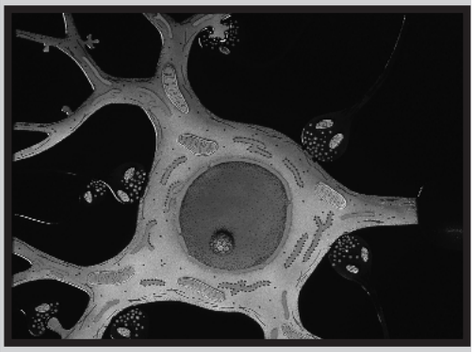
DIV015 fr 20-06-2001 14:31 Pagina 1

Supplément à Neurone 2001; Vol 6 N°5



La mémoire: un aperçu des différents systèmes et processus

G D'haenens, M De Hert, J Peuskens, B Sabbe, D Van Gool, I Meire

Editeur responsable: V. Leclercq - avenue des Fougères 6 - 1950 Kraainem

© RMN Editions

Introduction

En pratique psychiatrique, nous sommes régulièrement confrontés à des sujets qui présentent des troubles de la mémoire. Cette problématique nous étant familière, nous avons l'impression d'avoir une image correcte de la mémoire. A y regarder de plus près, il semble cependant que nous connaissions mal l'organisation et le fonctionnement de la mémoire.

Souvent, les patients se plaignent de problèmes de "mémoire à court terme": habituellement, cela signifie qu'ils oublient rapidement des éléments du passé récent (minutes, heures, jours ou parfois mois). Ces déclarations donnent l'impression qu'un seul système de mémoire est responsable du stockage de l'information. En outre, il existe pour les différentes problématiques une différence de degré et de gravité. Dans certaines pathologies, les limitations sont très marquées (p. ex. Alzheimer, Korsakoff, ...).

Cas 1: Un homme de 53 ans ayant un problème d'alcoolisme chronique présente un épisode aigu de syndrome de Wernicke-Korsakoff. Après s'être séparé de son épouse, il a adopté un style de vie nomade et son alimentation n'était pas équilibrée. Son alcoolisme s'est aggravé et son attention était gravement perturbée. Il était totalement désorienté dans le temps et pouvait difficilement se remémorer le passé récent. En outre, il s'inquiétait de manière exagérée pour sa fille, qu'il disait au stade terminal de sa maladie alors qu'en réalité, elle était décédée depuis quelques mois déjà. Il posait perpétuellement les mêmes questions et ses performances au Wisconsin Card Sorting Test (WCST) ainsi qu'aux tâches de fluidité verbale étaient faibles.

Dans d'autres maladies psychiatriques, comme la schizophrénie, les déficits mnésiques sont moins prédominants. Chez les patients schizophrènes, ces limitations sont souvent masquées par des symptômes psychotiques aigus ou autres qui requièrent davantage d'attention. Enfin, la mémoire n'est pas perturbée de la même façon ou dans la même mesure chez tous les patients. Chez certains, il y a simplement un trouble de la rétention et de la reproduction de matériel verbal alors que d'autres ont des difficultés à s'orienter.

La recherche dans le domaine de la psychologie cognitive et de la neuropsychologie de la mémoire peut logiquement être organisée selon deux concepts généraux: les "systèmes de mémoire" et les "processus de mémoire". Dans la première approche, la mémoire est habituellement divisée en différents éléments (mémoire à long terme par opposition à la mémoire à court terme, mémoire déclarative par opposition à la mémoire procédurale, mémoire implicite par opposition à la mémoire explicite, voir plus loin). La "mémoire" est en outre étroitement liée à "l'apprentissage": lorsqu'on parle de mémoire, il s'agit souvent d'acquérir des informations et apprendre implique la rétention et la reproduction d'informations (1). On peut distinguer différents processus mnésiques: encodage, répétition, évocation, souvenir et reconnaissance (2). Avant de proposer un aperçu des différents systèmes et processus, nous nous intéresserons plus en détail à la base neurophysiologique de la mémoire.

1. Base électrochimique de la mémoire

Des études récentes ont tenté de découvrir la base électrochimique de la mémoire. On s'aperçoit rapidement qu'à coté des preuves cliniques des mécanismes mnésiques à court et à long terme, le phénomène a également une base électrochimique. Ce phénomène possède trois caractéristiques successives: une réponse électrique rapide, une seconde réponse plus lente au niveau protéique et enfin, une adaptation de la complexité synaptique après activation de la transcription ADN (plasticité synaptique).

Lors de la transmission d'un stimulus, un neurone possédant une fonction de mémoire déclenchera d'abord un phénomène électrique. Lors de l'arrivée d'un potentiel d'action, un mécanisme complexe se met en branle dans la cellule post-synaptique. D'abord, au niveau de la membrane post-synaptique, deux canaux vont réagir sous l'influence de la sérotonine en provenance d'un interneurone: un canal au potassium se ferme et un canal au calcium s'ouvre, entraînant l'entrée de calcium. Ces effets sont, au niveau post-synaptique, dus à l'activation d'une protéine G résultant de la stimulation du récepteur de la sérotonine. Cette protéine G active l'adénylate-cyclase, ce qui entraîne la formation d'AMP cyclique (AMPc). L'AMPc active à son tour la protéine-kinase AMPc-dépendante qui modifie le degré de phosphorylation au niveau des canaux potassiques et calciques. Le potentiel d'action est allongé, ce qui entraîne une augmentation de l'entrée de calcium. Le résultat final est une augmentation du calcium intracellulaire (Figure 1).

Figure 1: Mémoire à court terme.

Mémoire à court terme
↓
L'interneurone libère de la sérotonine en direction du récepteur post-synaptique
↓
Activation de la protéine G
↓
Augmentation de l'AMPc
↓
Modification de la phosphorylation des canaux potassiques et calciques
↓
Augmentation du calcium intracellulaire

Ce mécanisme est le premier niveau de la mémoire. C'est une forme électrochimique de mémoire qui apparaît rapidement mais qui est très vague. On peut l'appeler "mémoire à court terme" (*short-term facilitation*: minutes).

