

SOUS LA DIRECTION DE JEAN-FRANÇOIS DORTIER



Le Cerveau et la Pensée

Le nouvel âge
des sciences cognitives



RETROUVEZ NOS OUVRAGES SUR :
www.scienceshumaines.com
<http://editions.scienceshumaines.com>

**Le présent ouvrage est l'édition revue et augmentée du livre
Le cerveau et la pensée, publié en 2012.**

Diffusion : Seuil
Distribution : Volumen

En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement, par photocopie ou tout autre moyen, le présent ouvrage sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français du droit de copie.

© Sciences Humaines Éditions, 2014
38, rue Rantheaume
BP 256, 89004 Auxerre Cedex
Tel. : 03 86 72 07 00 / Fax : 03 86 52 53 26
ISBN = 9782361060503

Conception couverture et intérieur : Isabelle Mouton
Crédit photo couverture : © Christos Georghiou - Fotolia.com

SOUS LA DIRECTION DE JEAN-FRANÇOIS DORTIER

Le cerveau et la pensée

Le nouvel âge des sciences cognitives



- **Christophe André** : Médecin psychiatre à l'hôpital Sainte-Anne de Paris et enseignant à l'université Paris-Ouest.
- **Nathalie Bonnardel** : Professeure de psychologie cognitive et ergonomique à l'université Aix-Marseille 1- Provence; membre junior de l'Institut universitaire de France.
- **Claude Bonnet** : Professeur honoraire de psychologie cognitive expérimentale à l'université de Strasbourg.
- **Jerome Bruner** : Psychologue américain. Fondateur, en 1960 du Centre d'études cognitives de Harvard.
- **Jean-Pierre Changeux** : Professeur honoraire au Collège de France. A dirigé le Laboratoire de neurobiologie moléculaire de l'Institut Pasteur.
- **Georges Chapouthier** : Neurobiologiste et philosophe ; directeur de recherche CNRS au Centre émotion-rémédiation et réalité virtuelle.
- **Antonio Damasio** : Professeur de neurologie et de psychologie ; directeur de l'Institut pour l'étude neurologique de l'émotion et de la créativité (University of Southern California).
- **Jean Decety** : Professeur Irving B. Harris de psychologie et de psychiatrie à l'université de Chicago. Dirige la revue *Social neuroscience*.
- **Stanislas Dehaene** : Professeur de psychologie cognitive expérimentale au Collège de France. Directeur de l'unité de neuro-imagerie cognitive Neurospin. Grand Prix de l'Inserm 2013.
- **Stéphane Desbrosses** : Journaliste.
- **Béatrice Desgranges** : Directrice de recherche à l'Inserm (Institut de la longévité et du vieillissement).
- **Jean-François Dortier** : Fondateur et directeur du magazine *Sciences Humaines*.
- **Valérie Doyère** : Chercheuse au CNRS, étudie la reconsolidation de la mémoire.
- **Alain Ehrenberg** : Sociologue, directeur de recherche au CNRS.
- **Pascal Engel** : Professeur de philosophie contemporaine, Université de Genève.
- **Francis Eustache** : Directeur de l'unité Inserm - EPHE - UCBN (U 1077) à l'université de Caen-Basse-Normandie.
- **Michel Fayol** : Professeur des Universités à l'université Blaise Pascal de Clermont-Ferrand.
- **Catherine Fuchs** : Directeur de recherche au CNRS, laboratoire LaTTiCe, ENS-Ulm, et directeur du programme Cognitique au ministère de la Recherche (1999-2002).
- **Jacques Grégoire** : Professeur de psychologie à l'université catholique de Louvain.
- **Douglas Hofstadter** : College of Arts and Sciences Distinguished Professor of Cognitive Science à l'Indiana University et Directeur du Center for Research on Concepts and Cognition.
- **Marc Jeannerod** (†) : Professeur d'université ; a dirigé l'unité Vision et motricité de l'Inserm, puis l'Institut des sciences cognitives.
- **Nicolas Journet** : Journaliste scientifique au magazine *Sciences Humaines*.
- **Annette Karmiloff-Smith** : Professeure et chef de l'Unité de développement cognitif de l'Institut pour la santé de l'enfant à Londres.
- **Jean-Philippe Lachaux** : Directeur de recherches à l'Inserm (Centre de recherche en neurosciences de Lyon).
- **Hugo Lagercrantz** : Professor of Pediatrics, Karolinska Institute, Stockholm.
- **Thomas Lepeltier** : Philosophe, historien des sciences ; enseigne à l'université d'Oxford.
- **Jean-François Marmion** : Journaliste scientifique au magazine *Sciences Humaines*.
- **Xavier Molénat** : Journaliste scientifique au magazine *Sciences Humaines*.
- **Claire Petitmengin** : Chercheuse en sciences cognitives, maître de conférences à l'Institut Télécom (TEM) et membre du Centre de recherches en Épistémologie appliquée.
- **Joëlle Proust** : Philosophe, directrice de recherche au CNRS.
- **Anne Rebolou** : Directrice de recherche, Laboratoire sur le langage, le cerveau et la cognition (L2c2, CNRS UMR5230).
- **Jean-Pierre Rossi** : Professeur de psychologie cognitive à l'université Paris-Sud XI, directeur de LIMSI.
- **Emmanuel Sander** : Professeur de psychologie à l'université Paris 8 et responsable de l'équipe « Compréhension, Raisonnement & Acquisitions des Connaissances » du Laboratoire Paragraphe.
- **Rui da Silva Neves** : Professeur de psychologie cognitive à l'université Toulouse-II.
- **Dan Sperber** : Directeur émérite de recherche au CNRS ; directeur de l'International Cognition and Culture Institute ; professeur au département de philosophie de l'université de Budapest.
- **Hélène Vaillé** : Journaliste.
- **Achille Weinberg** : Journaliste.

