

Les conceptions "système unique" de la mémoire : aspects théoriques

Stéphane Rousset

Résumé

Cet article évalue la pertinence de la distinction entre système mnésique sémantique et système mnésique épisodique. Nous présentons les caractéristiques des modèles non abstractifs, qui proposent que les comportements sémantiques et épisodiques sont issus du même système de traces mnésiques. Cette proposition est discutée en relation avec l'adéquation entre systèmes mnésiques et niveaux de conscience proposée par Tulving (1982). Il est conclu que, si ces conceptions proposant un système unique de traces pour sous-tendre les fonctions sémantique et épisodique diffèrent radicalement des conceptions multi-systèmes quant à la nature du stockage mnésique, ni l'une ni l'autre ne peut rendre compte directement des comportements mnésiques. Il serait alors nécessaire de prendre en compte l'intervention des processus de "gestion" des évocations, cette prise en compte ne remettant en rien en cause les différences fondamentales avancées quant à la nature du stockage.

Mots clés : Episodique, sémantique, dissociations, modèles multi-traces, modèles non-abstractifs.

Key words: Episodic, semantic, dissociations, multi-trace models, non-abstractive models.

Adresse de correspondance : Stéphane Rousset, Laboratoire de Psychologie Expérimentale, UPRES/CNRS UMR 5105, Université Pierre Mendès France, Département de Psychologie, Bâtiment Sciences de l'homme et mathématiques, BP 47, 38040 Grenoble cedex 9, France (e-mail: Stephane.Rousset@upmf-grenoble.fr).

NIVEAUX DE CONSCIENCE ET TRACES MNÉSQUES

On doit à Tulving (1983) d'avoir mis l'accent sur les manifestations multiples de la mémoire. Il a en effet réintroduit la motion de remémoration ("remembering") qui, depuis James (1890), ne jouait plus un rôle central dans les études sur la mémoire. Selon James, la "remémoration est comme une sensation directe ; son objet est imprégné d'une chaleur et intimité auxquels aucun objet ou simple concept ne peut prétendre" (1890, p. 239). Cette intimité correspondrait, pour Tulving, à un état de conscience auto-noétique c'est-à-dire à une connaissance portant sur soi et non simplement sur le monde (i.e. noétique). Ces deux formes de conscience seraient complétées par une troisième forme, dite anoétique, où la mémoire s'exprime en modifiant notre comportement à notre insu. Cette forme de mémoire sous-tendrait les phénomènes d'amorçage et l'acquisition de procédures motrices ou cognitives.

A l'analyse introspective, la différence entre conscience auto-noétique et noétique apparaît tout à fait pertinente. Cette certitude subjective laisse néanmoins le clinicien quelque peu désemparé quand il s'agit de déterminer si une autre personne éprouve réellement "la chaleur et l'intimité du souvenir". L'usage veut que l'on évalue indirectement la capacité auto-noétique à la qualité de détail des souvenirs anciens qui peuvent être rappelés face à un questionnaire (e.g. Kopelman, Wilson et Baddeley, 1989 ; Crovitz et Schiffmann, 1974). Baddeley et Wilson (1986) avancent, comme exemple de souvenir, le récit d'un patient racontant comment son sergent a jeté une grenade hors de la tranchée où il se trouvait. Face à ce type de récit, la cotation semble quelque peu être affaire d'optimisme : on peut considérer soit que le patient revit réellement cet épisode, soit qu'il raconte simplement une histoire maintes fois rapportée et qui aurait pu arriver à d'autres. Les éléments objectifs pour juger du caractère auto-noétique sont, de fait, très restreints et le seul moyen d'approcher directement ce concept est peut-être, comme le propose Tulving (1985), de faire confiance aux capacités d'introspection du sujet en lui demandant de qualifier ses évocations mnésiques en connaissances ("Know") ou souvenirs d'épisodes vécus ("Remember").

L'étude des niveaux de conscience constitue donc un domaine complexe, dont l'approche expérimentale n'est pas aisée. De fait, le débat

entre système unique vs. systèmes multiples de mémoire n'a pas porté directement sur les formes de conscience associées à la mémoire, mais sur une proposition dérivée qui paraît, de prime abord, plus facile à tester. Tulving (1982) propose d'assigner les états de conscience à l'accès à des stocks mnésiques différents. La conscience auto-noétique serait liée à la mise en œuvre d'une mémoire épisodique. Elle serait ainsi sous-tendue par un stock mnésique épisodique contenant les traces des événements personnellement vécus, ce stock étant apparu tardivement dans l'évolution phylogénétique. La conscience noétique correspondrait alors à l'accès à une mémoire sémantique. Elle serait la conséquence de l'activation d'un stock de représentations symboliques. Ce stock abstrait aurait la propriété de refléter l'organisation du monde. L'accès à la mémoire sémantique serait assuré par un ensemble de processus d'abstraction, les Systèmes de Représentation Perceptuels (SRP). Ils agiraient comme une interface, leur rôle étant de transformer le percept en une représentation abstraite compréhensible par le système symbolique. Ces systèmes seraient également dotés de leur propre mémoire, de type procédural, et seraient à la base des phénomènes d'amorçage par répétition, leur mise en œuvre ne produisant aucun état de conscience (anoétie). Si l'on accepte le lien "conscience-stock" proposé par Tulving, ce découpage pourrait simplement offrir un moyen d'étudier indirectement les niveaux de conscience. Cependant, la proposition de Tulving constitue au premier plan un modèle général de la mémoire qui a structuré les recherches dans ce domaine.

Cette architecture minimale, composée de trois systèmes mnésiques hiérarchisés, constitue la structure fondamentale des modèles abstractifs (Richardson-Klavehn et Bjork, 1988). La conception proposée pour la mémoire sémantique joue ici un rôle fondamental. Elle repose sur l'hypothèse de l'existence d'un stock organisé d'unités représentationnelles abstraites correspondant à la structure du monde. Selon le postulat de base de ces modèles, l'activation de ces unités donnerait naissance au sens. L'origine du sens étant attribuée aux propriétés du système sémantique, le stock épisodique est nécessairement conçu comme un système supplémentaire construit à partir de ces éléments de base. Une trace épisodique, qui doit être porteuse de sens, serait ainsi l'enregistrement des concepts simultanément activés à un moment donné en

mémoire sémantique. Il faut remarquer que cette notion de stock supplémentaire de haut niveau est ainsi congruente avec les propositions de Tulving portant sur les niveaux de conscience et l'évolution phylogénétique et ontogénétique.

La synthèse théorique récemment proposée par Tulving (1995) au travers du modèle SPI (Sérial, Parallèle, Indépendant) de l'encodage et de la récupération met clairement en avant l'importance de la hiérarchie logique des systèmes, ceci indépendamment du fait qu'ils puissent être physiquement imbriqués ou non. La caractéristique fondamentale de ce modèle est, en effet, que si la récupération dans les différents systèmes peut s'effectuer de manière indépendante (aspect parallèle et indépendant), l'encodage en mémoire épisodique est dépendant d'un encodage préalable des concepts en mémoire sémantique (aspect sériel). De ce point de vue, si, en 1982, Tulving proposait que la mémoire épisodique puisse contenir des sensations brutes, il est maintenant clair que seules des composantes sémantiques pourraient être stockées en mémoire épisodique.