Lorsque les stimuli perdurent, ce mécanisme est renforcé et la protéine-kinase AMPc-dépendante entraînera, au niveau du noyau cellulaire, une phosphorylation des activateurs transcriptionnels (CREB - cAMP-*response-element-binding*). Ces CREB phosphorylés se lient aux éléments régulant l'AMPc (CRE) qui activent deux systèmes protéiques: une ubiquitine-hydrolase qui entretient l'activité de la protéine-kinase AMPc-dépendante et la transcription ADN d'un facteur de croissance qui multiplie les connexions synaptiques (Figure 2). La plasticité synaptique est représentée de manière schématique à la figure 3. Ces deux mécanismes sont liés à la mémoire à long terme (*long-term facilitation* – un ou plusieurs jours, voire davantage).

DIV015 fr 20-06-2001 14:31 Pagina 4

Figure 2: Développement de la mémoire à long terme.

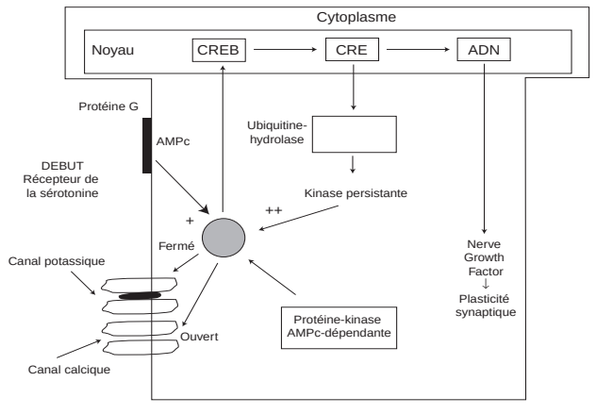
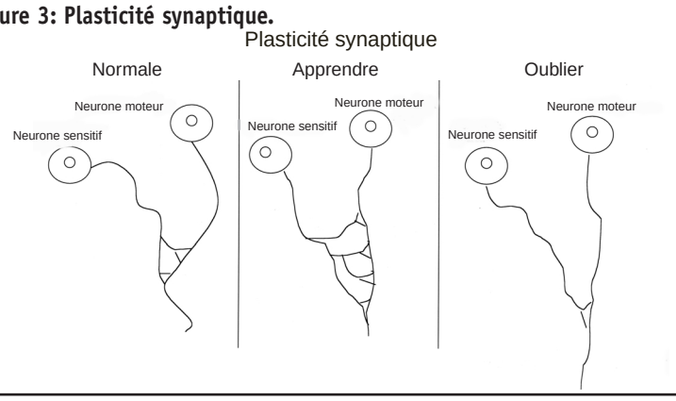
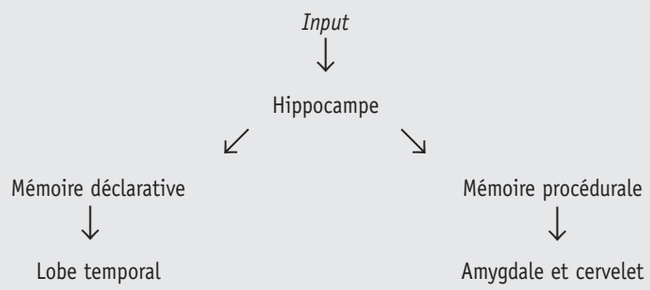


Figure 3: Plasticité synaptique.



La localisation de ce phénomène dans le cerveau fait l'objet d'une recherche intensive. L'hippocampe semble être le seul endroit où la mémoire à long terme peut avoir son origine. Cette zone du cerveau facilite le transfert de la mémoire à court terme vers la mémoire à long terme. A partir de l'hippocampe, l'information est progressivement étendue à l'ensemble du cortex. Très rapidement, il est apparu qu'il fallait faire une distinction entre la mémoire déclarative (connaissance des faits) et la mémoire procédurale (comment on fait les choses; aptitudes acquises). La première est essentiellement située dans le lobe temporal. En cas de lésion temporale, le patient ne pourra plus stocker aucune information à partir de la mémoire à court terme. Ces lésions n'ont cependant d'influence que sur la rétention d'informations nouvelles. Les informations acquises au cours de la période précédant la lésion persistent dans une zone beaucoup plus globale: l'ensemble du cortex cérébral. La mémoire procédurale semble quant à elle être localisée dans l'amygdale et le cervelet (Figure 4).

Figure 4: Zones du cerveau associées à la mémoire.



2. Les modèles de mémoire

Dans un premier paragraphe, nous esquisserons l'évolution du développement des différents modèles de mémoire (2.1). Le modèle d'Atkinson & Shiffrin (3) étant celui à propos duquel il existe le plus grand consensus, nous le décrirons de manière plus détaillée dans le paragraphe suivant (2.2). Dans les années '70, différentes critiques ont été formulées à l'encontre de ce modèle. On a commencé à insister davantage sur les processus que sur les systèmes. Nous nous intéresserons en détail à ces processus dans un autre paragraphe (2.3). Vu leur développement rapide, les modèles récents de réseau neuronal seront brièvement décrits à la fin de cet article (2.4).

2.1. Evolution

Les vives discussions des années '60 ont débouché sur toute une série de modèles de mémoire de forme comparable (4). En 1958 déjà, Broadbent (5) suggérait l'existence de deux types de mémoire: une mémoire à court terme (MCT), dans laquelle des éléments étaient retenus pendant un certain temps avant de s'estomper sauf s'il y avait entraînement, et une mémoire à long terme (MLT), dans laquelle l'information pouvait être retenue pendant plus longtemps (6) et oubliée par interférence réciproque des traces dans la mémoire à long terme.

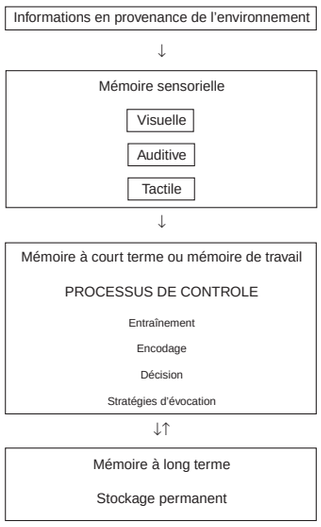
Au début des années '60, une controverse à surgi à propos de l'existence d'un ou plusieurs systèmes mnésiques. Melton (7) trouvait inutile de supposer l'existence de différentes subdivisions. Pour lui, la MCT n'était rien de plus qu'une forme affaiblie de la MLT; dans les deux formes de mémoire, l'"oubli" était le résultat de l'interférence d'informations nouvelles et non de l'effacement de la trace mnésique avec le temps.

