




Disponible en ligne sur
 ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France

www.em-consulte.com



DOSSIER : VIEILLISSEMENT, MÉMOIRE ET ÉVALUATION

Mémoire et vieillissement normal : données comportementales et électrophysiologiques

Memory and normal aging: Behavioral and electrophysiological data

C. Guillaume, B. Guillery-Girard,
F. Eustache, B. Desgranges*

Unité U923 « Neuropsychologie cognitive et neuroanatomie fonctionnelle de la mémoire humaine », Inserm–EPHE–université de Caen-Basse-Normandie, CHU, avenue de la Côte-de-Nacre, 14033 Caen cedex, France

Disponible sur Internet le 18 juin 2008

MOTS CLÉS

Mémoire ;
Vieillesse
normal ;
Potentiels évoqués
(PEs)

KEYWORDS

Memory ;
Aging ;
Events-related
potentials (ERPs)

Résumé Le déclin de la mémoire est l'une des caractéristiques du vieillissement normal. La mémoire épisodique et la mémoire de travail sont les plus touchées par l'âge, alors que la mémoire sémantique, la mémoire perceptive et la mémoire procédurale sont relativement préservées. Les études électrophysiologiques, notamment en potentiels évoqués (PEs), ont contribué à la compréhension de ces troubles de mémoire grâce à leur excellente résolution temporelle : quand surviennent les modifications dans le déroulement des processus d'encodage et de récupération, l'accès aux connaissances sémantiques est-il ralenti, sont des questions auxquelles l'EEG apporte des éléments de réponse.

© 2008 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Summary Memory impairment is a hallmark of normal aging. Episodic memory and working memory are the most sensitive to age effects, while on the whole semantic memory, perceptive memory and procedural memory are spared. Electrophysiological studies, especially those using event-related potentials (ERPs), have contributed to a better understanding of age-related memory impairments thanks to their high temporal resolution: when do the changes occur during the time course of encoding and retrieval processes, does the access to semantic knowledge slow down, are questions to which EEG brings some light.

© 2008 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : desgranges-b@chu-caen.fr (B. Desgranges).

Introduction

La plainte mnésique des sujets âgés est fréquente : l'oubli des noms propres, la perte d'objets comme ses clefs ou ses lunettes ou le besoin de noter ses rendez-vous sont les principaux motifs de plainte. La crainte de la maladie d'Alzheimer, l'exigence de la personne vis-à-vis d'elle-même peuvent amplifier l'impression de déclin de la mémoire. Quelles sont exactement les atteintes de la mémoire liées à l'âge ? Selon le modèle actuellement dominant en neuropsychologie [1], la mémoire humaine est organisée en cinq systèmes mnésiques indépendants : la mémoire épisodique, la mémoire de travail, la mémoire sémantique, la mémoire perceptive et la mémoire procédurale [2]. Toutes ces mémoires ne sont pas égales face aux effets de l'âge : alors que la mémoire épisodique, qui nous permet de nous souvenir des événements que nous avons personnellement vécus, est la plus touchée, la mémoire perceptive, qui nous permet de mémoriser, de façon inconsciente, la forme de visages ou d'objets par exemple, et la mémoire procédurale, qui est la mémoire de nos habiletés et de nos savoir-faire (faire du vélo ou jouer aux échecs), restent stables tout au long de la vie. Seule l'acquisition de *nouvelles* procédures est ralentie chez les sujets âgés mais ce ralentissement est lié à l'implication de la mémoire épisodique, de la mémoire de travail et des fonctions exécutives dans cette étape plutôt qu'à un déclin de la mémoire procédurale elle-même. En effet, une fois la procédure acquise et automatisée, sa rétention est équivalente chez les sujets jeunes et chez les sujets âgés.

