

Cognition

Théories et applications

Stephen K. **REED**

Traduction de Raphaël Mizzi, Simon Rigoulot,
Guillaume Vallet et Etienne Verhasselt

Révision scientifique de Patrick Lemaire

**5^e édition
française**

MANUEL DE RÉFÉRENCE

- Tout le cours et résumés
- + de 100 figures
- + de 300 définitions
- Exemples et études de cas



Toutes les synthèses
en audio

+ EN LIGNE

— Pour les étudiants
+ d'exercices de révision corrigés (QCM,
flashcards) et cartes mentales

— Pour les professeurs
PowerPoints® et banque de questions
d'examen



OFFERT

Cognition

COLLECTION OUVERTURES

Des manuels de qualité (originaux en langue française et traductions des plus grands ouvrages anglo-saxons), régulièrement mis à jour avec les données les plus récentes, qui privilégient une organisation pédagogique progressive et offrent à l'étudiant de nombreux outils d'apprentissage.

Pour toute information sur notre fonds et les nouveautés dans votre domaine de spécialisation, consultez notre site web : www.deboecksuperieur.com

© De Boeck supérieur, s.a., 2024
Rue du Bosquet, 7 – B-1348 Louvain-la-Neuve

Édition originale *Cognition – Theories and applications* (ISBN 978-1-5443-9235-6)
© 2022 by SAGE Publications, Inc. Éditeur original aux États-Unis, Royaume-Uni et New Delhi. Traduction publiée en accord avec l'éditeur original.

Tous droits réservés pour tous pays.

Il est interdit, sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, de reproduire (notamment par photocopie) partiellement ou totalement le présent ouvrage, de le stocker dans une banque de données ou de le communiquer au public, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit.

Dépôt légal : 5^e édition

Bibliothèque nationale, Paris : août 2024

Bibliothèque royale de Belgique, Bruxelles : 2024/13647/035

ISSN : 2030-420X

ISBN : 978-2-8073-4801-1

STEPHEN K. REED

Cognition

Théories et applications

5^e édition

TRADUCTION DE RAPHAËL MIZZI, SIMON RIGOULOT, GUILLAUME VALLET
ET ETIENNE VERHASSELT
RÉVISION SCIENTIFIQUE DE PATRICK LEMAIRE

Compléments numériques

Ce manuel offre diverses ressources numériques :

Pour les étudiants :

- des QCM avec corrigés ;
- des vrai ou faux avec corrigés ;
- des flash cards ;
- une version audio des résumés ;
- les cartes mentales de l'ouvrage à télécharger.

Pour accéder à ces ressources :

Flashez le code avec votre
téléphone ou votre tablette



OU

Tapez l'URL dans votre navigateur



Pour les professeurs :

- des supports de cours pour chaque chapitre du manuel ;
- une banque de questions d'examen.

Pour accéder à ces ressources, rendez vous sur le site de De Boeck, à l'adresse suivante :

www.deboecksuperieur.com/site/348011

Sommaire

CHAPITRE 1	Introduction.....	7
CHAPITRE 2	La reconnaissance de formes	23
CHAPITRE 3	L'attention.....	51
CHAPITRE 4	La mémoire de travail à court terme	81
CHAPITRE 5	La mémoire à long terme	113
CHAPITRE 6	L'action	137
CHAPITRE 7	Les codes de la mémoire	159
CHAPITRE 8	Les images visuelles	189
CHAPITRE 9	La catégorisation	219
CHAPITRE 10	L'organisation sémantique	251
CHAPITRE 11	Le langage.....	287
CHAPITRE 12	La prise de décisions.....	321
CHAPITRE 13	La résolution de problèmes.....	353
CHAPITRE 14	Expertise et créativité.....	383
Glossaire.....		413
Références		425
Index		447
Table des matières		453

Introduction

La psychologie cognitive concerne tous les processus par lesquels l'input est transformé, réduit, élaboré, stocké, retrouvé et utilisé.

Ulric Neisser (1967)

MOTS-CLÉS

Imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf), intelligence artificielle, néocortex, neurosciences cognitives, plan, potentiel évoqué (PE), psychologie cognitive, sciences cognitives, stimulation magnétique transcrânienne (TMS), stimulus-réponse (S-R), tomographie par émission de positons (TEP), traitement de l'information humaine

SOMMAIRE

1. L'évolution de la psychologie cognitive.....	9
2. Les relations entre la cognition et les autres domaines	13

OBJECTIFS

1. Expliquer le développement de la psychologie cognitive en tant que domaine d'étude, y compris les différences entre le behaviorisme, la perspective du traitement de l'information et le développement précoce de l'intelligence artificielle.
2. Discuter des avantages d'une coopération étroite entre les domaines de la psychologie cognitive, des neurosciences cognitives et de l'intelligence artificielle.

La cognition peut être définie simplement comme l'étude des opérations mentales qui permettent aux individus d'acquérir et d'utiliser des connaissances. L'acquisition et l'utilisation des connaissances impliquent une variété d'aptitudes mentales. Si vous avez jeté un coup d'œil à la table des matières au début de ce livre, vous avez vu une liste de certaines de ces aptitudes. Les psychologues qui étudient la cognition s'intéressent à des sujets tels que la façon dont les gens reconnaissent des modèles, gardent des informations en mémoire, utilisent le langage, résolvent des problèmes et prennent des décisions.

L'objectif de cet ouvrage est de fournir une vue d'ensemble du domaine de la psychologie cognitive. Il résume la recherche expérimentale en **psychologie cognitive**, discute des principales théories dans ce domaine et relie la recherche et les théories à des situations que les gens rencontrent dans leur vie quotidienne – par exemple, lire, conduire, étudier, concevoir des produits, résoudre des problèmes en classe et prendre des décisions.

La plupart des étudiants sont surpris d'apprendre à quel point leur vie quotidienne est guidée par des processus cognitifs. L'un des principaux domaines d'intérêt des étudiants et des psychologues de la cognition est la manière d'améliorer l'apprentissage, un sujet qui sera abordé dans plusieurs chapitres. Un autre domaine d'intérêt important est celui des applications marketing de la psychologie cognitive. Par exemple, les fabricants passent beaucoup de temps à essayer de rendre leurs produits visuellement distinctifs et donc plus faciles à trouver dans les rayons d'un magasin – une extension directe de la recherche menée sur l'attention visuelle. D'autres applications commerciales comprennent la manipulation des prix et des remises afin d'influencer la prise de décision en matière d'achat – en fait, une grande partie de l'économie est basée sur la recherche en matière de prise de décision.

Une grande partie du droit et des politiques publiques a également été formulée directement à partir de la recherche en psychologie cognitive. Dans un cas spectaculaire où le droit s'inspire de la recherche cognitive, la Cour suprême du New Jersey a rendu une décision définissant les seuls moyens légaux par lesquels les policiers peuvent interroger les témoins oculaires, décision entièrement fondée sur la recherche concernant la faillibilité de la mémoire (State v. Henderson, 2011). Au ^{xxi}^e siècle, la recherche en psychologie cognitive a eu d'autres répercussions importantes, allant du fonctionnement des points de contrôle dans les aéroports à l'exploitation sûre des systèmes de métro, en passant par la conception des routes et des trottoirs. Une section sur les applications de la psychologie cognitive figure à la fin de chaque chapitre.

Psychologie cognitive

Étude des opérations mentales qui soutiennent l'acquisition et l'utilisation des connaissances par les individus.

Outre l'influence importante de la cognition sur notre vie quotidienne, la façon dont nous vivons a des conséquences tout aussi importantes sur notre fonctionnement cognitif. Chaque année, nous en apprenons davantage sur la manière dont notre alimentation, notre activité physique et notre sommeil influencent des fonctions cognitives essentielles telles que la mémoire et le risque de déclin cognitif au fur et à mesure que nous vieillissons. Le stress, l'anxiété et la dépression sont tous influencés par notre mode de vie et peuvent à leur tour avoir des effets négatifs sur la cognition. De même, les médicaments prescrits et les drogues à usage récréatif peuvent influencer la cognition de diverses manières, tant positives que négatives.



FOCUS SUR... LES COMPÉTENCES COGNITIVES ET LES PROFESSIONS

Les compétences cognitives sont nécessaires dans une grande variété de professions que j'aborde dans mon livre *Cognitive Skills You Need for the 21st Century* (Reed, 2020b). Le livre commence par le rapport de 2018 sur l'avenir de l'emploi du Forum économique mondial, qui a demandé aux dirigeants de certains des plus grands employeurs du monde de rendre compte des dernières tendances en matière de

compétences et d'investissement humain dans leurs secteurs d'activité (www.weforum.org). Les secteurs concernés sont les matériaux avancés et la biotechnologie, les services financiers et de consommation, les soins de santé, les technologies de l'information et de la communication, les infrastructures et l'urbanisme, l'exploitation minière et les minéraux, les transports, les voyages et le tourisme, ainsi que les

services professionnels. Les compétences qui seront à la mode en 2022 sont la pensée analytique et l'innovation, les stratégies d'apprentissage, la créativité et l'originalité, la pensée critique et l'analyse, le raisonnement et la résolution de problèmes complexes. J'analyse ces compétences en détail dans ce texte. Avant de plonger dans ces thématiques, regardons brièvement l'histoire de la psychologie cognitive.

1. L'évolution de la psychologie cognitive

Il est toujours difficile de situer avec précision l'origine exacte d'un domaine d'étude et les psychologues de la cognition proposeraient probablement une grande variété de dates si on les questionnait sur les débuts de la psychologie cognitive. L'ouvrage de James, *The Principles of Psychology*, paru en 1890, comprenait des chapitres au sujet de l'attention, de la mémoire, de l'imagerie et du raisonnement. *The Mentality of Apes* de Kohler (1925) étudiait les processus en jeu dans la pensée complexe. Il insista, ainsi que d'autres psychologues de la Gestalt, sur le rôle de la forme dans la compréhension – la capacité de comprendre comment les différentes parties d'un problème forment une totalité (la Gestalt). L'ouvrage de Bartlett (1932), *Remembering: A Study in Experimental and Social Psychology* contenait une théorie de la mémoire des histoires qui s'accorde très bien avec les vues actuelles. D'autres articles et livres importants, qui semblaient d'actualité, n'ont cependant pas entraîné un changement majeur vers la *psychologie cognitive* telle qu'elle est étudiée à présent.

Un livre de Watson, *Behaviorism* (1924), a eu un impact négatif majeur. La thèse centrale de l'ouvrage était que les psychologues devraient devenir plus objectifs en n'étudiant que ce qu'ils peuvent directement observer du comportement d'une personne. L'argument de Watson corrobora une approche en termes de **stimulus-réponse (S-R)**, dans laquelle les expérimentateurs enregistrent la façon dont les sujets répondent à des stimuli, sans essayer de découvrir les processus mentaux impliqués dans la réponse. L'approche S-R est cohérente avec le point de

Stimulus-réponse (S-R)

Approche qui met en valeur l'association entre un stimulus et une réponse sans identifier les opérations mentales qui ont produit cette réponse.

vue de Watson parce que le stimulus et la réponse sont tous deux observables. Le livre de Watson a contribué à baser la psychologie sur les fondations plus solides de l'observation scientifique. Une limite importante de cette approche, cependant, est qu'elle ne révèle pas ce que le sujet fait avec l'information présentée dans le stimulus.

Traitement humain de l'information

Approche qui tente d'identifier ce qui se passe durant les différentes étapes (attention, perception, mémoire de travail à court terme) du traitement du stimulus.

À l'opposé, l'approche de la cognition en termes de traitement de l'information cherche à identifier comment nous transformons l'information dans l'intervalle de temps qui sépare le stimulus et la réponse. L'acquisition, le stockage, la récupération, et l'utilisation de l'information comprennent plusieurs étapes, l'approche du traitement de l'information cherche à identifier ce qui se passe pendant ces étapes. Découvrir ce qui a lieu à chacune de ces étapes est de toute première importance lorsque quelqu'un réalise difficilement une tâche : en effet, le psychologue peut alors essayer d'identifier l'étape principalement responsable de cette difficulté. Les modèles de traitement de l'information continuent d'avoir un impact majeur sur notre compréhension des processus cognitifs (Jarecki et al., 2020).

1.1. *Le traitement de l'information gagne du terrain*

Changer d'allégeance en passant d'une perspective behavioriste à une perspective cognitive demande de prendre des risques, comme le relève Miller (2003) dans son compte rendu personnel des premières années de la révolution cognitive. Miller a écrit dans la préface de son livre sur le langage (*Language and Communication*, 1951) que la tendance du livre était behavioriste. En 1951, il espérait encore gagner une respectabilité scientifique en faisant acte d'allégeance au behaviorisme. De son insatisfaction ultérieure vis-à-vis du behaviorisme est né, en 1960 et avec le concours de Jerome Bruner, le Centre des Sciences Cognitives à Harvard. L'accent cognitif de ce centre a rétabli le dialogue avec d'éminents psychologues étrangers, comme Sir Frederic Bartlett, de Cambridge; Jean Piaget, de Genève; et A.R. Luria, de Moscou. Aucun de ces trois psychologues n'avait été influencé par le mouvement behavioriste des États-Unis, ils constituaient donc une source d'inspiration pour la révolution cognitive.

Le livre d'Ulric Neisser (1967), *Cognitive Psychology*, a fourni une explication claire de la perspective des théories de traitement de l'information. Il y définit la psychologie cognitive comme « tous les processus par lesquels l'input sensoriel est transformé, réduit, élaboré, stocké, retrouvé et utilisé. » Cette définition comporte plusieurs implications importantes. Qu'elle se réfère à un input sensoriel signifie que la cognition prend son départ dans notre contact avec le monde extérieur. Qu'elle parle de transformation de cet input suppose que notre représentation du monde n'est pas un simple enregistrement passif de nos environnements physiques, mais une construction active qui peut impliquer une réduction et une élaboration. La réduction a lieu lorsque l'information extérieure est perdue. C'est-à-dire que nous ne pouvons être attentifs qu'à une petite partie des stimuli physiques qui nous entourent et que seule une fraction de ces stimuli peut être mémorisée. L'élaboration, elle, a lieu lorsque nous complétons l'information sensorielle. Par exemple, lorsque vous rencontrez un ami, il se peut que vous vous souveniez d'un grand nombre d'expériences communes.

Le stockage et le rappel de l'information définissent bien sûr ce qu'on appelle la mémoire. Les distinguer l'un de l'autre implique que le stockage de l'information

ne garantit pas son rappel. « Avoir un mot sur le bout de la langue » en est un bel exemple. Il nous arrive de manquer de peu un mot pour exprimer une pensée ou une signification particulière. Que nous retrouvions par la suite ce mot prouve que notre échec précédent s'explique plutôt en termes de rappel qu'en termes de stockage. Le mot était bel et bien stocké en mémoire mais il était, en fait, difficile de l'en extraire. La dernière partie de la définition de Neisser est peut-être la plus importante. Après que l'information a été perçue, stockée et rappelée, elle doit être utilisée – par exemple, pour prendre des décisions ou pour résoudre des problèmes.

Le livre *Cognitive Psychology* de Neisser (1967) a rassemblé un grand nombre de ces idées dans une seule ressource; d'autres livres sur la cognition ont suivi alors que la recherche en cognition et les théories commençaient à fleurir dans les années 1970.

Par exemple, la recherche sur la catégorisation dans les années 1960 s'est concentrée sur un paradigme d'identification de concepts dans lequel les catégories étaient définies par des règles logiques, telles que les membres de la catégorie sont constitués de toutes les formes géométriques qui sont soit des cercles, soit de grandes dimensions.

La critique prédominante du paradigme d'identification des concepts était que les catégories du monde réel, telles que les vêtements, les outils et les véhicules, ne ressemblent pas aux catégories étudiées en laboratoire. Un changement radical dans la façon dont les psychologues considèrent les catégories du monde réel a dû attendre les années 1970, lorsque Eleanor Rosch et ses étudiants et étudiantes de l'Université de Californie, à Berkeley, ont commencé à s'intéresser aux caractéristiques des catégories du monde réel (Rosch, 1973). Ses idées et ses recherches étaient si importantes qu'elles méritent d'être traitées en détail dans le chapitre 9 sur la catégorisation.

La psychologie cognitive jouit actuellement d'une grande popularité parmi les psychologues. Presque tous les psychologues qui étudient la perception, l'attention, l'apprentissage, la mémoire, le langage, le raisonnement, la résolution de problèmes et la prise de décision se désignent eux-mêmes comme des psychologues cognitifs, même si la méthodologie et les théories varient considérablement d'un sujet à l'autre. Une mise en garde s'impose : la plupart des contributions initiales à la révolution cognitive ont été faites par des hommes en raison du manque de femmes psychologues dans les universités à l'époque où cette révolution s'est produite. Il existe des exceptions importantes, comme les contributions d'Eleanor Gibson (1969) à la perception, abordées dans le chapitre 2 sur la reconnaissance des formes, et la théorie d'Anne Treisman (1960) discutée au chapitre 3 sur l'attention.

