

Préservation des apprentissages implicites en musique dans le vieillissement normal et la maladie d'Alzheimer

*Aline Moussard¹, Emmanuel Bigand¹, Sylvain Clément²
& Séverine Samson²*

(1) LEAD-CNRS UMR 5022, Université de Bourgogne, Dijon, France.

(2) JE 2497, Université de Lille 3 ; Hôpital de la Salpêtrière, Paris, France.

Résumé

La robustesse des apprentissages implicites a été démontrée pour des stades débutants du vieillissement normal et pathologique. L'objectif de l'étude est de mettre en évidence des capacités comparables dans le vieillissement (plus de 90 ans) et les stades modérés de la maladie d'Alzheimer (MMSE inférieur à 21). Les participants réalisent deux tâches d'apprentissage implicite et une tâche d'apprentissage explicite, toutes trois avec des stimuli musicaux. Cinq groupes expérimentaux sont testés : étudiants, personnes âgées de 80 à 86 ans, et de 90 à 96 ans, patients Alzheimer en stade léger, et en stade modéré. Les résultats montrent des performances équivalentes dans les deux tâches implicites pour tous les groupes de participants, alors que les personnes normales très âgées ou à un stade modéré de démence d'Alzheimer échouent à la tâche d'apprentissage explicite. Ces résultats sont discutés en fonction de leurs implications cliniques pour de nouvelles perspectives thérapeutiques.

Correspondance : Aline Moussard, Université de Bourgogne
LEAD CNRS UMR 5022 Pôle AAFE - Esplanade Erasme
21065 DIJON Cedex, France
Email : aline.moussard@u-bourgogne.fr Tel : 03 80 39 39 67

Mots-clés : Apprentissage implicite, Vieillesse, Maladie d'Alzheimer, Capacités préservées, Musique.

Key words : Implicit learning, Aging, Alzheimer's disease, Sparing abilities, Music

INTRODUCTION

Les apprentissages implicites sont définis comme l'acquisition automatique de connaissances par le système cognitif, sans intention ni conscience manifestées par le sujet (Cleeremans, Destrebecqz, & Boyer, 1998). Ils désignent un mode d'adaptation de l'individu à son environnement, basé sur la capture des régularités qui le composent (Perruchet & Vinter, 1998; A. S. Reber, 1992). Depuis les dernières décennies, de nombreuses études cherchent à mettre en évidence une dissociation entre les processus implicites et explicites d'apprentissage (Meulemans, 1998). Reber (1992) montre que les capacités d'apprentissage implicite ne sont corrélées ni au QI, ni à l'âge. Elles sont en effet présentes très tôt dans le développement (Saffran, Aslin, & Newport, 1996; Saffran, Johnson, Aslin, & Newport, 1999) et résistent remarquablement au vieillissement (D. V. Howard & Howard, 1992). La neuropsychologie confirme cette dissociation entre les systèmes implicite et explicite de mémoire en mettant en évidence la préservation des capacités d'apprentissage implicite chez des patients présentant des pathologies diverses, telles que la démence de type Alzheimer (Eldridge, Masterman, & Knowlton, 2002; Knopman & Nissen, 1987), la maladie de Parkinson (Siegert, Taylor, Weatherall, & Abernethy, 2006; Smith, Siegert, & McDowall, 2001), le syndrome amnésique (Meulemans & Van der Linden, 2003), le traumatisme crânien (Nissley & Schmitter-Edgecombe, 2002), mais aussi la schizophrénie (Danion, Meulemans, Kauffmann-Muller, & Vermaat, 2001), le syndrome de Williams-Beuren (Don, Schellenberg, Reber, DiGirolamo, & Wang, 2003), la dyslexie développementale (Vicari, Ma-

rotta, Menghini, Molinari, & Petrosini, 2003) ou la sclérose en plaques (Beatty, Goodkin, Monson, & Beatty, 1990).