INTRODUCTION

QUESTIONS SUR LA PENSÉE

Tout le monde a fait cette expérience troublante. Vous êtes dans la rue ou au supermarché, vous croisez une personne qui s'avance vers vous en souriant et vous salue. Vous répondez poliment à son sourire, mais en cherchant désespérément à la situer : « Je connais ce visage, mais où est-ce que je l'ai vu ? Qui est-ce ? » Et, pendant quelques instants, une petite panique intérieure vous gagne : « Dois-je m'arrêter ? Lui demander des nouvelles ? » Vous voilà donc dans une situation paradoxale : vous reconnaissez cette personne mais sans savoir vraiment qui elle est. Ce souvenir déplaisant a une vertu, celle de nous aider à répondre à la question : « Qu'est-ce que connaître ? »

Connaître une personne, c'est reconnaître son visage, mais aussi savoir qui elle est (un vieux copain, un ancien collègue, un voisin ou la boulangère), quel est son nom et peut-être plus encore. Dans le cas de la personne connue/inconnue rencontrée en chemin, on voit bien que ces différentes couches de connaissance peuvent se dissocier.

Connaître un visage, c'est d'abord identifier des formes visuelles (une forme ovale, des yeux, une bouche, un nez), des couleurs, et en déduire qu'il s'agit d'un visage humain. C'est un premier niveau de connaissance. Puis, il faut reconnaître ce visage parmi des milliers d'autres rencontrés au cours de sa vie. Ce deuxième stade d'identification pose un sérieux problème aux gens qui souffrent de prosopagnosie – un trouble spécifique de la cognition qui rend incapable de distinguer les visages entre eux. Oliver Sacks a décrit un cas de prosopagnosie dans son livre *L'Homme qui prenait sa femme pour un chapeau*¹. Une fois le visage distingué et identifié, reste encore à

1- Édition française, Seuil, coll. « Points », 1992.

attribuer des connaissances associées (de qui s'agit-il ?). C'est ce qui pose justement un problème dans les cas de rencontre avec un inconnu connu... Mais je peux aussi me remémorer tout à coup qui est cette personne (un ancien voisin !) sans me souvenir de son nom, ce qui montre au passage que la pensée et le langage ne coïncident pas toujours.

Qu'est-ce que connaître ?

La connaissance d'une chose ou d'une personne est une construction progressive. Elle fait appel à plusieurs processus superposés : la perception (les formes du visage), la mémoire (le souvenir d'une personne), le langage (son nom).

L'acte de connaître – ou cognition – mobilise donc une série de processus mentaux emboîtés les uns dans les autres, qui permettent aux humains (mais aussi aux animaux ou à certaines machines) de décrypter leur environnement et de résoudre des problèmes de toutes formes. La « cognition », c'est la connaissance sous toutes ses formes : perception, apprentissage, mémoire, langage, intelligence, attention, conscience... Et les sciences cognitives sont les sciences qui se proposent d'étudier la cognition (c'est-à-dire la connaissance au sens courant).

Les sciences cognitives : de quoi s'agit-il ?

Revenons à notre exemple de la reconnaissance d'un visage. Il existe aujourd'hui des logiciels de reconnaissance automatique des visages : la reconnaissance des formes est l'un des domaines de l'intelligence artificielle (IA), une des disciplines fondatrices des sciences cognitives.