Dans l'ensemble, le domaine de la psychologie a toujours manqué de diversité raciale et ethnique. Les données de l'*American Psychological Association* de 2015 montrent que 86 % des psychologues de la main-d'œuvre américaine sont blancs. En revanche, seuls 14 % d'entre eux appartenaient à d'autres groupes raciaux ou ethniques. La psychologie se diversifie à mesure que les minorités raciales et ethniques entrent dans le domaine, et la psychologie cognitive en particulier se diversifie à mesure qu'elle s'internationalise, mais il reste encore des progrès à faire.

1.2. Les processus cognitifs dits de haut niveau

Intelligence artificielle

Branche de l'informatique qui tente d'élaborer des programmes capables de réaliser des tâches nécessitant de l'intelligence.

L'analyse de tâches perceptives par le modèle du traitement de l'information s'est doublée, à la fin des années 1950, d'une nouvelle approche : celle des tâches plus complexes. L'effervescence qu'elle a suscitée est décrite par Newell et Simon (1972). Le développement des ordinateurs numériques après la Seconde Guerre mondiale mena à un travail soutenu en **intelligence artificielle**, un champ qui tente de programmer des ordinateurs en vue de tâches intelligentes, telles que jouer aux échecs et construire des dérivations en logique (Hogan, 1997). Un séminaire tenu à la *RAND Corporation* au cours de l'été 1958 a eu pour objectif de montrer aux chercheurs en sciences sociales de quelles façons les techniques de simulation par ordinateur pouvaient être appliquées à la création de modèles du comportement humain. Ce séminaire a eu un impact majeur sur l'intégration des travaux à propos de la simulation par ordinateur dans la recherche sur le traitement humain de l'information.

Une des conséquences du séminaire RAND fut son influence sur trois psychologues qui passaient l'année académique 1958-1959 au Center for Advanced Study in the Behavioral Sciences à la Stanford University. Ces trois psychologues – George Miller, Eugene Galanter et Karl Pribram – partageaient une insatisfaction commune vis-à-vis de l'approche psychologique dominante de l'époque, qui considérait les êtres humains comme des paquets de réflexes S-R. Miller ramena un matériel considérable du RAND qui – en même temps que d'autres travaux récents en intelligence artificielle, en psychologie et en linguistique – aida à construire le point de vue de leur ouvrage, *Plans and the Structure of Behavior* (Miller et al., 1960).

Plan

Séquence d'opérations temporellement ordonnée destinée à l'accomplissement d'une tâche.

Les auteurs soutiennent qu'une grande partie du comportement humain est planifiée. Selon leur définition, un **plan** est une liste d'instructions à même de contrôler l'ordre dans lequel une séquence d'opérations doit être réalisée. Dans son essence, un plan est identique à un programme d'ordinateur. Ayant éprouvé des difficultés à construire des plans à partir d'unités S-R, les auteurs ont proposé une nouvelle unité appelée TOTE, abréviation de Test-Operate-Test-Exit. Un plan consiste en une hiérarchie d'unités TOTE. Considérons un plan très simple pour enfoncer un clou dans une planche à l'aide d'un marteau. L'objectif est que la tête du clou soit au ras de la planche. Au sommet de la hiérarchie se trouve un test pour déterminer si le but a été atteint. Si le clou est enfoncé correctement, on peut arrêter. Si le clou dépasse, il est nécessaire de tester la position du marteau. Celle-ci détermine laquelle des deux opérations, lever ou frapper, doit être exécutée.

Les idées exprimées par Miller, Galanter et Pribram ont été influencées par des travaux antérieurs menés dans deux champs étrangers à la psychologie. Les travaux de Newell, Shaw et Simon (1958a), dans le domaine de l'intelligence artificielle, ont identifié les stratégies auxquelles nous recourons pour accomplir des tâches complexes comme jouer aux échecs. Le linguiste Noam Chomsky a également eu une influence prépondérante en soutenant qu'une théorie S-R de l'apprentissage du langage ne pouvait pas rendre compte de la façon dont nous apprenons et créons des phrases (Chomsky, 1957). Sa proposition alternative – que nous apprenons un système de règles (une grammaire) – était compatible avec l'accent porté par Miller, Galanter et Pribram sur la planification.

2. Les relations entre la cognition et les autres domaines

La psychologie cognitive fait partie d'un domaine d'étude plus large appelé « sciences cognitives ». Les **sciences cognitives** sont l'étude de l'intelligence chez les êtres humains, dans les programmes informatiques et dans les théories abstraites ; elles mettent l'accent sur la dimension de calcul dans le comportement intelligent (Simon & Kaplan, 1989). Elles sont aussi une tentative d'unification des points de vue développés dans les études de psychologie, de linguistique, d'anthropologie, de philosophie, d'intelligence artificielle et de neurosciences (Hunt et al., 1989).

Plusieurs jalons ont été posés dans le développement de ce domaine (Nunez et al., 2019). La revue *Cognitive Science* a commencé à être publiée en 1977 et la *Cognitive Science Society* a été créée en 1979. En 1986, le premier département de sciences cognitives délivrant un doctorat a été créé à l'Université de Californie, à San Diego. Don Norman a joué un rôle majeur dans la création de la revue, de la *Cognitive Science Society* et du premier département de sciences cognitives menant à un doctorat.

Nunez et ses coauteurs soutiennent néanmoins que le domaine dans son ensemble a perdu son élan, son orientation et sa reconnaissance. Au lieu de devenir un domaine interdisciplinaire, il est devenu un domaine multidisciplinaire. Un domaine multidisciplinaire utilise les perspectives théoriques des différentes disciplines sans les intégrer. En revanche, les théories interdisciplinaires sont plus cohérentes et intégrées. Un champ multidisciplinaire fait référence à un ensemble de disciplines sans cohésion ni intégration (Nunez et al., 2019).

Gentner (2019) reconnaît que le domaine n'a pas convergé vers des théories unifiées, mais affirme que cela ne s'éloigne pas des objectifs de ses fondateurs. Elle applaudit l'approche multidisciplinaire des sciences cognitives et pense qu'elle devrait être préservée et célébrée. Les approches multidisciplinaires et interdisciplinaires ont toutes deux apporté de précieuses contributions aux sciences cognitives, comme le montre le reste de ce chapitre.

2.1. Les neurosciences cognitives

Le domaine des **neurosciences cognitives**, qui associe la méthodologie et les théories de la psychologie cognitive aux méthodes des neurosciences, constitue une exception au manque d'intégration entre les différents domaines des sciences cognitives. Tout au long du texte, nous examinerons la relation entre des zones spécifiques du cerveau et les fonctions cognitives. Une grande partie de cet examen portera sur le **néocortex**, qui se compose des quatre lobes du cerveau illustrés à la figure 1.1. Le traitement des informations visuelles s'effectue dans le *lobe occipital*, qui est la seule fonction située dans cette région du cerveau. Le *lobe pariétal* est spécialisé dans le traitement du corps et des informations spatiales (où se trouvent les choses dans le monde, y compris le corps). Les lésions de cette région peuvent entraîner des difficultés de mouvement ainsi qu'une perte d'attention. Le *lobe temporal* est essentiel à la compréhension du langage et contribue à la reconnaissance de modèles visuels complexes, tels que les visages. Le *lobe frontal* reçoit les sensations de tous les systèmes sensoriels et contribue à la planification

Sciences cognitives

Tentative interdisciplinaire d'étudier la cognition à travers divers domaines tels que la psychologie, la philosophie, l'intelligence artificielle, les neurosciences, la linguistique et l'anthropologie.

Neurosciences cognitives

Étude des relations entre les processus cognitifs et les activités cérébrales.

Néocortex

Couches du cortex cérébral qui sont impliquées dans les fonctions cérébrales de haut niveau, telles que la perception, la cognition, les commandes motrices et le langage.

Tomographie par émission de positons (TEP)

Technique qui utilise des traceurs radioactifs pour étudier l'activité cérébrale en mesurant la quantité de flux sanguin dans les différentes parties du cerveau.

Imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf)

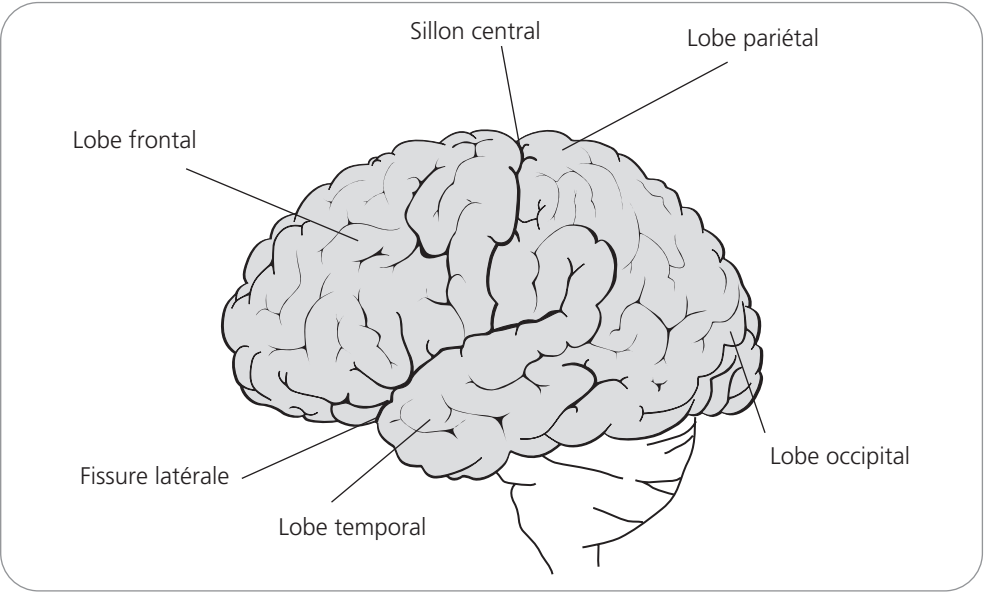
Technique qui utilise les champs magnétiques et des images numérisées pour localiser les opérations mentales dans le cerveau.

FIGURE 1.1. Quelques sous-divisions principales de l'hémisphère gauche du néocortex.

Source : Adapté de *Biological Psychology* (5^e éd.), par J.W. Kalat. Copyright 1995 de Wadsworth Publishing, une section de Thomson Learning.

des mouvements moteurs. Les lésions de cette zone peuvent également interférer avec la mémoire.

Avec les progrès technologiques, la capacité des scientifiques à mesurer l'activité cérébrale a également progressé. La **tomographie par émission de positons (TEP)** utilise des traceurs radioactifs pour étudier l'activité cérébrale en mesurant le flux sanguin dans différentes parties du cerveau (Posner & Rothbart, 1994). Une méthode plus récente et largement appliquée, l'**imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf)**, utilise des champs magnétiques pour mesurer le flux sanguin. Il s'agit d'une méthode de neuro-imagerie populaire chez les adultes, car elle fournit des cartes à haute résolution spatiale de l'activité neuronale dans l'ensemble du cerveau. Cependant, les bruits forts et la sensibilité aux mouvements limitent son utilisation chez les enfants (Kuhl & Rivera-Gaxiola, 2008).



Les techniques d'imagerie spatiale ont une limite : elles ne fournissent pas le type d'informations temporelles précises que nécessite l'analyse de nombreuses tâches cognitives, dans lesquelles les fractions de seconde sont essentielles pour la théorie. Cependant, l'enregistrement de l'activité électrique au niveau du cuir chevelu fournit, lui, des données temporelles plus précises. L'utilisation de ces **potentiels évoqués (PE)** permet aux scientifiques de relier à l'activité cérébrale le déroulement temporel des opérations mentales (Kuhl et Rivera-Gaxiola, 2008).

Potentiel évoqué (PE)

Technique qui recourt à des électrodes placées sur le cuir chevelu dans le but de mesurer la fréquence des ondes cérébrales lors de tâches mentales.

FIGURE 1.2. IRMf et potentiels évoqués (PE) fournissant des mesures spatiales et temporelles de l'activité cérébrale.

Examen	Caractéristiques
IRMf : changements hémodynamiques	• Excellente résolution spatiale • Études sur les adultes et quelques études sur les nourrissons • Extrêmement sensible aux mouvements • Nécessité de protections contre le bruit • Coûteux
EEG/ERP : changements de potentiel électrique	• Excellente résolution temporelle • Les études couvrent toute la durée de la vie • Sensible aux mouvements • Sans bruit • Non coûteux

En combinant les études de TEP et de PE, il est possible de tirer avantage de la localisation spatiale plus précise des techniques d'imagerie et de la résolution temporelle, également plus précise, des potentiels évoqués (Posner & Rothbart, 1994). La figure 1.3 illustre comment les deux techniques aident les scientifiques à appréhender comment on comprend les mots écrits (Snyder et al, 1995). Les différentes nuances de gris montrent des augmentations du flux sanguin, indiquant que les aires frontale et temporale de l'hémisphère gauche sont importantes pour comprendre le sens des mots.

Les flèches relient les variations de flux sanguin de la TEP aux ondes des PE enregistrées sur le cuir chevelu par l'électrode la plus proche. L'activation de la partie frontale (ligne noire) de l'hémisphère gauche débute quelques centaines de millisecondes avant celle de la partie temporale (ligne grise) gauche. Ces découvertes impliquent que l'activation frontale, survenant en premier, est déterminante pour l'encodage de la signification des mots isolés et que l'activation temporale, ensuite, peut être plus importante pour l'intégration des significations de mots en vue d'obtenir la signification générale des expressions et des phrases (Snyder *et al.*, 1995). Cette hypothèse est en accord avec la découverte que des lésions de l'aire temporale gauche produisent souvent un déficit langagier qui rend la personne incapable de combiner des mots pour produire des idées sensées.

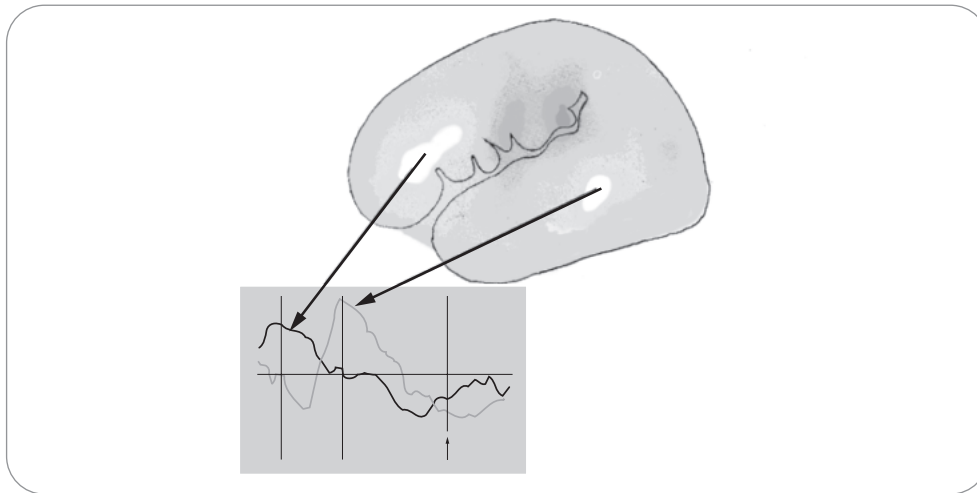


FIGURE 1.3. Scan TEP montrant les variations de flux sanguin dans l'hémisphère gauche pendant une tâche cognitive.

Source : Adapté à partir d'une photo fournie par Marcus E. Raichle, M.D., Washington University School of Medicine.

De manière remarquable, il est possible non seulement d'enregistrer les PE, mais aussi de les modifier directement (Widhalm & Rose, 2019). La **stimulation magnétique transcrânienne (TMS)** produit un champ magnétique de haute intensité qui traverse le cuir chevelu et provoque l'activation des neurones. Les effets de la stimulation sont observés non seulement par des changements de comportement, mais aussi par des changements dans l'activité cérébrale qui reflètent les processus cognitifs contribuant à ce comportement (Widhalm & Rose, 2019).

Les neurosciences cognitives sont particulièrement intéressantes aux yeux des psychologues de la cognition dès lors qu'elles les aident à évaluer les théories cognitives (Cooper & Shallice, 2010; Yarkoni, Poldrack, Van Essen & Wagner, 2010). Par exemple, nous verrons au chapitre 8 que l'un des débats classiques en *psychologie cognitive* est le rôle de l'imagerie visuelle dans la cognition. Comment savoir à quel moment nous sommes en train d'utiliser l'imagerie visuelle pour

Stimulation magnétique transcrânienne (TMS)

Technique de stimulation cérébrale dans laquelle des impulsions électriques produites par un champ magnétique entraînent l'activation des neurones dans une région précise du cerveau.

réaliser une tâche ? Les neurosciences cognitives ont contribué à répondre à cette question en permettant aux psychologues de localiser la partie du cerveau qui est active lorsque nous réalisons des tâches de raisonnement spatial. Il y a preuve d'utilisation de l'imagerie visuelle lorsque la zone cérébrale active (le lobe occipital) est celle qui est active pendant la perception visuelle.

