OUVERTURES PSYCHOLOGIQUES

Psychologie de la mémoire

Les modèles de la reconnaissance

Fabrice **GUILLAUME**
Guy **TIBERGHIEN**



PANORAMA COMPLET

- Cours et résumés
- + de 50 Figures
- 60 Questions pour s'autoévaluer
- 11 Cartes mentales

Toutes les synthèses en audio

+ EN LIGNE *OFFERT*

Pour les étudiants
Vidéos

Pour les professeurs
PowerPoint®

deboeck SUPÉRIEUR

Psychologie de la mémoire

Les modèles de la reconnaissance

COLLECTION OUVERTURES PSYCHOLOGIQUES

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.

G. Trudel, *Psychologie clinique et psychopathologie*, 2024.

V. Yzerbyt & O. Klein, *Psychologie sociale*, 2e éd., 2023.

E. Josse, *Le traumatisme psychique chez l'adulte*, 3e éd., 2023.

J. Richelle & L. De Noose, *Manuel du test de Rorschach*, 3e éd., 2023.

L. Licata & A. Heine, *Introduction à la psychologie interculturelle*, 2e éd., 2022.

K. Faniko, D. Bourguignon, O. Sarrasin & S. Guimond, *Psychologie de la discrimination et des préjugés*, 2e éd., 2022.

La liste complète est disponible sur notre site web, www.deboecksuperieur.com

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

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 :
Bibliothèque nationale, Paris : août 2024 ISSN : 2030-4196
Bibliothèque royale de Belgique, Bruxelles : 2024/13647/088 ISBN : 978-2-8073-6305-2

Fabrice Guillaume et Guy Tiberghien

Psychologie de la mémoire

Les modèles de la reconnaissance

deboeck SUPÉRIEUR

Compléments numériques

Ce manuel offre diverses ressources numériques :

– des vidéos ;

– une version audio des résumés ;

– les cartes mentales de l'ouvrage à télécharger ;

– des documents en couleur 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 accéder à ces ressources, rendez-vous sur le site de De Boeck, à l'adresse suivante :

www.deboecksuperieur.com/site/363052

« Finalement, nous avons découvert qu'apprendre n'est pas aller de l'observation à la théorie, mais comporte toujours les deux éléments. L'expérience surgit en même temps que les suppositions théoriques, et non avant elles ; et une expérience sans théorie est tout aussi incompréhensible qu'une théorie sans expérience. […] La méthodologie doit accorder chaque fois un "espace vital minimal" aux idées que nous décidons de considérer. C'est l'évolution d'une théorie sur de longues périodes, et non sa forme à un moment particulier, qui compte pour nos appréciations méthodologiques. […] Toutes les méthodologies ont leurs limites, et la seule "règle" qui survit, c'est "Tout est bon". »

Paul Feyerabend (1924-1994), *Contre la méthode. Esquisse d'une théorie anarchiste de la connaissance*, 1979, p. 183-184, 200, 333.

« La cognition, loin d'être la représentation d'un monde préformé, est l'avènement conjoint d'un monde et d'un esprit à partir des diverses actions qu'accomplit un être dans le monde. »

Francisco Varela, & Eleanor Blosh, *L'inscription corporelle de l'esprit, sciences cognitives et expérience humaine*, 1993, p. 35.

Sommaire

Compléments numériques 4
Avant-propos 9

PARTIE 1

Les modèles psychophysiques de la reconnaissance

Introduction 15
CHAPITRE 1 Psychophysique de la reconnaissance 23
CHAPITRE 2 Modèles de la reconnaissance à états discrets 39
CHAPITRE 3 Modèles de la reconnaissance à un processus 53
CHAPITRE 4 Modèles hybrides de la reconnaissance 73
CHAPITRE 5 Méthodes d'évaluation des modèles de la reconnaissance 99
Conclusion 131

PARTIE 2

Les modèles neurophysiques de la reconnaissance

Introduction 139
CHAPITRE 6 Modèles et indicateurs neurocognitifs 143
CHAPITRE 7 Modèles connexionnistes 159
CHAPITRE 8 Modèles néo-connexionnistes 179

CHAPITRE 9 Modèles d'activation-diffusion 195
CHAPITRE 10 Vers les modèles neurocognitifs 213
CHAPITRE 11 Systèmes complémentaires d'apprentissage : le modèle *CLS* 227

Conclusion 253
Épilogue 259
Annexes 263
Bibliographie 275
Index thématique 289
Table des matières 293
À propos des auteurs 299

Avant-propos

Le propos de ce livre, c'est la mémoire. La mémoire peut être conçue comme le socle de la cognition. Nous voulons dire par là qu'un système cognitif, qu'il soit naturel ou artificiel, est nécessairement un système à mémoire. Autrement dit, tout ce que peut réaliser un système cognitif est fonction de la complexité structurelle et fonctionnelle de sa mémoire. Le centre d'intérêt de ce livre sera la mémoire naturelle et, plus spécifiquement, la mémoire humaine. Plus précisément encore, le livre se focalisera sur une clé d'accès spécifique à la mémoire : la reconnaissance.

La reconnaissance est un processus complexe permettant de réactiver les événements et les comportements du passé, d'anticiper les événements et les comportements du futur et, enfin, de maintenir la stabilité et la cohérence de notre identité dans un environnement fluctuant. La reconnaissance joue ainsi un rôle critique dans toutes les activités cognitives telles que la sensation, la perception, l'apprentissage, le langage et le raisonnement, pour s'en tenir aux fonctions cognitives les plus importantes. Depuis un siècle et demi, nos connaissances scientifiques sur les propriétés et les déterminants de la reconnaissance mnésique se sont très sensiblement enrichies mais de nombreuses inconnues subsistent encore quant aux processus cognitifs qui la sous-tendent. Plusieurs modèles de fonctionnement ont ainsi été élaborés afin d'identifier les processus mentaux et neurologiques qui nous permettent, par exemple, de reconnaître à très grande vitesse les mots qui composent le texte que vous êtes en train de lire ou le visage d'une personne qui vous est familière. Dans ce livre on suivra donc l'évolution historique de ces modèles de la reconnaissance, leur contexte théorique d'apparition, leurs apports méthodologiques et leur base de validation empirique. Il s'agit ici de modèles formalisés (logiquement et mathématiquement), c'est-à-dire des modèles qui ont l'avantage de pouvoir être confrontés très précisément, et de façon non ambiguë, aux données expérimentales ou cliniques, observées ou prédites, recueillies en laboratoire ou sur le terrain. Ils peuvent donc être falsifiés, ce qui est l'un des critères essentiels de la validité scientifique.