Dans le cerveau humain, la reconnaissance des visages sollicite une aire cérébrale très spécialisée située à l'arrière du cerveau (dans la zone dite occipitale) : c'est la lésion de cette zone qui est à l'origine du trouble de prosopagnosie dont on a parlé plus haut. L'étude des mécanismes cérébraux impliqués dans l'identification des visages relève des neurosciences cognitives, autre discipline phare des sciences cognitives.

Les neurosciences sont dites « cognitives » car elles ne se contentent pas de repérer les processus biologiques impliqués

dans la cognition mais visent à dégager les liens entre structure et fonctions. En étudiant les circuits impliqués dans la reconnaissance des visages, on essaye de montrer que cette reconnaissance ne mobilise pas uniquement des aires visuelles, mais aussi la mémoire, le langage... Ainsi, les neurosciences cherchent, avec leurs méthodes propres (IRM, étude des lésions) à identifier les différents processus psychologiques impliqués dans la reconnaissance des visages.

La psychologie est également une discipline centrale des sciences cognitives. Les psychologues étudient par exemple comment se met en place la reconnaissance des visages au cours du développement de l'enfant : est-ce un mécanisme inné ou acquis ? Comment évolue-t-il au cours du développement ?

La question de la reconnaissance des visages peut également être abordée par la philosophie. Ainsi, les phénoménologues se proposent de décrire ce que serait l'épuration (ou « l'idée pure » si on veut) d'un visage humain indépendamment de tout visage particulier.

On peut encore aborder l'étude des visages sous d'autres angles d'approche. Un linguiste pourra essayer de repenser les relations entre langage et pensée en s'interrogeant sur le fait que l'on puisse reconnaître une personne sans se souvenir de son nom.

Un anthropologue peut chercher à comprendre ce qu'il y a d'universel et de particulier dans la façon dont les cultures humaines se représentent les visages (visages naturels, visages maquillés, masques).

Intelligence artificielle, neurosciences, psychologie, philosophie, linguistique : les sciences cognitives sont nées dans les années 1950 autour de ces cinq disciplines fondatrices. Puis, le champ du cognitif s'est élargi à d'autres disciplines. L'anthropologie cognitive (étude des universaux et de la variété des formes culturelles), l'éthologie cognitive (étude de la cognition animale), la sociologie cognitive (étude des processus mentaux en situation sociale), l'économie cognitive (étude des stratégies cognitives des agents économiques). Et la liste n'est pas close.

Quels sont les domaines étudiés par les sciences cognitives ?

La cognition est un champ très vaste. Traditionnellement, la psychologie s'est attelée à découper l'esprit en différentes facultés : la perception, l'apprentissage, la mémoire, l'intelligence, la conscience et le langage. Dans un premier temps, les sciences cognitives ont réinvesti ces domaines en apportant leur regard (paradigme) propre. Puis, à partir des années 1980, leur domaine s'est élargi. Les émotions sont entrées dans le champ d'étude quand on a commencé à considérer qu'elles n'étaient peut-être pas un obstacle mais un support indispensable à l'intelligence. Un autre domaine de recherche fertile actuellement est celui de la motricité et de l'action. Marcher, courir, se mouvoir dans l'espace, éviter les obstacles ou saisir un objet sont des formes de cognition en acte. Agir ou se déplacer suppose de mobiliser des représentations de l'environnement et des calculs sophistiqués (souvent inconscients).

L'intelligence collective est un autre champ de recherche actif en sciences cognitives. Car la cognition n'est pas qu'un phénomène individuel. Les humains, comme les machines ou les animaux (les fourmis ou les abeilles, par exemple) interagissent entre eux pour penser, agir et tenter de résoudre des problèmes.

Quel genre de recherches mène-t-on ?

En 1965, le Hollandais Adriaan De Groot, chercheur en psychologie et « maître » au jeu d'échecs, a réalisé l'expérience suivante. Il présenta durant quelques secondes à des joueurs chevronnés un échiquier où étaient placées plusieurs pièces, leur demandant de se souvenir ensuite de leur position. À ce test, les très bons joueurs – maîtres et grands maîtres – ont obtenu des résultats bien supérieurs à ceux réalisés par des novices soumis à la même épreuve. Quelques instants leur ont suffi pour mémoriser la place de la presque totalité des pièces. Est-ce à dire que les joueurs d'échecs ont une meilleure mémoire que les autres ? C'est la conclusion qu'en a tirée A. De Groot. Selon lui, ce n'est pas la capacité de projection (capacité à anticiper un nombre de coups supérieur) qui caractérise le bon joueur, mais la grande maîtrise

dans les configurations de jeu connues. Cela leur permet d'évoluer facilement en imaginant les phases de jeu successives.

