son interlocuteur en fonction du contexte qui nous entoure, car l'émotion exprimée par le visage d'une personne n'est pas toujours en adéquation avec son discours (cas de sarcasmes). Donc la perception des visages et des émotions, est l'élément important à souligner quand nous rencontrons les autres. Il est à noter que, dans la distinction de « soi-autrui », l'être humain utilise des mécanismes sous-jacents tels que la plasticité de cette distinction, la prise de perspective et l'empathie. Ainsi s'élaborent les frontières « soi-autrui », qui signifient que chacun de nous a ses propres actions et pensées différentes de celles des autres, mais dans certains cas il est difficile de distinguer cela : cas de certaines psychopathologies (anorexie, schizophrénie) ou suite à des accidents cérébraux-vasculaires.

Dans ce chapitre, l'étude s'est, aussi, focalisée sur le traitement des émotions et particulièrement celles en relation avec les visages à expression de peur. Les chercheuses estiment que le temps de réponse du cerveau dès l'apparition des visages dans les régions fronto-centrales, ainsi que dans l'amygdale est de 100ms, et que la perception d'autres émotions comme la colère, le dégoût, la tristesse et la surprise montre aussi une activité cérébrale plus importante en comparaison avec la perception de visages neutres. Evoqués dans le chapitre 2, les neurones miroirs (G. Rizzolatti) sont l'une des plus grandes découvertes des neurosciences cognitives qui estiment que percevoir, c'est simuler une action. La capacité de notre cerveau à simuler l'action de soi ou d'autrui permet de prendre des décisions en anticipant une chose importante pour la survie²⁰, ainsi l'être humain lors de l'acte moteur et lors de son observation des zones cérébrales et des traitements computationnels similaires sont impliqués lors de la représentation de sa propre action et celle des autres. Ceci se passe également lors de l'évaluation des traits et du raisonnement de l'état mental d'autrui, c'est ce que l'on appelle communément "le système miroir".

De même, elles nous renseignent que, la psychologie du développement et la psychologie sociale ont démontré que l'individu s'appuie éventuellement sur sa propre expérience pour comprendre l'autre. Car nous considérons toujours l'autre comme un autre « soi-même ».

¹⁷ Marwa El Zein est Docteure en neurosciences cognitives, Institut Max-Planck de développement humain, Berlin, Allemagne.

¹⁸ Enseignante-chercheure en neurosciences cognitives, Centre de neurosciences intégratives et de cognition, Université de Paris, France.

¹⁹ Lou Safra, est chercheure en psychologie politique, Sciences Po, Paris, France.

²⁰ Voir chapitre 2, paragraphe 3.1 de l'ouvrage.

De plus, notre expérience affecte manifestement notre compréhension et nos interactions. Ce point de vue corrobore l'hypothèse de l'incarnation sociale, postulant que les états corporels comme la posture et l'expression faciale jouent un rôle central dans le traitement de l'information sociale et déterminent la perception de "soi" et celle des autres.

Dans ce sens, il est à noter qu'il existe deux processus dans les interactions entre plusieurs individus pour agir et décider ensemble : la conformité normative et la conformité informationnelle. Le premier consiste à ce que les individus se conforment aux choix de la majorité des membres de leur groupe social sans croire en cette décision, en revanche, le deuxième processus repose sur le fait de considérer les choix de la majorité des membres du groupe comme étant les meilleures décisions à prendre.

Afin de donner plus de crédibilité à ces recherches, plusieurs théories sont rappelées ici, telles que « la théorie de l'identité sociale »²¹ proposée par Tajfelet Turner en 1979, et « la théorie de l'esprit »²² en neuropsychologie. Celle-ci qui désigne la capacité mentale de comprendre et d'inférer des états mentaux à soi-même et à autrui. Elles avancent, enfin, qu'il est nécessaire d'avoir une représentation de "soi" et une distinction stable entre "soi-autrui".