Cette conception hiérarchique des stocks mnésiques est principalement remise en cause par les conceptions non abstractives de la mémoire. Nous présenterons les caractéristiques et enjeux de ces conceptions avant de revenir à la problématique des niveaux de conscience associés à la mémoire.

UNE CONCEPTION SYSTÈME UNIQUE : LES MODÈLES NON ABSTRACTIFS

Les modélisations non abstractives proposent l'existence d'un seul type de stockage, constitué par l'enregistrement des stimulations primaires se produisant lors de chaque épisode d'apprentissage. De ce fait, ils sont souvent appelés modèles "épisodiques". Cependant, cette dénomination peut s'avérer quelque peu trompeuse dans la mesure où elle conduirait à penser qu'ils sont destinés uniquement à rendre compte des phénomènes auto-noétiques. Le défi principal auquel ils sont confrontés est plutôt de rendre compte de notre capacité à assigner un sens au monde sans faire intervenir la notion de stock abstrait reflétant la structure de

celui-ci. La capacité à assigner un sens aux objets et à faire preuve de généralisation ne reposant plus sur le postulat symbolique, il faut donc proposer des mécanismes permettant d'en rendre compte. Nous illustrerons tout d'abord le principe fondamental mis en avant par les propositions non-abstractives au travers de l'exposé d'un modèle simple proposé par Hintzman (1984, 1986).

De manière paradoxale, le modèle "Minerva II" (Hintzman, 1984) peut être considéré comme une simple formalisation mathématique du principe général d'ecphorie synergétique proposé par Tulving (1982) pour rendre compte du fonctionnement de la mémoire épisodique. Ceci à la différence près, mais elle est de taille, que le système ne fonctionnera pas à partir d'unités sémantiques mais à partir de stimulations élémentaires. Le principe général de l'ecphorie synergétique stipule que le produit de la mémoire est déterminé par la similarité entre l'épisode vécu et les traces laissées en mémoire par les épisodes précédents. Ce produit n'est pas la simple récupération d'une trace, mais une création (émergence) d'une nouvelle configuration de stimulations primaires à partir de la synergie entre un ensemble de traces et les indices de récupération que constitue l'épisode présent.

Les modèles non abstractifs étendent ce principe à l'ensemble de la mémoire : sa fonction principale ne serait pas de permettre l'accès à des représentations stockées mais de (re)créer des configurations de stimulations correspondant à une (ou des) situation(s) vécue(s) ; ceci en fonction de la similarité entre la situation de test et l'ensemble des situations vécues qui ont été enregistrées par le système de mémoire. Le modèle Minerva II propose une formalisation particulièrement accessible de ce processus de re-création. Dans ce modèle, les seules données d'entrée et de sortie du système sont des composantes élémentaires, qui pourraient correspondre à des activations/inhibitions dans les aires sensorielles primaires. La mémoire elle-même n'est ici qu'une suite d'enregistrements de ces composantes élémentaires, ce qui permet de la représenter comme un tableau (cf. Figure 1). Chaque ligne du tableau correspond aux valeurs des différentes cellules des aires primaires à un moment donné et permet ainsi de stocker une trace d'un épisode vécu. En colonne, on retrouve donc les valeurs d'une cellule à travers les différents épisodes constituant l'histoire du sujet. Cette mémoire étant constituée des stimu-

lations élémentaires passées, il n'y a pas besoin de prévoir l'intervention de processus de transcodage ou d'adressage pour y accéder. L'indice de récupération est donc simplement l'ensemble des nouvelles stimulations correspondant à l'épisode actuel. Celles-ci peuvent être considérées comme une sonde contactant le système mnésique. La récupération comprendra deux étapes successives, (a) calcul d'activation de chacune des traces puis (b) calcul d'un nouvel état des cellules des aires sensorielles qui constituera l'écho (ou évocation) provoqué par la synergie entre la sonde et la mémoire.

Pour le calcul d'activation, chaque trace est activée en fonction de sa similarité avec la sonde. Un épisode similaire à un (ou des) épisode(s) vécu(s) activera donc fortement la (les) trace(s) correspondante(s) en mémoire.

Pour le calcul de l'écho, la sonde n'entre plus en jeu. Pour chaque cellule, la valeur de la stimulation en écho est égale à la somme des valeurs stockées sur sa "colonne", pondérée par l'activation de chaque trace. Une valeur enregistrée de cellule contribuera donc d'autant plus à l'écho que la trace qui la contient est fortement activée. Ainsi, le contenu de l'écho sera le reflet des traces les plus similaires à la situation présente et en particulier des cellules les plus souvent activées dans chacune d'entre elles.

En dépit de sa simplicité, ce système permet de retrouver les propriétés fondamentales de la mémoire. Si nous considérons la mémoire des épisodes, il permet, par exemple, de compléter une situation par la mémoire, donc de rappeler : en présence d'une partie d'un épisode correspondant à un épisode déjà vécu, la trace de cet épisode va être la plus activée, car la plus similaire. L'écho sera alors principalement déterminé par cette trace, car ce sont les valeurs qui la composent qui auront la plus forte pondération dans le calcul déterminant l'écho. En raison du calcul en deux étapes, activation puis détermination de l'écho en fonction des traces activées, en écho l'évocation reflétera l'ensemble de la trace, en incluant les éléments précédemment présents qui ne se sont pas dans la situation actuelle. En effet, la totalité de la trace activée participant à l'écho, une composante faisant partie d'une trace fortement activée est évoquée, ceci qu'elle fasse partie de la sonde ou pas.

Figure 1. Schéma du principe du modèle Minerva II.

La sonde (valeurs d'activation/inhibition des cellules des aires primaires au temps t) contacte une mémoire contenant les traces des activations aux temps t-n (traces épisodiques). Chaque trace est activée en fonction de sa similarité avec la sonde sur les valeurs d'activation/inhibition. Un nouvel état des cellules des aires primaires (Echo) est re-créé en fonction du contenu des traces et de leur activation.