Dans la maladie d'Alzheimer, Reber, Martinez et Weintraub (2003) observent des capacités d'apprentissage implicite avec le paradigme de Grammaire Artificielle, chez des patients atteints d'un stade léger de la maladie défini selon l'échelle de démence « Clinical Dementia Rating Scale » (Berg, 1988; Hughes, Berg, Danziger, Coben, & Martin, 1982). Dans cette tâche, les participants sont exposés à un grand nombre de pseudo-mots composés de lettres (par exemple, XTVMT). Une grammaire complexe détermine les règles de constitution de ces pseudo-mots, en fonction des enchaînements possibles entre les lettres. Suite à cette phase d'exposition, les participants voient de nouveaux items et doivent juger de leur grammaticalité. Les patients Alzheimer se montrent capables de classer les items grammaticaux et non grammaticaux avec un taux de réussite supérieur au hasard (57.6 %), qui ne se différencie pas de celui des participants contrôles appariés (63.8 %). Par contre, les patients présentent une performance déficitaire lors de la tâche explicite de connaissance de ces règles grammaticales. Les auteurs concluent qu'ils ont acquis incidemment – implicitement – les règles de construction inhérentes à cette grammaire. D'autres études mettent en évidence la robustesse de l'apprentissage implicite dans cette même maladie, à l'aide des paradigmes de Temps de Réaction Sériel (TRS) (Ferraro, Balota, & Connor, 1993; Knopman & Nissen, 1987), de classification probabilistique (Eldridge et al., 2002), d'amorçage (Willems, Adam, & Van der Linden, 2002) et d'apprentissage procédural (Grafman et al., 1990). Ainsi, quel que soit le paradigme utilisé, les capacités d'apprentissage et de mémorisation implicites sont mises en évidence, malgré un trouble de l'apprentissage explicite sévère et persistant.

D'un point de vue sémiologique, la maladie d'Alzheimer est caractérisée par une atteinte précoce et sévère de la mémoire à long terme épisodique, suivie d'une importante désorientation spatio-temporelle (Collette, Van der Linden, Juillerat, & Meulemans, 2003). Les autres fonctions cognitives (la mémoire de travail, les fonctions attentionnelles,

le langage, les praxies, ou les fonctions exécutives) sont altérées de manière relativement hétérogène dans les premiers stades de la maladie, et plus sévèrement ensuite. Les troubles du comportement (apathie, instabilité de l'humeur, agitation, agressivité, etc. ...) sont également fréquents. Les capacités préservées dans la maladie sont rares et donc particulièrement intéressantes à explorer, pour la compréhension du fonctionnement des apprentissages en recherche fondamentale, et pour les possibilités d'utilisation de ces capacités en prise en charge clinique. Le but de la présente étude est donc d'explorer la robustesse du fonctionnement implicite, notamment dans le vieillissement avancé et les stades plus sévères de démences, et de savoir jusqu'où l'on observe la préservation de ces capacités implicites.

Deux études ont comparé les effets de différents stades de vieillissement (J. H. Howard & Howard, 1997) et de différents degrés d'avancement de la démence Alzheimer (Ferraro et al., 1993) sur les capacités d'apprentissage implicite séquentiel dans une tâche de Temps de Réaction Sériel (TRS). Howard & Howard (1997) ont étudié l'effet de l'âge lors d'une tâche classique de type TRS (Nissen & Bullemer, 1987), en comparant deux stades de vieillissement différents : « young-old » (participants âgés de 65 à 73 ans, moyenne d'âge de 69 ans) et « old-old » (participants âgés de 76 à 80 ans, moyenne d'âge de 78 ans). Dans cette tâche, les sujets doivent répondre le plus rapidement possible à l'apparition de cibles sur un écran d'ordinateur selon une séquence complexe déterminant leur ordre de succession. Après plusieurs blocs d'essais suivant cette séquence, l'ordre d'apparition des cibles est modifié. L'élévation des temps de réaction des participants durant ce dernier bloc montre que les sujets avaient acquis implicitement la séquence de départ. Les résultats de l'étude d'Howard & Howard ne montrent aucune différence entre les performances des deux groupes de personnes âgées. Les « young-old » et les « old-old » sont capables d'un apprentissage implicite séquentiel. La présente étude teste les capacités d'apprentissage implicite chez des individus de plus de 80 et 90 ans.