Cet ouvrage a été découpé en deux parties. La première partie (« Les modèles psychophysiques de la reconnaissance ») présentera une introduction à la notion de modèle et une classification générale des modèles psychophysiques : modèles comportementalistes, néo-comportementalistes, cognitivistes et neuro-cognitivistes.

Son chapitre premier proposera une définition de la reconnaissance et une taxonomie des différents types de reconnaissance (sensorielle, perceptive et mnésique), de ses différents paradigmes d'étude expérimentale et de ses indicateurs (ses mesures). Dans le chapitre 2 sera ensuite analysée une première classe de modèles comportementaux de la reconnaissance fondés sur des états internes non spécifiés résultant d'un simple codage probabiliste des états exclusifs de l'objet à reconnaître, simple ou complexe. L'étude de ce type de modèles permettra de définir les notions centrales de seuil de discrimination et de biais de réponse. Le chapitre 3 sera consacré aux modèles cognitifs de reconnaissance n'impliquant qu'un seul processus cognitif d'estimation de familiarité variant de façon continue et impliquant un critère de décision variable. Le chapitre 4 explorera la classe des modèles hybrides de la reconnaissance faisant intervenir deux processus cognitifs indépendants, associés ou intégrés : un processus d'estimation de la familiarité et un processus d'accès en mémoire. Le chapitre 5 abordera enfin les questions théoriques et méthodologiques posées par l'évaluation de la capacité explicative et prédictive de ces différents modèles, de leur comparaison et de leur mode de validation quand ils sont confrontés à des données expérimentales ou cliniques.

La deuxième partie de l'ouvrage (« Les modèles neurophysiques de la reconnaissance ») présentera les modèles neurophysiques qui mettent en relation les comportements et processus psychologiques impliqués dans la reconnaissance avec la structure matérielle du cerveau et ses lois de fonctionnement. Le chapitre 6 proposera une classification de ces modèles et des indicateurs neurophysiologiques qui permettent de les construire. Les chapitres 7 et 8 présenteront les réseaux de neurones formels et la façon dont ils peuvent simuler la reconnaissance à partir de descriptions de la mémoire en termes de réseaux de connexions. Le chapitre 9 décrira un modèle de la reconnaissance fondé sur deux propriétés fondamentales du fonctionnement cérébral : l'activation et la diffusion. Le chapitre 10 exposera les principes qui pourraient fonder un modèle psycho-neurocognitif global de la reconnaissance. Enfin, le chapitre 11 proposera un exemple de ce type de modèle psycho-neurocognitif de la reconnaissance.

Ce livre s'adresse aux lecteurs et lectrices qui s'intéressent au fonctionnement de la mémoire humaine ou qui suivent des cursus universitaires de psychologie, de neurosciences et de sciences cognitives, ainsi qu'aux professionnels qui doivent comprendre précisément le fonctionnement de la mémoire et sa modélisation actuelle. L'ouvrage permet de se familiariser avec une vision globale des modèles de la mémoire. Les modèles psychophysiques devraient concerner plus particulièrement toutes celles et tous ceux qui souhaitent mettre en relation les aspects comportementaux et cognitifs de la mémoire. Les modèles neurophysiques devraient plus spécialement concerner celles et ceux qui doivent comprendre les relations entre le cerveau et la cognition d'un point de vue neurologique ou neuropsychologique. Chacun des chapitres portant sur un modèle théorique particulier, on pourra également, si on le souhaite, parcourir un chapitre pour trouver une information théorique, méthodologique ou technique plus spécifique.

Avec de nombreux encadrés, tableaux, figures et cas pratiques, différents niveaux de lecture sont possibles selon le degré de précision souhaité. Les enseignants

pourront facilement intégrer cet ouvrage dans le cadre de leurs cours théoriques. Ils pourront également l'utiliser afin de construire des travaux dirigés personnels, des exercices et des travaux pratiques originaux comme l'application des formalismes à des données nouvelles, la construction ou la simulation de nouveaux modèles, la comparaison de modèles et la mise en œuvre de procédures testant leur validité.

PARTIE 1

Les modèles psychophysiques de la reconnaissance

SOMMAIRE

Introduction 15

CHAPITRE 1
Psychophysique de la reconnaissance 23

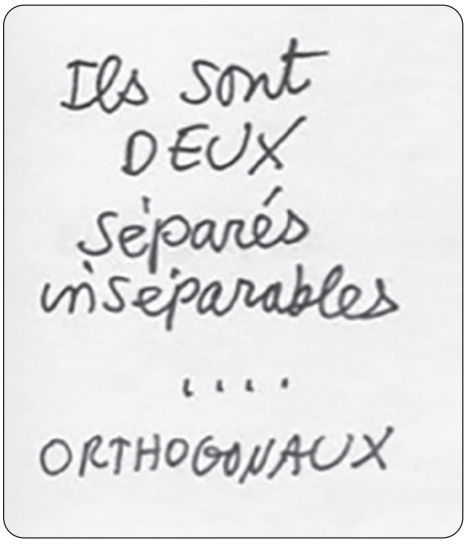
CHAPITRE 2
Modèles de la reconnaissance à états discrets 39

CHAPITRE 3
Modèles de la reconnaissance à un processus 53

CHAPITRE 4
Modèles hybrides de la reconnaissance 73

CHAPITRE 5
Méthodes d'évaluation des modèles de la reconnaissance 99

Conclusion 131



Dominique Lépine (1936-1991),
épigraphe manuscrit cité in Jean Requin, et al. (1996).
Dominique Lépine : théoricien de la dualité.

Introduction

La mémoire est un système psychobiologique qui permet une adaptation permanente aux variations de l'environnement interne et externe. Cela signifie que la mémoire est un système incarné, dans le corps et le cerveau. Ce système possède une fonction précise, celle d'assurer la continuité et la cohérence adaptative entre le présent et le passé (mémoire rétrospective) et entre le présent et le futur (mémoire prospective). Autrement dit, la fonction de la mémoire est de se souvenir de tout ce qui est nécessaire à l'action.