En 1973, Herbert A. Simon, l'un des pères de l'intelligence artificielle (IA), et le psychologue américain W. Chase ont renouvelé l'expérience de A. De Groot, mais en changeant un peu les données de départ. Cette fois les pièces étaient placées au hasard sur l'échiquier (sans que cela corresponde à une position de jeu comme dans le premier cas). Les maîtres d'échecs n'ont alors pas eu de meilleurs résultats que les novices. Conclusion ? Le bon joueur mémorise mieux les configurations uniquement si elles correspondent pour lui à une position du jeu. En bref, il mémorise parce qu'il peut interpréter ce qui se passe. De cette simple expérience, on peut tirer une leçon plus générale : la capacité de mémorisation est dépendante de l'organisation de la pensée et de la connaissance de « situations caractéristiques ». Voilà un type de recherches que l'on peut mener sur le fonctionnement de la pensée.

Autre exemple. L'étude des élèves qui souffrent de dyslexie (trouble de la lecture) montre que beaucoup d'entre eux présentent un déficit phonologique : ils mélangent les « fa », « va », ou « co » et « go ». Est-ce dû à un problème d'audition ? Non : aux tests auditifs, ces sujets ont des résultats tout à fait normaux. Les causes de ce déficit phonologique restent donc à élucider.

De telles recherches existent par milliers. Elles visent à résoudre des questions aussi différentes que : « La motivation influence-t-elle la perception de l'environnement ? » ; « Quels sont les liens entre langage et pensée ? » ; « Comment le cerveau contrôle-t-il les doigts du pianiste ? » ; ou encore « Quelles sont les étapes que suit la pensée pour résoudre un problème de mots croisés ? »

Comment travaille l'esprit humain ?

Emmanuel Kant l'avait déjà compris : le monde tel qu'on le perçoit n'est pas un exact reflet de la réalité mais une reconstruction mentale. Les données des sens sont filtrées et mises en forme par des « schémas » cognitifs qui restructurent les informations perçues et leur donnent sens. Dans les années 1920, les psychologues de la forme (*Gestalt Theorie*) avaient

démontré expérimentalement cette idée à propos de la vision. Les informations reçues du monde extérieur sont saisies dans le cadre de « formes » préétablies, à travers lesquelles nous percevons la réalité. Le réel ne nous apparaît pas tel qu'il est, mais tel que nos sens, notre esprit, nous permettent de le voir.

Les sciences cognitives ont généralisé cette découverte. Le cerveau, siège de la pensée, fonctionne comme un dispositif de traitement de l'information. Cela signifie que le sujet pensant ne se contente pas d'assimiler des données brutes de son milieu. Penser, c'est toujours effectuer des tris et focaliser son attention sur certaines données, puis les mettre en forme et les assembler selon des modalités diverses (association, déduction, analogie). Cette perspective globale a donné lieu à de multiples découvertes, qui ont à leur tour de multiples conséquences dans les domaines de la perception, de la mémoire, de l'apprentissage.

Ce processus de reconstruction des données se situe à plusieurs niveaux de la cognition : de la perception (qui est une lecture du monde) à la mémoire (qui reconstruit les données), et au raisonnement.

Dans le domaine des représentations collectives, les psychologues sociaux ont analysé la façon dont notre vision de la société et d'autrui est largement filtrée par des stéréotypes qui nous rendent très sensibles à certains aspects de notre milieu et tendent à éliminer les informations qui nous déplaisent. Nous ne voyons pas tous le monde de la même façon car chacun y puise les données qui l'intéressent.

Comment l'humain fait-il pour décider, raisonner, résoudre des problèmes ?

Face à de nombreux problèmes de la vie courante, l'être humain utilise des stratégies mentales que l'on nomme « heuristiques ». Par exemple, pour retrouver son portefeuille égaré, on va commencer par chercher aux endroits les plus courants : poches de vêtement, tables et tiroirs (heuristique n° 1). Si cette stratégie échoue, on adopte alors une autre démarche : elle consiste à essayer de se rappeler où on l'a utilisé pour la dernière fois (heuristique n° 2). En désespoir de cause, si ces

stratégies sont infructueuses, il va falloir passer la maison au peigne fin : stratégie d'exploration plus systématique et plus coûteuse mais plus fiable (heuristique n° 3).