Dans cette revue, nous aborderons les deux systèmes de mémoire qui deviennent déficitaires avec l'avancée en âge, la mémoire épisodique et la mémoire de travail ; nous aborderons également la mémoire sémantique qui n'est pas déficitaire chez les sujets âgés mais dont le fonctionnement se modifie avec l'âge. Afin de préciser la nature de ces évolutions, nous nous intéresserons aux modifications comportementales mais également aux modifications cérébrales sous-jacentes. Nous avons choisi de nous pencher plus spécifiquement sur les études utilisant la technique des potentiels évoqués (PEs). Il s'agit de la technique la plus utilisée et la mieux connue des méthodes d'analyse des signaux électroencéphalographiques (EEG). À partir du signal EEG brut enregistré au niveau du scalp, cette technique permet d'extraire de l'activité spontanée, non liée à la tâche, l'activité évoquée par des processus spécifiques que l'on souhaite étudier, par exemple les processus mnésiques. Les PEs sont obtenus grâce au moyennage de l'activité EEG mesurée pendant la tâche d'intérêt. Grâce à leur excellente résolution temporelle, ils apportent des informations précieuses sur la nature et le déroulement des processus mnésiques. Cette technique permet également de révéler l'existence de modifications ou de réorganisations que le comportement ne permet pas de mettre en évidence : ainsi, le ralentissement de certains processus n'entraîne pas toujours un allongement des temps de réponse et le recrutement d'un plus grand nombre de régions cérébrales ne s'accompagne pas nécessairement d'une modification des performances. La complémentarité des données comportementales et électrophysiologiques permet donc d'enrichir notre compréhension des effets du vieillissement sur la mémoire.

Mémoire épisodique

La mémoire épisodique permet d'encoder, de stocker et de récupérer le souvenir des événements personnellement vécus situés dans leur contexte temporel et spatial : par exemple, mes vacances à Rome l'été dernier. La mémoire épisodique est classiquement évaluée par des tâches de rappel libre ou indicé ou par des tâches de reconnaissance. C'est le principal système altéré dans le vieillissement normal. Les déficits résultent d'atteintes, à des degrés divers, des processus d'encodage, de stockage et de récupération. L'existence d'une altération des processus de stockage et de consolidation est suggérée par quelques travaux montrant un déclin plus important des performances chez les sujets âgés que chez les sujets jeunes à des tâches de reconnaissance différée [3]. De plus, la consolidation des souvenirs épisodiques, qui bénéficie essentiellement du sommeil lent [4], est moins efficace du fait de la diminution de ce stade de sommeil au cours du vieillissement [5]. Cependant, le stockage et les mécanismes de consolidation ont été peu étudiés dans le vieillissement normal. En particulier, il n'existe aucune étude électrophysiologique : l'évaluation par des études de neuroimagerie de ces mécanismes, qui se déroulent sur une longue période de temps, est en effet difficile à mettre en œuvre. Les études concernant l'évolution des processus d'encodage et de récupération au cours du vieillissement sont en revanche beaucoup plus nombreuses.

Processus d'encodage

Études comportementales

Il existe dans le vieillissement normal un défaut d'*initiation* de procédures d'encodage efficaces [6] : lorsque l'encodage est incident, superficiel ou lorsqu'aucune tâche n'est demandée, les sujets âgés ont tendance à engager spontanément des stratégies moins coûteuses d'un point de vue cognitif et donc moins efficaces. En revanche, lorsque la consigne induit explicitement un traitement sémantique élaboré, les performances se normalisent pour les sujets d'âge intermédiaire (40–60 ans) ou s'améliorent sans toutefois se normaliser pour les sujets les plus âgés (60 ans et plus) [7]. Ainsi, à un âge intermédiaire, le déclin des performances serait plutôt lié à un défaut d'initiation de procédures élaborées plutôt qu'à un déficit des processus d'encodage *per se*. Après 60 ans, en revanche, même avec des aides, l'encodage devient moins efficace, les mécanismes d'élaboration et l'attention allouée sont insuffisants.