L'approche dichotomique a cependant prévalu. Waugh & Norman (8) établissaient une distinction entre la mémoire primaire et la mémoire secondaire. Dans la mémoire primaire, l'information était remplacée par des informations nouvelles à moins d'être consolidée par la répétition. Pour Glanzer & Cunitz (9) les *free recall tasks* possédaient deux composantes. Lors de ces tâches, on demande au sujet de répéter immédiatement une liste de mots

qui lui a été lue à voie haute. Les résultats montrent que le premier et le dernier élément sont mieux reproduits que ceux qui se trouvent en milieu de liste. Pour Glanzer & Cunitz, les premiers éléments sont évoqués à partir de la MLT alors que le dernier élément présenté se trouve encore dans la MCT. En 1966, Baddeley a en outre constaté que l'encodage se faisait différemment dans la mémoire à court terme et dans la mémoire à long terme: dans la mémoire à court terme, l'encodage est phonologique alors que dans la mémoire à long terme, il a lieu en fonction de la signification. Quatre ans plus tard, on a découvert des preuves neuropsychologiques d'un système de mémoire complexe (10).

Vers la fin des années '60, les preuves ont commencé à s'accumuler en faveur de trois types de mémoire: mémoire sensorielle, mémoire à court terme et mémoire à long terme (voir plus loin). Ces trois aspects sont bien représentés dans le modèle d'Atkinson & Shiffrin (11), ce qui lui a valu l'appellation de *modal model*. Ce modèle postule que l'information arrive de l'environnement en flux parallèles, qui convergent vers un lieu de stockage à court terme commun. Contrairement à précédemment, ce lieu de stockage à court terme est également appelé "mémoire de travail" parce qu'il n'assure plus seulement le stockage à court terme mais fonctionne également comme un "tampon", où se produit déjà en partie le traitement de l'information. En outre, la MCT constitue le lien crucial avec la mémoire à long terme. Sans la MCT, l'apprentissage de matériel nouveau et l'évocation d'informations précédemment acquises seraient impossibles (Figure 5).

Figure 5: Le "*modal model*": d'après Atkinson & Shiffrin et d'après Baddeley & Hitch.



D'après Atkinson & Shiffrin (11) et Baddeley & Hitch (12).

2.2. Le modèle d'Atkinson & Shiffrin (3)

2.2.1. La mémoire sensorielle

Supposons que l'on demande à un individu de fermer les yeux quelques instants et de décrire aussi précisément que possible la scène devant lui. S'il se trouve dans un environnement familier, cela ne posera aucun problème. Mais même s'il ne connaît pas la scène, la tâche n'est pas impossible. Chez la plupart des individus, il semble exister une sorte de mémoire visuelle de la scène. Bien que ce système de mémoire soit quelque peu différent de ce que nous appellerions spontanément "mémoire", il assure le stockage à très court terme (250msec) de l'information. Ce phénomène est illustré par l'exemple suivant.

Lorsqu'on regarde autour de soi, on voit une scène continue, dans laquelle les gens font des mouvements continus. Ce n'est cependant pas ainsi que les yeux traitent l'information. Ce qui est présenté, c'est une série d'images immobiles, séparées par de courtes périodes de noir. Pourtant, nous voyons des mouvements continus, parce que le système visuel de la mémoire sensorielle est capable de retenir une image jusqu'à l'arrivée de la suivante. Lorsque l'intervalle entre deux images est trop important, on ne perçoit plus consciemment le mouvement.

La mémoire qui est ici utilisée est appelée la mémoire iconique. Il en va de même pour la composante auditive du système sensoriel, appelée mémoire échoïque. Voici un autre exemple.

Lorsqu'un bruit est produit dans un coin déterminé d'une pièce où se trouve un individu, ce dernier est tout à fait capable de déterminer de quelle direction le bruit venait. Ce phénomène est basé sur la petite différence de temps pour que le bruit atteigne les deux oreilles. Grâce à la mémoire sensorielle, nous sommes à même de retenir le son pendant une fraction de seconde, de façon à évaluer précisément la différence.

2.2.2. La mémoire à court terme ou mémoire de travail

La mémoire à court terme fait référence au stockage temporaire de l'information pendant l'exécution d'autres tâches plus complexes (13). Selon Fleming et al (14), il s'agit d'un processus dans lequel les représentations sont retenues, indépendamment des interférences, des éléments perturbants ou du bruit de fond. Il constitue la base des processus mentaux et est essentiel à différentes fonctions cognitives dont la planification, la compréhension, l'apprentissage, le raisonnement... Cela peut être illustré par un exemple simple.

Si on demande à un individu de multiplier 23 par 7, il doit d'abord retenir les deux nombres pendant un bref laps de temps. Ensuite, il commence peut-être à multiplier 20 par 7. Il doit retenir la réponse jusqu'à ce qu'il ait également calculé "3 x 7". Enfin, il doit additionner les deux résultats (140 et 21). Pour pouvoir le faire, il doit pouvoir les évoquer précisément, au moment adéquat. Lorsqu'on résout plusieurs exercices de calcul à la suite l'un de l'autre, il est impossible de retenir toutes les informations dans la mémoire à court terme. Il s'agit plutôt d'informations qui sont temporairement cruciales puis qui deviennent non-pertinentes.

On a constaté que même de petites quantités d'information étaient rapidement oubliées lorsqu'il n'y avait pas de *rehearsal* (15, 16). La mémoire à court terme semble être plus qu'un lieu de stockage passif. C'est pourquoi on préfère l'appeler "mémoire de travail" puisque la répétition active est essentielle et préserve le système des interférences.

Lorsque nous recherchons un nouveau numéro de téléphone dans l'annuaire, par exemple, nous le répétons (en silence) jusqu'à ce que nous l'ayons composé. Si nous ne le faisions pas, ou si quelqu'un nous perturbait, nous oublierions très rapidement cette série de chiffres sans

signification. C'est dû à la disparition d'une trace mnésique suite à l'interférence de matériel nouveau. Notre propre numéro de téléphone ainsi que les numéros d'amis que nous appelons de temps en temps semblent conservés dans un lieu de stockage plus permanent, d'où ils peuvent être évoqués avec plus ou moins de facilité.