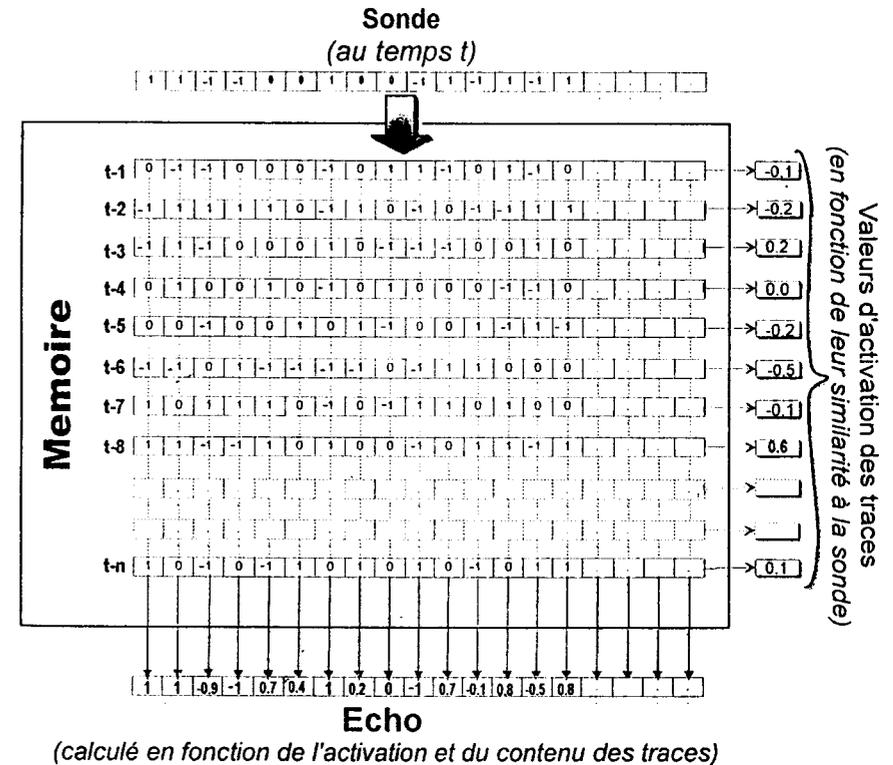


Figure 1. Schematic representation of the Minerva II Model. The probe (Activation/Inhibition values of the cells of primary areas at time t) contacts the memory system. Memory is here simply the traces of activations that occurred at t-n (episodic traces). Each trace is activated according to its similarity with the probe. A new state of the cells of primary area (echo) is created according to the traces' contents and activations.

Ce modèle permet également de rendre compte, dans un seul et même système de traces, de capacités sémantiques adaptées et flexibles. Dans la plupart des cas, la situation présente est similaire à un grand nombre de traces et non pas à une seule. L'ensemble de ces traces va donc contribuer à l'écho. Dans ce cas, l'évocation contiendra principalement les caractéristiques communes aux traces activées. Les composantes élémentaires qui ont varié d'une situation à l'autre comporteront, en effet, des valeurs discordantes sur leurs colonnes respectives et auront ainsi tendance à s'annuler. A partir d'une mémoire ne contenant que des épisodes, il est donc possible d'évoquer les caractéristiques générales d'un objet sans se souvenir des caractéristiques spécifiques de chaque épisode de rencontre. Les modèles non abstractifs proposent que ceci correspondrait alors à l'évocation du sens de l'objet. De plus, ces évocations sémantiques seront flexibles c'est-à-dire que, pour un même objet, les caractéristiques de la situation actuelle présenteront une similarité forte avec le sous-ensemble de traces comportant les mêmes éléments contextuels et une similarité plus faible avec celles ne les contenant pas. Ainsi, le sens sera directement adapté à la situation et une fourchette vue lors d'un dîner n'aura pas exactement le même sens que la même fourchette aperçue dans le cadre d'une Série B particulièrement sanglante. Le sens n'est toujours ici qu'une récréation temporaire déterminée par les indices de récupération et non le reflet de la mise en œuvre d'une structure symbolique reflétant la structure du monde.

Le modèle proposé par Hintzman s'avère être un cadre général particulièrement démonstratif pour aborder les propriétés des mémoires non-abstractives. Cependant, sa simplicité entraîne généralement quelques interrogations. Par exemple, comment un système peut-il effectuer un si grand nombre de calculs sur une mémoire nécessairement immense ? De ce point de vue, la limitation relative du nombre d'unités entraînée par le caractère abstractif des systèmes symboliques pourrait paraître, à première vue, plus plausible. S'il n'est pas résolu, ce type de problème pourrait amener à rejeter d'emblée les propositions non abstractives. Cependant, un principe général de fonctionnement peut être implémenté de diverses manières, le rôle d'un modèle psychologique étant de fournir une représentation analogique permettant d'évaluer les propriétés des processus. Par exemple, faire référence à un modèle abstractif n'impli-

que en rien que l'on suppose que chaque unité est un neurone et chaque lien une synapse. Cette représentation analogique permet pourtant d'explorer les propriétés de systèmes suivant ce principe général. Pour ce qui est du modèle d'Hintzman, il est assez simple de démontrer que les "interrogations" qui peuvent être engendrées par la métaphore du tableau ne constituent pas un critère de rejet. Les propriétés qu'il permet d'appréhender clairement se retrouvent dans des modèles fondés sur l'outil connexionniste, modèles qui réduisent considérablement les problèmes de taille. Le fonctionnement de ces systèmes est cependant moins directement compréhensible, car ils ne reposent pas sur la métaphore du tableau de traces. La formalisation qu'ils proposent permet néanmoins d'aborder des caractéristiques du fonctionnement mnésique qui sont difficilement représentables dans le modèle Minerva II.

Pour poursuivre la présentation des modèles non abstractifs, nous introduirons une structure connexionniste minimale, inspirée de modèles neurologiques (e.g. Damasio, 1989) et psychologiques (Hintzman, 1984, 1986 ; Jacoby, 1983 ; Rousset et Schreiber, 1992). Proposer l'existence d'un système unique de mémoire ne présuppose en rien que l'on doive supposer un système général et uniforme de mémorisation. Les systèmes multiples se définissent par l'hypothèse de l'existence de plusieurs formes de stockage mnésique (enregistrement de symboles et enregistrement d'épisodes). Les conceptions système unique avancent simplement qu'une seule forme de mémorisation, l'enregistrement des composantes élémentaires simultanément activées lors de la perception d'un épisode, permet de rendre compte des divers phénomènes de mémoire. Cette mémorisation s'effectuerait, bien sûr, sur un substrat qui n'est pas différencié, le cerveau humain.

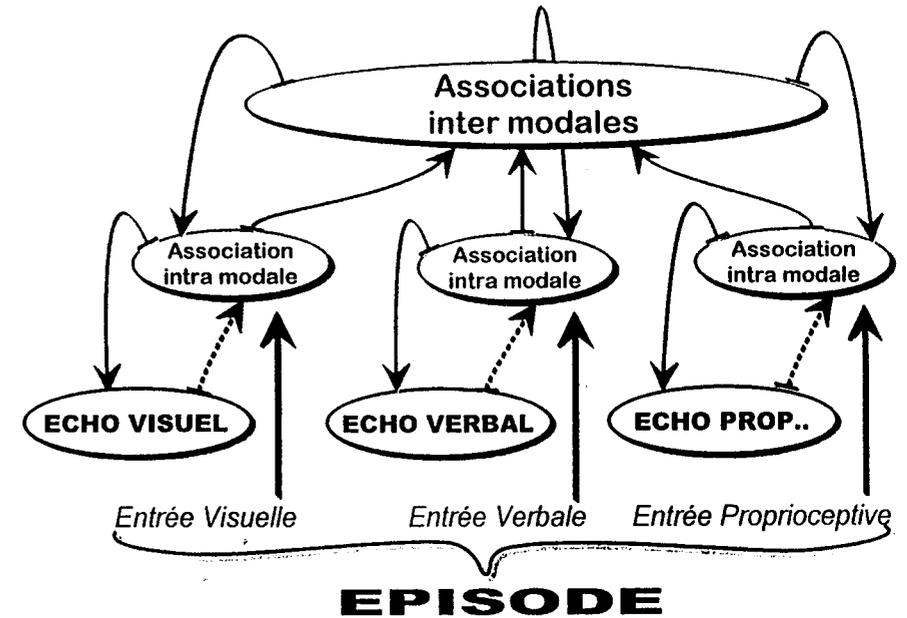
Une première façon de tenir compte de cette interaction entre une structure et un principe de fonctionnement est de prévoir l'existence de modalités de traitement et de liaisons entre ces modalités de traitement (cf. Figure 2). Cette première distinction ne doit être qu'un premier pas et l'on devrait, par exemple, prendre en compte que l'information auditive est principalement définie temporellement, alors que l'information visuelle l'est moins. De plus, le traitement s'effectue sur des structures dont on peut supposer qu'elles ont été façonnées par l'évolution, ce qui leur conférerait des propriétés fonctionnelles spécifiques. Ce modèle