2.2. Intelligence artificielle

Dans leur chapitre sur l'intelligence artificielle (IA) dans le *Cambridge Handbook of Intelligence*, Goel et Davies (2020) proposent que, du point de vue de l'IA, le concept d'intelligence ne se limite pas aux humains ou même aux animaux, mais englobe tout type de système intelligent, y compris les ordinateurs. L'IA met en œuvre des théories de traitement de l'information qui décrivent l'intelligence en termes de contenu, de représentation, d'accès, d'utilisation et d'acquisition de l'information. Elle est utile pour étudier les avantages et les limites des différentes manières de représenter et d'organiser les connaissances dans la mémoire. Elle est également utile pour étudier la manière dont les robots interagissent avec le monde physique par le biais de la perception et de l'action.

Selon les auteurs, il existe deux grands paradigmes pour la conception d'ordinateurs intelligents. L'IA d'ingénierie tente de concevoir les systèmes intelligents les plus intelligents possibles, sans se préoccuper de savoir si ces systèmes reflètent l'intelligence que l'on trouve chez l'homme. La grande majorité des recherches sur la robotique et l'apprentissage automatique relèvent de cette catégorie. En revanche, l'IA psychologique tente de concevoir des systèmes qui pensent comme des personnes.

Goel et Davies (2020) décrivent un paradoxe dans lequel les tâches qui sont relativement faciles pour les ordinateurs, comme produire des preuves logiques et jouer aux échecs, sont difficiles pour les humains. Les tâches qui sont relativement faciles pour les humains, comme percevoir, marcher et parler, sont difficiles pour les ordinateurs. L'objectif de l'IA générale est de rendre les ordinateurs compétents dans un large éventail de tâches, y compris celles qui sont faciles pour les humains.

Une coopération étroite entre les psychologues cognitifs et les personnes travaillant sur l'IA présente au moins trois avantages (Reed, 2019). Le premier est que les programmes informatiques en IA peuvent servir de modèles théoriques potentiels en psychologie cognitive. Un des premiers efforts de collaboration entre un psychologue cognitif (Alan Collins) et un informaticien (Ross Quillian) a abouti au modèle du réseau hiérarchique décrit au chapitre 10 pour représenter l'organisation sémantique dans la mémoire humaine (Collins & Quillian 1969). Mais c'est la résolution de problèmes humains (Newell & Simon, 1972) qui a introduit de nombreuses idées novatrices dans la psychologie cognitive décrite au chapitre 13.

Un deuxième avantage est que l'IA et la psychologie cognitive partagent des intérêts communs, tels que le développement de méthodes de catégorisation des modèles. Dans son livre *The Master Algorithm : How the Quest for the Ultimate Learning Machine Will Remake Our World*, l'informaticien Pedro Domingos (2015) explique différentes méthodes utilisées dans l'apprentissage automatique. Les psychologues cognitifs ont développé des méthodes similaires pour évaluer les modèles de catégorisation des personnes (Reed, 2019). *The Master Algorithm* se demande comment ces différentes méthodes peuvent être combinées pour améliorer les performances, un défi à la fois pour l'IA et la psychologie cognitive.

Un troisième avantage de la construction de liens entre l'IA et la psychologie cognitive est que l'impact croissant de l'IA dans nos vies nécessite de comprendre comment la technologie et les personnes peuvent travailler ensemble. Par exemple, il est probable que les robots entreront bientôt dans nos vies en tant qu'assistants sur notre lieu de travail, les magasins, les aéroports, les systèmes de santé et les salles de classe (Wykoska, 2021). Ils serviront aussi comme outils pour générer de nouvelles hypothèses, prédictions et explications pour la cognition humaine. Les robots offrent la possibilité d'un plus grand contrôle expérimental sur l'initiation et la réponse aux interactions avec les autres (figure 1.4).



FIGURE 1.4. Expérience utilisant les mesures comportementales, les potentiels évoqués et le traquage oculaire pour enregistrer les interactions entre une participante et le robot iCub.

Source : "Robots as mirrors of the human mind," A. Wykoska, 2021, *Current Directions in Psychological Science*, 30, 34–40.

Bien que l'IA ait déjà un impact positif majeur sur nos vies, elle peut également avoir un impact négatif, ce qui a suscité des inquiétudes quant à son utilisation éthique. Bon nombre des questions concernent les conséquences sociales des algorithmes (Rahwan et al., 2019). Censurent-ils les contenus de manière disproportionnée? Exercent-ils une discrimination à l'encontre des groupes raciaux? Les armes utilisent-elles des quantités appropriées de force? Les concurrents s'entendent-ils pour fixer les prix? Ce type de questions est de plus en plus souvent posé dans les salles d'audience et en dehors.

2.3. Architectures cognitives

L'ouvrage publié par Alan Newell (1990), intitulé *Théories unifiées de la cognition*, a marqué un tournant dans l'histoire de l'intelligence artificielle. Les théories unifiées devraient idéalement être capables d'expliquer tous les aspects de la cognition, y compris la perception, l'apprentissage, la mémoire, la résolution de problèmes et la prise de décision. De telles explications nécessitent de spécifier les interactions entre les différentes composantes de la cognition. Newell a proposé une théorie sur la façon dont ces composantes interagissent en développant une **architecture cognitive** appelée Soar (Newell, 1990).

Soar continue d'être développé par la communauté de l'IA (Laird, 2012), mais sa plus grande contribution à la psychologie cognitive a été son influence sur le développement d'ACT-R (Anderson, 1983) – une architecture cognitive pour modéliser la cognition humaine. ACT-R part du principe que les architectures cognitives devraient être une théorie de la manière dont le comportement est généré par le

Architecture cognitive
Système intégré de composants cognitifs pour la modélisation de la cognition.

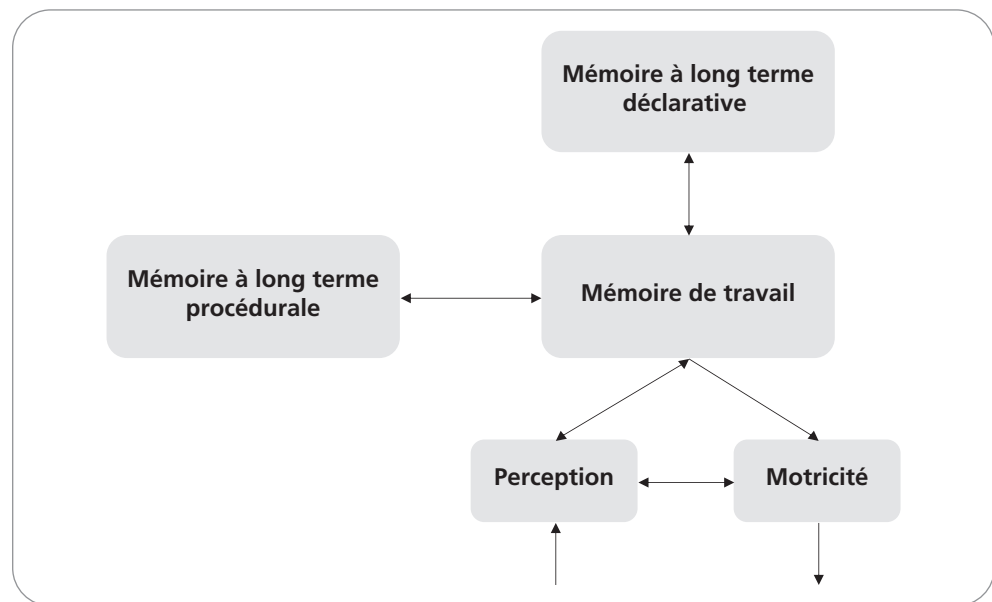
traitement de l'information qui comprend la perception et l'action (Ritter et al., 2019). Elle a démontré comment de nombreux aspects de la cognition sont entremêlés, tels que perception, mémoire et prise de décision. Un manuel, une école d'été, et des ateliers de travail ont soutenu la construction d'une communauté de scientifiques cognitivistes qui ont utilisé l'architecture pour modéliser la cognition.

L'une des limites de l'ACT-R est sa complexité, d'où la nécessité d'organiser des cours d'été et des ateliers. Les participants à un symposium de 2013 sur la cognition intégrée, parrainé par l'Association for the Advancement of Artificial Intelligence, se sont donc réunis pour élaborer un modèle standard de l'esprit basé sur une architecture cognitive dépouillée. Un modèle standard serait utile car l'intelligence artificielle, la psychologie cognitive, les neurosciences cognitives et la robotique contribuent toutes à notre compréhension du comportement intelligent, mais chacune selon une perspective différente. Un modèle standard fournirait un cadre commun pour unifier ces disciplines et guiderait les praticiens dans la construction d'un large éventail d'applications.

La figure 1.5 montre les composantes du modèle standard proposé par Laird et collaborateurs (2017). La perception convertit les stimuli sensoriels en représentations qui peuvent être stockées dans la mémoire de travail ou directement converties en actions par la composante motrice. L'attention limite la quantité d'informations perceptuelles disponibles dans les deux situations. La mémoire de travail fournit un espace de stockage temporaire où l'information perceptuelle peut être intégrée à l'information de la mémoire déclarative et procédurale à long terme. La mémoire déclarative est le magasin des faits et des concepts. La mémoire procédurale contient des connaissances sur les actions. La composante motrice utilise le corps pour effectuer les actions.

FIGURE 1.5. Le modèle standard de l'esprit.

Source : "A standard model of the mind: Toward a common computational framework across artificial intelligence, cognitive science, neuroscience, and robotics," J. E. Laird, C. Lebiere, & P. S. Rosenbloom, 2017, *AI Magazine*, 38, 13–26.



Vous en apprendrez beaucoup plus sur chacune de ces composantes au fur et à mesure que vous progresserez dans le livre, et le modèle standard vous aidera à relier ces composants. Les auteurs du modèle standard suggèrent qu'il a le potentiel de fournir une plateforme pour l'intégration d'idées théoriques dans différentes disciplines. J'espère que son inclusion dans ce texte contribuera à atteindre cet objectif.

L'essentiel



Résumé

L'une des raisons d'étudier la psychologie cognitive est que les processus cognitifs influencent de nombreux aspects de notre vie. Elle diffère du béhaviorisme par l'accent mis sur les représentations et les procédures mentales, telles que le remplacement des associations stimulus-réponse par des plans hiérarchiques. La psychologie cognitive fait partie d'un domaine multidisciplinaire appelé « sciences cognitives », qui comprend également la linguistique, l'anthropologie, la philosophie, l'intelligence artificielle et les neurosciences cognitives. L'interaction entre la psychologie cognitive et les neurosciences cognitives est le meilleur exemple d'une tentative de créer un champ interdisciplinaire dans lequel les disciplines interagissent les unes avec les autres. L'objectif du modèle standard de l'esprit est d'encourager davantage d'interactions interdisciplinaires basées sur une architecture cognitive partagée. Les cinq chapitres suivants abordent les composantes de cette architecture : la perception, la mémoire de travail, la mémoire déclarative à long terme, la mémoire procédurale à long terme et l'action.



Résumé audio



www.lienmini.fr/48011-audio1



Lectures recommandées

Les lecteurs intéressés par la façon dont les principales approches théoriques ont influencé l'histoire de la psychologie devraient lire *Seven Psychologies de Heidebreder* (1961). Le livre contient des chapitres sur la psychologie préscientifique, les débuts de la psychologie scientifique, la psychologie de William James, le fonctionnalisme, le béhaviorisme, la psychologie dynamique, la psychologie de la Gestalt et la psychanalyse. *The Mind's New Science : A History of the Cognitive Revolution* (Gardner, 1985) et *How the Mind Works* (Pinker, 1997) fournissent des comptes rendus très lisibles de l'évolution de la psychologie cognitive. L'article « A framework for building cognitive process models » (Jarecki et al., 2020) montre comment les modèles de traitement de l'information continuent d'influencer le domaine. L'introduction de Chipman (2016) aux sciences cognitives est publiée dans l'Oxford Handbook of Cognitive Science, qu'elle a publiée. *Cognitive Skills You Need for the 21st Century* (Reed, 2020b) contient 20 courts chapitres sur des thèmes liés à ce sujet. *How we learn : Why Brains Learn Better Than any Machine... for Now* (Daheane, 2020) est une vue globale de nombreux problèmes discutés dans le livre.

Testez-vous en ligne !



QCM



www.lienmini.fr/48011-qcm1



Vrai ou faux



www.lienmini.fr/48011-ex1

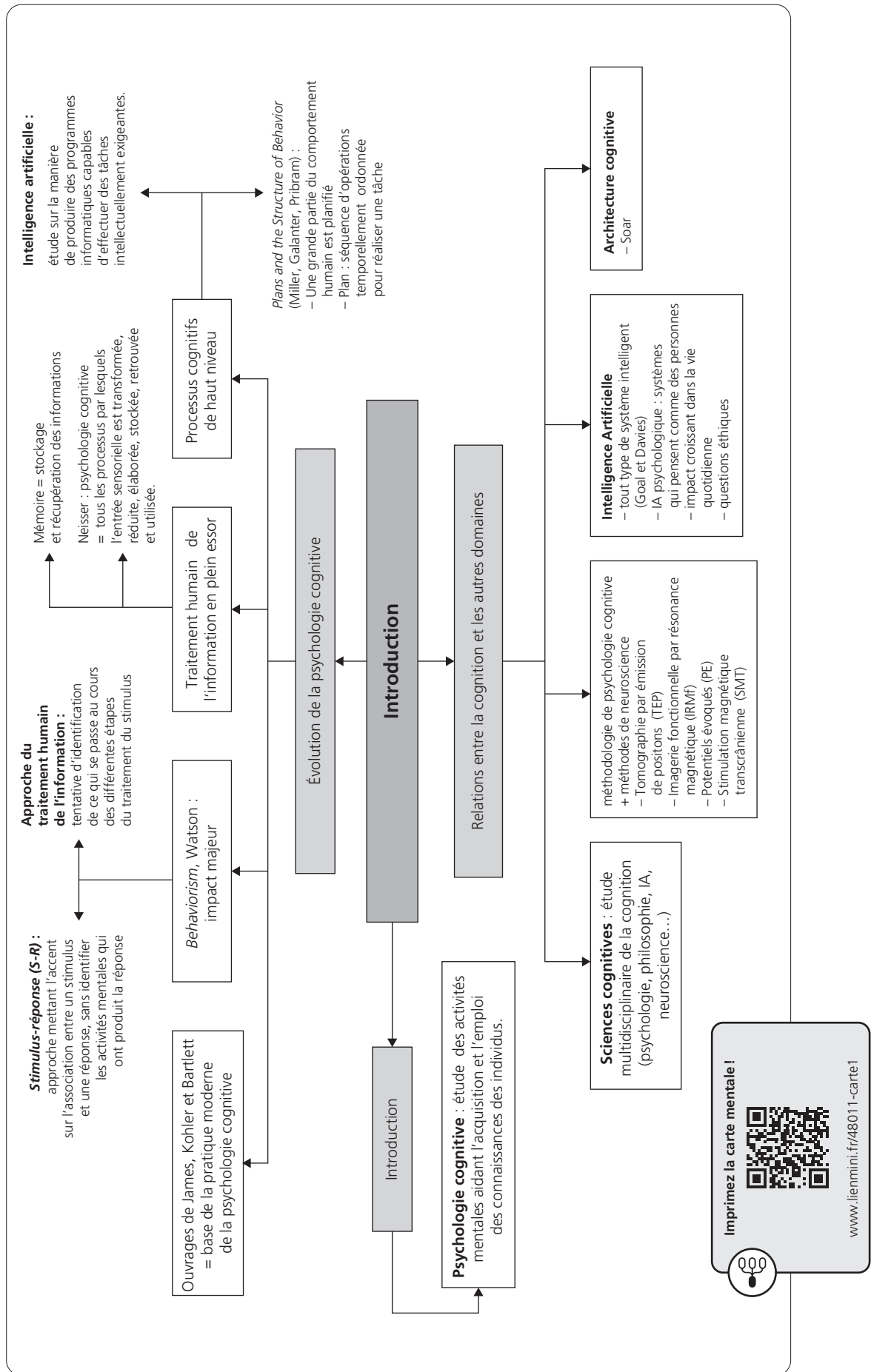


Flash-cards



www.lienmini.fr/48011-cards1

En un clin d'œil



La reconnaissance de formes

MOTS-CLÉS

Agnosie aperceptive, agnosie associative, agnosie visuelle, caricature, connexion inhibitrice, composant de balayage visuel, effet de supériorité du mot, gabarit, géons, modèle à activation interactive, modèle de réseau neuronal, procédure de rapport intégral, nœuds, procédure de rapport partiel, reconnaissance de formes, registre d'information auditif, registre d'information visuel (RIV), règle d'activation, répétition, réseaux neuronaux profonds, théorie des traits, théorie structurelle, trait distinctif, traitement sériel, traitement parallèle, traitement parallèle distribué

SOMMAIRE

1. La description des formes.....	25
2. Les étapes du traitement de l'information	34
3. La reconnaissance de mots.....	37
4. La reconnaissance de scène.....	41
5. Les applications.....	43

OBJECTIFS

3. Comparer les théories des traits et les théories structurelles de reconnaissance de formes.
4. Expliquer comment la technique de rapport partiel de Sperling a contribué à la compréhension des caractéristiques du registre sensoriel visuel.
5. Expliquer comment l'effet de supériorité du mot détermine pourquoi une lettre dans un mot est plus facilement reconnaissable qu'une lettre seule.
6. Discuter des objectifs de la compréhension de scène et des applications des réseaux neuronaux profonds.
7. Décrire comment les troubles visuels ont participé à nos connaissances des voies visuelles.