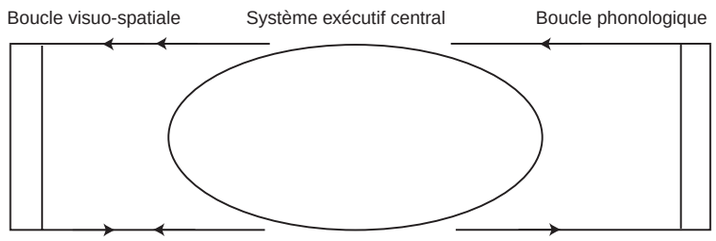
La capacité de la mémoire à court terme est en moyenne de 7 unités (± 2). Il y a par exemple très peu de gens qui sont capables de répéter correctement la séquence 1-8-3-5-6-2-9-4-7 après l'avoir lue une seule fois. Lorsque les éléments sont lus à voix haute, la probabilité de reproduire correctement la série est plus élevée car les sons des chiffres sont également enregistrés dans la mémoire échoïque (voir précédent paragraphe). Le groupage semble également améliorer la reproduction (17). Un numéro de téléphone par exemple sera idéalement dicté par groupe de trois chiffres.

Certaines séries (1-2-3-4-5-6-7-8-9 p. ex.) sont naturellement plus faciles à retenir. Cette série n'est composée que d'un seul *chunk* (18). Des schémas significatifs permettent de stocker plus de 7 chiffres dans la mémoire à court terme. Ce processus est appelé *chunking* (groupage d'informations qui vont ensemble).

Baddeley et Hitch (12) estimaient nécessaire d'abandonner l'idée d'une MCT simple; ils ont dès lors proposé un modèle à 3 éléments: un *central executive system* qui est assisté par deux systèmes-esclaves, le *visuospatial sketchpad* et la *phonological loop*. Le premier permet de retenir et de traiter des images visuelles et spatiales alors que le second traite les informations linguistiques (Figure 6).

Hanley et al (19) ont constaté une dissociation entre ces deux sous-systèmes. Certains patients par exemple présentent des déficits de la rétention à court terme d'éléments présentés visuellement alors qu'ils n'ont aucun problème lorsque les stimuli sont présentés verbalement. Warrington et Shallice (20) ont observé le phénomène inverse: certains patients présentaient des déficits spécifiques pour les éléments présentés verbalement alors que la présentation visuelle ne posait aucun problème.

Figure 6: Modèle à trois composants pour la mémoire à court terme (Baddeley et Hitch).



D'après Baddeley & Hitch (12).

2.2.2.1. Le système exécutif central
Le système exécutif central a une capacité de stockage limitée; il assure la sélection de la stratégie et la planification. Il est responsable de la liaison entre les deux systèmes-esclaves et la MLT. Dans ce sens, il a un intérêt crucial pour l'être humain parce qu'il permet de coordonner des informations en provenance de l'environnement et des informations en provenance de la MLT. Il permet de se faire des représentations adéquates du contexte à partir de la situation actuelle, en tenant compte des informations émanant de la MLT de façon à pouvoir choisir l'action la plus adéquate. Ce système est le plus complexe des trois et est dès lors le plus difficile à étudier.

2.2.2.2. Le VSSP
(visuospatial sketch pad)
A l'intérieur de la mémoire de travail, il existe une composante spécifique qui assure le traitement et le stockage des images visuelles. Elle permet d'exécuter correctement certaines tâches visuospatiales. Les preuves de l'existence d'un sous-système distinct pour l'information visuospatiale proviennent d'études dans lesquelles on demandait au sujet de retenir des informations linguistiques (séquences non-sens) pendant une tâche de poursuite visuospatiale (suivre un point lumineux mobile à l'aide d'un stylo). Il n'y avait aucune influence sur la rétention des séquences non-sens mais les performances lors de la tâche de poursuite diminuaient de manière significative. Par la suite, il s'est avéré que la tâche de poursuite ne devait pas nécessairement être visuelle. L'effet était identique lorsqu'on demandait à des sujets d'indiquer (dans l'espace) une source de bruit mobile (21).

A l'intérieur du *visuospatial sketch pad*, on peut dès lors à nouveau distinguer (22-4):
- un endroit de stockage responsable de la rétention temporaire d'informations visuelles (couleurs et formes);
- un endroit de stockage pour la rétention temporaire des caractéristiques temporelles, du mouvement, de stimuli spatiaux.

Cas 2: Une patiente a développé une encéphalite à herpès simplex (EHS) alors qu'elle avait 19 ans. La première chose qui est apparue était un syndrome amnésique sévère, comme on pouvait s'y attendre après une atteinte des régions médiotemporales et orbito-frontales. L'apprentissage spatial était particulièrement faible. Il a fallu 6 mois pour qu'elle trouve le chemin allant de la salle de bains à la salle de séjour.

Le chemin de l'*input* visuel vers les deux endroits de stockage passe par des représentations de formes visuelles en provenance de la mémoire à long terme et/ou des informations spatiales à propos d'une scène en mouvement. Lorsque ces représentations de la MLT sont activées, l'information visuelle ou spatiale pénètre dans le VSSP.

2.2.2.3. La boucle phonologique

Cas 3: K.F. a présenté une lésion temporale postérieure qui a entraîné une incapacité totale à répéter des stimuli verbaux (chiffres, lettres, mots ou phrases). La MLT par contre était pratiquement normale (évocation de courts récits ou de *paired associates*). Il existe par ailleurs des personnes qui présentent une amnésie antérograde pour les informations explicites sans signes de limitation de la mémoire à court terme pour les mots et les chiffres (25).

Le système phonologique a lui aussi deux composantes:
- un endroit de stockage qui peut retenir l'information pendant une ou deux secondes;
- la répétition (entraînement).

Le lieu de stockage (1) est supposé retenir les informations linguistiques à l'aide de traces qui disparaissent après environ 2 secondes. Ces traces peuvent cependant être conservées par répétition articulatoire infravocale (2) (un processus également utilisé pour avoir accès à l'endroit de stockage). Si la répétition est empêchée, les traces disparaissent. Plusieurs sources le confirment:
- *Irrelevant speech effect*: des études ont montré que l'évocation d'une liste de mots est perturbée par la présentation simultanée de matériel verbal non-pertinent. La signification des mots n'y fait rien. Ces mots non-pertinents ont également accès au lieu de stockage phonologique, ce qui fait disparaître les traces mnésiques antérieures.