Figure 2. Structure connexionniste minimale implémentant une conception non abstraite de la mémoire.

Chaque ellipse représente un regroupement de plusieurs cellules, les flèches représentent les faisceaux de connexions qui les relient. A chaque présentation d'un épisode perceptif (stimulations multimodales co-occurentes) le système modifie progressivement les valeurs des connexions de manière à répliquer la configuration de stimulations sur les échos. Lors de la présentation d'un épisode contenant un stimulus déjà connu, ce stimulus sera directement re-créé en écho, du fait des adaptations précédentes des connexions. Dans le cas contraire, de nouvelles adaptations seront nécessaires pour obtenir un écho égal à l'entrée. La rapidité d'obtention d'un écho égal à l'entrée pourrait donc contribuer à un sentiment de familiarité. La re-création (par propriété de complétion des réseaux parallèles et distribués) d'éléments contextuels antérieurement associés au stimulus présenté correspondrait à l'évocation précise de l'épisode d'encodage, ou au sens du stimulus quand, par exemple, un indice de récupération peu spécifique conduit à recréer les éléments communs à plusieurs épisodes d'encodage (voir texte). La réinjection des échos en entrée (flèches en pointillé) permet de simuler une réelle dynamique des processus mnésiques, en permettant au système de fonctionner à partir de ses propres évocations.

Figure 2. Minimal connectionist structure implementing a non-abstract conception of memory.

Each ellipse represents a group of cells and the arrows represent beams of connections. At each presentation of a perceptual episode (co-occurrence of multimodal stimulations), the system progressively modifies its connection weights in order to replicate, on the echo, the pattern of stimulations occurring on the input. When an episode containing a known stimulus is presented in input, this stimulus will be directly created on the echo, this being due to previous adaptations of the connection weights. Otherwise, new weight adaptations will be needed to obtain an echo equal to the input. A rapid equality between the echo and the input could then contribute to the production of a familiarity feeling. The creation (due to completion property of parallel and distributed networks) of contextual elements previously associated with the stimuli could correspond to the evocation of a specific learning episode. It could also correspond to the meaning of the stimulus when non specific contextual retrieval cues induce the creation of the elements shared by the traces containing the stimulus (see text). The reinjection of the echo in input (dotted arrows) simulates an actual dynamics of memory process since it allows the system to be also determined by its own evocations.



générique présente donc un grand nombre de simplifications. Pour n'en souligner qu'une, le matériel verbal est ici quasiment assimilé à une modalité perceptive primaire, comme c'est d'ailleurs usuellement le cas en psychologie cognitive. Il resterait à déterminer quelles sont les propriétés de la structure cérébrale et de l'apprentissage qui permettent cette simplification. L'architecture proposée ici ne doit donc être considérée que comme un exemple permettant de présenter un principe général de fonctionnement.

Ce modèle intègre les propriétés de complètement et de généralisation présentes dans Minerva II. Elles sont cependant moins facilement intelligibles car la mémorisation est assurée par la modification des coefficients de transmission synaptique et non par la création de traces localisées en mémoire. Dans cette architecture générale, l'apprentissage consiste à modifier les coefficients de transmission synaptique (repré-

sentés ici par les flèches) de manière à obtenir en écho la réplique exacte des stimulations présentes en entrée (auto-association des entrées). Le formalisme connexionniste offre différents algorithmes qui permettent, de manière automatique et parallèle, d'effectuer cette adaptation de poids de connexions (cf. McClelland et Rumelhart, 1986). Nous n'aborderons pas ici le détail de ces algorithmes d'adaptation synaptique et il nous suffira de considérer, qu'après apprentissage, le système a appris la co-occurrence des différentes composantes élémentaires de l'épisode. Face à un épisode déjà appris, il les re-crèera en écho, et face à une partie de l'épisode, il en recréera également les composantes manquantes (notion de "time locked reactivation" proposée par Damasio, 1989).

Cette architecture non-abstractive, fondée sur l'association de stimulations élémentaires permet de rendre compte des phénomènes de mémoire. Cependant la récupération n'étant plus la réactivation d'unités de mémoire prévues à cet effet mais une re-crèation temporaire "on line", l'expression de la mémoire doit alors être détectée dans la manière dont un système qui s'est précédemment adapté à des situations épisodiques s'adapte désormais à l'épisode présent. Si, face à un stimulus visuel, le système obtient directement un écho visuel quasiment égal à l'entrée, cela signifie que ce stimulus a déjà été appris. L'apprentissage de ce stimulus est donc réduit aux caractéristiques de surface (détail, éclairage ...) et contextuelles qui diffèrent de la (ou des) présentation(s) antérieure(s) de ce stimulus, il sera donc plus rapide que pour un stimulus nouveau. Cette vitesse relative de stabilisation de l'apprentissage pourrait donc contribuer à une estimation de familiarité du stimulus et correspond à la notion de dextérité perceptive proposée par Jacoby (1983). Il faut souligner qu'il s'agit ici d'un phénomène "d'attribution", la dextérité perceptive ne produisant pas directement une conscience du passé (i.e. un sentiment de familiarité). Cette relation attributive entre fonctionnement mnésique et mémoire est assez différente de l'adéquation directe entre activation d'une unité et mémoire que l'on peut retrouver dans les modèles abstraits. Ici, ce à quoi on attribue les caractéristiques du traitement actuel est supposé être dépendant des conditions dans lesquelles est placé le sujet (cf. Jacoby, Kelley et Dywan, 1989). Par exemple, Whittlesea, Jacoby et Girard (1990) ont mis en évidence qu'une même dextérité perceptive pouvait, suivant la question posée au sujet, être

attribuée soit à un souvenir du stimulus, soit à une caractéristique physique du stimulus présenté (manifestation anoétique de la mémoire). Leur expérience comprenait deux phases. Dans la première, des mots étaient présentés et dans la seconde ces mêmes mots étaient présentés parmi d'autres. Dans la seconde phase, tous les stimuli étaient présentés inclus dans un bruitage visuel (points aléatoires) variable. On demandait, soit de déterminer si les mots étaient beaucoup ou peu bruités, soit s'ils avaient été vus ou non en première phase. A niveau de bruitage égal, les sujets jugeaient les stimulus antérieurement présentés moins bruités que ceux qui n'avaient pas été vus (effet anoétique). De manière symétrique, lorsque les sujets devaient déterminer si un stimulus avait déjà été présenté, alors, pour les stimuli nouveaux, les stimuli faciles à traiter (i.e. peu bruités) étaient plus souvent jugés à tort comme anciens. Dans ce dernier cas, la facilité objective du traitement participe donc à l'impression de mémoire.