Mais, bien évidemment, le système de la mémoire diffère fondamentalement des autres systèmes biologiques, comme le système respiratoire par exemple. Ce dernier est un système dit énergétique : le système respiratoire assure le renouvellement de l'oxygène et l'élimination du gaz carbonique en excès dans le sang, ce qui est indispensable au fonctionnement des cellules de l'organisme. Bien qu'il ait besoin d'énergie (et même de beaucoup d'énergie !), le système de la mémoire n'est pas un système énergétique, c'est un système relationnel et informationnel. Cette mémoire concerne toutes les réponses acquises par l'organisme, y compris les réponses du système immunitaire adaptatif. Un sous-ensemble de cette mémoire, au sens le plus général, regroupe toutes les connaissances, les habitudes et les schémas d'action. Un autre sous-ensemble est généralement considéré comme la mémoire au sens strict : elle inclut les souvenirs autobiographiques, c'est-à-dire ceux qui ont été personnellement vécus dans un contexte spatio-temporel spécifique.

En fonction de la variété des situations rencontrées, la mémoire fait intervenir ce que l'on peut appeler des « actes » de mémoire qui interviennent dans toutes les activités humaines. On peut distinguer trois catégories principales d'actes de mémoire : la reconnaissance, le rappel et la reconstruction. La reconnaissance consiste à détecter et à identifier la réapparition d'un événement du passé dans le présent à partir d'un contexte qui peut être identique, différent ou similaire au contexte originel. Le rappel consiste à évoquer ou ré-évoquer mentalement un évènement du passé ou du futur, non présent dans l'environnement, à partir d'un indice perceptif, minimal ou complexe. La reconstruction intègre mentalement, et de façon dynamique, le rappel et la reconnaissance afin de résoudre un problème situationnel ou représentationnel spécifique passé, présent ou futur. La reconstruction permet aussi d'explorer le contenu de sa propre mémoire et même de « voyager » mentalement dans cette

mémoire autobiographique. Bien sûr, dans la vie quotidienne, ces trois actes de mémoire se combinent et se recombinent à tout instant, en des proportions variables, en fonction des situations rencontrées et d'un historique spécifique à la personne concernée.

Dans les limites de cet ouvrage, il serait impossible de présenter, de façon exhaustive, l'ensemble des modèles de la mémoire en prenant en compte tous les actes de mémoire (pour une revue synthétique : Schacter, 2003 ; Tiberghien, 1997 ; Tulving, & Craik, 2000). C'est pourquoi nous n'avons sélectionné ici qu'une seule clé d'accès à la mémoire, la reconnaissance. Ce choix nous semble justifié en raison de l'importance cognitive de cet acte de mémoire qui intervient aussi, de façon explicite ou implicite, dans le rappel et la reconstruction. Au cours du siècle dernier, une littérature scientifique considérable a été consacrée à l'étude comparative des différents actes de mémoire et, surtout, à la comparaison du rappel et de la reconnaissance (pour une revue : Brown, 1976 ; Florès, 1958 ; Lecocq, & Tiberghien, 1973 ; Tiberghien, & Lecocq, 1973 ; Tulving, 1976). Mais la nature de ces recherches a sensiblement évolué entre le début du xxe siècle et aujourd'hui. Schématiquement, une revue de ces recherches permet de distinguer quatre périodes principales :

1. Du début du xxe siècle jusqu'aux années 1960, les études descriptives du rappel et de la reconnaissance dominent. Leurs caractéristiques situationnelles et comportementales sont mises en évidence et systématiquement comparées. Les variables qui agissent sur ces deux clés principales d'accès à la mémoire sont peu à peu identifiées : nature, caractéristiques et organisation des informations à mémoriser, interférence entre ces informations, modalités d'apprentissage de ces informations, etc. (voir par exemple : Florès, 1958 ; Hollingworth, 1913 ; Postman, & Jenkins, 1942).
2. À partir des années 1960, avec le passage rapide du behaviorisme au cognitivisme, l'orientation des recherches se modifie. L'observation de la supériorité habituelle de la reconnaissance sur le rappel amène les chercheurs à se poser une question inédite : comment expliquer, théoriquement, cette différence entre rappel et reconnaissance (Tulving, 1968) ? Peut-on, au moyen de manipulations expérimentales, l'annuler voire l'inverser, en contrôlant certaines variables de situation comme, par exemple : la dimension de l'ensemble de référence dont sont extraites les données perceptives à mémoriser (Ehrlich et al., 1960) ; la quantité d'information transmise par ces données (Davis, et al, 1961) ; la fréquence d'usage des informations mémorisées ou la position de l'information dans la séquence mémorisée (Corballis, 1967) ; l'organisation de l'information mémorisée (Kintsch, 1968) ; les modalités d'acquisition des informations mémorisées (Lachman, & Field, 1965), etc. ? Il s'agit donc d'une rupture épistémologique radicale avec la période précédente puisque l'on passe d'une conception strictement descriptive du rappel et de la reconnaissance (comme de simples « tests » situationnels de mémoire) à une approche théorique des processus hypothétiques sous-jacents susceptibles d'en expliquer à la fois les similitudes et les différences fonctionnelles (pour une revue : Lecocq, 1980 ; Tiberghien, 1980a).

3. De la fin des années 1960 aux années 1980, l'émergence de théories globales de la mémoire permet d'intégrer théoriquement le rappel et la reconnaissance dans un système unifié de l'apprentissage, de la mémoire et de la décision (Kintsch, 1970 ; Lockhart, & Craik, 1976 ; Tulving, 1968, 1976, 1983).
4. Pendant les deux dernières décennies du xxe siècle et dans les années suivantes, les recherches se sont principalement consacrées à l'élaboration de modèles formels de la reconnaissance pouvant rendre compte, de façon quantitative, des processus cognitifs invoqués. Il s'agit alors de formuler des prédictions précises et évaluables en laboratoire ou dans des conditions naturelles. Des formalismes anciens, développés dans d'autres domaines d'étude (comme le modèle psychophysique de la détection du signal, appliqué à la perception visuelle ou auditive dans un environnement bruité) sont généralisés à l'étude de la reconnaissance mnésique (pour une revue : Besson, et al., 2012). Les modèles cognitifs de la reconnaissance deviennent alors de plus en plus complexes et les méthodes statistiques d'analyse et de validation sont de plus en plus raffinées. La jonction entre les modèles cognitifs et les modèles neurologiques (modèles neurocognitifs) devient même envisageable avec l'essor de nouveaux formalismes mathématiques, comme les réseaux connexionnistes par exemple, ainsi qu'avec l'augmentation de la mémoire et de la puissance de calcul des ordinateurs (pour une revue : Abdi et al., 1999 ; Bressler, & Menon, 2010 ; McClelland, & Rumelhart, 1986 ; Norman, & O'Reilly, 2003).