- *Word length effect*: les mots longs sont moins bien retenus que les mots courts. Cela n'aurait rien à voir avec le nombre de syllabes mais bien avec le temps nécessaire pour prononcer le mot (26). Il faut également plus de temps pour répéter les mots longs. Les traces mnésiques d'autres mots ont dès lors plus de temps pour s'effacer avant de pouvoir être consolidées par la répétition (26).

- *Articulatory suppression*: la rétention d'une série de mots est perturbée lorsque des bruits non-pertinents doivent être produits simultanément (27). Les stimuli visuels n'ont pas cet effet.

- *Phonological similarity effect*: cela signifie que les sujets ont plus de difficultés à retenir des listes dont les éléments ont une consonance identique (mât, rat, chat) que des listes dont les éléments sont phonologiquement différents (homme, œuf, bateau) (28). C'est dû au fait que l'endroit de stockage phonologique fonctionne à l'aide de codes phonologiques. Des codes similaires induisent moins de caractéristiques distinctes entre les éléments, ce qui rend l'évocation moins performante.

La boucle phonologique joue surtout un rôle dans l'apprentissage d'une langue:
- compréhension de la langue (29),
- apprentissage phonologique (30),
- apprentissage de la langue maternelle (31).

2.2.3. La mémoire à long terme

Des trois systèmes de mémoire, c'est la MLT qui correspond le mieux à ce que l'on entend par "mémoire" en langage courant: information stockée pendant une longue période, allant de quelques minutes à plusieurs années. C'est par exemple se souvenir de son nom, de l'endroit où l'on a grandi, de l'endroit où on est parti en vacances l'année précédente. La mémoire à long terme est donc avant tout un endroit de stockage, contrairement à la mémoire à court terme, où le stockage est accessoire par rapport à d'autres aspects (4).

En ce qui concerne la capacité de la mémoire à long terme, il n'existe pas de véritable consensus, mais une chose est sûre: elle est gigantesque. Autant de connaissances qu'un individu puisse acquérir pendant sa vie, il ne s'est encore jamais produit de cas où la mémoire à long terme était insuffisante. Il arrive bien sûr que nous ne puissions plus nous souvenir de certaines choses mais ce n'est pas dû au fait qu'il faille faire de la place pour des informations nouvelles (32). Cela ne signifie naturellement pas que nous ne puissions pas mal nous souvenir de certaines choses. Les individus créent en partie leur passé sur base des informations apportées par leur mémoire, leurs connaissances générales ou la désirabilité sociale de la situation. Loftus (33) a par exemple constaté, lors d'une série d'expériences, combien le souvenir d'un événement traumatisant est influencé par les informations trompeuses proposées par la suite. La raison pourrait être que ces informations trompeuses sont reprises dans les représentations mnésiques de l'incident et le modifient.

La mémoire à long terme est-elle un système unitaire? La controverse subsiste. De nombreux éléments semblent indiquer que la mémoire à long terme n'est pas un lieu de stockage monolithique mais est constituée de plusieurs systèmes. Les critères permettant de distinguer les différents systèmes font actuellement l'objet d'intenses discussions mais aucun consensus n'a encore été atteint concernant leur nombre précis. Souvent, on établit au moins deux types de distinctions: déclarative/procédurale ou explicite/implicite.

2.2.3.1. Mémoire déclarative et mémoire procédurale (34)

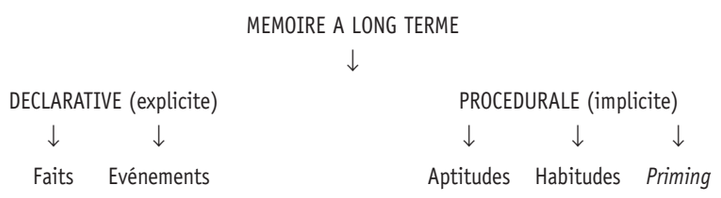
La mémoire déclarative porte sur des événements, des faits et des concepts (quoi?). La connaissance procédurale, par contre, fait référence à des aptitudes (comment?). La mémoire déclarative était autrefois subdivisée en mémoire épisodique et mémoire sémantique (35, 36):

- mémoire épisodique: mémoire des événements personnels, déterminés par le temps et le lieu. Ex: la semaine dernière, je suis allé chez le dentiste;
- mémoire sémantique: information impersonnelle, stockée, ayant trait à la connaissance des mots et de leur signification, connaissance des objets et de leur fonction et connaissance de faits généraux. Ex: savoir quelle est la capitale de la France.

Cas 4: J.R., un ingénieur de 48 ans, s'est soudain senti mal pendant son travail; il présentait une perte de vision. Par la suite, il a éprouvé des difficultés à se souvenir des noms propres et des noms des objets. Une IRM a montré un infarctus au niveau du thalamus gauche.

On suppose une interaction continue entre les deux systèmes (37). Cela signifie que la

Figure 7: Systèmes de la mémoire à long terme.



connaissance sémantique est partiellement constituée d'informations préalablement stockées via la mémoire épisodique que les souvenirs épisodiques sont interprétés dans le cadre de la connaissance sémantique existante. Cette distinction n'étant étayée que par de rares preuves expérimentales, Squire et al (38, 39) ont suggéré que ces deux formes de mémoire pouvaient être considérées comme des aspects différents d'un même système, à savoir la mémoire déclarative.

Cas 5: T.J. avait 32 ans lorsqu'un cancer nasopharyngé a été diagnostiqué et traité avec succès par radiothérapie. Aucune séquelle neuropsychologique n'a été constatée. Sept ans plus tard, le cancer a récidivé; il a à nouveau été traité par radiothérapie. Deux ans après, le patient a développé une limitation très nette de la mémoire. La limitation de la MLT était très marquée tant pour les connaissances générales que pour les données autobiographiques. Les aptitudes acquises sont toutefois restées intactes et le patient peut toujours s'adonner à la plupart de ses hobbies. Les examens ont montré l'existence d'une nécrose des lobes temporaux.

2.2.3.2. Mémoire implicite et mémoire explicite

Depuis quelques années, on s'intéresse à une nouvelle approche de la mémoire à long terme. Contrairement aux systèmes distincts de Tulving, on insiste désormais sur la réaction à certaines tâches mnésiques. C'est ainsi que l'on fait la distinction entre la mémoire explicite et la mémoire implicite.

La mémoire implicite intervient lorsqu'une tâche est facilitée par l'expérience antérieure, sans faire expressément référence à cette phase d'apprentissage préalable (*priming**, apprentissage d'aptitudes motrices).