Études en potentiels évoqués

Les études en PEs apportent également des arguments en faveur d'un déficit des processus d'encodage dans le vieillissement normal. Dans ces études, l'activité électrophysiologique évoquée par les items qui seront correctement rappelés par la suite est classiquement associée à une positivité tardive (débutant entre 250 et 400 millisecondes et s'étendant jusqu'à 800 millisecondes et plus) comparative aux items non reconnus ou non rappelés. Cet effet est connu sous le terme de « Dm effect » (*Difference in subsequent memory*). Dans le vieillissement normal, l'effet

Dm disparaît quand l'encodage est incident [8], mais pas quand l'encodage est intentionnel, bien qu'il soit dans ce cas moins important que chez les sujets jeunes [9]. Ainsi, cet effet n'émergerait que lorsque l'encodage est intentionnel et que les sujets effectuent un traitement sémantique ; pendant un encodage incident, les sujets âgés n'engageraient pas spontanément de stratégies d'encodage suffisamment élaborées. Une étude plus récente suggère que certains processus engagés pendant un encodage profond peuvent également être modifiés dans le vieillissement normal [10]. Les auteurs ont montré que, malgré un traitement élaboré du matériel, l'encodage restait déficitaire chez les sujets, âgés de plus de 60 ans dans cette étude, confirmant ainsi le fait que la diminution des performances après un encodage élaboré apparaît à partir de 60 ans [7]. Ce déficit d'encodage en mémoire épisodique est associé à une négativité fortement diminuée (entre 1200 et 1400 millisecondes) chez les sujets âgés au niveau du cortex préfrontal inférieur gauche.

Enfin, une étude a montré que chez les sujets âgés, l'encodage du contexte de l'item à mémoriser est déficitaire [9]. En effet, chez les sujets jeunes, un effet Dm a été observé pour les items reconnus ultérieurement et pour lesquels des informations contextuelles seront retrouvées. En revanche, il n'y a pas d'effet Dm pour les items reconnus par la suite mais pour lesquels aucun détail n'est rappelé. Chez les sujets âgés en revanche, les effets Dm sont présents pour tous les items correctement reconnus, qu'ils soient ensuite associés à la récupération de détails contextuels ou non. Chez les sujets âgés, il n'y a donc pas d'encodage différentiel pour les items qui seront ensuite récupérés avec des détails contextuels et ceux qui ne le seront pas. Cette étude montre ainsi que la diminution des processus de recollection (récupération d'un item et du contexte dans lequel il a été appris), observée lors de la récupération en mémoire, trouve son origine dès l'encodage.

L'ensemble de ces études souligne donc des changements électrophysiologiques liés aux processus d'encodage lorsque celui-ci est incident, confortant ainsi les données comportementales, mais certaines études montrent également des perturbations lorsque l'encodage est profond. Enfin, les PEs apportent des arguments en faveur d'un défaut d'encodage du contexte.

Processus de récupération

Études comportementales

Au cours du vieillissement, les stratégies de récupération mises en œuvre deviennent moins efficaces. L'argument principal en faveur d'une atteinte des processus de récupération est que l'effet de l'âge est plus marqué avec les tâches de rappel libre qu'avec les tâches de rappel indicé ou de reconnaissance : lorsque la mise en œuvre de stratégies de récupération n'est pas nécessaire, en donnant des indices ou des choix de réponse, les performances sont meilleures que lorsqu'aucune aide n'est donnée au sujet. L'âge agit également sur la qualité et la richesse des informations récupérées en mémoire. Chez les sujets âgés, l'intervention des processus de recollection (récupération d'un item et du contexte dans lequel il a été appris) diminue, alors que la récupération est davantage basée sur

les processus de familiarité (qui permettent de savoir que tel item a été vu précédemment) [11] : les informations sont récupérées en mémoire avec moins de détails et la reviviscence de l'épisode devient moins fréquente. Enfin, le nombre de fausses reconnaissances augmente avec l'âge [12] pendant la récupération mais, avec des études comportementales seules, il reste difficile de savoir si cette augmentation est expliquée par un défaut d'encodage ou par des stratégies de récupération moins efficaces.