Ferraro *et al.* (1993) ont exploré à l'aide du même paradigme la préservation de l'apprentissage implicite séquentiel dans deux stades de la maladie d'Alzheimer (très léger et léger), définis en fonction du score obtenu à l'échelle de démence « Clinical Dementia Rating Scale », (Berg, 1988; Hughes *et al.*, 1982). Ils sont comparés à un groupe de participants âgés sains appariés en âge. L'élévation des temps de réaction des patients Alzheimer très léger durant le dernier bloc (apparition modifiée des cibles) suggère un effet d'apprentissage séquentiel équivalent à celui des individus contrôles. Par contre, le second groupe de patients (Alzheimer léger) ne montre pas d'élévation de temps de réponse avec la séquence modifiée. Les auteurs concluent que ces patients présentent un déficit dans la formation de nouvelles associations en mémoire implicite, et attribuent ce déficit à la progression de la démence : les capacités d'apprentissage implicite déclineraient donc rapidement dès les premiers stades d'avancement de la maladie d'Alzheimer. Pourtant, les faibles performances du groupe de patients « Alzheimer léger » pourraient être expliquées différemment. Comme le soulignent les auteurs, la tâche de TRS requiert des habiletés perceptivo-motrices et des ressources attentionnelles intactes (voir également Nissen & Bullemer, 1987; Squire, 1986). Les participants doivent faire preuve d'une motricité distale fine (réponse à fournir par une touche de clavier d'ordinateur), ainsi que de capacités de concentration et d'endurance cognitive et physique (durée de la tâche entre 20 et 25 minutes). Or, ces facultés perceptivo-motrices et attentionnelles sont fréquemment affectées dans les maladies dégénératives. Ces troubles associés à la maladie permettraient donc de prédire l'échec de ces patients à la tâche de TRS (comme le suggèrent Ferraro et collaborateurs), car ils font obstacle à la bonne réalisation de l'exercice. Par contre, ils ne signifient pas forcément que les capacités d'apprentissage implicite sont altérées, mais simplement qu'elles n'ont pas l'occasion d'être mises en évidence. Le but de la présente étude est donc d'étudier les performances de ces mêmes patients dans une tâche d'apprentissage implicite qui leur serait accessible sur les plans perceptivo-moteur et attentionnel.

Les troubles cognitifs ou comportementaux (apathie, par exemple) qui apparaissent avec le vieillissement, ou qui se développent avec l'apparition et l'évolution de la maladie, rendent difficiles les passations de paradigmes expérimentaux classiques d'apprentissage. De plus, les paradigmes classiques utilisés sont souvent peu avenants et décontextualisés de la vie quotidienne du patient. Dans la présente étude, nous proposons d'utiliser des stimuli musicaux pour rendre les tâches accessibles à un plus grand nombre d'individus, notamment d'un âge avancé ou atteints d'un stade modéré de la démence d'Alzheimer. Plusieurs travaux menés auprès de patients atteints de la maladie d'Alzheimer ont mis en évidence un effet bénéfique de différentes thérapies musicales sur les plans physique, psychique, comportemental, et social (Ogay, Ploton, & Menuhin, 1996). La musique semble réguler l'humeur. Elle diminue d'un côté l'agitation, l'agressivité, l'anxiété et le stress, et favorise d'un autre côté le dynamisme et l'activité chez les patients apathiques. Sur le plan psychique, elle favorise les émotions à valence positive, stimule l'imagination, minimise les états dépressifs. Elle maintient également le sentiment d'identité du patient en renforçant sa mémoire autobiographique (Irish et al., 2006). Enfin, elle encourage à la communication et aide à maintenir un certain contact avec le monde extérieur, familial ou social (Aldridge, 2005). On sait que les troubles dépressifs ou attentionnels affectent les performances cognitives, et sont souvent présents chez les personnes âgées. En agissant directement sur ces aspects par son côté ludique et motivant, la musique est donc susceptible de maximiser les performances des patients. Outre ce travail sur l'aspect ludique du matériel, les tâches sont également conçues pour être de courte durée (10 à 20 minutes maximum), et contenir des consignes simples. Ainsi, un échec à la tâche sera mis en relation de manière plus probable avec un dysfonctionnement des capacités d'apprentissage implicite, et non avec un trouble attentionnel ou exécutif, ou avec la fatigue cognitive due à la tâche.

L'utilisation de stimuli musicaux pourrait donc permettre d'analyser la robustesse des processus d'apprentissage implicite chez des participants très âgés, mais également à des stades modérés de la maladie

d'Alzheimer. Deux tâches d'apprentissage implicite sont choisies pour être adaptées au domaine musical. Elles reposent sur les paradigmes de catégorisation et de segmentation de flux. A notre connaissance, ces deux paradigmes n'ont jamais été utilisés chez des patients Alzheimer.