La facilité du traitement pourrait donc constituer un premier indicateur mnésique, mais, à partir d'un stimulus, le système va également compléter les échos en fonction de la similarité avec les épisodes passés. Nous retrouvons ici les comportements présentés avec Minerva II. Si la situation épisodique comporte des éléments spécifiques fortement similaires à un des épisodes d'apprentissage, alors l'écho sera déterminé principalement par cet épisode, et les autres caractéristiques de cet épisode d'apprentissage seront re-crées en écho. Si les indices présents dans la situation épisodique sont peu spécifiques, un grand nombre d'épisodes passés vont contribuer aux échos. Sur les échos correspondant aux autres modalités que celle de présentation du stimulus, nous retrouverons les caractéristiques régulièrement liées à ce stimulus. Par rapport au modèle Minerva II, la présence de spécialisations dans l'architecture permet ici d'envisager directement des dysconnexions sélectives entre modalités. Par exemple, suite à une lésion des connexions reliant la modalité visuelle aux autres, le système pourra déterminer la familiarité d'un objet présenté visuellement, tout en étant incapable de re-crèer des composantes sur les autres modalités. Ce comportement pourrait alors correspondre à un syndrome d'agnosie associative.

A ces capacités brutes il convient toutefois de rajouter une composante nécessaire, la réinjections des échos en entrée du système (symbo-

lisée par les flèches pointillées du schéma). Cette réinjection est possible dans la mesure où les entrées et les échos sont de même format. Un système fonctionnant à partir de ses propres productions est plus conforme au fonctionnement mnésique qu'un système déterminé uniquement par la stimulation présente. Les indices de récupération traités seront donc composés à la fois des stimulations externes et des stimulations qui viennent d'être re-crées sur l'écho. Ces dernières peuvent être rapprochées de la notion d'environnement cognitif proposée par Tulving (1983). Par ce bouclage, on obtient alors un système en constante évolution, où les re-crées sont modulées à la fois par la situation présente et par les évocations précédentes du système. En effet, l'écho est le reflet des épisodes passés en fonction de leurs similarités avec l'épisode présent. En tant que re-crée à partir de ces épisodes passés, il est donc plus similaire à ces épisodes que ne l'était l'épisode présent. Si, par réinjection, il constitue maintenant l'entrée du système, grâce à cette similarité accrue, il aura plus de chances de permettre une re-crée qui soit un bon reflet de l'histoire du système. C'est ce qui est retrouvé par simulation, où l'écho obtenu après plusieurs réinjections est généralement plus représentatif de l'histoire du système que ne l'était le premier. Grâce aux réinjections, le système peut parfaitement rendre compte d'un accès complet au sens à partir du simple enregistrement d'épisodes. Prenons, par exemple, la présentation d'un épisode contenant le mot fourchette. Le premier traitement va permettre de produire un écho où se trouveront re-crées les composantes régulières des épisodes où ce mot était présent, c'est-à-dire le mot "fourchette" lui-même et l'ébauche de la forme ou des caractéristiques proprioceptives liées à la fourchette. Malheureusement, cet écho n'est pas satisfaisant. Tout d'abord, d'un point de vue computationnel, il a de fortes chances d'être de mauvaise qualité mais, surtout, ces composantes re-crées ne constitueront même pas une ébauche du sens général que doit évoquer le mot fourchette. Les composantes re-crées ne correspondront, en effet, qu'au sous-ensemble restreint d'épisodes contenant le mot lui-même, alors que le sens évoqué par fourchette doit également correspondre à ce qui a été appris dans les épisodes où une fourchette a simplement été vue ou saisie. En revanche, si cet écho est réinjecté, il sera similaire à un plus grand nombre d'épisodes et notamment ceux où la forme visuelle et les gestes asso-

ciés étaient présents : ces épisodes contribueront donc à l'écho. Ainsi, grâce aux réinjections, le mot fourchette permettra de recréer progressivement les connaissances générales sur "la fourchette".

Ces mêmes réinjections permettent de rendre compte des phénomènes d'amorçage sémantique. Une fois le sens du mot fourchette re-crée, si l'on présente un autre mot tel que "couteau", alors les éléments réinjectés à partir de l'écho précédent auront quelques similarités avec les épisodes d'encodage du mot couteau. Ils faciliteront ainsi la re-crée du sens de couteau. Ce mécanisme n'est, bien sûr, valable qu'à court terme et à condition qu'aucun item connu ne soit présenté entre les deux stimuli, ce qui correspond aux caractéristiques de l'amorçage sémantique.

La caractéristique principale de ce type de modèle est que les contraintes d'apprentissage sont définies par les entrées élémentaires. Contrairement aux modèles fondés sur des représentations abstraites, il n'y a pas besoin de prévoir l'existence d'un "homunculus" connaissant ce qui doit être appris ou non (i.e. les caractéristiques qui doivent être ignorées lors du processus d'abstraction) et comment les choses doivent être rangées en mémoire en fonction de leurs caractéristiques sémantiques. En ce sens, il s'agit réellement d'un modèle non abstraitif exprimé dans le cadre connexionniste et non simplement d'un modèle connexionniste. Le connexionnisme ne constitue, en effet, qu'un outil de modélisation et il est tout à fait possible d'implémenter un modèle abstraitif dans le cadre connexionniste (Farah, 1994). Dans ce dernier cas, le fonctionnement portera sur la création et l'association de symboles internes et non sur une adaptation face à des composantes élémentaires.