Études en potentiels évoqués

L'enregistrement de l'activité électrophysiologique pendant la récupération montre classiquement que les items correctement reconnus sont associés à une positivité plus forte que les items correctement rejetés. La différence entre ces deux activités est appelée effet *old/new*. Selon la topographie ou la latence d'apparition, plusieurs effets *old/new* ont été mis en évidence chez les sujets jeunes. Les deux effets les plus étudiés sont les effets *old/new* frontal, entre 300 et 500 millisecondes, et pariétal, entre 500 et 800 millisecondes, associés respectivement aux processus basés sur la familiarité et sur la recollection. En ce qui concerne l'effet *old/new* frontal, associé aux processus de familiarité, il ne semble pas modifié avec l'âge [13,14] : ces études confirment donc que les processus basés sur la familiarité sont préservés dans le vieillissement normal. L'effet *old/new* pariétal gauche quant à lui, associé aux processus de recollection, est classiquement plus ample pour les items associés à la reviviscence de l'épisode d'encodage (*recollection*). Quelques études ont montré que cet effet pariétal gauche ne diffère pas en termes d'amplitude ou de topographie chez les sujets âgés, comparativement aux sujets jeunes [13,15], mais surviendrait cependant de façon plus tardive [15]. Il est cependant intéressant de noter que, dans ces études, le nombre de réponses basées sur la recollection diminue chez les sujets âgés. Les processus basés sur la recollection ne diffèrent donc pas en termes qualitatifs mais uniquement en termes quantitatifs : les sujets âgés récupèrent de façon moins fréquente le contexte d'encodage associé aux informations mémorisées mais, lorsqu'ils sont mis en œuvre, ces processus ne diffèrent pas entre les sujets jeunes et âgés. Une autre étude a quant à elle montré une disparition de cet effet pariétal gauche chez les sujets âgés lorsque les items n'étaient présentés qu'une seule fois lors de l'encodage ; l'effet pariétal gauche réapparaît néanmoins lorsque les mots sont répétés pendant l'encodage [14] : la répétition favoriserait ainsi la recollection chez les sujets âgés. En résumé, ces études électrophysiologiques suggèrent que la qualité des processus de recollection est globalement préservée, notamment lorsque l'encodage est renforcé par la répétition des items, même s'ils peuvent survenir de façon plus tardive.

L'utilisation des potentiels évoqués a également permis de clarifier les mécanismes à l'origine de l'augmentation des fausses reconnaissances dans le vieillissement normal. En effet, à elles seules, les données comportementales ne permettent pas de savoir si cette augmentation est plutôt liée à un encodage des éléments généraux au détriment des éléments spécifiques des items, ou à un déficit de la récupération, se traduisant par une moins bonne discrimination entre des items proches. Des travaux en PEs menés chez les sujets

jeunes ont montré une implication des processus d'encodage et de récupération dans la génération des fausses reconnaissances. Dans le vieillissement normal, une étude s'est intéressée aux corrélats électrophysiologiques, pendant la récupération uniquement, des fausses reconnaissances [16]. Ces auteurs ont montré que les reconnaissances correctes et les fausses reconnaissances sont moins distinguables sur le plan électrophysiologique entre 300 et 900 millisecondes. Ce résultat est cohérent avec le fait que les sujets âgés ont un taux de fausses reconnaissances plus important : avec l'avancée en âge, les sujets pourraient avoir plus de difficulté à utiliser les informations précédemment encodées pour discriminer les items anciens des items nouveaux.

En résumé, ces études montrent qu'avec l'âge, l'ensemble des processus de la mémoire épisodique (encodage, récupération et dans une moindre mesure stockage) sont atteints. Alors que les études comportementales suggèrent une atteinte plus importante des processus de récupération, les études électrophysiologiques révèlent que les processus d'encodage sont également modifiés dans le vieillissement, y compris lorsque l'encodage est profond, chez les sujets les plus âgés.