Cet ouvrage porte essentiellement sur cette dernière période caractérisée par l'essor des modèles de la reconnaissance mnésique. Les modèles dont il s'agit sont des modèles formels et quantitatifs visant à mettre en évidence la fonction mathématique descriptive et explicative de la reconnaissance ainsi que les sources de variation des paramètres qui la définissent. Un modèle formel ne doit pas être ici confondu avec une théorie : une théorie est plus générale qu'un modèle, elle rend compte d'un ensemble d'observations plus vaste décrit, au moins en partie, de façon verbale et qualitative, c'est-à-dire non encore formalisée : c'est en ce sens que l'on parle, par exemple, de la théorie de la mémoire ou de celle de l'intelligence. Au contraire, un modèle rend compte d'une situation ou d'une classe de situations expérimentales bien définie (par exemple, la reconnaissance verbale ou imagée) dont les variables indépendantes sont rigoureusement contrôlées et la variable dépendante caractérisée avec précision. Une théorie générale doit, en principe, générer des modèles locaux qui la formalisent, au moins partiellement. Différentes classifications des modèles sont évidemment possibles selon les critères choisis (Tiberghien, 1991, 1993). Celle qui est proposée dans la figure 1 distingue quatre classes de modèles : les modèles comportementalistes (ou behavioristes), néo-comportementalistes (ou néo-behavioristes), cognitivistes et neurocognitivistes.

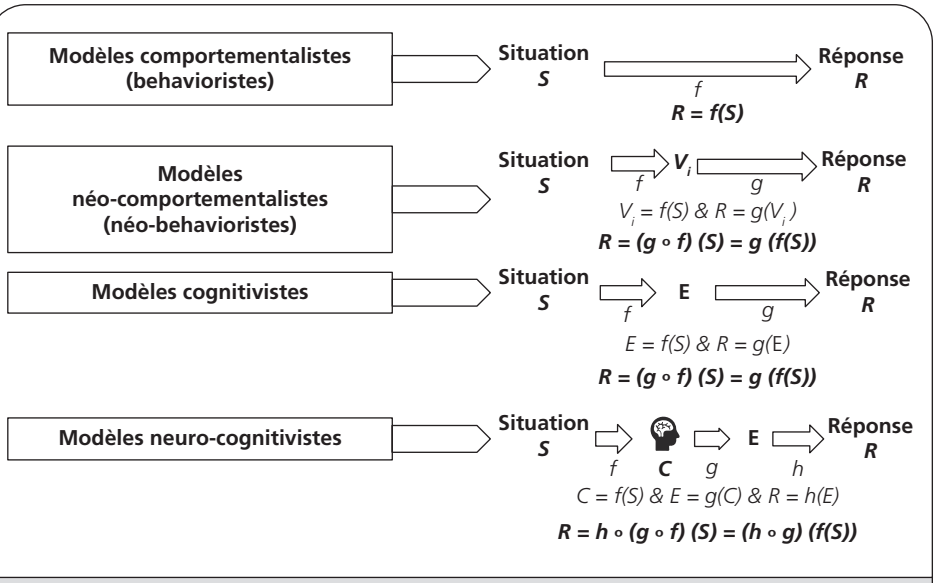


FIGURE 1. Une classification fonctionnelle des modèles de la reconnaissance

1. Modèles comportementalistes

Les modèles comportementalistes (ou behavioristes) formalisent la relation fonctionnelle entre une variable indépendante de situation (*S*) et une variable dépendante comportementale de reconnaissance (*R*). Le paradigme de base de ce type de modèles est $R = f(S)$. Ces modèles ne font donc intervenir que des variables observables reliées par une fonction mathématique. Ces modèles trouvent leur origine dans l'étude des sensations et de la perception. Ils ont permis le développement d'une méthodologie psychophysique rigoureuse. Celle-ci a ensuite été généralisée à l'étude expérimentale de l'apprentissage par les psychologues behavioristes. Ultérieurement, elle a été adaptée à l'étude de la mémoire et, en particulier, à celle de la reconnaissance mnésique.

2. Modèles néo-comportementalistes

D'un point de vue formel, les modèles néo-comportementalistes (néo-behavioristes) diffèrent des précédents car ils font intervenir une variable, non directement observable, entre la variable de situation (*S*) et le comportement de reconnaissance (*R*). Cette variable est désignée sous le nom de variable intermédiaire (V_i). Une variable intermédiaire est une variable quantitative dont une valeur spécifique intervient dans la relation fonctionnelle du modèle comportemental. Cette valeur est soit celle d'une variable de situation déjà connue, soit celle d'une relation fonctionnelle existant entre la variable de situation étudiée et une autre variable externe à l'investigation en

cours. Cette variable intermédiaire est donc une variable agissant sur la fonction *S*-*R* de façon latente et indirecte.

Une variable intermédiaire est une variable que l'on peut qualifier d'abstractive. Elle synthétise un ensemble de relations empiriques spécifiques : par exemple, la variable intermédiaire « force de l'habitude » ($_SH_R$), proposée par Clark L. Hull (1943), décrit de façon synthétique, et donc abstraite, l'ensemble des situations empiriques où un stimulus (*S*) a été associé à une réponse comportementale (*R*), l'association *S*-*R* étant dite renforcée. La variable $_SH_R$ ne peut donc être étudiée directement car une habitude n'est pas observable (c'est un concept). L'habitude $_SH_R$ ne peut être qu'inférée de la relation empirique entre diverses situations (*S*) et divers indicateurs observables de la réponse associée et apprise *R* : exactitude, fréquence, amplitude, certitude, latence, etc.