La psychologie cognitive et l'IA essaient de découvrir de tels algorithmes de résolution de problèmes (dans le domaine du jeu d'échecs, du diagnostic médical, du choix de consommation, etc.). Pour cela, on formalise les stratégies mentales sous formes de programmes d'ordinateur, qui simulent les étapes et procédures nécessaires pour réaliser des tâches. Puis on compare ces programmes aux performances humaines, pour voir comment s'y prend l'esprit humain pour résoudre des problèmes.

Paradoxalement, l'hypothèse initiale des théoriciens des sciences cognitives, qui pensaient pouvoir traduire facilement la pensée humaine sous forme de règles logiques, a buté sur de rudes obstacles. Les stratégies mentales ne sont qu'en partie réductibles à un ensemble de procédures logiques. Les ressources dont dispose la pensée humaine pour penser sont multiples : le raisonnement logique certes, mais aussi l'analogie, la pertinence, la présomption, l'induction, l'abduction, les routines mentales. Bref, l'humain a recours à une grande panoplie de stratégies, plus ou moins fiables mais irréductibles à un modèle unique. On a parlé à ce propos de « polymorphisme du raisonnement humain ». L'esprit humain est moins calculateur et raisonneur qu'on ne l'avait cru. S'il dispose de « raison », celle-ci est faite d'un mariage entre ce que Pascal nommait « l'esprit de finesse » et « l'esprit de géométrie ». Par ailleurs, on découvre que les émotions orientent fortement la pensée pour décider ce qu'il faut faire face à un environnement incertain.

Existe-t-il des théories générales de la pensée ?

Rappelons tout d'abord qu'une théorie n'est qu'un corpus d'hypothèses que l'on projette sur la réalité pour lui donner du sens. Puis souvenons-nous que les théories sont des constructions humaines plus ou moins fiables et toujours perfectibles.

À partir de là, on peut distinguer trois types de théories.

1) Il y a d'abord le « paradigme » général des sciences cognitives : on vient de le rencontrer à propos de la mémoire, de la perception et du raisonnement. Il consiste à envisager la

pensée comme un dispositif de « traitement de l'information » où les informations sont soumises à différentes manipulations : filtrage, mise en forme, combinaison. Ce paradigme n'est pas à proprement parler une théorie, mais plutôt un point de vue global sur le fonctionnement de la pensée. Cette perspective qui consiste à « ouvrir la boîte noire » du cerveau/esprit pour étudier les stratégies mentales, à adopter une approche des phénomènes psychologiques à plusieurs niveaux (biologique, psychologique, social) relève d'un projet scientifique général : celui de dégager des lois universelles de la pensée. C'est le sous-bassement intellectuel des sciences cognitives : ce que le philosophe Michel Foucault appelait une « épistémè ».

2) Il existe ensuite des « paradigmes » qui forment une théorie générale de la pensée, c'est-à-dire un modèle explicatif à grande portée. Plusieurs paradigmes se sont succédé au cours de l'histoire des sciences cognitives.

- Le modèle « computationnel » ou « symbolique » fut le modèle de base des sciences cognitives. Ce paradigme prend pour modèle le fonctionnement de l'ordinateur. Le cerveau serait une sorte de « machine logique » qui traite les données sous forme de symboles (ou « représentations ») en les combinant entre elles à partir de programmes ou d'algorithmes comparables à un programme informatique.
- Le modèle concurrent, appelé « connexionnisme », envisage le cerveau sur le modèle de la fourmilière. Il s'agirait d'un vaste réseau composé d'unités élémentaires en interaction et qui s'auto-organisent sans planification d'ensemble.
- Le modèle de la cognition « incarnée » ou de l'énaction vise à expliquer la cognition humaine comme celle d'un organisme vivant plongé dans un environnement et construisant des représentations de son milieu afin d'agir sur lui.
- Le paradigme de la « cognition située » envisage la cognition comme un système d'interaction entre agents ou entre homme et machines.
- Le paradigme évolutionniste considère le cerveau humain comme un produit de l'évolution et les grandes fonctions cognitives comme des processus adaptatifs destinés à résoudre des problèmes de survie.