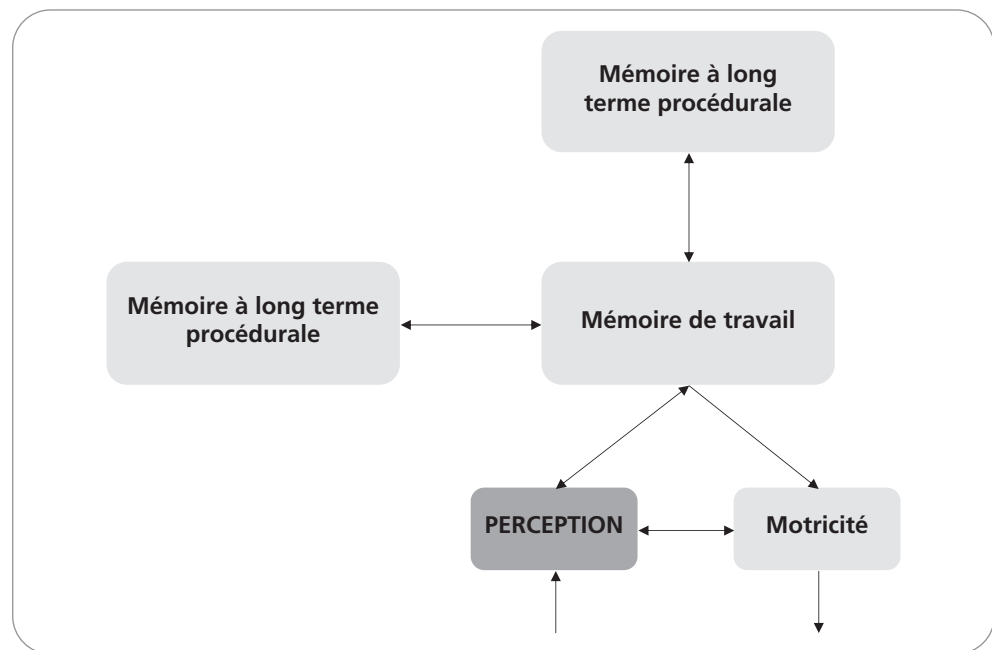
Reconnaissance de formes

Suite des étapes qui conduisent à l'identification d'un stimulus.

L'étude de la **reconnaissance de formes** est surtout l'étude de comment nous identifions les objets dans leur environnement. La reconnaissance de formes (ce chapitre) et l'attention (chapitre suivant) jouent des rôles centraux dans les aspects perceptifs du modèle standard de la cognition (Figure 2.1). Dans ce chapitre, dans une optique de continuité, nous nous intéressons principalement à la reconnaissance de formes visuelles. D'autres chapitres, comme le suivant sur l'attention, s'intéresseront également à la reconnaissance du langage.

FIGURE 2.1. La composante perceptive du modèle standard de la cognition.

Source : Extrait de "A standard model of the mind: Toward a common computational framework across artificial intelligence, cognitive science, neuroscience, and robotics.", J. E. Laird, C. Lebiere, & P. S. Rosenbloom, 2017, *AI Magazine*, 38, 13–26.



Notre aptitude à reconnaître des formes peut impressionner, compte tenu du nombre de variantes pour une même forme. La figure 2.2 représente différents styles d'écriture manuscrite. Manifestement, tout le monde n'écrit pas de la même façon et certaines écritures sont beaucoup moins lisibles que d'autres. Cependant, sauf quand elles sont tout à fait illisibles, nous parvenons en général à les lire, c'est-à-dire que nous reconnaissons les mots.

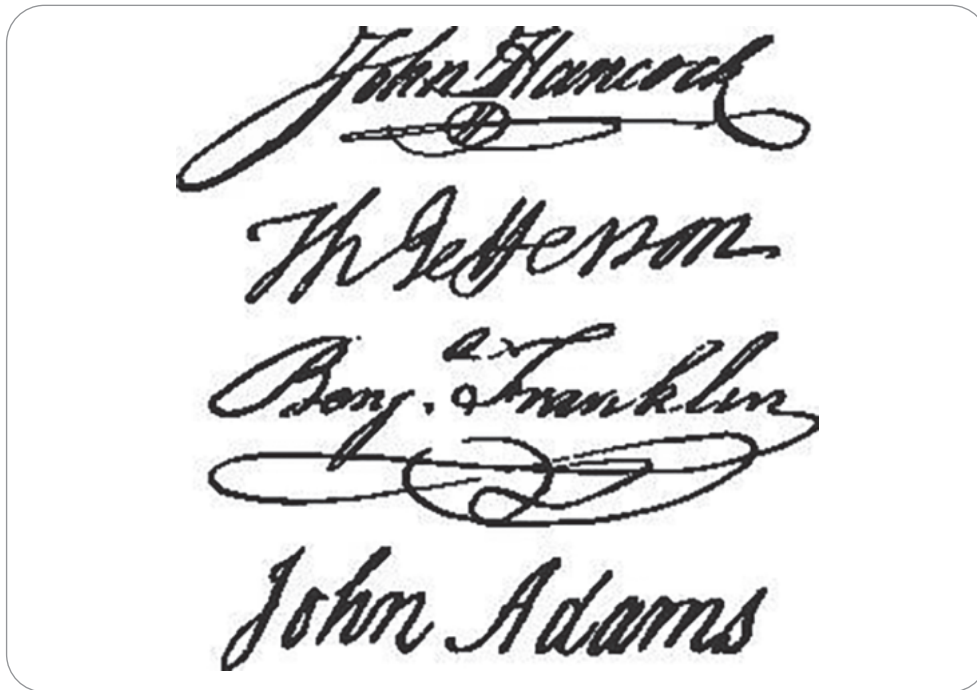


FIGURE 2.2. Les variations de l'écriture manuscrite.

Source : istockphoto.com/DNY59

Notre supériorité sur les ordinateurs, en tant que « reconnaisseurs » de formes, présente l'avantage pratique que la reconnaissance de formes peut servir de test pour déterminer qui tente d'accéder à Internet : une personne ou un logiciel ? Si vous avez l'habitude de passer du temps sur Internet, il vous est sans doute arrivé de devoir identifier un mot déformé pour être autorisé à accéder à un site. S'il nous est facile d'identifier ce mot, pour les ordinateurs, il n'en est rien.

Une grande partie de la littérature sur la reconnaissance de formes est consacrée aux différentes façons de les décrire. La première section de ce chapitre porte sur trois types de descriptions qui représentent des théories différentes de la reconnaissance de formes. La deuxième section aborde les modèles de traitement de l'information dans le cadre de la reconnaissance de formes visuelles. Les deux prochaines sections s'intéressent à la reconnaissance de mots et de scènes visuelles. La dernière section sur les agnosies visuelles décrit comment les études sur les troubles visuels cérébraux ont contribué à établir les bases neurales de la reconnaissance de formes.

1. La description des formes

Considérons les explications suivantes au sujet de la façon dont nous reconnaissons les formes. Notre mémoire à long terme (MLT) contient les descriptions de nombreux types de formes. Lorsque nous voyons ou entendons une forme, nous en construisons une description que nous comparons à celles qui sont stockées dans notre MLT. Nous sommes capables de reconnaître une forme si sa description se rapproche d'une description stockée dans la MLT. Bien que cette explication soit plausible, elle est plutôt vague. Par exemple, sous quelles formes se présentent ces descriptions ? Examinons trois explications qui ont été suggérées :

(1) la description des gabarits, (2) la description des traits et (3) la description structurelle.

1.1. *Les théories des gabarits*

Gabarit

Forme non analysée qui est comparée à des formes alternatives, en utilisant le degré de recouvrement comme mesure de la ressemblance.

Selon les théories des **gabarits**, les formes ne sont absolument pas « décrites ». Les *gabarits* sont des entités holistiques ou non-analysées que nous comparons avec d'autres formes, en évaluant dans quelle mesure les formes se recouvrent. Imaginez que vous découpez une série de lettres dans du carton. Si vous avez réalisé un découpage pour chaque lettre de l'alphabet et que je vous donne le découpage d'une lettre que j'ai réalisé moi-même, vous pourrez mesurer jusqu'à quel point ma lettre recouvre chacune des vôtres – les gabarits. L'identité de ma lettre sera déterminée par celui des gabarits possédant le degré de recouvrement le plus élevé. Le même principe serait d'application si vous remplaciez vos lettres en carton par une image visuelle de chacune d'elles et que vous utilisiez les images pour effectuer des comparaisons mentales.

Utiliser le degré de recouvrement comme mesure de la reconnaissance de formes présente de nombreux problèmes. Pour commencer, la comparaison impose que le gabarit soit dans la même position, dans la même orientation et de la même taille que la forme que vous cherchez à identifier. Donc, la position, l'orientation et la taille des gabarits devraient être continuellement ajustées, de façon à correspondre à la position, l'orientation et la taille de chaque forme que vous voulez reconnaître.

Un deuxième problème est la grande variabilité des formes, comme nous l'avons constaté dans la figure 2.2. Il serait difficile de construire, pour chaque lettre, un gabarit qui correspondrait à toutes les variantes de cette lettre.

Troisièmement, une théorie des gabarits ne révèle pas de quelle manière deux formes diffèrent. Nous pourrions apprendre d'une telle théorie que les lettres capitales P et R sont similaires parce que l'une recouvre l'autre en grande partie. Mais pour savoir comment les deux lettres diffèrent, nous devons être capables d'analyser ou de décrire les lettres. En revanche, la théorie des traits, abordée dans la section suivante, nous permet d'analyser les formes dans leurs parties.

Un quatrième problème est qu'une théorie des gabarits n'autorise aucune description alternative d'une même forme. Il se peut que vous ayez vu des figures ambiguës, se prêtant à plus d'une interprétation, comme la célèbre image de la vieille dame et de la jeune femme. Les deux interprétations sont basées sur des descriptions différentes : par exemple, le cou de la jeune femme peut être le menton de la vieille dame. Un gabarit, étant simplement une forme analysée, est incapable de faire une telle distinction. En revanche, une théorie des traits nous permet d'analyser des formes en fonction de leurs parties, et donc d'utiliser ces parties pour décrire la forme.

1.2. *Les théories des traits*

Théorie des traits

Théorie de la reconnaissance de formes qui décrit les formes selon leurs traits distinctifs ou caractéristiques.

Les **théories des traits** nous permettent de décrire une forme au moyen d'une liste de ses parties. Par exemple, nous pourrions décrire un ami comme quelqu'un qui a de longs cheveux blonds, un nez court et des sourcils broussailleux. Une partie

des preuves en faveur des théories des traits provient de l'enregistrement des potentiels d'action au niveau de cellules individuelles dans le cortex visuel. En plaçant des microélectrodes dans le cortex visuel d'animaux, Hubel et Wiesel (1962, 1963) ont découvert que les cellules ne répondent qu'à des types particuliers de stimuli, tels qu'une ligne d'une certaine largeur, orientée selon un certain angle et située à un certain endroit dans le champ visuel. D'autres cellules sont même concernées par la longueur de la ligne. En 1981, Hubel et Wiesel ont reçu le prix Nobel pour ce travail.

Dans le processus neuronal de traitement de l'information visuelle, la lumière est détectée en premier lieu par les cellules photoréceptrices de la rétine afin d'extraire du sens des informations du monde visuel. Ces informations sont projetées au thalamus et aux aires du cortex visuel primaire, dans lequel les cellules découvertes par Hubel et Wiesel répondent à certains traits comme les lignes et les formes simples. Ces formes simples sont ensuite combinées au sein de la voie ventrale en traits plus complexes pour identifier des objets. Nous en apprendrons plus sur les traits visuels dans la section suivante sur l'apprentissage perceptif et plus sur les voies visuelles dans la dernière section qui traite des troubles visuels.

1.2.1. Apprentissage fondé sur la perception

Les théories des traits sont commodes pour décrire l'apprentissage fondé sur la perception et l'une des meilleures discussions au sujet de ces théories se trouve dans *Principles of Perceptual Learning and Development* d'Eleanor Gibson (1969). La théorie de Gibson soutient qu'un apprentissage qui est basé sur la perception se fait par la découverte de traits qui distinguent les formes entre elles.

Bien que la plupart des théoriciens de la reconnaissance de formes recourent au concept de trait, trouver une bonne liste de traits représente souvent un vrai défi. Gibson (1969) a proposé les critères suivants, comme base pour sélectionner une série de traits dans le cas des lettres majuscules :

1. Les traits doivent être réellement discriminatoires, présents dans certains éléments de la série et pas dans d'autres, de façon à offrir un contraste.
2. L'identité des traits doit rester inchangée malgré les modifications de luminosité, de taille et de perspective.
3. Les traits doivent produire une forme unique pour chaque lettre.
4. Le nombre de traits proposés doit être raisonnablement petit.

Gibson a utilisé ces critères, des données empiriques et son intuition pour établir la série de traits des lettres majuscules. Les traits consistent essentiellement en différentes lignes et courbes qui sont les composantes des lettres. Les lignes, qui peuvent être horizontales, verticales ou diagonales, penchent de l'un et/ou de l'autre côté, telles que nous les trouvons dans la majuscule A. Les courbes comprennent un cercle fermé (la lettre O), un cercle ouvert vers le haut (la lettre U) ou un cercle ouvert sur le côté (la lettre C). La plupart des lettres comprennent plus d'un trait, comme la lettre Q qui présente un cercle fermé et une ligne diagonale.

Une série de traits est habituellement évaluée en fonction de son pouvoir de prédiction des **confusions perceptives** puisque les items susceptibles d'être confondus devraient avoir de nombreux traits en commun. Par exemple, l'unique différence de trait entre les lettres P et R est la présence d'une ligne diagonale dans

Confusion perceptive

Mesure de la fréquence à laquelle deux formes sont erronément perçues comme identiques.

la lettre *R*; pour cette raison, les deux lettres devraient être facilement confondues. Les lettres *R* et *O* diffèrent par cinq traits et ne devraient donc être que rarement confondues.

Une méthode permettant de générer des confusions perceptives consiste à demander à un observateur d'identifier des lettres qui lui sont présentées très rapidement par un tachistoscope (Townsend, 1971). Dans de telles conditions, il est souvent difficile de discriminer des lettres physiquement proches et les erreurs fournissent une mesure de la perception de similarités. Holbrook (1975) a comparé deux modèles de traits pour déterminer avec quel succès chacun des deux pouvait prédire le type d'erreurs trouvées par Townsend. L'un était le modèle de Gibson et l'autre était une modification de ce modèle, proposée par Geyer et De Wald (1973). La modification la plus importante était la spécification du nombre de traits pour une lettre (comme deux lignes verticales pour la lettre *H*) plutôt qu'une simple liste de présence des traits.

Une comparaison des deux modèles a révélé que la série de traits suggérée par Geyer et De Wald était un meilleur prédicteur des erreurs de confusion commises par les adultes (Townsend, 1971) et par les enfants de 4 ans (Gibson et al., 1963). Les prédictions des deux modèles ont été améliorées lorsque les traits furent pondérés de façon optimale afin de tenir compte du fait que certains traits sont plus importants que d'autres pour expliquer les confusions. Puisque la distinction droite/courbe est particulièrement importante, elle devrait être plus soulignée que les autres.

1.2.2. Les traits distinctifs

Les enfants apprennent à identifier un objet parce qu'ils sont capables de repérer les différences entre cet objet et les autres. Par exemple, lorsque l'enfant est confronté pour la première fois aux lettres *E* et *F*, il peut ne pas savoir en quoi elles diffèrent. Apprendre à les discriminer nécessite qu'il découvre qu'une ligne horizontale est présente dans le bas de la lettre *E* mais pas dans la lettre *F*. La ligne horizontale du bas est un **trait distinctif** entre *E* et *F*, c'est-à-dire qu'elle nous permet de distinguer une forme d'une autre.