Mémoire de travail

La mémoire de travail est une mémoire à capacité limitée qui nous permet de garder des informations en mémoire quelques secondes, comme, par exemple, une retenue pendant un calcul mental ou le début de la phrase quand on en lit la fin. La mémoire de travail est composée de systèmes « esclaves », dont la boucle phonologique et le calepin visuospatial, et d'un administrateur central [17]. La boucle phonologique permet le stockage d'informations verbales, leur manipulation et leur rafraîchissement. Le calepin visuospatial permet le stockage d'informations spatiales ainsi que la génération et la manipulation d'images mentales. Grâce à la forte implication des fonctions exécutives dans le fonctionnement de l'administrateur central (fonctions de flexibilité, de mise à jour, d'inhibition et de gestion de doubles tâches notamment), celui-ci gère les ressources attentionnelles et leur allocation aux sous-systèmes verbal et visuel, sélectionne les stratégies les plus appropriées et coordonne les informations issues de différentes sources.

Études comportementales

Les effets de l'âge sur la boucle phonologique sont inexistantes ou minimes, comme en témoigne la préservation des effets de longueur et de similarité phonologique [18]. L'effet de l'âge sur les tâches d'empan verbal résulterait donc d'un fonctionnement moins efficace non pas de la boucle phonologique mais plutôt de l'administrateur central. Les données concernant les effets de l'âge sur le calepin visuospatial sont plus limitées. La comparaison des capacités d'empans verbaux et visuospatiaux a conduit certains auteurs à avancer l'idée d'un déclin similaire du traitement de ces deux types d'informations, alors que pour d'autres auteurs, les effets de l'âge seraient plus importants pour le calepin visuospatial que pour la boucle phonologique [19], bien que la nature des processus altérés (stockage, processus exécutifs) reste mal connue. En ce

qui concerne l'administrateur central, son efficacité est réduite dans le vieillissement normal. Les capacités de mise à jour de l'information et d'inhibition intentionnelle des informations [20] sont particulièrement sensibles aux effets de l'âge. Le déclin de la mémoire de travail avec l'âge est ainsi davantage lié aux perturbations de l'administrateur central qu'aux perturbations des capacités de stockage.

Études en potentiels évoqués

Une étude en PEs a permis de préciser les effets de l'âge sur la mémoire de travail [21]. Les auteurs ont utilisé une tâche où des séries de un, trois ou cinq chiffres étaient présentées, chacune suivie d'un chiffre indice. Le sujet devait décider si le chiffre indice faisait partie de la série ou non. Cette tâche fait intervenir les capacités de stockage en mémoire de travail, préservées dans le vieillissement, mais pas celles de manipulation d'informations, qui, elles, sont déficitaires. Les auteurs ont trouvé une atteinte des composantes précoces suggérant que le traitement sensoriel serait moins efficace, ce qui pourrait altérer l'encodage en mémoire de travail. Par ailleurs, les générateurs contribuant à certaines composantes plus tardives sont plus nombreux chez les sujets âgés, ce qui suggère un plus grand nombre de régions recrutées pour effectuer la tâche. Ces effets de l'âge sur l'activité électrophysiologique contrastent avec l'absence d'effet sur les performances. Selon les auteurs, les effets les plus précoces (déficit du traitement sensoriel) pourraient signer un dysfonctionnement de la mémoire de travail insuffisant cependant pour affecter la performance, alors que les effets plus tardifs (redistribution des générateurs) pourraient refléter des mécanismes compensatoires ou l'utilisation d'une stratégie plus efficace pour maintenir la performance. Pour ces auteurs, la multiplicité des effets observés ne peut pas être expliquée par un mécanisme unique comme celui d'un simple ralentissement du traitement.

Mémoire sémantique

La mémoire sémantique est constituée de l'ensemble de nos connaissances conceptuelles (connaissances générales que nous avons sur le monde : par exemple, le chien est un animal), de nos connaissances culturelles (par exemple, la connaissance du nom et de la profession des personnes célèbres) et enfin de nos connaissances personnelles (par exemple, la connaissance de ma date d'anniversaire ou du nom de mon école primaire).