3) Il existe enfin un troisième niveau de conceptualisation en sciences cognitives : les « théories locales ». Ce sont des modèles de portée plus limitée, relatifs à un domaine particulier : le langage, la mémoire, la perception, etc. Dans le domaine de la lecture, par exemple, on peut citer la théorie dite de « la double voie » selon laquelle le processus de décodage d'un texte passe par deux canaux différents. Le premier canal, appelé « accès direct », passe directement de la visualisation du mot à sa compréhension. L'autre voie suppose une « médiation phonologique », c'est-à-dire une verbalisation intérieure du mot (on « se parle » et on « s'entend » silencieusement en lisant, et cette petite voix intérieure serait utile au décodage des mots). Ces deux accès coopéreraient dans la lecture selon le degré de familiarité avec les mots rencontrés.

Les sciences cognitives sont donc loin de former une science unifiée autour d'un modèle de référence. Elles véhiculent même une pléiade de modèles, paradigmes, théories de plus ou moins grande portée qui s'enchevêtrent entre eux et servent de support aux recherches. La prolifération de ces modèles a quelque chose de déroutant. Mais c'est une loi du développement scientifique. La diversité des modèles explicatifs reflète la diversité des courants de pensée ainsi que celle des phénomènes étudiés.

LES SCIENCES COGNITIVES

HISTOIRE, MODÈLES, DISCIPLINES

UNE HISTOIRE DES SCIENCES COGNITIVES

LES MODÈLES

- Les modèles des sciences cognitives (Jean-François Dortier)
- Le modèle symbolique de l'esprit (Achille Weinberg)
- Le connexionnisme (Rui da Silva Neves)
- La cognition incarnée (Achille Weinberg)
- La cognition située (Achille Weinberg)
- Le cerveau et l'héritage évolutif (Achille Weinberg)
- Le cerveau prédictif (Jean-François Dortier)

PSYCHOLOGIE COGNITIVE

- Quand la psychologie est devenue cognitive (Jean-François Dortier)
- Vers une science de la vie mentale (Rencontre avec Stanislas Dehaene)
- De l'activité cérébrale à l'expérience vécue (Claire Petitmengin)
- Pour une psychologie culturelle (Entretien avec Jerome Bruner)

L'EMPIRE DES NEUROSCIENCES

- L'essor des neurosciences (Jean-François Dortier)
- La fabrication du cerveau (Hugo Lagercrantz)
- Le mythe des trois cerveaux (Encadré)
- Le cerveau et la complexité (Entretien avec Jean-Pierre Changeux)
- Plasticité cérébrale, de quoi parle-t-on ? (Encadré)

DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE À L'INTELLIGENCE COLLECTIVE

- L'intelligence artificielle. Espoirs et réalisations (Jean-François Dortier)
- L'intelligence collective. Mythes et réalités (Jean-François Dortier)
- Vers une intelligence cyborg (Stéphane Desbrosses)

LES SCIENCES DU LANGAGE ET LA COGNITION

- D'où vient le sens des mots ? (Jean-François Dortier)
- La cognition et le langage (Anne Reboul)
- Les langues, entre universalisme et relativisme (Catherine Fuchs)

LA PHILOSOPHIE DE L'ESPRIT

- Qu'est-ce que la philosophie de l'esprit (Jean-François Dortier)
- Les expériences de pensée (Encadré)
- La cognition est-elle représentation ? (Pascal Engel)

LE TOURNANT COGNITIF DES SCIENCES HUMAINES

Une histoire des sciences cognitives

Les sciences cognitives ont une préhistoire qui remonte au XVIII^e siècle et au projet de décrire la pensée sous forme d'une machine logique. Mais leur naissance officielle date des années 1950, dans le sillage de l'invention de l'ordinateur. Puis, elles ont connu une ascension fulgurante qui a pris l'allure d'une révolution scientifique. Depuis le début des années 2000, l'expansion de leur domaine se paie du prix de leur diversification et le renouvellement permanent des paradigmes marque l'éclatement du projet fondateur.

1700-1800 : Vers la formalisation de la pensée

C'était un vieux rêve de philosophe. Rapporter toutes les activités de l'esprit humain à un petit nombre d'éléments : des « idées simples », des « règles élémentaires » qui gouvernent l'ensemble des productions mentales des humains. Découvrir quelques « atomes » de sens qui permettraient ensuite de comprendre toutes les idées qui naissent dans l'esprit des hommes, des opinions de l'homme de la rue aux pensées les plus élaborées. Telle est l'optique des philosophes « rationalistes », comme René Descartes (1596-1650) ou Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716), qui s'opposent aux « empiristes », comme John Locke (1632-1704) ou David Hume (1711-1776), pour qui la pensée se construit à partir de la perception et d'expériences. Pour Descartes au contraire, penser, c'est raisonner. Et la raison consiste à enchaîner entre elles des idées simples selon les règles rigoureuses de la logique. Pour Leibniz, penser, c'est calculer.