* *Le terme "priming" fait référence à une augmentation de la précision et de la vitesse de la réponse à un stimulus, due à l'exposition antérieure à ce stimulus. Plusieurs études ont montré par exemple que, lorsqu'on leur demandait de compléter des racines de mots (par exemple: DEF_____), les sujets produisaient significativement plus de mots à partir de mots déjà présentés bien qu'il n'ait pas été fait explicitement référence à cette phase précédente de l'étude.*

La mémoire explicite fait consciemment appel à des informations précédemment acquises. Elle est mesurée à l'aide de tâches au cours desquelles les sujets doivent consciemment évoquer des informations à partir d'une précédente phase d'apprentissage. Dans les instructions, il est explicitement fait référence à la phase d'apprentissage précédente (*free recall, cued recall, recognition*).

Tableau 1: Résumé (32).

stockage	durée	capacité	encodage	évocation
sensoriel	250ms	importante	sensoriel	recherche parallèle
à court terme	20 s	7±2	sensoriel sémantique	recherche sérielle exhaustive
à long terme	années	illimitée	sensoriel sémantique	recherche parallèle

Lors des tâches implicites, il n'est pas fait expressément référence à l'expérience préalablement acquise. Elle a cependant une influence sur les performances. Par exemple, l'exposition au mot "*strawberry*" facilite l'identification de la série de lettres "_TRA_BE_R_" (40).

Cas 6: R.K. est un homme de 34 ans chez qui on a diagnostiqué un gliome hypothalamique. On a installé une dérivation ventriculaire mais quelques heures plus tard, il y a eu hémorragie spontanée de la tumeur. Comme elle est inopérable, on a eu recours à la radiothérapie. Le sujet n'avait aucune difficulté à reconnaître des phrases préalablement présentées (mémoire implicite) mais il ne pouvait pas indiquer dans laquelle des deux listes elles étaient présentées (mémoire explicite).

2.3. Approche par processus

Au paragraphe précédent, nous avons décrit certains endroits de stockage. Chacun de ces endroits suppose naturellement des processus spécifiques, comme l'encodage ou l'enregistrement, la rétention (idéalement sans perte majeure d'information) et l'évocation. Ces processus sont en fait difficiles à distinguer et ne sont pas exclusivement liés à un système déterminé. Fuster (41) postulait par exemple que la mémoire de travail était en grande partie sinon totalement caractérisée par une activation continue d'un vaste réseau à l'intérieur de la mémoire à long terme. Il semble cependant intéressant d'établir une subdivision pour mieux comprendre le fonctionnement des systèmes mnésiques.

2.3.1. Encodage

Il s'agit de l'étape initiale du traitement de l'information, lorsque quelque chose doit être mémorisé. On considère désormais que l'information contenue dans la mémoire à court terme est basée sur un code articulatoire acoustique. Il est par exemple fréquent que les sujets se trompent lorsque deux lettres ont la même consonance (B et V par exemple) pendant des tâches faisant appel à la mémoire à court terme (42). Des mots ayant la même consonance sont moins bien reproduits que des mots totalement différents (43). La confusion induite par les caractéristiques visuelles des lettres est peu fréquente (E et F par exemple). Il y a également peu de confusion au plan de la signification. Au niveau de la mémoire à long terme, la signification des mots est plus importante que leur consonance semblable (43).

On peut donc conclure de tout ceci que le matériel verbal est traité de manière articulatoire acoustique dans la mémoire à court terme alors que l'encodage dans la mémoire à long terme est basé sur la sémantique.

Ce raisonnement ne peut cependant pas être limité à l'aspect phonologique. Lorsque nous rêvassons par exemple, nous avons des images visuelles très vives. En outre, nous pouvons faire appel à des informations spatiales stockées en mémoire, par exemple la description d'un itinéraire.

Sur base de ces différents niveaux de traitement, Craik et Lockhart (44) proposent l'hypothèse du *level of processing*; elle est basée sur le rôle de l'encodage dans l'apprentissage. Selon cette hypothèse, il existe un lien entre la manière dont le matériel est traité et la

probabilité qu'il soit retenu par la suite. On considère que la durée de la trace mnésique dépend de la profondeur du processus d'encodage. Les auteurs établissent une distinction entre le traitement de caractéristiques visuelles (encodage superficiel) des stimuli et le traitement des propriétés sémantiques (encodage plus profond). Exemple: décider si le mot "chien" est présenté en minuscules ou en majuscules (aspects perceptuels) induit une rétention moindre que si l'on demande "est-ce un animal?" (aspects sémantiques).

2.3.2. Sauvegarde et oubli

La sauvegarde ou la rétention d'informations appelle inévitablement le concept d' "oubli". Il y a quelques décennies déjà, plusieurs chercheurs se sont intéressés à ce phénomène. Ils ont tenté de déterminer si l'oubli était causé par la disparition spontanée d'une trace mnésique ou par l'interférence d'autre matériel. Il y a à la fois interférence "proactive" (les expériences du passé interfèrent avec la possibilité d'acquérir de nouvelles informations et de les retenir) et "interférence rétroactive" (trouble de la mémoire dû à l'interférence d'expériences récentes avec l'évocation de connaissances précédemment acquises).

Dans chacune des trois subdivisions de la mémoire (mémoire sensorielle, MCT et MLT), les traces s'estompent avec le temps. En outre, tout le contenu de la mémoire sensorielle peut être remplacé par du matériel nouveau. Dans la MCT, l'information nouvelle ne remplace qu'une partie de l'information ancienne.

2.3.3. Evocation et reconnaissance

Par évocation (*recall*), on entend la possibilité de puiser dans la mémoire une information activement recherchée (2). Habituellement, lors d'une *free recall task*, on présente un grand nombre d'éléments qui doivent ensuite être immédiatement reproduits.

On remarquera que lors de l'évocation de cette liste de mots, il arrive souvent que le premier et le dernier mot soient les mieux retenus (*primary* et *recency effect*). Les mots en milieu de liste le sont moins bien. Cet effet est présent indépendamment de la longueur de la liste, de la signification du matériel proposé et de la vitesse de la présentation (4). Toutefois, lorsque l'évocation est postposée de quelques secondes, le *recency effect* disparaît mais le *primary effect* persiste. Selon Glanzer (45), c'est dû au fait que les derniers mots sont retenus dans la mémoire de travail (et dès lors s'estompent) alors que les premiers mots sont déjà stockés dans la mémoire à long terme (voir 2.1).