Les modèles non abstraitifs permettraient donc de rendre compte des phénomènes sémantiques et de souvenir à l'intérieur d'un système unique. L'opposition entre système unique et systèmes multiples de mémoire n'a cependant de sens que si les modèles en présence proposent des explications alternatives définies à un même niveau, ici au niveau (neuro)psychologique. Malheureusement, les différences de formulation des deux types de modèles peuvent, de prime abord, masquer leur caractère réellement antagoniste. Les modèles abstraitifs sont fondés sur une métaphore spatiale (Roediger, 1980), qui permet de se représenter aisément leur fonctionnement sous forme de communication entre différents

stocks. Ce n'est pas le cas pour les modèles non abstractifs, et la compréhension de leurs propriétés nécessite de recourir à des procédés computationnels. Ces derniers permettent d'appréhender comment des phénomènes complexes, tels que la sémantique, peuvent trouver leur origine dans de multiples enregistrements non-organisés de composantes élémentaires. Cependant, ce recours aux procédures de calcul pourrait amener à considérer (e.g. Broadbent, 1985) qu'ils ne se situent pas au même niveau de description que les modèles abstractifs. Les modèles non abstractifs ne constitueraient peut-être alors qu'une implémentation de bas niveau des processus proposés par les modèles abstractifs. Ce type de raisonnement, apparu avec les premiers modèles connexionnistes, a déjà été rejeté en tant que postulat général (Rumelhart et McClelland, 1985). Pour l'exemple particulier des conceptions non abstractives, la démonstration est simple : les modèles non-abstractifs supposent que la sémantique est créée temporairement, suite à l'interaction entre une sonde et de multiples enregistrements d'épisodes, alors que les modèles abstractifs supposent que les épisodes sont des enregistrements de composantes sémantiques. Aucune implémentation ne pourrait provoquer un tel renversement de sens. De plus, si les modèles non abstractifs n'étaient que des implémentations, ils ne pourraient pas proposer des prédictions comportementales opposées à celles défendues par les modèles abstractifs. Les multiples recherches et débats provoqués par la confrontation de ces deux courants ces dernières années montrent qu'à l'évidence ces modèles proposent bien des points de vue différents sur la mémoire.

VALIDATION DES MODÈLES ?

Les modèles abstractifs et non abstractifs représentent des conceptions réellement concurrentes, il est donc envisageable que la proposition non abstractive ait, d'ores et déjà, été invalidée par les résultats obtenus pendant un quart de siècle d'études menées dans le cadre de systèmes multiples de mémoire. Il n'est pas question ici de réévaluer les résultats de la littérature au regard des deux conceptions en présence. Pour être mené correctement, ceci nécessiterait de reprendre, une à une, chaque expéri-

mentation et chaque interprétation, afin de déterminer les éléments qui ont valeur de preuve pour départager les deux conceptions. Par exemple, il serait incorrect de se référer ici à des études effectuées sur le modèle animal puisque, selon Tulving, la mémoire épisodique est une caractéristique de l'être humain. Comment faut-il alors évaluer, en regard de la distinction épisodique/sémantique, les très riches synthèses théoriques mêlant référence, aux conceptions de Tulving et résultats d'expérimentations animales (e.g. Aggleton et Brown, 1999) ? Au vu de la popularité des conceptions distinguant mémoire sémantique et épisodique, on pourrait supposer que ce travail d'évaluation comparée a déjà été effectué. Il apparaît néanmoins que ce n'est pas le cas, et que la tâche risque d'être ardue.

Dans un premier temps nous nous référerons au fonctionnement cognitif du sujet sain. Une caractéristique aussi fondamentale que l'existence de deux stocks mnésiques devrait être manifeste dans les études portant sur le sujet sain. La première façon de déterminer l'existence de deux systèmes mnésiques est de mettre en évidence une indépendance fonctionnelle, une variable ayant un effet sur un système de traces et pas d'effet sur l'autre. Il apparaît cependant que la méthode d'indépendance fonctionnelle ne permet que très difficilement de conclure à l'existence de stocks mnésiques séparés. Elle nécessite de comparer les effets d'une variable sur deux tâches, chacune étant censée s'adresser à un système différent. Les différences observées peuvent être attribuables à des différences de processus et de composantes du souvenir demandés par les tâches, et ainsi ne peuvent indiquer directement l'existence de stocks mnésiques distincts.

Une expérience de Allen et Jacoby (1990) met clairement en évidence qu'il est possible de prédire une indépendance fonctionnelle sans pour autant invoquer des stocks mnésiques différents. Dans une première phase, les auteurs proposent, soit de lire un mot, soit de le trouver à partir de son anagramme. Dans une seconde phase les sujets doivent, soit simplement lire le mot, soit déterminer s'il a été vu en phase d'apprentissage. Dans le cadre d'un système unique, l'épisode de présentation du mot dans la seconde phase est très similaire à l'épisode de lecture du mot dans la première phase ; cette similarité devrait faciliter l'émergence de ce mot en écho et donc sa lecture. En revanche, si le stimulus a été

présenté sous forme d'anagramme, il y aura alors plus de chances que l'écho contienne des éléments spécifiques qui aident à déterminer que ce mot a bien été vu dans l'expérience (e.g. c'est le mot où j'avais d'abord pensé à ...). A partir d'hypothèses fondées sur un système unique, Allen et Jacoby prévoient donc d'obtenir, et ont obtenu, une indépendance fonctionnelle parfaite, puisqu'elle implique un effet opposé de la variable anagramme sur les deux tâches !

Devant les problèmes posés par cette première méthode, une autre méthode, dite d'indépendance stochastique, a émergé à la fin des années 80. Nous ne développerons pas ici cette méthode complexe (cf. Hayman et Tulving, 1989), dans la mesure où elle s'est avérée peu décisive pour déterminer l'existence de stocks mnésiques différents (Hintzman et Harty, 1990). Soulignons enfin que le principe de double dissociation neuropsychologique est, de fait, une méthode d'indépendance fonctionnelle, où la variable manipulée est la présence ou non de la lésion. Les résultats obtenus lors de doubles dissociations ne sauraient donc être directement attribués à l'existence de stocks mnésiques distincts, car ils pourraient également refléter des différences de processus.

En dépit du grand nombre de connaissances annexes accumulées grâce aux méthodes d'indépendance, il apparaît que ces dernières ne permettent pas aisément d'effectuer une méta-analyse de la littérature permettant de trancher entre l'existence d'un ou plusieurs stocks. Il faut cependant souligner qu'un des intérêts de ces recherches, où les positions non-abstraites ont parfaitement joué leur rôle de contradicteur tenace, est d'avoir mis au premier plan le rôle de l'analyse de tâches et l'importance des processus. Il est, par exemple, totalement clair maintenant qu'une tâche épisodique ne saurait être un test pur d'un système de traces épisodique.

Ces recherches ont également contribué à faire évoluer les conceptions multi-systèmes. Par exemple, selon Wheeler, Stuss et Tulving (1997), la mémoire épisodique et la mémoire sémantique peuvent toutes deux très rapidement acquérir de l'information factuelle, être flexibles, sensibles au contexte et contenir la connaissance des événements personnellement vécus ! Ils concluent que "le concept de mémoire épisodique a évolué depuis son introduction en 1972. Ce qui, en ce temps, était défini principalement comme une mémoire pour les événements tem-

porellement marqués est maintenant un système neuro-cognitif distinct dont le caractère unique réside dans la capacité à exprimer le monde auto-noétiquement". Ceci semble indiquer qu'en dépit des incertitudes liées aux méthodes de dissociations les résultats obtenus ont conduit les tenants des conceptions systèmes multiples à conclure que les systèmes épisodique et sémantique ne diffèrent pas sur leur contenu, mais sur les états de conscience associés. Cette redondance de contenu dans les deux systèmes et l'accent mis sur la seule différence de conscience réduisent quelque peu les possibilités de test expérimental des conceptions multi-systèmes. La différence supposée de contenu pour les systèmes multiples fournissait en effet un moyen privilégié d'opposer les prédictions de ces derniers à celle proposée par les modèles non-abstraitifs. Comme nous allons le voir, cette évolution correspond cependant également à un aspect positif : la prise en compte du fait que la mémoire n'est pas seulement un mécanisme d'évocation.