Un autre exemple peut aider à comprendre le concept de variable intermédiaire. En psychophysique, la relation linéaire entre l'estimation subjective (*R*) de l'intensité d'un stimulus (*S*) et l'intensité objective de ce stimulus (*I*) est la suivante : $R = I^{\alpha}$. Dans cette fonction puissance, l'exposant α est une valeur quantitative de la variable intermédiaire (V_i) correspondant à la modalité sensorielle stimulée (par exemple, $\alpha = 3{,}5$ pour une stimulation électrique, mais $\alpha = 0{,}3$ pour une intensité sonore). Selon la même logique expérimentale, l'intervalle de rétention (variable indépendante de situation *S*) détermine la probabilité de reconnaissance de mots mémorisés (variable dépendante de comportement *R*) ; mais cette relation fonctionnelle dépend aussi de la fréquence d'usage des mots mémorisés (élevée ou faible) qui est une variable intermédiaire (V_i), externe à l'investigation en cours, mais dont la valeur module l'effet de *S* sur *R*.

Le concept de variable intermédiaire permet ainsi de compliquer le modèle behavioriste en supposant un processus intermédiaire entre *S* et *R*. On parle alors de néo-behaviorisme. Ce processus non observable dans le cadre de l'expérience peut être potentiellement relié à des situations objectives et à des comportements observables dans l'expérience en cours. Le paradigme de base d'un modèle néo-béhavioriste faisant intervenir une variable intermédiaire (V_i) implique donc deux fonctions : $V_i = f(S)$ et $R = g(V_i)$ ce qui donne, par composition de fonctions, $R = g(f(S))$. Il n'y a pas lieu bien sûr d'envisager une base neurologique pour une V_i puisqu'elle ne représente pas une variable mais une valeur particulière de cette variable dans l'équation fonctionnelle, valeur qui n'est évidemment pas localisée dans le cerveau. Mais la justification d'une V_i repose toujours sur une base empirique qui est une condition à la fois nécessaire et suffisante de sa validation. À terme, la « vocation » d'une variable intermédiaire est d'être transformée, si possible, en une variable indépendante interagissant avec d'autres variables indépendantes.

3. Modèles cognitivistes

Les modèles cognitivistes vont rompre avec les précédents en intercalant une construction hypothétique (« *construct* ») non observable (*E*) entre la situation *S* et le comportement *R* : $E = f(S)$ *et* $R = g(E)$ et, par composition de fonctions,

$R = (g \circ f)\ (S) = g\ (f(S))$. Si une variable intermédiaire (V_i) n'est pas observable dans le cadre de l'expérience en cours, une construction hypothétique n'est, par principe, jamais directement observable. En effet, la variable intermédiaire est une fonction quantitative inférée de nombreuses observations empiriques : c'est une hypothèse analytique. Une construction hypothétique est une entité ou un processus invoqué sur une base théorique qualitative, en partie ou en totalité. C'est donc une hypothèse existentielle. Une construction hypothétique E n'a pas de relation directement observable avec la variable indépendante étudiée ou avec d'autres variables indépendantes (elle n'est donc pas abstractive comme la V_i mais strictement hypothétique).

Alors qu'une preuve empirique est nécessaire et suffisante pour valider une variable intermédiaire, elle est nécessaire mais non suffisante pour valider une construction hypothétique. En effet, une autre construction hypothétique pourrait également satisfaire aux mêmes exigences de validation empirique. En revanche, il est possible d'envisager l'existence d'une base neurologique pour une construction hypothétique puisqu'elle renvoie à une source de variation, c'est-à-dire à un état mental ou un processus psychologique (sur la distinction entre variable intermédiaire et construction hypothétique, voir : Bentler, 1980 ; S. Ehrlich, 1968-1969 ; Guyon, 2018 ; Hull, 1943 ; McCorquodale, 1948 ; Tolman, 1956). Si la localisation cérébrale n'a pas de sens pour une variable intermédiaire, rechercher la localisation cérébrale d'une construction hypothétique est évidemment tout à fait justifié. Les modèles neuro-cognitivistes de la reconnaissance auront donc pour objectif d'intégrer le cerveau dans les modèles cognitivistes de la reconnaissance afin d'apporter une preuve matérielle (organique) de l'existence d'une construction hypothétique particulière.

4. Modèles neuro-cognitivistes

Les modèles neuro-cognitivistes ont été élaborés à partir des trois postulats suivants :

1. c'est le cerveau qui produit causalement la cognition (conception matérialiste du psychisme) ;
2. c'est l'environnement (interne et externe) et son évolution historique et génétique qui façonnent le cerveau et, par conséquent, la cognition (conception dynamique du psychisme) ;
3. le comportement est la clé d'accès objective à la compréhension du cerveau et à la façon dont il génère la cognition (conception empiriste et expérimentaliste de la science).

Le schéma général des modèles neuro-cognitivistes introduit donc le cerveau (C) dans le schéma des modèles cognitivistes. On a donc : $C = f(S)$ et $E = g(C)$ et $R = h(E)$. Par composition de fonctions, on peut en dériver : $R = h \circ (g \circ f)\ (S) = (h \circ g)\ (f(S))$.

Il apparaît finalement que les classes de modèles décrites précédemment sont emboîtées de façon hiérarchique : le modèle comportemental est emboîté dans le modèle cognitif et ce dernier est emboîté dans le modèle neurocognitif. L'intégration du cerveau dans le schéma des modèles cognitifs introduit évidemment une rupture

épistémologique et méthodologique considérable : le cerveau (*C*) n'est en effet ni une variable intermédiaire (V_i) ni un état ou un processus hypothétique (*E*), c'est un « objet » physique, d'une complexité inouïe et qui, si l'on peut dire, « modélise » lui-même son environnement. Par provocation, on pourrait dire que le cerveau est lui-même un modèle dont il faut trouver… le modèle ! Le cerveau humain c'est environ 100 milliards de neurones et 10 millions de milliards de synapses (il s'agit bien sûr d'estimations par extrapolation à partir de régions relativement limitées du cerveau). On est encore loin de pouvoir le modéliser et d'en simuler le fonctionnement global et même le fonctionnement local. Le projet européen *Human Brain Program* (Markram, 2006), doté de plus de 1,9 milliard d'euros de 2013 à 2023, n'annonçait, en octobre 2015, que la réussite (contestée) de la simulation du fonctionnement, chez le rat, d'une région du néo-cortex de 0,29 mm^3 portant sur 31 000 neurones et 40 millions de synapses. Cette stratégie de recherche « bottom-up » est d'ailleurs très incertaine, car comme le rappelait Michael S. Gazzaniga (2010, p. 291) : « comprendre comment fonctionne chaque neurone ne nous dit absolument rien de la façon dont le cerveau génère un état mental ».