La reconnaissance (*recognition*) donne de meilleures performances que l'évocation libre. Il s'agit ici d'indiquer si les stimuli présentés ont déjà été proposés ou appris (2). Cela peut se faire par le biais d'une tâche oui-non ou par une tâche de choix obligé.

Cas 7: L.E., une patiente de 20 ans, a été hospitalisée après une période de 18 mois au cours de laquelle elle buvait tous les jours pratiquement une bouteille de whisky. Elle présentait en outre des troubles alimentaires (crises d'hyperphagie et vomissements) depuis 6 ans. L'examen neurologique a mis en évidence la triade classique de l'encéphalopathie de Wernicke, qui s'est améliorée après traitement. L'examen neuroradiologique a montré une atrophie corticale sévère. Les tests neuropsychologiques ont montré un déficit sévère de l'évocation (*recall*) alors que les performances à la reconnaissance (*recognition*) étaient comparables à celles des contrôles. Ces troubles mnésiques étaient à l'origine de problèmes majeurs, mais ne lui interdisaient pas de fonctionner sans soins continus. Sa reconnaissance intacte lui permettait de distinguer les visages connus et sur base d'indicateurs situationnels, elle pouvait déterminer de qui il s'agissait précisément.

2.3.4. Organisation

Comme on a pu le constater de ce qui précède, il est, d'un point de vue conceptuel, intéressant de faire la distinction entre l'encodage, la rétention et l'évocation de l'information. Il est en outre nécessaire de se souvenir que ces trois processus interagissent. Mandler (46) a par exemple constaté que les sujets étaient aussi performants, lors d'une tâche d'évocation, lorsqu'on leur demandait préalablement de classer le matériel étudié en catégories (sans indiquer préalablement qu'il s'agissait du test) que lorsqu'on leur demandait explicitement d'apprendre l'information. Un autre exemple est un petit truc mnémotechnique visuel. Supposons que pendant une tâche d'association de mots, on demande à un individu de retenir ensemble les mots "chien" et "chapeau". La représentation visuelle d'un Pékinois avec un chapeau devrait lui permettre de dire rapidement "chapeau" lors de l'énonciation du signal "chien". Est-ce un exemple d'encodage, de rétention ou d'évocation? Un élément bien encodé permet une évocation efficace, sur base d'une bonne sauvegarde.

2.4. Modèles de réseaux neuronaux

En raison de la rapidité des progrès actuellement réalisés en matière d'étude de la mémoire, un aperçu des différents modèles ne serait pas complet sans citer les "processus de traitement parallèles". Une présentation détaillée de cette approche sort cependant du cadre de cet article. Nous n'en esquisserons que les grandes lignes.

Dans cette approche de la mémoire, on suppose l'existence d'un grand nombre de nœuds (*nodes*) qui sont reliés les uns aux autres. Les liaisons sont formées par association répétée. La puissance de ces liaisons varie. De cette manière, il y a création de *clusters* d'informations.

Initialement, il s'agissait, dans ces modèles de traitement parallèles, d'associations permanentes, de mémoire à long terme et on ne s'inquiétait pas tellement de la manière dont le stockage temporaire pourrait s'inscrire dans ce modèle. Des modèles de sauvegarde temporaire viennent d'être développés. Dans un premier modèle (47), la rétention temporaire est basée sur la réactivation temporaire de réseaux existants. Certaines liaisons (*slow weights*) ont besoin de beaucoup de temps pour être construites mais une fois qu'elles sont construites, il faut longtemps pour qu'elles soient modifiées. Elles sont donc associées à la mémoire à long terme. D'autres (*fast weights*) sont construites rapidement mais sont également rapidement remplacées par la présentation de nouveaux stimuli. La mémoire à court terme est donc considérée comme la réactivation de traces de la mémoire à long terme. Un autre modèle

(48) suppose l'existence de différentes couches composées de nœuds ayant un niveau d'activité variable. L'activité est diffusée de nœud en nœud, à travers les différentes couches. Il y a également des flux de *feedback*, qui agissent comme une sorte de mécanisme en chaîne permettant le stockage des liens entre les stimuli.

Conclusion

La mémoire n'est pas un système simple mais plutôt une série de sous-systèmes interagissants, qui sont chacun à même d'encoder, d'enregistrer ou de stocker l'information et qui permettent d'évoquer cette information.

Jusqu'à présent, il existe surtout un consensus à propos de la subdivision en 1) mémoire sensorielle, 2) mémoire à court terme ou mémoire de travail et 3) mémoire à long terme. La mémoire sensorielle permet un stockage de courte durée pendant les processus de perception. La mémoire à court terme fait référence à un endroit de stockage temporaire qui permet des tâches complexes. La mémoire à long terme permet un stockage de longue durée. L'information qui y est stockée est subdivisée en connaissance déclarative et connaissance procédurale; elle fait appel à des systèmes distincts.

Depuis quelque temps, on s'intéresse énormément aux systèmes parallèles de traitement de l'information. Ces modèles donnent peut-être une vision plus large de la mémoire et de l'apprentissage que le modèle d'Atkinson et Shiffrin mais c'est au prix de spécifications techniques complexes. Il est possible qu'à l'avenir, les points forts des différentes théories puissent être combinés, de façon à permettre une approche détaillée mais surtout simple de la mémoire.