Le processus de catégorisation est fondamental pour la perception et la compréhension de notre environnement (Rosch, 1978). Il nous permet d'organiser et de structurer nos connaissances. En psychologie cognitive expérimentale, Quinn (1987) a testé ce paradigme de catégorisation dans la modalité visuelle avec des bébés de 8 mois. Lors de cette tâche, le bébé est exposé de manière passive à un certain nombre d'exemplaires représentatifs d'une catégorie donnée (photographies de chats). Durant cette phase d'exposition, il est supposé qu'il repère de manière automatique et inconsciente les différentes règles de « construction » de ces exemplaires, et leurs caractéristiques communes (taille des oreilles, dimension séparant les deux yeux, etc. ...). Ensuite, d'autres items sont présentés : la moitié d'entre eux appartient à la même catégorie que ceux de la phase d'exposition (nouvelles photographies de chats), alors que l'autre moitié représente une autre catégorie, qui reste relativement proche (photographies de chien). Les résultats montrent que les bébés sont capables de distinguer ces nouveaux items selon leur catégorie : ils reconnaissent un nombre significatif d'exemplaires correspondant à celle qu'ils ont préalablement formée.

La seconde tâche repose sur le processus de segmentation de flux. Le paradigme de segmentation est issu des recherches sur l'acquisition du langage par les tout jeunes enfants. Dans le discours des adultes, aucun marqueur physique (silence, par exemple) ne permet de déduire les frontières entre les mots. Comment l'enfant arrive-t-il à extraire les unités que représentent les mots dans ce discours ? Une explication classique en psychologie expérimentale repose sur l'idée d'un calcul automatique des probabilités d'occurrence et de transition entre les syllabes (fortes à l'intérieur d'un mot, plus faibles entre les mots, n'importe quel mot pouvant suivre le précédent). Ces calculs statistiques permettraient d'inférer les frontières

de mots. Testé expérimentalement en laboratoire chez des adultes (Saffran, Newport, & Aslin, 1996) et des enfants (Saffran, Aslin et al., 1996) avec des flux composés de mots sans significations, ce paradigme a déjà été adapté au domaine musical via le remplacement des syllabes par des notes de musique (Saffran et al., 1999), des timbres (Tillmann & McAdams, 2004) ou l'association de syllabes et de notes pour former des mots chantés (Schön et al., 2008). Plus que des situations expérimentales de laboratoire, ces deux paradigmes représentent des processus fondamentaux qui interviennent dans l'acquisition du langage et des connaissances sur le monde lors du développement du bébé. Il s'avèrerait donc particulièrement pertinent d'étudier la robustesse de ces deux processus – si cruciaux dans le développement – lors du vieillissement normal et pathologique.

Les performances des participants à ces deux tâches d'apprentissage implicite sont comparées à celles obtenues à une troisième tâche, qui propose une mesure plus classique des capacités mnésiques par une consigne explicite d'apprentissage et de mémorisation, plusieurs phases de tests visant à la consolidation de l'information, et un retour positif ou négatif à la suite de chaque réponse (Clément, Moussard, & Samson, 2007). Elle permet de confirmer et comparer la présence de troubles de la mémoire explicite chez tous participants, et de mettre en évidence une dissociation entre les capacités implicites et explicites. Ces trois tâches sont validées chez des participants étudiants afin d'obtenir un niveau de réussite de référence pour chacune d'elles. Pour évaluer l'effet de l'âge, deux groupes de participants âgés sont testés : 80 à 86 ans, et 90 à 96 ans. Pour l'effet du vieillissement pathologique, nous comparons des patients à deux stades d'avancement de la maladie d'Alzheimer : léger ($MMS > 21$) et modéré ($MMS < 21$). Nous émettons l'hypothèse que les performances des 5 groupes pour chacune des tâches de catégorisation et segmentation, y compris pour les âges avancés et les stades modérés de démence Alzheimer, ne se différencieront pas. Par contre, conformément aux données actuelles de la littérature, il est attendu que les performances dans la tâche d'apprentissage explicite se dégradent avec l'avancement de l'âge et l'aggravation de la pathologie.

MÉTHODE

Participants

Quarante quatre participants sont évalués dans cette étude (Table 1). Quinze étudiants en première année de psychologie à l'Université de Bourgogne (moyenne d'âge = 20 ans) ont permis la validation des tâches.