Se concentrer sur les traits distinctifs aide à distinguer les lettres et cela pourrait également aider à distinguer les visages. Pour tester cette hypothèse, Brennan (1985) a utilisé des **caricatures** générées par ordinateur, qui accentuent le caractère distinctif des traits. Par exemple, si quelqu'un avait de grandes oreilles et un petit nez, la caricature montrait des oreilles encore plus grandes et un nez encore plus petit que le visage de base. Lorsque l'on montrait à des étudiants des dessins de personnes qu'ils connaissaient, ils identifiaient plus vite les personnes qui étaient caricaturées que celles qui étaient représentées par un portrait fidèle (Rhodes, et al. 1987). Autrement dit, rendre des traits distinctifs encore plus distinctifs par le moyen de l'exagération facilitait la reconnaissance.

Trait distinctif

Trait présent dans une forme mais absent dans une autre et qui concourt à la distinction entre les deux.

Caricature

Exagération des traits caractéristiques afin de rendre la forme plus distinctive.



FOCUS SUR... L'APPRENTISSAGE À PARTIR DES TRAITS DISTINCTIFS

L'apprentissage fondé sur la perception peut être facilité par une procédure d'apprentissage qui met l'accent sur les traits distinctifs. Une méthode efficace pour insister sur un trait distinctif consiste à commencer par le colorer différemment du reste de la forme et à le ramener ensuite graduellement à sa couleur originale. Egeland (1975) a utilisé cette procédure pour enseigner à des enfants de prégardienne (maternelle) comment distinguer des paires de lettres facilement confondues *R-P*, *Y-V*, *G-C*, *Q-O*, *M-N* et *K-X*. Une lettre de chaque paire était présentée au sommet d'une carte et au-dessus de six autres lettres dont trois s'appariaient avec elle, tandis que les trois autres constituaient la seconde lettre de la paire. On demandait aux enfants de

choisir les lettres qui correspondaient exactement à la lettre du sommet. Un groupe d'enfants a bénéficié d'une procédure d'entraînement dans laquelle le trait distinctif de la lettre était mis en évidence par sa couleur rouge – par exemple, la ligne diagonale du *R* dans la paire à discriminer *R-P*. Pendant la session d'entraînement, le trait distinctif était graduellement ramené à la couleur noire du reste de la lettre. Un autre groupe d'enfants ne voyait que des lettres noires. On leur faisait savoir si leurs choix étaient corrects, mais on ne leur disait rien à propos des traits distinctifs. Les deux groupes ont passé deux tests – un test immédiatement après la session d'entraînement et un test une semaine plus tard. Le groupe « traits distinctifs » a commis significativement moins d'erreurs

aux deux tests, même lorsque les traits n'étaient pas mis en évidence lors du test. Les enfants de ce groupe se sont également moins trompés durant les sessions d'entraînement.

Accentuer les traits distinctifs a été doublement avantageux. D'abord, cela a permis aux enfants d'apprendre ces traits, de sorte qu'ils ont pu continuer à différencier les lettres lorsque ces traits n'étaient plus soulignés. Ensuite, cela leur a permis de connaître les traits sans commettre aucune erreur durant la session d'entraînement. Les échecs et les frustrations, dont beaucoup d'enfants font l'expérience au début de l'apprentissage de la lecture (lors de la discrimination des lettres), peuvent diminuer leur intérêt pour les apprentissages scolaires ultérieurs.

1.3. La combinaison de traits

Les caractéristiques saillantes sont centrales dans notre capacité à localiser un objet dans notre environnement. Si vous avez déjà attendu vos bagages à l'aéroport, vous avez peut-être remarqué que certaines personnes attachent à leurs valises des rubans de couleur pour les retrouver plus facilement car elles se distinguent des autres. Ce phénomène est une prédiction majeure de la théorie d'intégration des traits (Treisman & Gelade, 1980).

Selon cette théorie, toutes les caractéristiques visuelles (les traits) du champ visuel sont représentées simultanément et préattentivement. Il suffit donc de surveiller certains traits pertinents pour localiser un élément distinct. Treisman et Gelade (1980) ont découvert que le temps nécessaire pour trouver un objet cible qui diffère des autres objets sur un seul trait visuel était indépendant de la taille du dispositif visuel, ce qui indiquait que la recherche d'un seul trait pouvait se faire d'un coup sur l'ensemble du champ visuel. Cependant, quand au moins deux traits devaient être combinés pour trouver la cible, chaque objet du dispositif de recherche devait être examiné pour juger de la combinaison des traits, ce qui nécessite l'attention. Dans notre exemple de l'aéroport, si vous avez une valise noire classique, vous devrez ainsi examiner la taille, la forme, etc. de chaque valise noire.

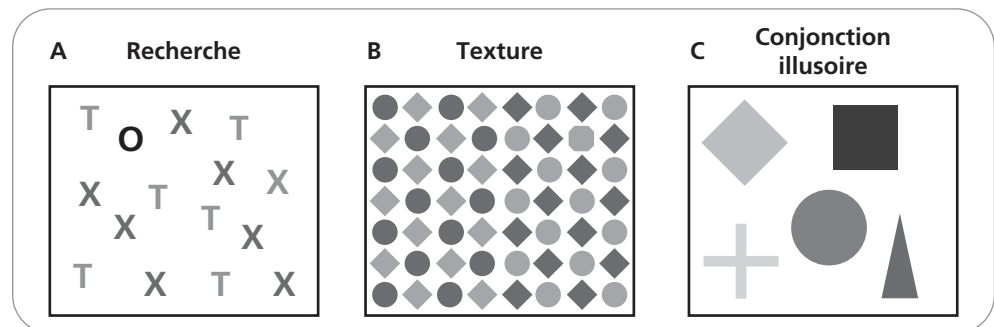
De nombreuses expériences de Treisman sur la théorie d'intégration des traits ont exploré la problématique de la combinaison de la couleur et de la forme, ces traits étant analysés par différentes parties du système visuel. La figure 2.3 présente différents types d'interaction entre couleur et forme (Wolfe, 2018). Dans le panneau A, il est plus facile de trouver le O noir, défini par son unique caractéristique foncée, que de trouver le X gris clair. Trouver ce X demande de rechercher la

combinaison de la couleur gris clair et de la forme *X* car le dispositif contient aussi des *T* gris clair et des *X* gris foncé. Treisman a découvert que si l'on cherche une lettre définie par une unique couleur ou forme, peu importe le nombre d'autres lettres dans le dispositif. Cette singularité fait ressortir (*pop out*) la lettre du reste du dispositif, c'est ce qu'il se passe pour le *O* noir. Cependant, ajouter plus de *T* et de *X* dans le dispositif ferait augmenter le temps de recherche du *X* gris clair car cela nécessite de contrôler les combinaisons de traits.

Le panneau B illustre une autre découverte prédite par l'implication de l'attention dans la théorie de l'intégration des traits. Il n'est pas immédiatement évident que la partie gauche du dispositif est différente de la partie droite car l'attention est nécessaire pour percevoir les combinaisons entre couleur et forme. Il y a un changement de couleur entre les cercles et les losanges, ce qui se remarque quand on porte son attention sur la combinaison entre les formes et les couleurs. Une autre implication importante de la théorie de Treisman est évoquée en tant que « conjonctions illusoires ». Après une présentation très rapide du panneau C, il est souvent rapporté des combinaisons incorrectes de formes et couleurs, par exemple il pourrait être rapporté avoir vu un carré gris clair. La théorie d'intégration des traits prévoit qu'il est nécessaire de faire appel à l'attention pour combiner des traits tels que la forme et la couleur. Ainsi, porter insuffisamment attention à la stimulation peut provoquer une combinaison incorrecte des traits.

FIGURE 2.3. Dispositifs visuels utilisés pour tester la théorie d'intégration des traits.

Source : "Ann Treisman (1935–2018)", J. M. Wolfe, 2019, *Current Biology*, 28, R329–R341 (2018).



1.4. Les théories structurelles

Les théories des traits se heurtent au fait que les descriptions de formes nécessitent souvent que nous précisions de quelle façon les traits sont regroupés. Prendre en compte la manière dont les traits sont assemblés est un des principes directeurs de la psychologie Gestaltiste. Les psychologues de la Gestalt considèrent qu'une forme est plus que la somme de ses parties. L'apport précis des relations entre les traits d'une forme a été initialement formalisé par des chercheurs travaillant dans le domaine de l'intelligence artificielle qui ont découvert que l'interprétation des formes dépend en général de l'idée que nous nous faisons de la façon dont leurs lignes se rejoignent (Clowes, 1969).

1.4.1. Description structurelle

Les **théories structurelles** reposent sur les théories des traits. Avant de pouvoir préciser les relations entre les traits, nous devons définir ces traits. Une théorie structurelle permet d'indiquer la façon dont les traits sont assemblés. Par exemple, la lettre *H* est constituée de deux lignes verticales et d'une ligne horizontale.

Théorie structurelle

Théorie qui spécifie de quelle manière les traits d'une forme sont reliés les uns aux autres.

Mais nous pourrions réaliser un grand nombre de formes différentes à partir de deux lignes verticales et une ligne horizontale. Ce qui est indispensable, c'est une spécification précise de la manière dont les lignes doivent être jointes – la lettre *H* est formée de deux lignes verticales connectées en leur milieu par une ligne horizontale.



FOCUS SUR... LA MÉTHODE DE BLUM

La figure 2.4 illustre des formes-squelettes (*skeleton shapes*) représentant des animaux différents, basées sur des descriptions structurales d'abord proposées par Blum (1973) afin de choisir parmi les formes biologiques. Wilder

et collaborateurs (2011) adoptèrent la méthode de Blum afin de faire des prédictions sur la manière dont les personnes classeraient ces formes dans des catégories comme *feuille* ou *animal*. La réussite de leurs prédictions soutient l'idée que

l'on utilise cette sorte de description dans la classification. Les formes-squelettes animales ont des membres dessinés avec des lignes plus ondulées que les feuilles, qui sont représentées par un plus petit nombre de lignes plus droites.

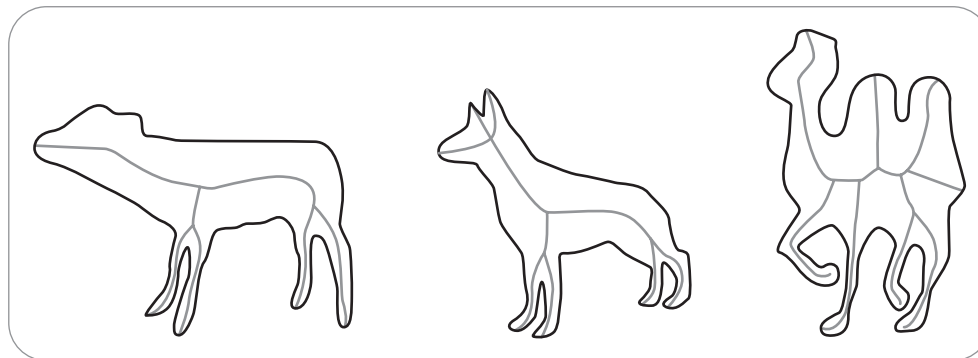


FIGURE 2.4. Exemples de formes de squelettes d'animaux.

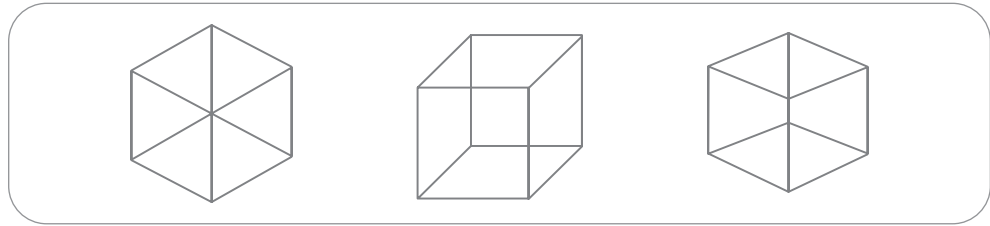
Source : "Superordinate shape classification using natural shape statistics", J. Wilder, J. Feldman, J., & M. Singh, 2011, *Cognition*, 119, 325–340.

Passer d'un monde bidimensionnel de symboles, tels que des lettres et des nombres, à un monde tridimensionnel d'objets, génère de nouveaux défis pour identifier et décrire la relation entre les traits. La figure 2.5 illustre un problème d'identification de traits dû à la difficulté relative de percevoir les trois formes comme des cubes (Kopfermann, 1930). La forme de gauche est la plus difficile à percevoir comme un cube et celle du milieu la plus facile. Avant de lire ce qui suit, essayez d'en deviner la raison (indice : pensez à la difficulté à identifier les traits pour chacun des trois exemples).

Le livre d'Hoffman (1998) à propos de l'intelligence visuelle avance que nous obéissons à des règles lorsque nous créons des descriptions de formes. La première des nombreuses règles décrites dans ce livre est de toujours interpréter une ligne droite dans une image comme une ligne droite dans un espace tridimensionnel. C'est pourquoi, dans la figure 2.5, nous percevons la longue ligne verticale au centre de la forme de droite comme une seule ligne. Cependant, il est nécessaire de diviser cette ligne en deux lignes distinctes pour obtenir un cube parce que les lignes forment différentes arêtes du cube. Il est particulièrement difficile de voir la figure de gauche comme un cube parce que nous devons en outre diviser les deux longues lignes diagonales en deux lignes plus courtes, de façon à ne pas percevoir une forme plate.

FIGURE 2.5. Percevoir des cubes.

Source : *Visual Intelligence*, D. D. Hoffman, 1998, New York: Norton.



La forme du milieu est facilement identifiable en tant que cube et vous avez peut-être reconnu le fameux cube de Necker. Le cube de Necker est bien connu parce que la perception des surfaces frontale et arrière du cube (l'orientation du cube) change en fonction de la façon dont on les regarde (Long & Toppino, 2004). Encore un exemple d'une description structurelle qui peut changer, alors que les traits ne changent pas !

1.4.2. Le modèle des composants de Biederman

Les descriptions des objets tridimensionnels seraient assez compliquées si nous devions en relever chacune des lignes et des courbes. Par exemple, les cubes de la figure 2.5 consistent chacun en 12 lignes (que vous trouverez peut-être plus faciles à compter dans les cubes de droite et de gauche que dans le cube de Necker, après avoir divisé les lignes). Il serait plus aisé de décrire les objets tridimensionnels en termes de volumes simples tels que cubes, cylindres, côtes et cônes, que de décrire tous les traits de ces volumes.

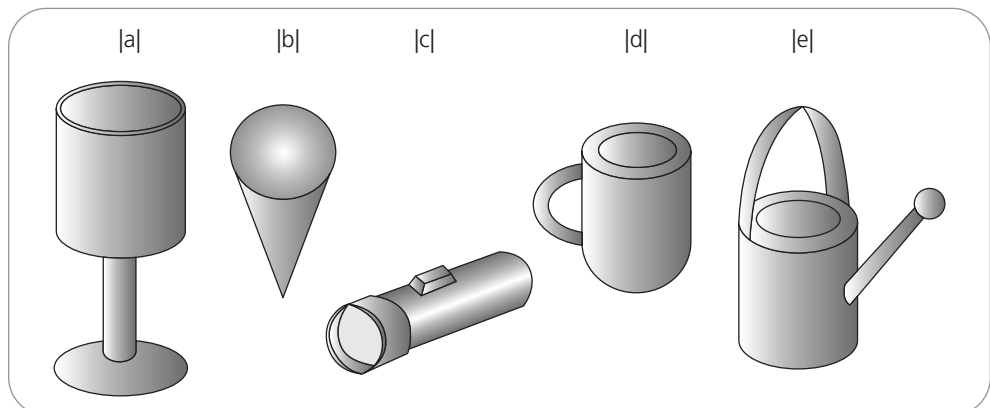
Pouvoir former un grand nombre d'arrangements à partir d'un petit nombre de composants est avantageux car nous n'avons alors besoin que d'un nombre relativement réduit de composants pour décrire les objets. Biederman (1985) a proposé que seules approximativement 35 formes élémentaires (qu'il a baptisés **géons**) nous sont nécessaires pour décrire les objets du monde. Certains objets contiennent les mêmes géons, mais les géons sont arrangés différemment. La tasse (d) de la figure 2.6 deviendrait un seau si la poignée était placée sur le dessus plutôt que sur le côté du récipient. Ajoutez deux géons additionnels, et le seau devient un arrosoir (e).

Géons

Différentes formes tridimensionnelles qui se combinent pour réaliser des objets tridimensionnels.

FIGURE 2.6. Les mêmes composants arrangés différemment peuvent produire des objets différents.