Références

1. *Tulving E. Introduction. Gazzaniga MS (editor). The cognitive neurosciences. Cambridge, Massachusetts: The Mitt Press; 1995. p. 751-3.*
2. *Brébion G, Amador X, Smith MJ, Gorman JM. Mechanisms underlying memory impairment in schizophrenia. Psychological Medicine 1997;27:383-93.*
3. *Atkinson RC, Shiffrin RM. Human memory: A proposed system and its control processes. Spence KW (editor). The psychology of learning and motivaton: Advances in research and theory. New York: Academic Press; 1968. p. 89-195.*
4. *Baddeley AD. Essentials of human memory. Hove: Psychology Press; 1999.*
5. *Broadbent DE. Perception and communication. London: Pergamon Press; 1958.*
6. *Baddeley AD. The concept of working memory. Gathercole SE (editor). Models of short-term memory. Hove: Psychology Press; 1996. p. 1-27.*
7. *Melton AW. Implications of short-term memory for a general theory of memory. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior 1963;2:1-21.*
8. *Waugh NC, Norman DA. Primary memory. Psychological Review 1965;72:89-104.*
9. *Glanzer M, Cunitz AR. Two storage mechanisms in free recall. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior. 1966;5:351-60.*
10. *Baddeley AD, Warrington EK. Amnesia and the distinction between long- and short-term memory. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior 1970;9:176-89.*
11. *Atkinson RC, Shiffrin RM. The control of short-term memory. Scientific American 1971;225(2):82-90.*
12. *Baddeley AD, Hitch G. Working memory. Bower GA (editor). The Psychology of Learning and Motivation. New York: Academic Press; 1974. p. 47-89.*
13. *Baddeley A. Working memory. Gazzaniga MS (editor). The cognitive neurosciences. Cambridge, Massachusetts: The Mit Press; 1995. p. 755-64.*
14. *Fleming K, Goldberg TE, Binks S, Randolph C, Gold JM, Weinberger DR. Visuospatial Working memory in patients with schizophrenia. Biological Psychiatry 1997;41:43-9.*
15. *Brown J. Some tests of the decay theory of immediate memory. Quarterly Journal of Experimental Psychology. 1958;10:12-21.*
16. *Peterson LR, Peterson MJ. Short-term temporal changes in free recall. Quarterly Journal of Experimental Psychology 1959;58:193-8.*
17. *Wickelgren WA. Size of rehearsal group and short-term memory. Journal of Experimental Psychology 1964;68:413-9.*
18. *Miller GA. The magical number seven, plus or minus two: some limits on capacity for processing information. Psychological Review 1956;63:81-97.*
19. *Hanley JR, Young AW, Pearson NA. Impairment of the visuo-spatial sketch pad. Quarterly Journal of Experimental Psychology 1991;43(1):101-25.*
20. *Warrington EK, Shallice T. The selective impairment of auditory verbal short-term memory. Brain 1969;92:885-96.*
21. *Baddeley AD, Lieberman K. Spatial working memory. Nickerson RS (editor). Attention and Performance VIII. Hillsdale NJ: Erlbaum; 1980. p. 521-39.*
22. *Logie RH, Marchetti C. Visuo-spatial working memory: Visual, spatial or central executive? Logie M, Denin M (editors). Mental Images in Human Cognition. Amsterdam: Elsevier; 1991. p. 106-15.*
23. *Farah MJ. Is visual memory really visual? Overlooked evidence from neuropsychology. Psychological Review. 1988;95:307-17.*
24. *Jonides J, Smith EE, Koeppe RA, Awh E, Minoshima S, Mintun MA. Spatial working memory in humans as revealed by PET. Nature 1993;363:623-5.*
25. *Kolb B, Whishaw I Q. Performance of schizophrenic patients on tests sensitive to left or right frontal, temporal, or parietal function in neurological patients. J Nerv Ment Dis 1983;171(7):435-43.*
26. *Baddeley AD, Thomson N, Buchanan M. Word length and the structure of short-term memory. Jounal of Verbal Learning and Verbal Behavior 1975;14:575-89.*
27. *Baddeley AD, Lewis VJ, Vallar G. Exploring the articulatory loop. Quarterly Journal of Experimental Psychology 1984;36:233-52.*
28. *Conrad R, Hull A. Information, acoustic confusion and memory span. British Journal of Psychology 1964;55:429-32.*
29. *Clark HH, Clark EV. Psychology and language. New York: Harcourt Brace Jovanonic; 1977.*
30. *Baddeley AD, Papagno C, Vallar G. When long term learning depends on short term storage. Journal of Memory and Language 1988;27:586-95.*
31. *Gathercole SE, Baddeley AD. Phonological memory deficits in language-disordered children: Is there a causal connection. Journal of Memory and Language 1990;29:336-60.*
32. *Kellog RT. Cognitive Psychology. London, UK: Sage Publications Ltd; 1995.*
33. *Loftus E, Kechtam K. The myth of repressed memory: false memories and allegations of sexual abuse. New York: St. Martin's Press; 1994.*
34. *Squire LR. Memory and the hippocampus: A synthesis from findings with rats, monkeys, and humans. Psychol Rev 1992;99:143-145.*
35. *Tulving E. Episodic and semantic memory. Tulving E, Donaldson W (editors). Organization of memory. New York: Academic Press; 1972.*
36. *Tulving E. How many memory systems are there? American Psychologist 1985;40:385-398.*
37. *Tulving E. Elements of Episodic Memory. Oxford, UK: Oxford University Press; 1983.*
38. *Cohen NJ, Squire LR. Preserved learning and retention of pattern-analyzing skill in amnesia: dissociation of knowing how and knowing that. Science 1980;210:207-210.*
39. *Squire LR. Memory and the brain. New York: Oxford University Press; 1987.*
40. *Schwartz BL, Rosse RB, Deutsch SI. Toward a Neuropsychology of memory in schizophrenia. Psychopharmacology Bulletin 1992;28:341-351.*
41. *Fuster JM. Distributed memory for bith short and long term. Neurobiology of Learning and Memory 1998;70(1-2):268-74.*
42. *Conrad R. Acoustic confusion in immediate memory. British Journal of Psychology 1964;55:75-84.*
43. *Baddeley AD. Short-term memory for word sequences as a function of acoustic, semantic and formal similarity. Quarterly Journal of Experimental Psychology 1966;18:362-5.*
44. *Craik FIM, Lockhart RS. Levels of processing: A framework for memory research. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior 1972;11:671-84.*
45. *Glanzer M. Storage mechanisms in recall. Bower GH (editor). The Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory. New York: Academic Press; 1972.*
46. *Mandler G. Organization in memory. Spence KW, Spence TJ (editors). The psychology of learning and motivation. New York: Academic Press; 1967. p. 327-72.*
47. *Hinton GE, Plaut DC. Using fast weights to deblur old memories. Proceedings of the ninth annual conference of the cognitive science society. Hillsdale, New York: Lawrence Erlbaum Associates Inc.; 1987. p. 177-86.*
48. *Burgess N, Hitch GJ. Toward a network model of the articulatory loop. Journal of Memory and Language 1992;31:429-60.*

DIV015 fr 20-06-2001 14:31 Pagina 12

The work of the Belgian Discussion Board on Cognition in Antipsychotic Treatment is supported by an unrestricted educational grant from Janssen-Cilag & Organon.