Dix sept participants âgés sains sont répartis en deux groupes d'âge : 80 à 86 ans (N = 9 ; Moyenne d'âge = 83 ans), et 90 à 96 ans (N = 8 ; Moyenne d'âge = 92 ans. Leur niveau cognitif global est évalué à l'aide du MMSE (Crum, Anthony, Bassett, & Folstein, 1993; Folstein, Folstein, & McHugh, 1975). En complément de cette évaluation, les personnes âgées saines sont soumises à une échelle gériatrique d'évaluation de l'état psychique (Geriatric Depression Scale, Yesavage et al., 1983), afin d'écarter un éventuel état dépressif susceptible d'influer sur les performances cognitives. Aucun participant présentant un score supérieur à 13 (max 30) n'a été inclus dans l'étude. Ces participants sont testés à domicile (Maisons de retraite de type « foyers résidences » non médicalisées).

Douze patients Alzheimer sont répartis en deux groupes, constitués sur la base de leur score au test du MMSE (Pernecky et al., 2006) : stade léger avec un score supérieur à 21 (N = 5 ; Moyenne d'âge = 81 ans) ou stade modéré avec un score inférieur ou égal à 21 (N = 7 ; Moyenne d'âge = 84 ans). Pour 4 patients, le diagnostic a été effectué au Centre Mémoire de Ressources et de Recherches (CM2R) du CHRU de Dijon ; Les autres sont suivis par les neuropsychologues de leur institution d'accueil. Ces patients sont testés à domicile pour deux d'entre eux (Maisons de retraite de type « foyers résidences » non médicalisées) ; Quatre autres sont rencontrés en institution de type « Accueil de jour » ; Les 6 derniers sont vus en maison de placement spécialisée et médicalisée.

Une séance de présentation, supervisée par le responsable de chaque institution, a permis d'exposer clairement aux participants les ob-

jectifs de l'étude et de recueillir leur accord pour participer, chacun d'entre eux restant libre de s'en retirer à tout moment.

Tous les participants sont également soumis à un questionnaire d'expertise musicale (Ehrlé, 1998). Seuls des non-musiciens ou musiciens amateurs ont participé à l'étude. Enfin, ils ont tous été soumis à un pré-test visant à vérifier leur capacité de reconnaissance musicale dans un test de jugement de familiarité (phase d'exposition des mélodies cibles dans la tâche d'apprentissage explicite présentée ci-dessous).

Procédure

Trois tâches principales sont utilisées chez ces participants, deux tâches sondent les capacités implicites, la troisième fait appel aux pro-

Tableau 1 : Informations démographiques des différents groupes de participants

Groupe	N	Age	Sexe (M / F)	Niveau d'éduca- tion	Expéri- ence musi- cale	Score MMSE [max30]	Echelle de dé- pression [max 30]	Jugement de familiarité [% réponses correctes]
Etudiants	15	20.1 (2.4)	4/11	12.1 (0.3)	4/11	-	-	93 (6.6)
Agés 80-86 ans	9	83 (1.9)	1/8	10.8 (3.6)	2/7	27.1 (2.6)	8.8 (5.2)	95 (8.2)
Agés 90-96 ans	8	93 (1.8)	1/7	9.8 (3.8)	3/5	25.8 (2.4)	8.6 (3.1)	89.1 (10.7)
Alzheimer léger	5	80.8 (4.2)	1/4	9.8 (3.7)	2/3	26 (2.5)	-	97.9 (3.6)
Alzheimer modéré	7	83.7 (4.9)	1/6	10 (3.2)	2/5	17.1 (2.2)	-	88.4 (14.2)

Table 1 : Demographic data of the different groups of participants

cessus explicites d'apprentissage. Chaque participant est invité à effectuer l'ensemble des tâches du protocole. Les personnes âgées non démentes et les patients Alzheimer sont évalués au cours de trois séances de test séparées de trois jours au minimum. La première séance permet la prise de contact, et la passation du MMSE et de la tâche de catégorisation. Estimée comme la plus ludique, elle permet d'informer les participants sur le protocole qui leur sera administré. Dans les deux séances suivantes, on propose de manière aléatoire la tâche de segmentation ou d'apprentissage de mélodies (incluant le contrôle de reconnaissance de la familiarité musicale), et la passation des tests contrôles (échelle de dépression, questionnaire musical).