Chapitre 8 : Psychologie et neurosciences : enjeux pour l'éducation

Emmanuel Sander²³ et Hippolyte Gros²⁴ et Katarina Gvozdic²⁵ et Calliste Scheibling-Sève²⁶, se sont focalisés, dans le chapitre 8, sur une question problématique visant à savoir comment il serait possible de trancher par les neurosciences les questions de l'éducation ? Ils se demandent, dans ce contexte, pourquoi les neurosciences lorsqu'il s'agit d'éducation ? Dans la perspective de répondre à cette question, ce groupe de chercheurs trouvent qu'il est judicieux d'associer l'activité neuronale à tous les autres disciplines « neurodisciplines » pour aller de l'avant et faire franchir un pas supplémentaire à des disciplines classiques, qui, supposément faute d'instruments d'observation adéquats, se trouveraient entravées dans leurs avancées par rapport à ce que permettrait une prise directe sur le cerveau. En s'appuyant sur des recherches récentes comme celles de Bruer (1997) et de Horvath & Donoghue (2016), ils avancent qu'il n'existe pas de cadre purement neuroscientifique qui puisse se prononcer relativement à l'éducation : la médiation par la psychologie s'avère une nécessité pour que des données issues de l'observation d'activités cérébrales puissent être interprétées dans une perspective éducative (Andler et Ramus, 2018).

²¹ Cette théorie postule que l'appartenance à un groupe induit ses membres à favoriser ceux qui appartiennent à leur groupe (groupe endo) et à discriminer ceux qui n'appartiennent pas à leur groupe (groupe exo).

²² Le concept de théorie de l'esprit (*Theory of Mind* en anglais TOM).

²³ Emmanuel Sander, est professeur ordinaire à la Faculté de psychologie et de sciences de l'éducation de l'Université de Genève et y dirige le laboratoire IDEA (Instruction, développement, éducation, apprentissage). Ses recherches sont, dans une perspective développementale, consacrées à l'analyse des représentations mentales et des processus interprétatifs dans le champ scolaire.

²⁴ Hippolyte Gros, est maître de conférences en sciences cognitives à CY Cergy Paris Université, au sein du laboratoire Paragraphe. Il enseigne à l'INSPÉ de l'Académie de 6 | Neurosciences cognitives Versailles. Il travaille notamment sur la résolution de problèmes, la cognition numérique et les mythes éducatifs.

²⁵ Katarina Gvozdic, est maître assistante en psychologie cognitive de l'éducation au sein du laboratoire IDEA (Instruction, développement, éducation, apprentissage) de l'Université de Genève. Ses recherches portent sur le développement conceptuel dans le cadre des apprentissages scolaires et de la formation des enseignants.

²⁶ Calliste Scheibling-Sève, est chercheuse postdoctorale en psychologie cognitive de l'éducation au sein du laboratoire IDEA (Instruction, développement, éducation, apprentissage) de l'Université de Genève. Ses recherches portent sur le développement de l'esprit critique à l'école.

Par ailleurs, vu la spécificité des travaux en neurosciences, qui les rend difficilement transposables dans la salle de classe, les chercheurs affirment qu'ils peuvent, en revanche, contribuer efficacement aux travaux en sciences cognitives pour l'éducation. Ainsi, en tâchant d'expliquer la théorie du style d'apprentissage selon laquelle les apprenants sont visuels, auditifs ou kinesthésiques, ou bien de l'une de ses nombreuses variantes, affirment-ils que cette théorie des styles n'a pas, à l'heure actuelle, apporté de preuve de son efficacité (Rogowsky, Calhoun & Tallal, 2020). En s'appuyant sur des recherches très récentes (Maguire *et al.*, 2000, 2006), cette étude approfondie évoque l'impact des neurosciences sur l'éducation. C'est à ce titre qu'une approche scientifique de l'éducation, rendue notamment possible par le recours aux paradigmes expérimentaux de la psychologie, serait nécessaire.

Dans ce chapitre, il y a eu également l'évocation de la question de l'impact des écrans sur les cerveaux. Les recherches en neurosciences comme celle de Walsh et ses collègues (2020)²⁷ a mis en évidence que les enfants qui passent en moyenne entre 2,9 et 7,2 heures devant des écrans ont des performances cognitives inférieures à celles de ceux passant en revanche moins de 1,2 heures devant les écrans par jour. Il convient de dire donc, qu'il est important d'étudier un même phénomène de façon interdisciplinaire, où chaque science offre un prisme différent. Dès lors, le croisement des paradigmes issus de la psychologie expérimentale et des neurosciences, demeure utile pour se prononcer de manière pertinente sur la question de l'éducation.

En guise de conclusion, ils précisent que neurosciences et psychologie marchent main dans la main et ne peuvent être dissociées dans leurs apports potentiels. C'est dans cet esprit que les neurosciences peuvent être contributives d'une science de l'éducation.