Source : Schwartz, *Sensation and Perception 2^e* : Figure 5.25



Les recherches de Biederman et collaborateurs (2009) établissent qu'il est plus facile de faire la différence entre deux géons qu'entre deux variations d'un même

géon. Par exemple, des étudiants américains différenciaient plus facilement les objets du milieu de la figure 2.7 de l'objet à leur gauche (un géon différent avec des côtés droits) que de l'objet à leur droite (une variation accentuée du même géon).

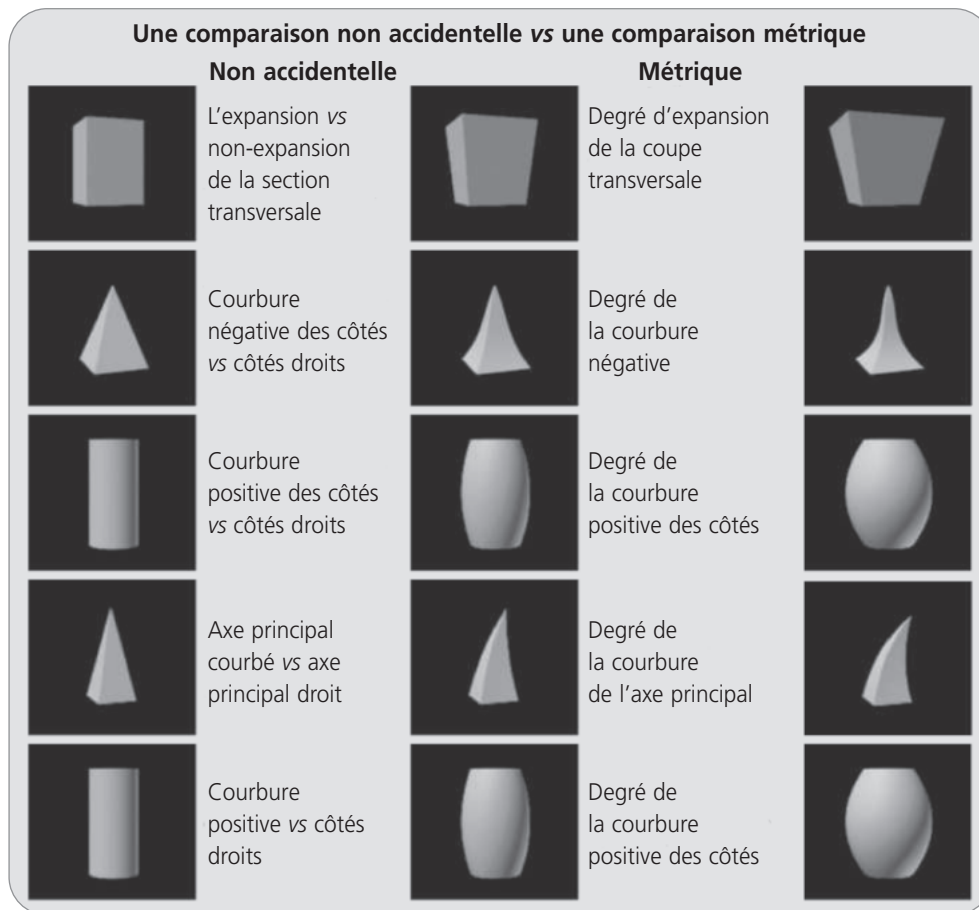


FIGURE 2.7. Différencier des géons différents (au milieu et à gauche) est plus facile que de différencier des variations d'un même géon (au milieu et à droite).

Source : "Representation of shape in individuals from a culture with minimal exposure to regular, simple artifacts", I. Biederman, X. Yue, & J. Davidoff, 2009, *Psychological Science*, 20, 1437–1442.

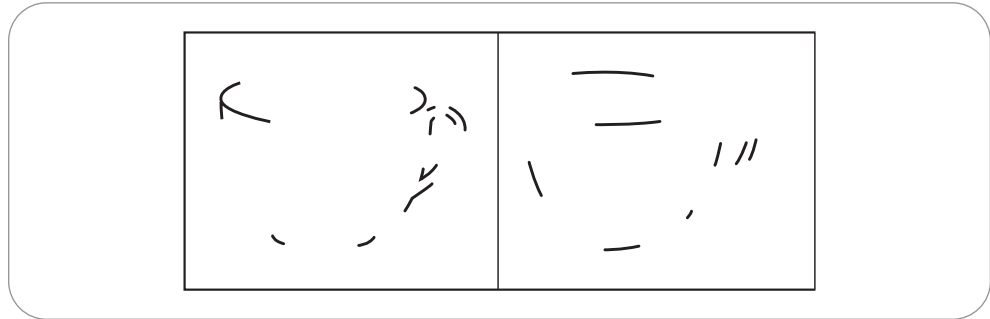
Ces résultats soulèvent la question des différences culturelles relatives à la capacité de distinguer un géon d'un autre. Distinguer une ligne courbe d'une ligne droite est un aspect fondamental de la culture occidentale, ainsi que nous l'avons déjà vu pour la différence entre les lettres de l'alphabet. En revanche, il y a un moindre besoin de pouvoir distinguer entre les lignes et les courbes de la part des Himbas, un peuple semi-nomade vivant dans les régions reculées de Namibie. En outre, les Himbas voient plus facilement la différence entre les géons (les deux objets à gauche) qu'entre des variations du même géon (les deux objets à droite).

Si la reconnaissance des formes consiste principalement en la description des relations entre un ensemble limité de composantes, il s'ensuit que la suppression de ces informations devrait réduire la capacité à reconnaître des formes. Afin de tester cette hypothèse, Biederman a retiré 65 % du contour d'objets comme les deux tasses de la figure 2.8. Pour la tasse de gauche, les contours au milieu des segments ont été supprimés, permettant aux observateurs de voir la relation entre les segments. Pour la tasse de droite, les contours ont été supprimés aux angles afin de rendre difficile la perception de la relation entre les segments. Lorsque le dessin des objets était présenté pendant 100 msec, les participants ont reconnu

70 % des objets si les parties supprimées étaient au milieu des segments. Si les parties supprimées étaient aux angles, les participants reconnaissaient moins de 50 % des objets (Biederman, 1985). Ainsi, la destruction des informations relationnelles réduit la capacité à reconnaître un objet.

FIGURE 2.8. Illustration de la suppression de 65 % du contour, focalisée soit sur les segments centraux (objet de gauche), soit sur les angles (objet de droite).

Source : "Human image understanding: Recent research and a theory", I. Biederman, 1985, *Computer Vision, Graphics, and Image Processing*, 32, 29–73.



En conclusion, les théories structurelles poussent plus loin les théories des traits, en spécifiant comment les traits sont reliés. Sutherland (1968) fut l'un des premiers à soutenir que si nous voulons rendre compte de notre capacité véritablement impressionnante à reconnaître des objets, nous aurons besoin du puissant langage descriptif de la théorie structurelle. Les expériences présentées dans cette section démontrent que Sutherland avait raison. Voyons maintenant comment la reconnaissance de formes se déroule dans le temps.

2. Les étapes du traitement de l'information

2.1. La technique du rapport partiel

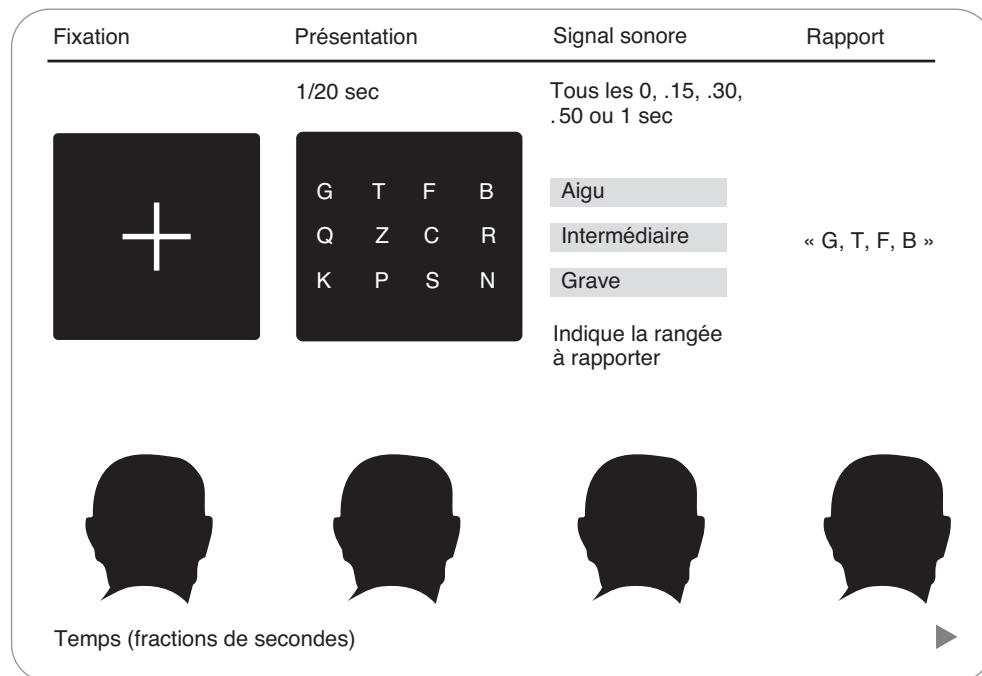
Pour vraiment comprendre la façon dont nous exécutons une tâche de reconnaissance de formes, il nous faut identifier ce qui a lieu lors de chacune des étapes du traitement de l'information (reconnaissance de formes, attention, mémoire de travail) abordées dans le chapitre 1. On doit à George Sperling (1960) la première construction d'un modèle de traitement de l'information pour une tâche de reconnaissance visuelle. Nous nous attardons sur les détails de cette expérience et de la théorie sous-jacente car c'est un excellent exemple de comment la perspective du traitement de l'information a contribué à l'émergence de nos connaissances en psychologie cognitive.

Les participants de l'expérience de Sperling voyaient des groupes de lettres présentées brièvement (habituellement, durant 50 msec) par un tachistoscope et on leur demandait de rapporter toutes les lettres dont ils pouvaient se rappeler. Les réponses étaient très précises lorsque le nombre de lettres était inférieur à 5. Mais lorsque ce nombre augmentait, les sujets ne rapportaient correctement jamais plus qu'une moyenne de 4,5 lettres, quel que soit le nombre de lettres présentées.

Un problème général dans l'élaboration d'un modèle de traitement de l'information est l'identification de la cause de la limitation d'une performance. Sperling cherchait à mesurer le nombre de lettres qui peuvent être reconnues à l'occasion d'une brève exposition, mais il était conscient que la limite supérieure de 4,5 pouvait être due à une incapacité à se remémorer davantage. En d'autres mots, il se

pouvait que les participants aient reconnu la plupart des lettres mais qu'ils en aient oublié certaines avant de pouvoir rapporter ce qu'ils avaient vu. Pour cette raison, Sperling a changé sa procédure de **rapport intégral** (rapporter toutes les lettres) en une procédure de **rapport partiel** (rapporter seulement quelques lettres).

La présentation la plus typique comprenait trois rangées de quatre lettres chacune. Les participants ne pouvaient être capables de rappeler les 12 lettres, mais ils devaient être à même d'en rappeler quatre. La procédure du rappel partiel requiert que les participants ne rapportent qu'une seule rangée. La hauteur d'un signal sonore indiquait laquelle des trois rangées rapporter : la tonalité aiguë pour la rangée supérieure, la tonalité intermédiaire pour la rangée du milieu et la tonalité grave pour la rangée inférieure. Le signal avait lieu juste après la disparition des lettres afin que les sujets prêtent attention aux trois rangées et non simplement à l'une d'entre elles (figure 2.9). L'utilisation de la technique du rapport partiel est basée sur l'hypothèse selon laquelle le nombre de lettres rapportées dans une rangée indiquée est égal au nombre moyen de lettres perçues dans chacune des rangées puisque les sujets ne pouvaient pas anticiper quelle rangée regarder. Les résultats de cette procédure ont montré que les sujets pouvaient rapporter correctement trois des quatre lettres d'une rangée, ce qui implique qu'ils en ont reconnu 9 dans la présentation.



Procédure de rapport intégral

Tâche qui requiert que des observateurs rapportent tout ce qu'ils voient lors d'une présentation d'items.

Procédure de rapport partiel

Tâche dans laquelle il est demandé aux observateurs de ne rapporter, parmi un ensemble d'items, que certains d'entre eux.

FIGURE 2.9. L'étude de la mémoire sensorielle par Sperling (1960). Après que les sujets ont fixé la croix, les lettres apparaissent sur l'écran le temps nécessaire à la création d'une image rémanente. Des signaux sonores aigus, intermédiaires ou graves signalaient quelle était la rangée de lettres à rapporter.

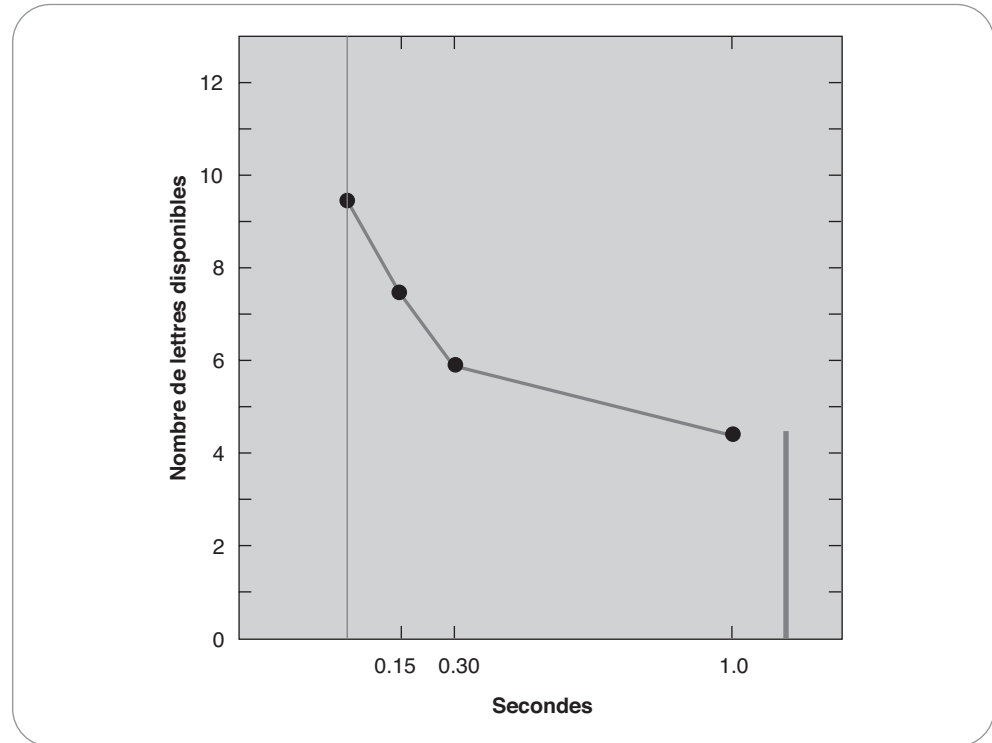
Source : "The information available in brief visual presentations", G. Sperling, 1960, *Psychological Monographs*, 74 (11, Whole No. 498).

Il arrive bien souvent que ce dont on se rappelle le mieux du travail d'un scientifique ne soit pas ce qu'il avait l'intention d'étudier. Bien que Sperling ait conçu la technique du rapport partiel pour réduire les exigences à l'égard de la mémoire dans son expérience et pour obtenir une mesure « pure » de la perception, son travail est surtout connu pour la découverte de l'importance du registre sensoriel visuel. Comment cela s'est-il produit ? L'estimation que les sujets avaient perçu 9 lettres a été obtenue dans le cas où le signal sonore suivait immédiatement la fin de la présentation (50 msec). Les sujets pouvaient alors rapporter environ trois quarts des lettres

et les trois quarts de douze font 9. Mais lorsque le signal sonore survenait jusqu'à une seconde après la présentation, la performance chutait à 4,5 lettres seulement. C'est-à-dire qu'il y avait une perte progressive de neuf lettres à 4,5 lettres à mesure que le délai du signal sonore augmentait de 0 à une seconde (figure 2.10).

FIGURE 2.10. Rappel en fonction du délai d'apparition d'un signal sonore.

Source : "The information available in brief visual presentations", G. Sperling, 1960, *Psychological Monographs*, 74 (11, Whole No. 498).