Concernant la tâche implicite de catégorisation, le participant est informé qu'il va entendre des extraits musicaux joués au piano, et qu'il devra pour chacun indiquer s'il apprécie ou non le morceau. Cette phase dure 8 minutes environ, et l'ordre de présentation des 20 extraits est aléatoire pour chaque participant. A la suite de cette écoute, le participant est informé qu'il va entendre ensuite de nouveaux morceaux, et que certains seront ressemblants à ceux déjà entendus auparavant ; d'autres seront plus différents. La tâche du participant consiste à indiquer pour chaque extrait si oui ou non il a l'impression d'avoir entendu cela avant. La phase de test s'entend sur 10 minutes environ, et les items de test sont présentés aléatoirement pour chaque participant. La tâche est informatisée et programmée à l'aide du logiciel Psyscope (Cohen, MacWhinney, Flatt, & Provost, 1993), sur un ordinateur Macintosh OS 9. Les passations sont individuelles, et les participants écoutent les extraits à l'aide d'un haut-parleur stéréophonique *Creative GigaWorks T20*. Le score moyen de réponses correctes pour les 15 participants étudiants qui ont permis de mettre en place et valider cette tâche est de 69.39 %. Il est significativement supérieur au niveau du hasard ($t(14) = 12.42, p < .001$).

Pour la tâche implicite de segmentation, le participant est informé qu'il va entendre une série de sons d'instruments de musique, joués un par un, comme s'il se trouvait en face d'un orchestre où chaque musicien joue

une seule note de son instrument, l'un après l'autre. On lui demande d'écouter attentivement cette séquence qui dure 2 minutes. A la suite de cette écoute, 12 items sont présentés au participant : les 6 triplets du flux, mélangés à 6 leurres (2 non-triplets, 2 parties-de-triplets, 2 inter-triplets). Le participant est invité à dire, pour chaque item, s'il pense l'avoir entendu ou non dans la séquence écoutée précédemment. Une seconde – puis une troisième – phase d'écoute, équivalentes à la première, sont proposées aux participants, suivies chacune d'une nouvelle phase de test similaire à la première. L'éclatement de la phase d'exposition classique en trois sessions successives séparées par un test permet de dynamiser le déroulement de l'exercice, et de minimiser l'effet des fluctuations attentionnelles du patient lors d'une phase d'écoute trop longue. Chaque triplet est entendu 12 fois par séquence (36 fois en tout). Chaque séquence est différente, composée par la concaténation aléatoire (mais sans répétition) des 6 triplets. Les passations sont individuelles et les sons sont écoutés à l'aide d'un haut-parleur stéréophonique (décrit ci-dessus). La tâche est informatisée et programmée à l'aide du logiciel Psyscope (Cohen et al., 1993), sur un ordinateur Macintosh OS 9. Les scores des 15 participants étudiants qui ont permis de valider cette tâche constituent une moyenne de réponses correctes de 64.29 %, significativement supérieure au niveau du hasard ($t(14) = 6.06, p < .001$).

Dans la tâche d'apprentissage explicite de mélodies, le participant doit mémoriser 16 mélodies (8 familières et 8 non familières). Pour la première phase d'écoute des 16 mélodies, le participant est informé qu'il doit mémoriser les mélodies présentées, ainsi qu'indiquer pour chacune si elle lui semble familière ou non (pré-test d'habileté musicale). A la suite de cette écoute, un test de reconnaissance propose 16 paires de mélodies, chacune contenant une mélodie entendue précédemment et une autre, non entendue (leurre). Les mélodies familières présentées en phase d'exposition sont opposées à d'autres mélodies d'une familiarité équivalente ; les mélodies non familières sont opposées à d'autres mélodies non familières. Le participant doit indiquer pour chaque paire la mélodie qui était à mémoriser. Un retour (« Juste » ou « Faux ») lui permet de corri-

ger éventuellement ses erreurs pour la suite de l'exercice. Deux phases d'écoute successives permettent ensuite la consolidation de la mémorisation des 16 mélodies de départ (présentées aléatoirement pour chaque phase d'écoute). Le second test est similaire au précédent. Les 16 leurres utilisés et opposés par paire aux mélodies apprises sont de nouveaux extraits. Le score calculé par participant correspond à la moyenne des scores obtenus aux deux tests. Les passations sont individuelles et les mélodies sont écoutées à l'aide d'un haut-parleur stéréophonique (décrit ci-dessus). Cette tâche est programmée pour un PC Windows XP. Les participants étudiants ont obtenu un taux de réponses correctes significativement supérieur au hasard (91.3 %).