Il y a donc une profonde différence entre les modèles neuro-cognitivistes et les modèles présentés précédemment. Les modèles behavioristes, néo-behavioristes et cognitivistes sont des modèles d'estimation de fonction : ils peuvent prédire la forme de cette fonction et en estimer les paramètres. La méthodologie mathématique mise en œuvre est donc celle des équations différentielles et principalement, dans le domaine qui nous occupe, des équations différentielles stochastiques (probabilistes). Mais cette méthodologie n'est sans doute pas la plus appropriée pour l'étude et la validation des modèles neuro-cognitivistes qui exigent la mise en œuvre de formalismes d'étude des systèmes complexes dynamiques (Bassett, & Gazzaniga, 2011). La modélisation neurocognitive doit nécessairement se fonder sur un modèle du cerveau : son architecture fonctionnelle (perception, mémoire, etc.) et son architecture structurale (réseau de connexions et modules anatomiques de traitement de l'information : cortex, structures sous-corticales, etc.). Mais ce n'est pas encore suffisant.

L'étape suivante consistera à développer un modèle neuro-computationnel du réseau de connexions cérébrales (un « connectome ») simulant l'architecture fonctionnelle des entités cognitives invoquées pour expliquer le comportement observé (la reconnaissance, par exemple). Ces modèles, dits connexionnistes ou neurocognitifs, se sont surtout développés à la fin du xxe siècle (pour une revue : Cottrell, & Hsiao, 2011 ; Fuster, 1995 ; Hinton, & Anderson, 1989 ; Sporns et al., 2004). Ce ne sont pas seulement des modèles d'estimation ou des modèles explicatifs, ce sont aussi des modèles de simulation. Ils visent en effet à simuler la façon dont le cerveau est capable de produire les processus mentaux et les états mentaux définis, de façon hypothétique, par la psychologie cognitive. C'est une entreprise très ambitieuse que certains chercheurs, surtout en Intelligence Artificielle (IA), pensent être à la portée de nos programmes de recherche alors que d'autres, surtout en psychologie et en neurosciences, restent beaucoup plus prudents sinon sceptiques.

CHAPITRE 1

Psychophysique de la reconnaissance

OBJECTIFS

- Définir la mémoire de reconnaissance.
- Étudier les différences entre reconnaissance sensorielle et reconnaissance perceptive.
- Différencier la reconnaissance sémantique de la reconnaissance épisodique.
- Comprendre le paradigme général d'étude de la reconnaissance.
- Examiner les différentes procédures d'étude de la reconnaissance.
- Considérer les différentes mesures (indicateurs) de la reconnaissance.

SOMMAIRE

1. Qu'est-ce que la reconnaissance ? 24
2. Taxonomie de la reconnaissance 25
3. Paradigme d'étude de la reconnaissance 31
4. Indicateurs de la reconnaissance 33
5. Procédures d'étude de la reconnaissance 35

MOTS-CLÉS

Indicateur de la reconnaissance, Reconnaissances catégorielle, d'identité, d'occurrence, épisodique, perceptive, sémantique, sensorielle.

La psychophysique est une discipline fondatrice de la psychologie scientifique qui a d'abord été appliquée à l'étude des processus sensoriels et perceptifs (pour une revue : Baird, & Noma, 1978 ; Bonnet, 1986 ; Gescheider, 1976 ; Piéron, 1963b ; Tiberghien, 1984). Sa méthode canonique consiste à étudier la relation quantitative entre la variation des stimuli de l'environnement (interne et externe) et la variation des réponses comportementales (y compris verbales). Il s'agit donc d'une psychophysique comportementale. Les mécanismes sensoriels et perceptifs sous-jacents ne sont pas directement observables. Ils sont éventuellement inférés, à titre hypothétique, à partir de cette relation fonctionnelle. Avec le développement de la psychologie cognitive, les méthodes psychophysiques ont été appliquées à l'étude de processus de plus en plus complexes comme, par exemple, l'apprentissage ou la prise de décisions. Les méthodes psychophysiques ont aussi été mises en œuvre afin de rendre compte du fonctionnement de la mémoire et, plus particulièrement, de la reconnaissance (Kaernbach et al., 2003). Mais peut-on définir précisément ce que l'on entend ici par reconnaissance ?

1. Qu'est-ce que la reconnaissance ?

Au sens le plus commun du terme, reconnaître c'est connaître une nouvelle fois. La reconnaissance a donc à voir avec la connaissance (la pensée) et l'on peut même considérer que la reconnaissance est sans doute le critère ultime d'existence de la connaissance : dis-moi ce que tu reconnais et je te dirai ce que tu connais ! La reconnaissance peut donc être considérée, de ce point de vue, comme un indicateur critique, et même comme l'épicentre de la cognition. On remarquera très vite que la reconnaissance fait intervenir, de façon intégrée, la quasi-totalité des processus cognitifs : les processus sensoriels et perceptifs, la motricité et l'action, la décision, la mémoire, le langage et même le raisonnement.

Au niveau le plus abstrait, la reconnaissance peut ainsi être définie comme un acte de mémoire, c'est-à-dire comme une aptitude cognitive très générale (ou un ensemble d'aptitudes cognitives coordonnées) assurant la gestion des variations permanentes de notre environnement interne et externe, dans le temps et dans l'espace. Ces aptitudes sont présentes chez tous les organismes vivants mais, bien sûr, sous des formes d'organisation et de complexité variables. Elles peuvent être aussi, au moins en partie, simulées sur des artefacts imaginés et construits dans une perspective cybernétique (systèmes de reconnaissance faciale ou d'empreinte digitale, par exemple). Symétriquement, les modalités d'organisation et de fonctionnement de la mémoire humaine sont aussi une source d'inspiration pour la construction

d'artefacts ou de prothèses de mémoire, dans une perspective bionique (l'implant cérébral par exemple).