Ce qu'il y a de plus intéressant à propos du nombre 4,5, c'est qu'il est exactement égal à la limite supérieure de la performance pour le rapport intégral, représentée par la barre verticale grise dans la figure 2.10. La procédure de rapport partiel n'offre aucun avantage sur la procédure de rapport intégral si le signal sonore se produit après une seconde ou plus. Pour expliquer ce déclin progressif de la performance, Sperling a proposé que les sujets utilisent un registre sensoriel visuel pour reconnaître les lettres de la rangée indiquée. Lorsqu'ils entendaient le signal sonore, ils faisaient sélectivement attention, dans le registre, à la rangée indiquée et essayaient d'identifier les lettres de cette rangée. Le succès dû au signal sonore dépendait de la clarté des informations dans leur registre sensoriel. Lorsque le signal sonore retentissait immédiatement après la fin du stimulus, les informations étaient suffisamment claires pour que des lettres supplémentaires soient reconnues dans la rangée indiquée. Mais à mesure que la clarté de l'image sensorielle diminuait, il devenait de plus en plus difficile de reconnaître des lettres supplémentaires. Lorsque le signal survenait après une seconde, les sujets ne pouvaient plus du tout utiliser le registre sensoriel pour se focaliser sur la rangée indiquée, de sorte que la performance était déterminée par le nombre de lettres qu'ils avaient reconnues dans l'ensemble de la présentation pour cette rangée. Pour cette raison, leur performance était équivalente à celle de la procédure de rapport intégral, dans laquelle ils faisaient attention à l'ensemble de la présentation.

En 1963, Sperling a proposé un modèle de traitement de l'information pour la performance lors de sa tâche de rapport visuel. Le modèle consistait en un

registre d'information visuel, un balayage visuel, un phénomène de répétition et un registre d'information auditif. Le **registre d'information visuel** (RIV) est un registre sensoriel qui conserve l'information pendant un bref moment, variant d'une fraction de seconde à une seconde. La vitesse de dégradation dépend de facteurs comme l'intensité, le contraste et la durée du stimulus, et également du fait que l'exposition au stimulus est suivie ou non par une seconde exposition. Le masquage visuel a lieu lorsqu'une seconde exposition, qui consiste en un champ vivement éclairé ou en une série de formes différentes, réduit l'efficacité du RIV.

Pour que la reconnaissance de formes ait lieu, l'information contenue dans le registre sensoriel doit être parcourue. Sperling a d'abord considéré que ce balayage avait lieu item par item, comme si nous regardions à travers un trou pratiqué dans un morceau de carton, tout juste assez large pour nous laisser voir une lettre. Les deux autres composants du modèle étaient la **répétition** (se dire la lettre à soi-même) et un registre d'**information auditif** (se rappeler le nom des lettres). Les participants expliquaient en général que, pour se souvenir des items jusqu'au moment du rappel, ils se les répétaient. Une preuve supplémentaire de la répétition verbale a été trouvée dans des erreurs de rappel dues à des confusions auditives – autrement dit, une production de lettre dont la prononciation est proche de celle de la lettre exacte. L'avantage du registre auditif est que cette vocalisation interne des lettres les maintient actives dans la mémoire. Le registre auditif de Sperling fait partie de la mémoire à court terme (MCT), un sujet que nous aborderons plus loin dans cet ouvrage.

Sperling a révisé son modèle initial en 1967. À cette époque, des preuves ont commencé à s'accumuler, suggérant que les formes n'étaient pas parcourues une à une, mais étaient analysées simultanément. Cette distinction entre la réalisation d'une seule opération cognitive à la fois (**traitement sériel**) et la réalisation de plusieurs opérations cognitives à la fois (**traitement parallèle**) est fondamentale en psychologie cognitive. Pour cette raison, Sperling a modifié son idée du **composant de balayage visuel** de façon à ce que la reconnaissance de formes se produise simultanément dans toute la présentation, bien que la vitesse de reconnaissance à un endroit précis dépende de l'endroit où le sujet focalise son attention.

Le modèle de Sperling était un des premiers modèles qui tentaient de montrer comment plusieurs étapes (registre sensoriel, reconnaissance de formes et MCT) se combinent pour influencer la performance dans une tâche de traitement visuel. Cela a contribué à la construction de modèles basés sur le traitement de l'information et a mené au développement ultérieur de modèles plus détaillés de la façon dont nous reconnaissons les lettres dans une présentation visuelle.

3. La reconnaissance de mots

3.1. L'effet de supériorité du mot

Dans les années 1970, la recherche sur la reconnaissance de formes a, en grande partie, délaissé la question de savoir comment nous reconnaissons des lettres isolées pour s'intéresser à la façon dont nous reconnaissons les lettres dans les mots. Cette recherche a été stimulée par une découverte baptisée **effet de supériorité du mot**. Dans sa thèse soutenue à la University of Michigan, Reicher (1969) a

Répétition

Répéter l'information verbale pour la maintenir active dans la MCT ou pour la transférer dans la MLT.

Registre d'information auditif

Dans le modèle de Sperling, ce registre maintient l'information verbale dans la MCT au moyen de la répétition.

Registre d'information visuel (RIV)

Registre sensoriel qui maintient l'information visuelle durant environ un quart de seconde.

Traitement sériel

Exécuter une opération à la fois, comme prononcer un mot à la fois.

Traitement parallèle

Exécuter plus d'une opération à la fois, comme regarder une œuvre d'art et tenir une conversation.

Composant de balayage visuel

Dans le modèle de Sperling, le composant de l'attention qui détermine ce qui est reconnu dans le registre visuel.

Effet de supériorité du mot

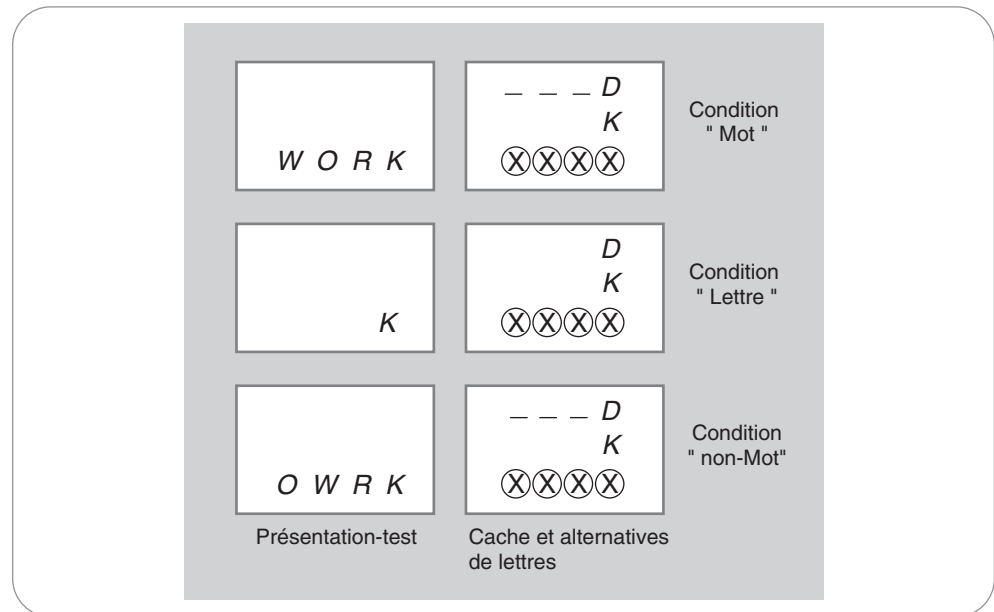
La découverte que la précision avec laquelle une lettre est reconnue est meilleure lorsque la lettre fait partie d'un mot que lorsqu'elle apparaît seule ou dans un non-mot.

étudié la possibilité d'inclure le composant de balayage visuel dans le modèle que Sperling a élaboré en 1967. Si une personne essaie de reconnaître simultanément toutes les lettres présentées, peut-elle reconnaître une unité de quatre lettres dans le même laps de temps que celui qu'il lui faut pour en reconnaître une seule?

Pour répondre à cette question, Reicher a mis au point une expérience dans laquelle les participants voyaient une seule lettre, un mot de quatre lettres ou un non-mot de quatre lettres. La tâche consistait toujours à identifier une seule lettre en choisissant parmi deux alternatives. La présentation du stimulus était immédiatement suivie par un cache visuel comprenant les deux réponses alternatives, situées immédiatement au-dessus de la lettre en question. Par exemple, une série de stimulus était le mot *WORK*, la lettre *K* et le non-mot *OWRK*. Ici, les deux alternatives étaient les lettres *D* et *K*, présentées au-dessus de la lettre critique *K* (figure 2.11). Les participants indiquaient la lettre qui, selon eux, occupait cette place, un *D* ou un *K*.

FIGURE 2.11. Exemple des trois conditions expérimentales de l'expérience de Reicher (1969). Le cache et les alternatives de réponse suivaient la position-test. La tâche consistait à décider laquelle des deux alternatives était apparue à cette position.

Source : "Perceptual recognition as a function of meaningfulness of stimulus material", G. M. Reicher, 1969, *Journal of Experimental Psychology*, 81, 275-280.



Cet exemple illustre plusieurs caractéristiques du dispositif de Reicher. Premièrement, le mot de quatre lettres est composé des mêmes lettres que le non-mot de quatre lettres. Deuxièmement, la place de la lettre critique est la même dans le mot et dans le non-mot. Troisièmement, les deux alternatives de réponse forment un mot (WORD ou WORK) dans la condition « mot » et un non-mot dans la condition « non-mot ». Quatrièmement, l'effort de mémoire est minime parce que les sujets n'identifient qu'une seule lettre, même lorsque quatre lettres sont présentées.

Les résultats ont montré que, lorsque la lettre critique faisait partie d'un mot, les participants étaient significativement plus précis dans leur identification que lorsque la lettre critique faisait partie d'un non-mot ou qu'elle était présentée seule (l'effet de supériorité du mot). Huit des neuf participants ont obtenu de meilleurs résultats avec des mots isolés qu'avec des lettres isolées. L'unique participant qui soit allé à l'encontre de cette tendance était le seul qui avait dit avoir vu les mots comme quatre lettres séparées qu'il assemblait ensuite en mot; les autres

participants disaient avoir vu les mots en tant que tels et non comme quatre lettres formant ensuite un mot.

L'effet de supériorité du mot est un autre exemple du traitement descendant (*top-down*). Il montre comment nos connaissances des mots nous aide à mieux reconnaître les lettres qui composent les mots. Le traitement descendant, partant de la connaissance stockée dans la MLT, peut concourir de diverses manières à la reconnaissance de formes. Ce traitement nous aide également à reconnaître les mots dans les phrases, car une phrase contraint quels mots peuvent y faire sens.

3.2. Un modèle de l'effet de supériorité du mot

L'un des défis majeurs pour les psychologues étudiant la reconnaissance de mots a été d'expliquer les raisons de l'effet de supériorité du mot (Pollatsek & Rayner, 1989). Un modèle particulièrement influent, **le modèle à activation interactive** proposé par McClelland et Rumelhart (1981), contient plusieurs hypothèses de base reposant sur celles du modèle préalable de reconnaissance de lettres de Rumelhart. La première hypothèse est que la perception visuelle implique un traitement parallèle. Ce traitement se fait selon deux sens différents. Le traitement visuel est spatialement parallèle, les quatre lettres d'un mot étant traitées simultanément. Cette hypothèse est en accord avec le balayage visuel en parallèle de Sperling et avec le modèle de Rumelhart à propos de la façon dont les participants tentent de reconnaître des lettres dans une présentation.

Le traitement visuel est également parallèle au sens où la reconnaissance a lieu en même temps dans trois niveaux d'abstraction différents. Ces trois niveaux – le niveau « Trait », le niveau « Lettre » et le niveau « Mot » – sont présentés à la figure 2.12. Une hypothèse clef du modèle à activation interactive est que les trois niveaux interagissent pour déterminer ce que nous percevons. La connaissance des mots d'une langue interagit avec les informations entrantes relatives aux traits pour fournir des indices au sujet des lettres qui composent le mot. Ceci est illustré, à la figure 2.12, par les flèches qui montrent que le niveau « Lettre » reçoit des informations du niveau « Trait » et du niveau « Mot ».

Il existe deux types de connexions entre les niveaux : les **connexions excitatrices** et les **connexions inhibitrices**. Les connexions excitatrices fournissent des indices positifs et les connexions inhibitrices des indices négatifs sur l'identité d'une lettre ou d'un mot. Par exemple, une ligne diagonale apporte un indice positif pour la lettre *K* (et toutes les autres lettres qui contiennent cette ligne) et un indice négatif pour la lettre *D* (et toutes les autres lettres qui ne contiennent pas de diagonale). Les connexions excitatrices et inhibitrices sont également présentes entre le niveau « Lettre » et le niveau « Mot », selon que la lettre est correctement placée dans le mot dont elle fait partie. Reconnaître que la première lettre d'un mot est un *W* accroît le niveau d'activation de tous les mots commençant par un *W* et diminue le niveau d'activation de tous les autres.

Modèle à activation interactive

Théorie qui propose que la connaissance des traits et celle des mots se combinent pour fournir des informations sur l'identité des lettres d'un mot.

Connexion excitatrice

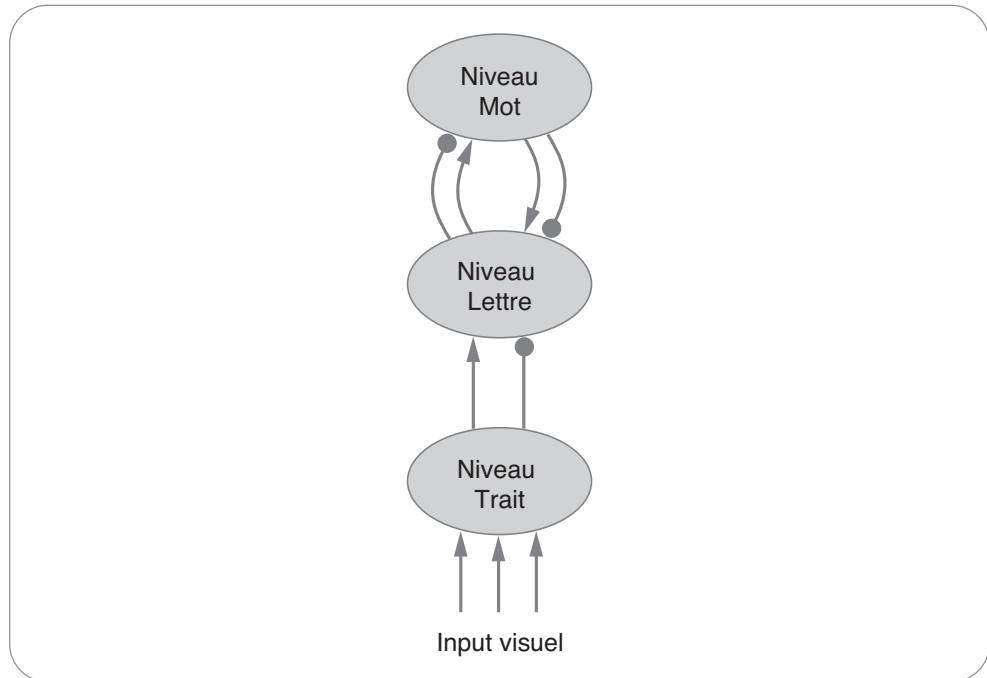
Réaction à un indice positif pour un concept, comme lorsqu'une ligne verticale renforce la possibilité qu'une lettre soit un *K*.

Connexion inhibitrice

Réaction à un indice négatif pour un concept, comme lorsque la présence d'une ligne verticale fournit un témoignage négatif pour la lettre *C*.

FIGURE 2.12. Les trois niveaux du modèle à activation interactive. Les flèches indiquent les connexions excitatrices et les cercles indiquent les connexions inhibitrices.

Source : "An interactive-activation model of context effects in letter perception: Part 1. An account of basic findings", J. L. McClelland, & D. E. Rumelhart, 1981, *Psychological Review*, 88, 375–407.



Traitement parallèle distribué

Lorsque l'information est recueillie simultanément à partir de différentes sources et combinée en vue d'une décision.

Modèle de réseau neuronal

Théorie qui se sert du réseau neuronal comme métaphore et dans laquelle les concepts (les nœuds) sont reliés les uns aux autres par des connexions excitatrices et inhibitrices.

Nœuds

Format des concepts dans un réseau.

Règle d'activation

Règle qui détermine comment les connexions excitatrices et inhibitrices se combinent pour déterminer l'activation totale d'un concept.

Le modèle à activation interactive fut le premier pas de McClelland et Rumelhart dans leur mise au point de modèles de réseau neuronal de la cognition. Ils qualifient ceux-ci de modèles de traitement parallèle distribué parce que l'information y est évaluée en parallèle et distribuée dans tout le réseau. Un modèle de réseau neuronal est constitué de plusieurs composants (Rumelhart, Hinton & McClelland, 1986), dont quelques-uns ont déjà été examinés dans le modèle à activation interactive. Ils comprennent les éléments suivants :

1. Une série d'unités de traitement appelées nœuds. Dans le modèle à activation interactive, ces nœuds sont des traits, des lettres et des mots. Ils peuvent connaître différents niveaux d'activation.
2. Un patron de connexions entre les nœuds. Les nœuds sont reliés les uns aux autres par des connexions excitatrices ou inhibitrices dont la force varie.
3. Des règles d'activation pour les nœuds. Les règles d'activation spécifient la façon dont un nœud combine ses inputs excitateurs et inhibiteurs avec son état d'activation du moment.
4. Un état d'activation. Les nœuds peuvent être activés à des degrés divers. Nous prenons connaissance des nœuds lorsqu'ils sont activés au-dessus du seuil de conscience. Par exemple, nous sommes avertis de la présence de la lettre *K* dans le mot *WORK* lorsque cette lettre reçoit suffisamment d'excitation des niveaux « Trait » et « Lettre ».
5. Les fonctions d'output des nœuds. Ces fonctions établissent un lien entre les niveaux d'activation et les outputs – par exemple, elles déterminent le degré d'activation qui permettra d'atteindre le seuil de conscience.
6. Une règle d'apprentissage. Généralement, l'apprentissage repose sur un changement de poids des connexions excitatrices et inhibitrices entre les

nœuds; le rôle des règles d'apprentissage est de spécifier comment doit s'opérer ce changement.