Matériel

Pour la tâche implicite de catégorisation, 36 extraits issus de l'oeuvre de J.-S. Bach pour clavier sont sélectionnés et découpés dans le respect des phrases musicales, pour une durée de 10 à 11 secondes. Tous les extraits sont joués au piano afin de garantir une même unité de timbre. Ils sont répartis aléatoirement entre les phases d'exposition (20 extraits) et de test (16 extraits). La phase de test comprend 32 items, dont la moitié correspond à la catégorie entendue (16 extraits de Bach, mais différents de ceux écoutés en exposition). L'autre moitié comprend 16 leurres : extraits de musique classique joués au piano et de même longueur, mais issus d'oeuvres d'autres compositeurs. Selon la classification des différents courants de musique classique admise en musicologie (Chailley, 1952), ces compositeurs appartiennent à deux autres catégories stylistiques : le courant moderne (soit pour notre matériel deux extraits de chacun des compositeurs suivant : Ravel, Debussy, Scriabine, Prokofiev), et le courant romantique (deux extraits de Brahms, Chopin, Schubert et Schumann). Ces deux catégories sont distantes respectivement de deux et trois périodes par rapport à notre catégorie initiale (Bach, courant baroque). Nous supposons que les extraits de période stylistique plus distante (Moderne) seront plus faciles à rejeter (Bigand & Barrouillet, 1996;

Dalla Bella & Peretz, 2005) bien que l'ensemble de ces extraits forment pour le grand public une unique catégorie illustrant la musique classique pour piano.

En ce qui concerne la tâche implicite de segmentation, le matériel utilisé correspond au « langage 1 » des séquences de timbres utilisées par Tillmann & McAdams (2004). Treize timbres (sons de guitare, trompette, etc.) sont combinés pour former 6 triplets (unités composées de 3 timbres) de 1500 ms chacun (500 ms par timbre). Ces 6 triplets sont répétés aléatoirement dans un flux, sans pause ni répétition. Dix-huit leurres sont constitués en fonction de trois règles possibles de construction : 6 non-triplets (les transitions entre les timbres ne sont jamais apparues de cette manière lors de la phase d'exposition), 6 parties-de-triplets (les deux premiers timbres du triplets sont correctement associés, mais le troisième n'a jamais été entendu à la suite de ce bigramme), 6 inter-triplets (les deux premiers timbres du triplets correspondent à la fin d'un triplet grammatical, et le troisième au début d'un autre triplet grammatical : cette association qui constitue une « frontière de triplet » a donc été entendue lors du flux continu lorsque ces deux triplets se suivaient, mais avec une probabilité moins importante que celle du triplet correct).

Enfin, la tâche d'apprentissage explicite de mélodies familières et non familières (Clément et al., 2007) utilise un corpus total de 64 mélodies (32 familières, et 32 non familières). Les mélodies non familières sont tirées de celles utilisées par Samson & Zatorre (1992). Les mélodies familières sont issues de Ehrlé, Samson et Peretz (2001) et appartiennent au registre des comptines enfantines (*Petit Papa Noël*, ou *Au clair de la Lune*, pas exemple). Les mélodies sont synthétisées avec un timbre de piano et jouées en monophonie. Les mélodies non familières ont été égalisées aux familières du point de vue du nombre de notes, du nombre de tournants dans le contour mélodique (changement de direction de la mélodie), de l'intervalle moyen entre deux notes consécutives, de la durée de la mélodie, et de la durée moyenne de chaque note.

RÉSULTATS

Les résultats obtenus sont analysés afin de tester la dissociation entre les processus d'apprentissage implicite et explicite, et d'évaluer (1) l'intégrité des processus d'apprentissage implicite chez les participants âgés et chez les patients Alzheimer, notamment à des stades de vieillissement et de pathologie avancés, et (2) la présence de déficits d'apprentissage explicite chez des participants âgés et des patients Alzheimer.

Pour chacune des trois tâches proposées, le pourcentage de réponses correctes est calculé par participant. Compte tenu du nombre restreint de participants dans certains groupes, les tests statistiques non paramétriques sont les plus indiqués pour effectuer nos analyses. Pour chaque tâche (Catégorisation, Segmentation, Apprentissage de mélodies), nous utilisons le test de Kruskal-Wallis pour comparer les scores moyens par groupe (Etudiants, Personnes âgées 80-86 ans, Personnes âgées 90-96 ans, Patients Alzheimer en stade léger, et Patients Alzheimer en stade modéré).