UNE NOUVELLE DIMENSION : LA MÉMOIRE SERT À AGIR

Le modèle SPI, ainsi que les modèles non-abstraitifs que nous avons présentés, partagent la même faiblesse fondamentale : il s'agit uniquement de modèles de traitement des entrées conduisant à une évocation. Or, certes la mémoire sert à se souvenir, mais elle sert également à s'adapter au monde. Prenons une simple tâche de rappel ; l'indice fourni pourrait, certes, permettre d'évoquer un mot en fonction de sa ressemblance avec le contexte d'apprentissage, mais quel est le mécanisme qui permet de passer au suivant ? De même, le principe d'ecphorie synergétique permet d'expliquer comment un indice spécifique, comme l'odeur d'une madeleine, permet de recréer un ancien épisode, mais comment se fait-il que l'on puisse donner une réponse adaptée à la question "qu'avez-vous fait hier ?". Plus généralement, nous ne nous contentons pas d'évoquer librement, nous utilisons réellement notre mémoire. Il faut donc déterminer quels processus permettent de gérer les évocations pour répondre correctement aussi bien aux demandes d'une expérience qu'à ce qui nous est demandé par la vie quotidienne.

Si les modèles non-abstractifs proposent des mécanismes pour le fonctionnement automatique de la mémoire, ils ne disent rien des processus de gestion qui permettent de l'utiliser. Cette distinction est cependant d'un grand intérêt pragmatique. La procédure de dissociation de processus de Jacoby (1991), par exemple, a permis de montrer que, si le vieillissement ne modifie que peu ou pas l'efficacité du fonctionnement automatique de la mémoire, il diminue en revanche l'efficacité des processus de gestion de la mémoire. Cette préservation du fonctionnement automatique démontrant la préservation des traces mnésiques, ce résultat indique donc que cette préservation ne suffit pas à avoir une bonne mémoire, dans le sens courant du terme.

Dans le cadre des modèles abstractifs, l'importance des processus de gestion est également apparue clairement avec l'apparition des méthodes d'enregistrement de l'activité cérébrale. A partir des résultats obtenus en imagerie cérébrale, Nyberg, Cabeza et Tulving (1996) proposent que l'encodage épisodique impliquerait préférentiellement l'hémisphère gauche, alors que la récupération épisodique impliquerait l'hémisphère droit. Si l'on suit cette proposition, l'asymétrie d'activation met clairement en évidence que les processus jouent un rôle déterminant et que le fonctionnement de la mémoire ne serait donc pas affaire de simple création et d'accès à des traces dans un stock mnésique épisodique.

Quel que soit le type de modèle envisagé, l'importance des processus de gestion est donc évidente, et leur étude devrait apporter des éléments décisifs pour la compréhension du fonctionnement mnésique. Ces processus n'étant pas encore clairement spécifiés, la différence entre l'approche systèmes multiples et système unique s'exprimera plutôt dans l'orientation générale des recherches que dans des tests cruciaux qu'il est encore difficile de concevoir. Tout d'abord, si l'on cherche à mettre en évidence l'existence d'un système épisodique distinct, on recherchera des processus généraux de gestion de l'apprentissage et de la récupération dans un système épisodique spécifique. Cette recherche est, bien sûr, loin d'être simple car il est probable que ces processus sont multiples et que, les tâches épisodiques et sémantiques n'étant pas pures, il y ait nécessairement toujours un recouvrement partiel des processus. La position système unique tendra plutôt à montrer que l'utilisation des processus varie en fonction de la tâche et du matériel employé et n'est pas le

reflet de l'intervention d'un système épisodique ou sémantique (Nyberg, Cabeza et Tulving, 1998 ; Kelley, Buckner et Petersen, 1998). Cette opposition entre une interprétation des activations cérébrales comme indices de processus d'accès à des systèmes spécifiques de traces et une interprétation de ces mêmes activations en termes de dépendance aux tâches employées est fondamentale. En effet, dans le cadre des conceptions multi-systèmes, d'une part, les traces épisodiques et sémantiques ne diffèrent plus fondamentalement sur leurs contenus, d'autre part, les activations cérébrales seraient le reflet des processus de création et d'accès à ces traces et non le reflet des traces elles-mêmes. Pour appuyer la conception de Wheeler, Stuss et Tulving (1997), selon laquelle l'état de conscience auto-noétique est la conséquence directe de l'accès à un système épisodique créé par l'évolution, il faudrait donc isoler des processus qui correspondraient intrinsèquement à l'apparition d'une conscience auto-noétique. Ceci démontrerait ainsi indirectement l'existence du système épisodique proposé par le modèle SPI.

Soulignons que cette assimilation d'un état de conscience à l'utilisation d'un système particulier de traces n'est qu'une façon d'entrevoir les phénomènes de conscience. Les différents états de conscience pourraient, en effet, être reliés à des configurations particulières des différents indicateurs issus des traitements mnésiques plutôt qu'à l'intervention d'un système spécifique possédant intrinsèquement la propriété "auto-noétique". Par exemple, les expériences portant sur l'attribution de dextérité perceptive indiquent que cet indicateur contribue à la production d'un jugement de souvenir. Dans le cadre multi-systèmes, cette influence peut, certes, être considérée simplement comme un biais¹ perturbant l'évaluation effectuée par le système épisodique/auto-noétique. Cependant, on peut également supposer que l'indicateur de dextérité perceptive constitue, associé avec d'autres (richesse des éléments évoqués, présence d'évocations somatiques ...), une des bases habituelles de la conscience. Dans un cadre système unique, les différents niveaux de conscience correspondraient alors à des attributions reposant sur des configurations particulières d'indicateurs cognitifs. Cette proposition n'est, bien sûr, pas directement testable en l'état. Il faudrait en effet, non seulement connaître précisément l'ensemble des processus mnésiques et les indicateurs qu'ils produisent, mais également déterminer comment nous arrivons à

apprendre à effectuer ces attributions. De ce point de vue, l'assignation d'un état de conscience à l'intervention d'un système possédant intrinsèquement cette propriété de conscience semble plus simple, mais son caractère tautologique risque d'occulter les réelles explications.