1845-1945 : Vers la pensée automatique

Le projet de formalisation de la pensée va aboutir en un siècle à l'invention de l'ordinateur.

– Le projet d'une mécanisation de la pensée a commencé à prendre forme au XIX^e siècle. George Boole (1815-1864) invente le « calcul symbolique », qui permet de traduire des opérations logiques comme « ou », « et », « si... alors » en opérations mathématiques simples effectuées sur les chiffres 0 et 1. G. Boole rêve de traduire toutes les opérations de l'esprit humain en une mathématique élémentaire : « Les lois qu'il nous faut construire sont celles de l'esprit humain. »

– À la même époque, Charles Babbage (1791-1871) dessine les plans d'une « machine analytique » capable de traiter des équations de type

« $(a + b) \times (c + d)$ » ou de calculer des logarithmes. Le travail des premiers ordinateurs consiste à calculer, à résoudre des problèmes algébriques ou logiques, à stocker, trier, classer des données (*data*) en exécutant une suite d'instructions écrites sous forme d'un langage symbolique (informatique). Voilà ce que l'on appelle « *computer* ».

L'invention de l'ordinateur résulte de la convergence de nombreuses découvertes : invention du calcul symbolique (G. Boole) ; essor de l'électronique (qui permet la construction de mémoires), du calcul numérique (les premières machines à calculer électriques datent des années 1920) ; techniques de programmation (cartes perforées), etc. Deux innovations intellectuelles sont décisives :

– En 1936, le mathématicien anglais Alan M. Turing (1912-1954) imagine un dispositif virtuel (machine de Turing) qui traduit tout problème mathématique humainement calculable sous forme d'une suite d'opérations simples. Il invente ainsi le principe de l'algorithme, une des bases de ce que sera l'informatique.

– John von Neumann (1903-1957), en associant le calcul analytique (réalisé par les premiers supercalculateurs électroniques) et le principe de l'algorithme (issu de la machine de Turing), jette les bases des premiers véritables ordinateurs (dits d'« architecture von Neumann »). Il n'existe pas à proprement parler de premier ordinateur (pas plus qu'il n'existe de première voiture ou de premier avion). Dans les années 1945-1950, on assiste à la transformation de supercalculateurs en ordinateurs, par suite d'innovations continues. L'Eniac (acronyme de l'expression anglaise Electronic Numerical Integrator Analyser and Computer), « le dernier des grands calculateurs », selon Philippe Breton, et le projet Edvac (Electronic Discrete Variable Automatic Computer) sont des étapes qui aboutissent à la création des premiers « vrais » ordinateurs comme l'Univac (Universal Automatic Computer) ou l'IBM 701 (1951).

1860-1900 : **Premières découvertes sur le cerveau**

Au début du XIX^e siècle, la phrénologie de Franz Josef Gall (1758-1828) prétend connaître les instincts et les facultés intellectuelles des hommes en observant la forme de leur crâne. Cette théorie n'a aucune assise scientifique solide, mais l'idée de base n'est pas absurde : elle suppose qu'il existe dans le cerveau des aires spécialisées, siège d'aptitudes spécifiques. Dans les années 1860, Paul Broca (1824-1880) localise le centre du langage dans le lobe temporal gauche. Carl Wernicke (1848-1905) découvre qu'une forme d'aphasie est liée à une lésion d'une zone voisine de l'aire de Broca. S'ensuit un débat passionné, vers la fin du XIX^e siècle, entre « localisationnistes », pour qui

on peut localiser les « facultés mentales » dans des aires spécialisées du cerveau, et les « holistes » qui, comme Pierre Flourens (1794-1867), persistent à penser que le cerveau fonctionne comme un « tout ».

À la fin du XIX^e siècle, l'Espagnol Santiago Ramón y Cajal (1852-1934) découvre l'existence du neurone. Les premières « cartographies » des aires du cerveau apparaissent au début du XX^e siècle avec Walter Campbell et Korbinian Brodmann.

1945-1955 : **Cybernétique, cerveau et ordinateur**

De 1946 à 1953 furent organisées à New York les conférences Macy, qui rassemblèrent un groupe de scientifiques d'horizons divers parmi lesquels on trouve les mathématiciens Norbert Wiener (1894-1964) et J. von Neumann, le neurophysiologiste Warren McCulloch, mais aussi des chercheurs des sciences humaines comme l'anthropologue Gregory Bateson (1904-1980), le sociologue Paul F. Lazarsfeld (1901-1976), le psychologue Kurt Lewin (1890-1947).