Études comportementales

Concernant les connaissances déjà présentes en mémoire, il n'y a pas d'effet du vieillissement normal : l'organisation du stock de connaissances sémantiques n'est pas modifiée si ce n'est dans le sens d'un enrichissement avec l'acquisition de nouveaux concepts au cours de la vie. Ainsi, les performances des sujets âgés à une tâche de fluence phonémique (produire en un temps limité un maximum de mots commençant par une lettre donnée) sont parfois supérieures à celles des sujets jeunes, ce qui est expliqué par un enrichissement du vocabulaire avec l'âge [22].

En revanche, des troubles de l'accès au stock peuvent survenir, se traduisant par un manque du mot [23]. Enfin, des difficultés d'apprentissage de nouvelles connaissances sémantiques peuvent survenir, en particulier lors de l'apprentissage de noms propres [24].

Études en potentiels évoqués

La préservation de la mémoire sémantique au cours du vieillissement normal a été confirmée par une étude qui s'est intéressée à l'activité électrophysiologique du cortex frontal gauche [10], région impliquée dans la récupération de connaissances en mémoire sémantique. L'activité électrophysiologique du cortex frontal gauche ne varie pas en fonction de l'âge : les processus de récupération en

mémoire sémantique sous-tendus par cette région semblent donc préservés. D'autres études suggèrent cependant que, même si le fonctionnement de la mémoire sémantique reste relativement stable au cours du vieillissement, certaines modifications électrophysiologiques sont présentes. Une composante a en particulier été l'objet de nombreuses études : la N400, appelée ainsi car cette onde est négative et culmine vers 400 millisecondes. Cette composante est typiquement observée dans des tâches nécessitant un traitement sémantique. Son amplitude est un indice de la profondeur du traitement sémantique effectué ainsi que de la vitesse de propagation de l'activation au sein du réseau sémantique. Une première étude, utilisant des mots fortement associés et des mots non associés a montré que, pour les mots fortement associés, l'amplitude de

Tableau 1 Synthèse des modifications comportementales et électrophysiologiques observées dans le vieillissement normal pour chaque système de mémoire.

	Modifications comportementales	Modifications électrophysiologiques
Mémoire épisodique	Difficulté d'auto-initiation de stratégies d'encodage élaborées, puis, à partir de 60 ans, déclin des processus d'encodage Difficulté à mettre en œuvre des stratégies de récupération efficaces Difficulté à récupérer de façon riche et détaillée le contexte d'encodage de l'information mémorisée Augmentation du nombre de fausses reconnaissances	Diminution (en encodage intentionnel) ou disparition (en encodage incident) de l'effet Dm, composante reflétant la réussite de la mémorisation de l'information Disparition ou apparition plus tardive, selon les conditions, de l'effet pariétal gauche, qui reflète la capacité à récupérer le contexte de l'information mémorisée Atténuation des différences entre l'activité évoquée par les reconnaissances correctes et celle évoquée par les fausses reconnaissances
Mémoire de travail	Pas de modification : préservation des capacités de stockage (boucle phonologique et calepin visuospatial) Déclin du fonctionnement de l'administrateur central, en particulier des capacités de mise à jour et d'inhibition des informations	Altération des processus d'encodage : le traitement sensoriel des informations est moins efficace Augmentation du nombre de régions cérébrales intervenant dans des tâches de stockage à court terme Pas d'étude en EEG concernant l'administrateur central
Mémoire sémantique	Enrichissement du vocabulaire et des connaissances avec l'âge Difficultés d'accès aux connaissances se traduisant par un manque du mot	Apparition plus tardive de certaines composantes reflétant l'accès aux connaissances, liée à un nombre plus important d'informations stockées en mémoire Modifications de la N400, composante reflétant le traitement sémantique, traduisant une activation plus large et moins sélective du réseau sémantique
Mémoire perceptive	Pas de modification : préservation des capacités d'encodage, de stockage et de récupération des représentations perceptives	Pas de modification
Mémoire procédurale	Ralentissement de l'acquisition des procédures cognitives liées au déclin de la mémoire épisodique et de la mémoire de travail Préservation des capacités de stockage et de récupération des procédures automatisées	Pas d'étude en EEG