Les méthodes psychophysiques ont largement contribué à l'étude scientifique de la reconnaissance. Elles ont progressivement fait apparaître la très grande complexité du concept de reconnaissance. Elles ont rapidement montré qu'une définition générale de la reconnaissance doit se fonder sur une taxonomie précise de ses différentes formes, des processus et mécanismes cognitifs impliqués, des formes de conscience et des états subjectifs associés à ces processus, des structures cérébrales activées par ces processus et, enfin, de leur place dans l'économie générale des phénomènes de mémoire et de la cognition.

2. Taxonomie de la reconnaissance

La construction d'une classification des différentes formes de reconnaissance dépend évidemment des critères de sélection privilégiés. Le choix de ces critères a été déterminé par la prise en compte d'un très grand nombre d'observations empiriques, de données expérimentales, d'études cliniques, d'hypothèses, de théories et de modèles plus ou moins spécifiques. Il s'agit donc d'une reconstruction produisant une théorie structurant la description et l'interprétation des phénomènes observés. De ce point de vue, elle doit donc être considérée comme un cadre interprétatif général et évolutif fournissant un guide heuristique.

Le tableau 1 présente une description de la reconnaissance dans le système plus général de la mémoire. La reconnaissance assure quatre fonctions essentielles pour l'adaptation de la personne à son environnement. Par ordre de complexité fonctionnelle croissante :

1. la reconnaissance de la présence ou de l'absence d'un stimulus, simple ou complexe, dans l'environnement (reconnaissance sensorielle) ;
2. la reconnaissance de son ancienneté, c'est-à-dire de son occurrence répétée, ou de sa nouveauté, c'est-à-dire de sa première occurrence (reconnaissance perceptive) ;
3. la reconnaissance de sa signification ou de son absence de signification (reconnaissance sémantique ou conceptuelle) ;
4. la reconnaissance de son identité en relation à un historique individuel personnellement vécu (reconnaissance épisodique).

TABLEAU 1. La reconnaissance dans le système global de la mémoire

Fonctions	Reconnaissance Présence	Reconnaissance Ancienneté	Reconnaissance Sens	Reconnaissance Passé personnel
Processus cognitifs	Segmentation Discrimination Détection	Attention Activation Intégration	Association Catégorisation Généralisation	Différenciation Élaboration Spécification
	Traitement dirigé par les données (*data-driven*)		Traitement dirigé par les concepts (*conceptually driven*)	
	Procédural		Déclaratif	
	Non intentionnel (automatique)		Intentionnel (délibéré)	
États de conscience	Phénoménal	Familiarité	Épistémique	Récollectif
	Conscience de type P (perceptif)		Conscience de type A (accès)	
États subjectifs	Impression (*feeling*)	Croyance (*believing*)	Savoir (*knowing*)	Souvenir (*Remembering*)
Types de mémoire	Perceptive (c'est comme) (c'est ancien)		Sémantique (c'est quoi)	Épisodique (c'est où) (c'est quand)
	Implicite (non conscient)		Explicite (conscient)	
	A-noétique		Noétique	Auto-noétique
	Outil		Objet	
Cerveau	Cortex occipital et occipito-temporal		Cortex temporal périrhinal entorhinal	Cortex parahippocampe Préfrontal hippocampe
Pathologies	Cécité corticale	Déjà-vu	Agnosies	Amnésies

Ces formes de reconnaissance ne sont évidemment pas indépendantes. Elles sont emboîtées : la reconnaissance épisodique implique, au moins implicitement, une reconnaissance sémantique préalable qui implique elle-même une reconnaissance perceptive qui implique, à son tour, une reconnaissance sensorielle antérieure. Cette organisation, hiérarchique, séquentielle ou en cascade, des différentes formes de reconnaissance est la plus probable, compte tenu de l'état de nos connaissances empiriques actuelles. Mais sa compréhension globale est particulièrement difficile en raison du nombre et de la complexité des interactions régissant les différents niveaux de reconnaissance.

2.1. *Reconnaissance sensorielle et reconnaissance perceptive*

La reconnaissance sensorielle est la forme la plus élémentaire de reconnaissance. À ce premier niveau s'effectuent l'extraction, l'isolation, la segmentation, la discrimination, la détection et l'intégration automatique de traits sensoriels élémentaires (fréquences spatiales, contrastes, lignes, angles, surfaces, etc.). Cela permet la détection sensorielle d'un changement dans l'environnement accompagné d'une prise de

conscience phénoménale induisant un état subjectif d'impression (« feeling ») lors de l'apparition d'un événement. Cette prise de conscience est encore relativement peu élaborée. Lorsqu'il s'agit de stimuli visuels, les traitements décrits sont corrélés à une activation notable du cortex occipital.



CAS PRATIQUE — CÉCITÉ CORTICALE ET HÉMINÉGLIGENCE VISUELLE

Une lésion du cortex occipital peut entraîner une cécité corticale (dite aussi cécité occipitale ou psychique, « blindsight » en anglais) : le patient déclare qu'il est aveugle, sans lésion apparente du système visuel et bien qu'il manifeste des capacités visuo-motrices résiduelles non négligeables (Weiskrantz, 1995, 1996 ; Weiskrantz, 1995). Une lésion dans ces régions cérébrales peut aussi entraîner une négligence spatiale unilatérale (ou héminégligence visuelle) en l'absence de lésion du système visuel. Le patient ignore alors les objets situés dans la partie droite ou gauche de son champ visuel en fonction de l'hémisphère cérébral lésé (Vallar, 1998).

Le deuxième niveau, celui de la reconnaissance perceptive, est étroitement lié au précédent mais il est influencé, de façon rétroactive, par des processus de plus haut niveau. À ce stade, les données sensorielles précédentes sont intégrées à des données mnésiques peu élaborées mais générant les traits caractéristiques des objets et de leur contexte spatial. C'est à ce niveau que se produit, par focalisation de l'attention, l'activation mnésique, l'intégration des données sensorielles et mnésiques, la détection de l'objet, de son contexte et, éventuellement, de son occurrence antérieure et de sa répétition. Cela se traduit par une augmentation de la facilité ou de la vitesse de traitement de l'information perceptive (fluence perceptive) et de sa familiarité perceptive. Ce processus cognitif et l'état de conscience correspondant de croyance (« believing ») sont corrélés à une activation notable à la fois au niveau du cortex occipito-pariétal et du cortex occipito-temporal. Une lésion dans ces régions peut entraîner des erreurs d'anticipation (amorçage), des erreurs de reconnaissance (« misidentification »), une impression erronée de « déjà-vu » et même des hallucinations (Bell et al., 2006 ; Luauté et al, 1999).