Chapitre 9 : Initiation à la modélisation computationnelle

Le directeur de l'ouvrage Mehdi Khamassi²⁸ et la chercheuse Anne Collins²⁹, portent dans ce chapitre, un intérêt particulier à la notion de « modélisation computationnelle³⁰ » servant à décrire un phénomène par une ou plusieurs équations mathématiques, afin de rendre compte de grandes quantités de données expérimentales avec seulement quelques équations qui offrent une explication au phénomène observé en termes de mécanismes simples et notamment de par son caractère prédictif.

²⁷ Cette étude a porté sur un nombre considérable de participants : plus de 10 000 enfants américains, âgés de 9 à 10 ans, et qui ont passé le NIH Toolbox®, un test mesurant un ensemble de capacités cognitives (capacités verbales et de lecture, mémoire épisodique et mémoire de travail, fonctions exécutives, attention, vitesse de traitement, capacités visuo-spatiales).

²⁸ Mehdi Khamassi : est directeur de recherche au CNRS, affecté à l'Institut des systèmes intelligents et de robotique, sur le campus de Sorbonne Université, Paris. Il est également co-directeur des études pour le Cogmaster, sous la tutelle de l'ENS (Paris Sciences et Lettres), l'Université de Paris et l'EHESS.

²⁹ Anne Collins, est *assistant professor* à l'Université de Californie et dirige le laboratoire Computational Cognitive Neuroscience. Ses recherches utilisent des techniques de modélisation mathématique pour étudier les capacités humaines uniques d'apprentissage et de généralisation. Elle a reçu le Young Investigator Award de la Société des neurosciences cognitives. Department of Psychology, Université de Californie, Berkeley, États-Unis.

³⁰ Le niveau computationnel vise à décrire quelle est la fonction du système étudié. Par exemple, dans le cas de la vision, est que le système visuel a pour fonction de reconstruire une représentation des éléments physiques qui nous entourent à partir des informations reçues par les photorécepteurs sur la rétine. Le niveau algorithmique vise à écrire les représentations et les algorithmes, donc les suites de calculs, que le système opère afin de réaliser sa fonction. Le niveau implémentational décrit comment ces algorithmes sont mis en œuvre dans un substrat naturel, donc en l'occurrence dans le substrat biologique qu'est le cerveau.

Distinguant le modèle descriptif du modèle prédictif et en s'appuyant sur les travaux du neurobiologiste David Marr³¹, et sur les résultats des modèles de prise de décision émis au chapitre 1, Khamassi et Collins soulèvent un certain nombre de questions relatives à la modélisation computationnelle. Leur objectif est de savoir si un modèle peut être considéré comme juste dans le cas où il serait validé par une expérience. Pour cela, ils précisent, en reprenant le statisticien George Box, que tous les modèles sont faux, mais certains sont utiles.

Partant des résultats expérimentaux présentés au chapitre 4, la deuxième partie de ce chapitre, présente un approfondissement de la théorie des perspectives fondée au début des années 1979 par les deux économistes, Daniel Kahneman et Amos Tversky. Ils affirment la prise de décision dépend du cadre de la description de la situation dans chaque processus décisionnel, car il existe une variété de mécanismes de prise de décisions dans notre cerveau. Nous apprenons dans cette partie que la théorie de la décision se trouve à l'intersection de nombreuses disciplines, notamment l'économie, la gestion, la psychologie, les statistiques et les mathématiques. Dans ce chapitre, Khamassi et Collins, portent un regard particulier sur les prises de décisions fondées sur les valeurs qui consistent à déterminer le choix de décisions parmi deux ou plusieurs options.

Lesquelles valeurs varient entre des options d'action et des options d'objets, puisque nous attribuons d'abord des valeurs subjectives à ces options, puis nous en comparons les valeurs. En invoquant « l'apprentissage par renforcement » qui est un exemple remarquable du succès de la modélisation computationnelle en psychologie et en neurosciences ces dernières années, les modèles d'apprentissage par renforcement, exposés dans ce chapitre, décrivent comment une exposition à des stimuli prédictifs de récompense répétée, conduirait à un renforcement de leur valeur, rendant ces stimuli attrayants. De même, en effectuant systématiquement la même action plusieurs fois et en recevant une récompense par la suite, ceci augmentera sa valeur. Ce qui explique l'effet de la répétition d'une action dans le même contexte sur la valeur des objets ou des actions. Néanmoins et malgré le grand succès de les méthodes d'apprentissage par renforcement, elles présentent, néanmoins, des limites importantes. Ces méthodes supposent que nos décisions sont basées uniquement sur les valeurs issues des choix apprises par l'expérience répétée. Cependant, il est clair que cette hypothèse ne peut être confirmée, car parallèlement, il existe un apprentissage rapide et accéléré de certaines personnes, un apprentissage sans avoir le besoin de passer par l'expérience !