la N400 est équivalente quel que soit l'âge des sujets [25] : dans cette condition, l'activation au sein du réseau sémantique est donc équivalente. En revanche, pour les mots non associés, les auteurs ont observé une diminution d'amplitude de la N400 chez les sujets âgés. Ils en concluent que l'activation du réseau sémantique est plus diffuse et moins sélective dans le vieillissement normal, rejoignant ainsi la théorie de la dédifférenciation [26], qui postule que pour une tâche donnée, le nombre de régions cérébrales et de processus recrutés est plus important chez les sujets âgés. Une seconde étude a montré un ralentissement de certains processus sémantiques avec une tâche de reconnaissance de noms et de visages de personnes célèbres [27]. La latence des composantes reflétant l'accès aux représentations visuelles préexistantes (visages et noms de personnes célèbres) est plus longue chez les sujets âgés. Ce ralentissement survient lors de la comparaison entre les représentations perceptives perçues et les représentations visuelles correspondantes stockées en mémoire. Les auteurs font l'hypothèse que, en vieillissant, le nombre de visages et de noms stockés en mémoire augmente, donc cela prend plus de temps de les passer en revue. Une fois que la représentation visuelle stockée en mémoire est activée, les sujets accèdent ensuite à l'ensemble des connaissances générales qui y sont associées. L'activation de ces connaissances plus générales est également ralentie dans le vieillissement normal, mais dans une moindre mesure. Le ralentissement de l'activation dans la reconnaissance des personnes célèbres concerne donc essentiellement l'accès aux représentations visuelles et serait lié à une augmentation des connaissances stockées en mémoire plutôt qu'à un déclin de la mémoire.

Pour chaque système de mémoire, l'ensemble des modifications comportementales et électrophysiologiques observées dans le vieillissement normal sont synthétisées dans le Tableau 1.

Conclusion

L'effet de l'âge sur la mémoire n'est pas univoque : la mémoire épisodique et la mémoire de travail, en particulier les capacités de manipulation de l'information (administrateur central), sont les plus sensibles aux effets du vieillissement. Les modifications de la mémoire sémantique sont quant à elles, plus ténues : alors que l'effet de l'âge sur les performances comportementales est peu marqué, voire inexistant, les études électrophysiologiques ont montré une modification des processus sémantiques au cours du vieillissement. Les potentiels évoqués apportent ainsi des informations précieuses sur les réorganisations cérébrales et cognitives qui surviennent en amont des modifications du comportement. Les modifications électrophysiologiques, comme des modifications de la topographie [21] ou un allongement de latence [27] notamment, peuvent apparaître dès 45/50 ans alors que le déclin des performances en mémoire sémantique est rarement marqué avant 60/70 ans. La signification de ces modifications, qui ne sont décelables qu'en EEG, est encore mal connue : s'agit-il de mécanismes compensatoires ou au contraire des premiers signes de déclin ? De futures études sont nécessaires pour clarifier les liens entre ces changements cérébraux et le vieillissement cognitif.