La compréhension des processus de gestion reste donc encore une question ouverte, aussi bien pour les modèles abstractifs que pour les modèles non-abstractifs. Il n'en reste pas moins que ces modèles diffèrent fondamentalement sur leur conception du sens et de la mémoire : cette dernière est-elle constituée par une structure représentationnelle abstraite et des enregistrements épisodiques ou est-elle le résultat de re-créations à partir de traces laissées par des stimulations élémentaires ? Une focalisation sur les processus de gestion et de récupération ne saurait masquer l'importance de cet enjeu. S'il est actuellement difficile de faire la part de ce qui, dans le comportement, relève des processus de gestion ou des traces, l'évaluation des deux propositions en présence est cependant encore possible. Par exemple, il semble difficile de recourir à une explication en termes de processus de gestion de la mémoire pour rendre compte directement de dissociations déterminées par la nature des stimulus, tels que les cas de déficits catégorie-spécifiques. Le fait que l'on observe une association régulière entre ces déficits catégoriels et une amnésie rétrograde générale représente un élément tout à fait congruent avec les modèles non-abstractifs (pour un développement voir Carbonnel, ce numéro). Il faut, de plus, noter que cette association n'avait même pas été relevée dans les études effectuées dans le cadre théorique des systèmes multiples. Les conceptions système unique, qu'on leur réserve le rôle de contradicteur tenace (voire de mouche du coche) ou qu'on les envisage comme une réelle alternative, peuvent donc jouer un rôle heuristique dans l'étude de la mémoire.

1. Remarquons que la notion de biais est en général très pratique, puisqu'elle permet de ne pas expliquer le phénomène ...

REMERCIEMENTS

L'auteur tient à remercier Annik Charnallet ainsi que Bernard Ans, Serge Carbonnel, Eric Delhomeau, Delphine Fagot et Chrystel Franzon pour leur commentaires et conseils lors de la rédaction de cet article.

ABSTRACT

This paper discusses the distinction between semantic memory system and episodic memory system. We present the characteristics of the non-abstractive models that propose that the semantic and episodic behaviors arise from the same system of memory traces. This proposal is discussed in relation to the equivalence between memory systems and levels of consciousness suggested by Tulving (1982). It is concluded that, if the models proposing a single system of memory traces for underlying semantic and episodic memory differ radically from multi-system ones on the nature of memory storage, none of them can directly explain memory behaviors. It would be then necessary to take into account the "management" of the evocations, this masking in no way the fundamental differences advanced on nature of the storage.

BIBLIOGRAPHIE

- Aggleton, J. P., & Brown, M. W. (1999). Episodic memory, amnesia, and the hippocampal-anterior thalamic axis. *Behavioral and Brain Sciences*, 22, 425-489.
- Allen, S. W., & Jacoby, L. L. (1990). Reinstating study context produces unconscious influences of memory. *Memory and Cognition*, 18, 270-278.
- Baddeley, A., & Wilson, B. (1986). Amnesia, autobiographical memory, and confabulation. In D. C. Rubin (Ed.), *Autobiographical memory* (pp. 225-252). New York: Cambridge University Press.
- Broadbent, D. (1985). A question of levels: Comment on McClelland and Rumelhart. *Journal of Experimental Psychology: General*, 114, 189-192.
- Carbonnel, S. (2000). Les conceptions "système unique" de la mémoire : Applications à la neuropsychologie. *Revue de Neuropsychologie*, 10, 53-76.

- Crovitz, H. F., & Schiffmann, H. (1974). Frequency of episodic memory as a function of their age. *Bulletin of the Psychonomics Society*, 4, 517-518.
- Damasio, A.R. (1989). Time-locked multiregional retroactivation: A systems-level proposal for the neural substrates of recall and recognition. *Cognition*, 33, 25-62.
- Farah, M. J. (1994). Neuropsychological inference with an interactive brain: A critique of the "locality" assumption. *Behavioral and Brain Sciences*, 17, 43-104.
- Hayman, C. A. G., & Tulving, E. (1989). Contingent dissociation between recognition and fragment completion: The method of triangulation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15, 228-240.
- Hintzman, D. L. (1984). Minerva 2: A simulation model of human memory. *Behavior Research Methods, Instruments, and Computers*, 16, 96-101.
- Hintzman, D. L. (1986). "Schema abstraction" in multiple-trace memory model. *Psychological Review*, 93, 411-428.
- Hintzman, D. L., & Harty, A. L. (1990). Item effects in recognition and fragment completion: Contingency relations vary for different subset of words. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 16, 955-969.
- Jacoby, L. L. (1983). Perceptual enhancement: Persistent effects on experience. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 9, 21-38.
- Jacoby, L. L. (1991). A process dissociation framework: Separating automatic from intentional uses of memory. *Journal of Memory and Language*, 30, 513-541.
- Jacoby, L. L., Kelley, C. M., & Dywan, J. (1989). Memory attributions. In H. L. Roediger III & F. I. M. Craik (Eds.), *Varieties of memory and consciousness: Essays in honor of Endel Tulving* (pp. 391-422). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- James, W. (1890). *Principles of Psychology*. New York: Holt.
- Kelley, W. M., Buckner, R. L., & Petersen, S. E. (1998). Response to the paper Asymmetric frontal activation during episodic memory: What kind of specificity? *Trends in Cognitive Sciences*, 2 (11), 421.
- Kopelman, M. D., Wilson, B. A., & Baddeley, A. D. (1989). The autobiographical memory interview: a new assessment of autobiographical and personal semantic memory in amnesic patients. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 11 (5), 724-744.
- McClelland, J. L., Rumelhart, D. E., & the PDP Research Group (1986). *Parallel Distributed Processing: Explorations in the microstructure of cognition* (Vol. 2). Cambridge, MA: MIT Press.

- Nyberg, L., Cabeza, R., & Tuving, E. (1996). PET studies of encoding and retrieval: The HERA model. *Psychonomic Bulletin and Review*, 3 (2), 135-148.
- Nyberg, L., Cabeza, R., & Tuving, E. (1998). Asymmetric frontal activation during episodic memory: What kind of specificity? *Trends in Cognitive Sciences*, 2 (11), 419-420.
- Richardson-Klavehn, A., & Bjork, R. A. (1988). Measures of memory. *Annual Review of Psychology*, 39, 475-543.
- Roediger, H. L. (1980). Memory metaphors in cognitive psychology. *Memory and Cognition*, 8 (3), 231-246.
- Rousset, S., & Schreiber, A. C. (1992). *Une mémoire non-abstractive envisagée : FACENET ou une modélisation connexionniste de l'identification des personnes*. Thèse de Doctorat, Université Pierre-Mendes France, Grenoble.
- Rumelhart, D. E., & McClelland, J. L. (1985). Levels indeed! A response to Broadbent. *Journal of Experimental Psychology: General*, 114, 193-197.
- Tulving, E. (1982). Synergistic ephory in recall and recognition. *Canadian Journal of Psychology*, 36, 130-147.
- Tulving, E. (1983). *Elements of episodic memory*. London: Oxford University Press.
- Tulving, E. (1985). Memory and consciousness. *Canadian Psychology*, 26, 1-12.
- Tulving, E. (1995). Organization of memory: Quo vadis? In M. S. Gazzaniga (Ed), *The cognitive neurosciences* (pp. 839-853). Cambridge, MA: MIT Press.
- Wheeler, M. A., Stuss, D. T., & Tulving, E. (1997). Toward a theory of episodic memory: the frontal lobes and auto-noetic consciousness. *Psychological Bulletin*, 121 (3), 331-54.
- Whittlesea, B. W. A., Jacoby, L. L., & Girard, K. (1990). Illusions of immediate memory: Evidence of an attributional basis for feelings of familiarity and perceptual quality. *Journal of Memory and Language*, 29, 716-732.