Le dernier composant, l'apprentissage, est l'une des caractéristiques les plus importantes d'un modèle de réseau neuronal parce qu'il permet au réseau d'améliorer ses performances. Un exemple serait un modèle de réseau neuronal apprenant à mieux discriminer les lettres, en augmentant le poids des traits distinctifs, ceux-là mêmes qui aident le plus la discrimination.



FOCUS SUR... L'APPROCHE DU RÉSEAU NEURONAL

En 1992, l'approche du réseau neuronal a mené à des milliers de recherches et à une industrie qui dépense annuellement des centaines de millions de dollars (Schneider & Graham, 1992). Plusieurs raisons rendent compte de cet engouement. Tout d'abord, un grand nombre de psychologues estiment que cette modélisation dépeint plus fidèlement le

fonctionnement du cerveau que ne le font d'autres modèles du comportement, plus séquentiels. Ensuite, un réseau qui régule le poids des inhibitions et des excitations entre des nœuds est capable d'apprentissage, et pourrait bien révéler la manière dont nous apprenons. Enfin, ces modèles permettent un autre type de calcul dans lequel beaucoup de contraintes faibles

(telles que les informations provenant à la fois du niveau «Trait» et du niveau «Mot») peuvent être prises en compte simultanément. Le développement des modèles de réseaux de neurones a abouti à l'une des méthodes d'apprentissage d'intelligence artificielle les plus puissantes, comme démontré par leur utilisation pour reconnaître les scènes visuelles.

4. La reconnaissance de scène

La reconnaissance de mot diffère de la reconnaissance de lettre car les mots sont composés de l'interaction de lettres. De façon similaire, la reconnaissance de scène visuelle diffère de la reconnaissance d'objet en ceci que les scènes sont composées de l'interaction d'objets qui sont généralement arrangés dans une organisation spatiale qui fait sens. La reconnaissance d'objets dans une scène est souvent motivée par une tâche à accomplir, comme expliqué dans la prochaine section.

4.1. La compréhension de scène motivée par un objectif

Malgré le fait que notre environnement physique est généralement stable, nos objectifs peuvent changer et déterminent comment nous interagissons avec notre environnement. Nous identifions quatre objectifs pour la compréhension d'une scène visuelle, basés sur la reconnaissance, la recherche visuelle, la navigation et l'action. La reconnaissance détermine si une scène appartient à une certaine catégorie (une plage) ou représente un endroit particulier (mon salon). La recherche visuelle implique la localisation d'objets spécifiques à l'intérieur de la scène, comme le sable, un pont, ou une lampe. La navigation détermine s'il est possible d'atteindre un endroit spécifique de la scène, comme traverser un cours d'eau. L'action regroupe un grand nombre d'activités, comme se baigner, randonner, ou regarder la télévision.

On pourrait se poser des questions pour chaque scène (Malcolm et al., 2016). La première question «Quel est cet endroit?» nécessite de la reconnaissance de scène. Tout commence avec le *gist* (l'essentiel) – l'information perceptive et sémantique acquise en un regard. Le *gist* peut inclure une compréhension

conceptuelle (une fête), l'organisation spatiale de l'environnement, et quelques objets. Il dépend de la familiarité des représentations stockées, comme les meubles que l'on peut trouver dans un salon. Les scènes non familières nécessitent plus de temps de traitement qu'un simple regard pour obtenir une compréhension de scène.

La deuxième question « Où est X ? » nécessite une recherche visuelle qui implique des mouvements oculaires plutôt qu'un simple regard. Les fixations des yeux se posent sur des objets spécifiques plutôt que sur l'environnement général. Ces mouvements oculaires sont également nécessaires pour répondre à la troisième question « Comment aller du point A au point B ? ». Pour répondre à cette question, il est nécessaire d'identifier les chemins et obstacles potentiels qui pourraient bloquer la navigation, comme des objets en mouvement. La dernière question « Que puis-je faire ici? » correspond à l'action, le sujet du chapitre 6.

À chaque scène correspondent des caractéristiques nécessaires à l'atteinte des objectifs. Les caractéristiques de bas niveau, comme les bords, établissent l'identité des objets. Les objets déterminent les catégories sémantiques et les actions qui peuvent être menées dans ces environnements.

4.2. Les réseaux neuronaux profonds

Les modèles de réseaux neuronaux et les modèles connexionnistes qui étaient fondés sur les réseaux neuronaux profonds ont continué à être développés depuis les années 1980 par les informaticiens, ce qui a conduit au grand succès de l'intelligence artificielle (Sejnowski, 2018). Les réseaux neuronaux profonds utilisent le même principe que les réseaux plus simples, mais avec de multiples couches de connexions en plus pour calibrer précisément les poids de milliers de connexions.

Les réseaux de neurones profonds sont d'application dans la reconnaissance d'image. L'entrée commence en traitant les pixels de l'image, la sortie peut classer l'image parmi 1000 choix possibles. Entre l'entrée et la sortie existent de nombreuses couches cachées, dans lesquelles chaque couche reçoit des informations d'un nombre restreint d'unités de la couche précédente, de façon à établir une connectivité plus globale. Les couches sont cachées car, en contraste aux trois couches de la figure 2.12, leur fonction peut être difficile à interpréter.

Les auteurs de cet article, Robert Jacobs et Christopher Bates, du département *Brain and Cognitive Sciences* de l'université de Rochester, ont fait une revue des preuves qui montrent que les personnes sont toujours meilleures que les machines pour reconnaître les images dans des conditions difficiles. Les auteurs ont listé plusieurs raisons pour lesquelles notre perception est la meilleure. Nous apprenons à reconnaître les objets dans des environnements perceptuels riches, dynamiques et interactifs, alors que les réseaux sont entraînés sur des images statiques. Nous avons l'avantage des attributs à trois dimensions alors que les réseaux sont plus limités à deux dimensions. Cependant, un désavantage pour les humains est la limite de nos capacités perceptives car nous ne pouvons pas percevoir et nous représenter tous les aspects d'une scène visuelle. Cette limite peut toutefois être occasionnellement une qualité lorsque nous apprenons à nous focaliser sur des caractéristiques plus discriminantes.

Réseaux neuronaux profonds

Réseaux capables d'apprentissage par l'ajustement de milliers de connexions au sein de couches multiples.



FOCUS SUR... L'UTILISATION DES DRONES

L'intelligence artificielle continue de progresser et l'utilisation des drones illustre bien comment la reconnaissance de forme peut être une compétence partagée par les humains et les machines (Morris & Chakrabarty, 2019). Les drones sont limités à une petite capacité de charge et de traitement numérique à bord, ainsi certains traitements numériques sont relégués à un ordinateur au sol. La collaboration entre l'équipement et l'opérateur nécessite de la détection, de la planification et de la communication, basée sur l'interface humain-machine.

L'institution californienne *Ames Research center* a mis en place un programme de recherche et de suivi dans lequel une personne opératrice réalise une recherche de cible et passe en mode suivi lorsque la cible est trouvée. La cible pourrait, à un certain moment, faire une manœuvre d'évasion qui nécessite que l'opérateur revienne au mode recherche. Une composante clef de cette interaction est les limites des décisions prises par l'humain ou la machine. Par exemple, les humains aux commandes peuvent contrôler les étapes de recherche et permettre

au drone de s'occuper de l'étape de suivi. Bien que Morris et Chakrabarty (2019) se focalisent sur la recherche et le suivi, ils soutiennent que de nombreux principes de design s'appliquent à l'intégration de la prise de décision humaine avec différents types de machines. Par rapport à l'utilisation de l'intelligence artificielle discutée dans le chapitre 1, il est important d'avoir une position éthique quant à la question de déterminer qui devrait être suivi par ces programmes.

5. Les applications

5.1. Les voies neuronales

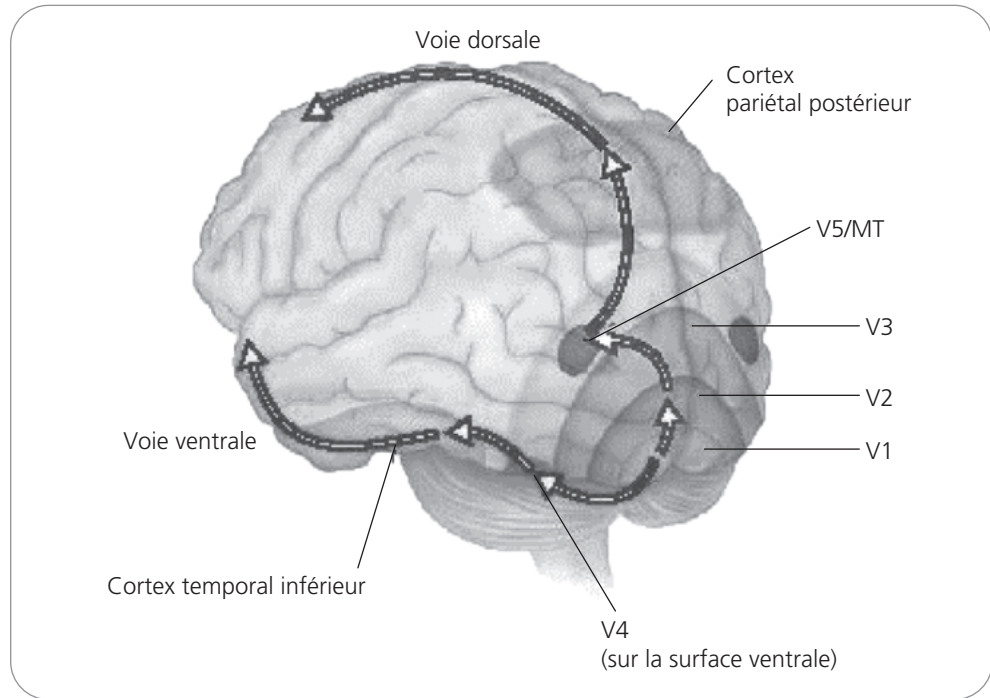
La capacité remarquable des humains à reconnaître les formes est parfois victime de différents types de troubles visuels. L'étude de ces troubles a contribué à notre compréhension de la perception visuelle (Haque et al., 2018). Par exemple, certains patients cérébrolésés ont montré une dissociation entre la capacité à reconnaître un objet et la capacité à localiser cet objet. Certaines lésions du cerveau peuvent pénaliser la capacité à reconnaître des stimulus visuels, alors que des lésions d'autres parties du cerveau peuvent empêcher la capacité à indiquer leur position spatiale.

Les capacités d'imagerie visuelle sont également impactées par ces troubles (Levine et al., 1985). Un patient avec des troubles d'identification d'objet se montrait incapable de dessiner ou de décrire des objets familiers de mémoire. Ce même patient, en revanche, était capable de dessiner et de décrire précisément des points de repère de son quartier, les villes de son pays, et les meubles de sa chambre d'hôpital. Un autre patient avec des troubles de localisation d'objets montrait des capacités de mémoire déficitaires dans une tâche de localisation spatiale, mais était capable de faire des descriptions détaillées d'un grand nombre d'objets.

La figure 2.13 illustre les deux voies neuronales qui sous-tendent la localisation et l'identification d'objet. La voie du *où* est principalement associée à la localisation d'objet et à l'attention spatiale. On l'appelle souvent la voie dorsale du fait de sa position dans la partie dorsale du cerveau. Cette voie remonte vers les lobes pariétaux et possède des connexions fortes avec les lobes frontaux qui coordonnent les mouvements des membres et des yeux.

FIGURE 2.13. Les voies visuelles pour l'identification spatiale (voie dorsale) ou d'objet (voie ventrale).

Source : Garrett, *Brain and Behavior* 6e (9781544373485), Figure 10.29 : The Ventral « What » and Dorsal « Where » Streams of Visual Processing.



L'autre voie, qui permet la reconnaissance d'objet, est la voie du *quoi*. Elle transfère l'information du cortex visuel primaire vers les lobes temporaux et permet le traitement d'informations de type forme, taille, couleur. Elle se trouve principalement dans le lobe temporal et on l'appelle souvent la voie ventrale, du fait de sa position dans la partie ventrale du cerveau.

Certaines parties du cerveau – l'aire occipitale des visages – s'activent préférentiellement dans la perception de visages. Bien que cette aire soit activée plus facilement par des visages, elle peut être activée par d'autres objets, surtout lorsque la personne en a développé une connaissance experte (Haque et al., 2018). L'aire cérébrale de la lecture s'active pendant la lecture.

5.2. Les troubles visuels

Agnosie visuelle

Trouble de la capacité à reconnaître les objets.

Une grande partie de nos connaissances sur comment notre cerveau est capable de reconnaissance de formes vient de l'étude des patients atteints d'**agnosie visuelle**. L'agnosie est un trouble de la capacité à reconnaître les objets. Les patients agnosiques ont une acuité visuelle normale et ne montrent généralement pas de déficit de mémoire. Le trouble est aussi limité à une seule modalité sensorielle – par exemple, si l'on montre à une personne agnosique un trousseau de clefs, elle ne sera pas capable de le reconnaître. En revanche si on lui confie afin qu'elle le sente dans sa main, alors il lui sera aisé de le reconnaître. Il existe des formes particulières de ce trouble, tel que l'incapacité à reconnaître des visages ou des lieux familiers.

Agnosie aperceptive

Trouble de la capacité à combiner des traits visuels pour former des contours, des surfaces ou des objets.

Il existe deux catégories générales d'agnosie : l'**agnosie aperceptive** et l'agnosie associative (Farah, 2004). L'agnosie aperceptive est un trouble de la capacité à regrouper les éléments visuels en contours, en surfaces et en objets (Farah, 2004). Les études de ces patients ont révélé que le processus normal de reconnaissance

Toutes les bases en psychologie cognitive

Stephen K. Reed est professeur de psychologie et membre du Centre de recherche en mathématiques et sciences de l'éducation à la State University, San Diego.

Raphaël Mizzi est maître de conférences et responsable de mention à l'Université d'Aix-Marseille.

Simon Rigoulot est professeur associé à l'Université de Montréal ainsi que professeur et directeur de groupe de recherche au Département de psychologie à l'Université de Trois-Rivières.

Guillaume Vallet est professeur suppléant dans le département de Psychologie à l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR).

Etienne Verhasselt est psychothérapeute.

Patrick Lemaire est professeur de psychologie à l'Université d'Aix-Marseille et chercheur au CNRS.

Ce manuel d'introduction à la psychologie cognitive présente l'ensemble des mécanismes impliqués dans les activités cognitives ainsi que les expériences qui les ont révélés. Outre les recherches et théories classiques, il offre une large place aux travaux actuels (notamment en neurosciences cognitives) qui renouvellent ce champ en constante évolution. Il crée un dialogue entre l'expérimentation en laboratoire et les applications qui en découlent dans notre quotidien ainsi que dans de nombreux champs de la psychologie.

La structure de l'ouvrage permet au lecteur de saisir de manière progressive les relations qu'entretiennent les différents sujets et thèmes abordés : comment l'information est traitée par notre système perceptif et représentée, comment ces connaissances sont stockées en mémoire et organisées, et comment elles sont ensuite utilisées dans des activités cognitives plus ou moins complexes.

Conçue pour l'apprentissage et l'autoévaluation des étudiants, cette nouvelle édition comprend :

- encore plus d'exemples ;
- les définitions des notions à connaître ;
- une carte mentale par chapitre.

RESSOURCES NUMÉRIQUES

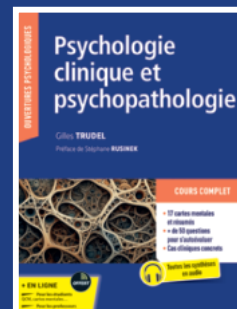
Pour les étudiants :

- Résumés audio
- Flash-cards interactives pour étudier les notions-clés
- QCM et Vrai ou faux interactifs
- Cartes mentales à imprimer

Pour les enseignants :

- PowerPoints® (supports de cours)
- Banque de questions d'examen

DANS LA MÊME COLLECTION



ISBN : 978-2-807-34801-1



45,00 €

deboeck
SUPÉRIEUR