Références

- [1] Tulving E. Organization of memory — Quo vadis? In: Gazzaniga MS, editor. *The cognitive neuroscience*. Cambridge: MIT Press; 1995. p. 839–47.
- [2] Eustache F, Desgranges B. MNESIS: Towards the integration of current multisystem models of memory. *Neuropsychol Rev* 2008;18:53–69.
- [3] Davis HP, Small SA, Stern Y, et al. Acquisition, recall, and forgetting of verbal information in long-term memory by young, middle-aged, and elderly individuals. *Cortex* 2003;39:1063–91.
- [4] Rauchs G, Desgranges B, Foret J, et al. The relationships between memory systems and sleep stages. *J Sleep Res* 2005;14:123–40.
- [5] Backhaus J, Born J, Hoeckesfeld R, et al. Midlife decline in declarative memory consolidation is correlated with a decline in slow wave sleep. *Learn Mem* 2007;14:336–41.
- [6] Hashtroudi S, Parker ES, Luis JD, et al. Generation and elaboration in older adults. *Exp Aging Res* 1989;15:73–8.
- [7] Kalpouzos G, Chételat G, Landeau B, et al. Structural and metabolic correlates of episodic memory in relation to depth of encoding in normal aging. *J Cogn Neurosci* (sous presse).
- [8] Friedman D, Ritter W, Snodgrass JG. ERPs during study as a function of subsequent direct and indirect memory testing in young and old adults. *Brain Res Cogn Brain Res* 1996;4: 1–13.
- [9] Friedman D, Trott C. An event-related potential study of encoding in young and older adults. *Neuropsychologia* 2000;38:542–57.
- [10] Nessler D, Johnson Jr R, Bersick M, et al. On why the elderly have normal semantic retrieval but deficient episodic encoding: a study of left inferior frontal ERP activity. *Neuroimage* 2006;30:299–312.
- [11] Clarys D, Insingrini M, Gana K. Mediators of age-related differences in recollective experience in recognition memory. *Acta Psychol (Amst)* 2002;109:315–29.
- [12] Murphy KJ, West R, Armilio ML, et al. Word-list-learning performance in younger and older adults: intra-individual performance variability and false memory. *Neuropsychol Dev Cogn B Aging Neuropsychol Cogn* 2007;14:70–94.
- [13] Trott CT, Friedman D, Ritter W, et al. Episodic priming and memory for temporal source: event-related potentials reveal age-related differences in prefrontal functioning. *Psychol Aging* 1999;14:390–413.
- [14] Nessler D, Friedman D, Johnson Jr R, et al. Does repetition engender the same retrieval processes in young and older adults? *Neuroreport* 2007;18:1837–40.
- [15] Mark RE, Rugg MD. Age effects on brain activity associated with episodic memory retrieval. An electrophysiological study. *Brain* 1998;121:861–73.
- [16] Gutches AH, Ieui Y, Federmeier KD. Event-related potentials reveal age differences in the encoding and recognition of scenes. *J Cogn Neurosci* 2007;19:1089–103.
- [17] Baddeley AD. The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends Cogn Sci* 2000;4:417–23.
- [18] Peters F, Majerus S, Olivier L, et al. A multicomponent exploration of verbal short-term storage deficits in normal aging and Alzheimer's disease. *J Clin Exp Neuropsychol* 2007;29: 405–17.
- [19] Jenkins L, Myerson J, Joerding JA, et al. Converging evidence that visuospatial cognition is more age-sensitive than verbal cognition. *Psychol Aging* 2000;15:151–75.
- [20] Charlot V, Feyereisen P. Aging and the deletion function of inhibition. *Aging Neuropsychol Cogn* 2004;11:12–24.
- [21] Pelosi L, Blumhardt LD. Effects of age on working memory: an event-related potential study. *Brain Res Cogn Brain Res* 1999;7:321–34.

- [22] Henry JD, Phillips LH. Covariates of production and perseveration on tests of phonemic, semantic and alternating fluency in normal aging. *Neuropsychol Dev Cogn B Aging Neuropsychol Cogn* 2006;13:529–51.
- [23] MacKay AJ, Connor LT, Albert ML, et al. Noun and verb retrieval in healthy aging. *J Int Neuropsychol Soc* 2002;8:764–70.
- [24] James LE, Meeting Mr. Farmer versus meeting a farmer: specific effects of aging on learning proper names. *Psychol Aging* 2004;19:515–22.
- [25] Gunter TC, Jackson JL, Mulder G. Priming and aging: an electrophysiological investigation of N400 and recall. *Brain Lang* 1998;65:333–55.
- [26] Li KZ, Lindenberger U. Relations between aging sensory/sensorimotor and cognitive functions. *Neurosci Biobehav Rev* 2002;26:777–83.
- [27] Pfützte EM, Sommer W, Schweinberger SR. Age-related slowing in face and name recognition: evidence from event-related brain potentials. *Psychol Aging* 2002;17:140–60.