Un des thèmes de discussion concerne la cybernétique. Le terme a été forgé par N. Wiener en 1948. Pour son créateur, la cybernétique (du grec *kubernetes*, pilote) sera la nouvelle science des systèmes autorégulés. N. Wiener a travaillé pour l'armée américaine sur des dispositifs de pilotage automatique des avions (ils sont dotés d'un mécanisme de *feed-back* qui leur permet de maintenir un cap). Il est convaincu que ce système d'autorégulation automatique est un dispositif très général que l'on trouve dans d'autres systèmes : organismes vivants, cerveaux, sociétés... Les domaines d'application de la cybernétique peuvent donc aller de la physiologie à l'ingénierie, en passant par la connaissance du cerveau.

Les participants aux conférences Macy ne partageaient pas tous les mêmes conceptions. Mais leurs idées gravitaient autour de quelques idées-forces. Celle d'abord de la possibilité d'associer le calcul et un support électrique, idée essentielle qui va être à l'origine de l'invention de l'ordinateur, de la théorie de l'information (Claude E. Shannon) et de la compréhension de certains modes de fonctionnement des cellules du cerveau (W. McCulloch). Une autre idée-force est celle de l'« action finalisée », du pilotage par rétroaction (*feed-back*), qui aura des répercussions fondamentales en intelligence artificielle. L'idée de « modèle », de « système » (où interagissent des éléments) est à l'origine de toutes les versions de la théorie des systèmes qui vont naître dans les années suivantes. On voit bien comment les idées d'ordinateur, de cerveau, de système autorégulé, de calcul logique... s'interpénètrent et s'articulent de différentes manières, débouchant sur de nouvelles pistes et aboutissant parfois aussi à des impasses.

Si l'on s'accorde à penser qu'il y a une analogie évidente entre le fonctionnement du cerveau et celui des machines automatiques, plusieurs modèles sont en gestation. Un modèle « connexionniste », inspiré de la physiologie et du béhaviorisme, conçoit les opérations intelligentes comme un système autorégulé. Un modèle « symbolique » envisage la pensée comme une série de calculs.

Les conférences Macy furent un moment fondateur, de rencontres fertiles, mais aussi de rendez-vous manqués¹. Le terme de cybernétique tombera en désuétude dans les années 1960, après la mort de son fondateur N. Wiener. Il sera réactivé un temps par H. von Foerster, secrétaire des conférences Macy et théoricien de la « seconde cybernétique ».

1956 : La naissance de l'intelligence artificielle

Été 1956 à Dartmouth (Canada), le mathématicien John McCarthy organise le premier séminaire sur l'intelligence artificielle (IA). Son confrère Marvin Minsky et Claude E. Shannon, le père de la théorie de l'information, sont présents. Il y a aussi Herbert A. Simon, spécialiste des organisations, et son ami mathématicien Alan Newell. Tous deux créent la surprise en présentant le premier programme d'intelligence artificielle : *Logic Theorist*. Ce programme informatique est destiné à démontrer des théorèmes mathématiques. Il fonctionne comme une machine logique capable d'enchaîner et d'articuler entre elles une foule de propositions à partir de quelques prémisses (sur le modèle du syllogisme « si A implique B » et « B implique C » alors « A implique C »).

L'IA est née. Son but : copier, puis dépasser les activités humaines réputées intelligentes, comme raisonner, utiliser le langage ou résoudre des problèmes. Comment y parvenir ? H.A. Simon propose une voie générale : chaque problème à résoudre peut être décomposé en une série de buts intermédiaires, et on explorera différentes voies pour chacun d'eux jusqu'à ce que la solution soit trouvée.

Pour réparer une panne de voiture, par exemple, on décompose en deux séries de problèmes : s'agit-il d'un problème électrique ou mécanique ? Si c'est un problème électrique : vérifier d'abord la batterie, puis le démarreur. Si c'est un problème mécanique, etc. Sur ce principe de résolution de problèmes, H.A. Simon et A. Newell conçoivent, en 1957, *General Problem Solver* (GPS), un programme informatique dont la vocation est de résoudre toute une classe de problèmes de même type. À partir de ce prototype, H.A. Simon pense pouvoir bientôt créer une machine à traduire les langues, jouer aux échecs, prendre des décisions, etc. Il ne cache pas son ambition : « D'ici dix ans, un ordinateur numérique sera champion du monde d'échecs. » Le GPS serait

1- Voir J.-P. Dupuy, *Aux origines des sciences cognitives*, La Découverte, 1999.