La modélisation mathématique qui est un outil très puissant en psychologie, permet de définir des théories de manière rigoureuse et quantitative afin de produire des prédictions, à la fois, précises et falsifiables. Cependant, comme tout outil puissant, cette modélisation est dangereuse, en ce sens qu'elle peut conduire à de mauvaises conclusions et interprétations si elle n'est pas manipulée avec soin. Cet outil devrait donc être utilisé de manière rationnelle. L'exemple le plus pertinent du modèle mathématique pour la psychologie, demeure l'inspiration de l'intelligence artificielle : inspiration heuristique et inspiration des neurosciences.

³¹David Marr, c'est le neurobiologiste qui a fondé, en 1980, le champ des neurosciences computationnelles en cherchant à élaborer une méthode qui permette de modéliser, et donc de mieux comprendre les traitements d'information effectués par le système visuel dans le cerveau.

Conclusion

Cet ouvrage reprend en grande partie les expériences de nombreuses recherches issues des deux disciplines : *neurosciences* et *psychologie* pour en opérer une actualisation des données qui y sont mises en œuvre visant à développer certains points qui ont été approuvés au cours de ces dernières années. Nous comprenons dès lors, la tâche que s'assignent tous ces éminents chercheurs contributeurs à cet ouvrage, en nous y exposant une infinité d'ouvrages, d'articles, d'expériences et d'analyses aussi profondes que délicates. Car pratiquées souvent sur les organes les plus sensibles du corps humain en l'occurrence, le « cerveau » ou l'« œil », afin d'instituer une nouvelle orientation disciplinaire dans l'analyse du comportement, la prise des décisions, les actions et l'éducation entre autres. Les réflexions envisagées au cours de ce long travail d'analyse dont la rigueur scientifique est de mise, suscitent l'intérêt de plusieurs scientifiques et spécialistes dans le domaine. Les auteurs soulignent, à ce titre, que c'est seulement en mettant à jour des pratiques expérimentales en conjuguant neurosciences et psychologie, que l'on pourrait saisir la cohérence des résultats prédictifs qui serviront de modèles dans l'analyse du comportement. Ainsi, la modélisation par exemple, peut donc apporter de la clarté, particulièrement dans le dialogue interdisciplinaire. Conçu comme une véritable invitation à la réflexion, l'ouvrage "Neurosciences cognitives" est riche de perspectives nouvelles offrant aux usagers et aux spécialistes une diversité de ressources sur la validité des discours produits dans ce nouveau champ scientifique.

Il est, donc, important de considérer sérieusement ces différents degrés de complexité pour comprendre le comportement social des individus, qui se produit dans la vie quotidienne, ainsi que les processus sociaux à plus grande échelle tels que les mouvements sociaux et le comportement politique.

Si l'ouvrage *Neurosciences cognitives*, dirigé par Mehdi Khamassi, demeure de ceux qui éveillent, interrogent et explorent ingénieusement la question des neurosciences cognitives dans toutes ses dimensions, il n'est cependant pas exempt de carences. Notre petit regret est, qu'il soit passé à côté des solutions et des pratiques thérapeutiques pour soigner certains troubles et maladies psychiatriques. Il s'est avéré, également, lors de cette lecture qu'un travail supplémentaire sur l'aspect non mesurable de l'inconscient et son effet sur le cerveau est encore à défricher. Car dès l'enfance, les potentialités du cerveau sont scannées et étudiées minutieusement, alors que les neurosciences cognitives semblent détrôner la psychanalyse qui repose sur l'inconscient qui, lui, n'est pas mesurable.

Au terme de cette lecture, se dégagent plusieurs traits attestant que si les neurosciences et les sciences cognitives peuvent révéler certains des mécanismes psychologiques et biologiques impliqués dans des comportements complexes, il est important de noter que cela s'inscrit dans un cadre multidisciplinaire plus large comprenant des disciplines spécifiques aux sciences humaines, telles que la sociologie, l'anthropologie et les sciences politiques. La combinaison de ces différentes approches contribuera à une meilleure compréhension des dynamiques comportementales et sociales.

Référence bibliographique

KHAMASSI M. (dir.). 2021. *Neurosciences cognitives*, De Boeck Supérieur. Paris. 285 pages.