L'ensemble de ce sous-système sensoriel-perceptif, ou sous-système PRS (« Perceptual Representation System ») pour reprendre l'expression de Tulving (1995), se situe à un niveau pré-sémantique et intervient dans le traitement de la forme visuelle ou auditive des mots ainsi que dans le traitement de la forme structurale des objets et des visages. Les informations sensorielles et perceptives issues de l'environnement interne et externe sont traitées automatiquement. Bien que cela soit encore débattu (Guillaume et al., 2018 ; Guillaume, & Étienne, 2015 ; Montoute, & Tiberghien, 2001), il s'agit d'un traitement dirigé principalement par les données (« data-driven »). Ce traitement intervient dans le cadre ou, plus précisément, au service d'une action globale orientée ou non vers un but défini. Ce traitement, automatique, non conscient et non intentionnel, est donc de type procédural, c'est une mémoire implicite, ou mémoire outil, dite aussi a-noétique (la noétique est

tout ce qui concerne l'acte de pensée). La conscience phénoménale est parfois désignée sous le nom de conscience de type P, forme de conscience perceptive minimale (Block, 1995, 2005).

2.2. *Reconnaissance sémantique et reconnaissance épisodique*

Le troisième niveau est celui de la reconnaissance conceptuelle ou sémantique (il répond à la question : quoi ?). Les données sensorielles et perceptives extraites aux niveaux précédents font émerger par association, généralisation et catégorisation, des représentations factuelles, sémantiques et conceptuelles du monde perçu. Cette mémoire de reconnaissance peut être qualifiée de noétique par opposition à la mémoire sensorielle/perceptive définie comme a-noétique. Ce niveau correspond à un état implicite de conscience épistémique de familiarité, dite sémantique ou conceptuelle, et à un état subjectif de connaissance, de savoir (Je sais : « Knowing » ou « K »).



DÉFINITION **FAMILIARITÉ**

La familiarité est un processus et état cognitif associé à la reconnaissance perceptive et mnésique. Il est irrépressible. C'est une forme d'éveil rapide de la conscience à savoir ce qu'est un objet ou s'il a déjà été perçu ou non précédemment. Il n'implique pas la ré-évocation précise du souvenir correspondant et, en particulier, de son contexte.

Cette mémoire sémantique et l'état de conscience associé sont corrélés à une activité notable dans plusieurs régions cérébrales, principalement dans le cortex temporal antérieur, le cortex périrhinal et le cortex entorhinal antérolatéral. Des lésions localisées dans ces régions entraînent des pathologies connues sous le nom d'agnosies : il s'agit d'une incapacité totale ou partielle à interpréter les percepts, à en saisir le sens et, par conséquent, à les reconnaître. Elles peuvent affecter toutes les modalités sensorielles : la vision, l'audition, la somesthésie, etc. Dans le domaine visuel, par exemple, la prosopagnosie se traduit par l'incapacité à reconnaître les visages familiers ou à les associer à des états contextuels et émotionnels signifiants (Behrmann, & Avidan, 2005 ; Fox et al., 2008 ; Stone, & Valentine, 2003).

Enfin, le dernier niveau est celui de la reconnaissance épisodique et de la reconnaissance autobiographique (elle répond aux questions : où ? Quand ? Dans quel contexte ?). Ces deux types de reconnaissance génèrent aussi un état de familiarité, dite épisodique, analogue à l'état de savoir (« Knowing ») et sensible aux changements perceptifs et au processus d'intégration perceptive. Mais, de plus, par différenciation, élaboration et spécification, des informations mnémoniques relatives à l'identité des objets et aux classes d'objets sont activées et mises en relation avec le contexte et l'expérience vécue par la personne, son histoire personnelle, ses affects, son identité, c'est-à-dire le soi ou la « moïté » (selon l'expression de Claparède en 1911). Il s'agit donc d'une mémoire autonoétique permettant le « voyage » mental dans le temps

Tout savoir sur les modèles de la reconnaissance

Fabrice Guillaume
est professeur de psychologie à l'Universite d'Aix-Marseille où il conduit ses recherches au Centre CNRS de Recherche en Psychologie et Neurosciences. Celles-ci portent sur le fonctionnement de la mémoire à travers une approche psychophysique et neurophysiologique.

Guy Tiberghien
est professeur honoraire de psychologie cognitive à l'Institut universitaire de France et à l'Universite Grenoble-Alpes. Ses recherches sur la mémoire de reconnaissance des visages et sur la modélisation des processus de mémoire ont été publiées dans de nombreux articles et livres.

La mémoire est un processus psychologique particulièrement complexe que nous utilisons pourtant à chaque instant. Grâce à la reconnaissance, il nous est possible de réactiver des événements et des comportements passés, de les anticiper et de maintenir la stabilité et la cohérence de notre identité. Malgré les avancées scientifiques de ces dernières années, il reste encore de nombreuses inconnues quant aux processus cognitifs qui les sous-tendent.

Fabrice Guillaume et Guy Tiberghien présentent dans ce livre les différents modèles psychophysiques et neurophysiques de la reconnaissance. Ils détaillent notamment :

- les modèles de la reconnaissance à état discrets
- les modèles hybrides
- les modèles (néo-)connexionnistes
- les modèles neurocognitifs

Pour chacun, le contexte d'apparition, l'évolution historique, les apports méthodologiques ainsi que la base de validation empirique sont traités.

Un panorama complet des données essentielles à connaître sur les modèles de la reconnaissance !

RESSOURCES NUMÉRIQUES

Pour les étudiants :
- 18 vidéos
- 11 cartes mentales à imprimer

Pour les professeurs :
- PowerPoint®

DANS LA MÊME COLLECTION



ISBN : 978-2-8073-6305-2

25,90 €

deboeck SUPÉRIEUR

L M D

Dans le cadre du Système Européen de Transfert de Crédits (E.C.T.S.), ce manuel couvre les niveaux Licence (Baccalauréat/Bachelor) 3 et Master 1 et 2.