Concernant les tâches d'apprentissage implicite (Figure 1), aucune différence significative n'apparaît entre les groupes, ni pour la tâche de catégorisation ($H(4) = 4.09, p = .394, ns.$), ni pour celle de segmentation ($H(4) = 1.82, p = .768, ns.$). De plus, tous les groupes ont des performances qui diffèrent du niveau du hasard (valeurs de t comprises entre $t(6) = 2.78, p < .05$, et $t(14) = 12.42, p < .001$), sauf le groupe d'Alzheimer léger pour la tâche de segmentation ($t(4) = 1.71, p = .163, ns.$). Ce groupe a obtenu un score moyen de 58.3 % de réponses correctes, mais présente une variabilité entre les sujets (deux participants ont échoué à cette tâche) qui ne permet pas de mettre en évidence une différence significative avec le niveau du hasard.

Figure 1 : Pourcentage de réponses correctes aux deux tâches d'apprentissage implicite pour les cinq groupes de participants (le niveau du hasard (50 %) est indiqué par la ligne pointillée, les barres d'erreurs représentent l'erreur standard).

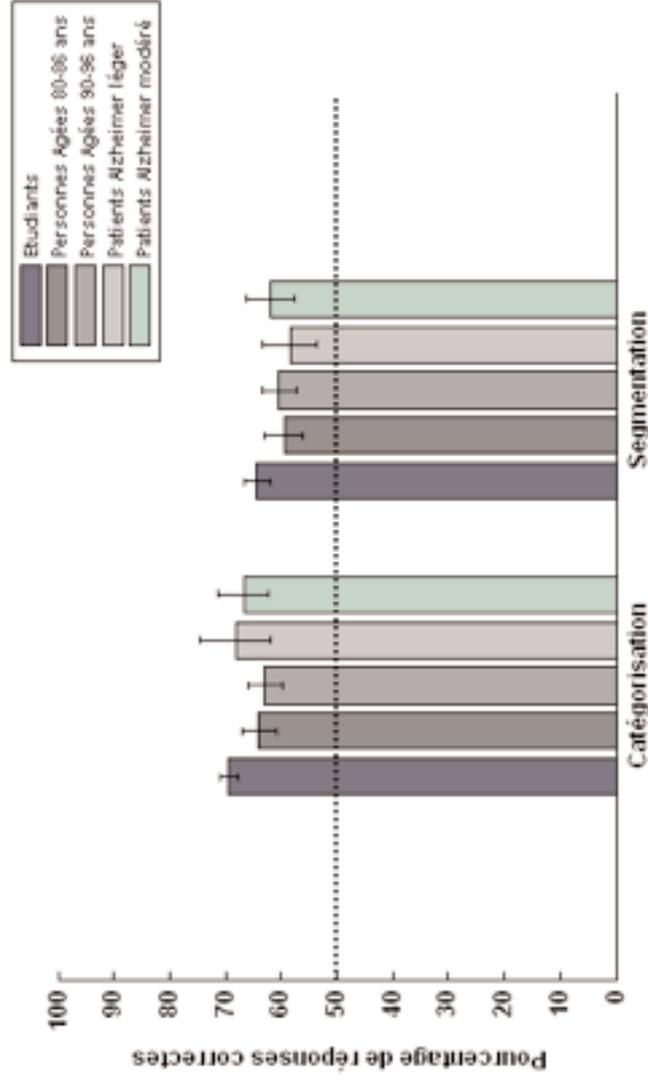


Figure 1 : Percentage of correct answers in the two implicit learning tasks for the five groups of participants (chance level (50 %) is represented by the dotted line, error bars represent Standard Error of the Mean).

En ce qui concerne la tâche explicite d'apprentissage de mélodies (Figure 2), le test de Kruskal-Wallis met en évidence une différence significative entre les groupes pour la tâche d'apprentissage explicite de mélodies ($H(4) = 23.25, p < .001$). Un test *t* de Student comparant les groupes deux à deux montre que la performance des Etudiants est supérieure à celle de tous les autres groupes (Personnes âgées 80-86 ans : $t(17) = 3.26, p < .01$; Personnes âgées 90-96ans : $t(16) = 5.52, p < .001$; Patients Alzheimer léger : $t(14) = 3.19, p < .01$; Patients Alzheimer modéré : $t(18) = 10.16, p < .001$). De plus, on observe que la performance des Patients Alzheimer modéré est également significativement inférieure à celle des personnes d'âge comparable (Personnes âgées 80-86 ans, $t(9) = 4.72, p < .01$) et à celle des Patients Alzheimer léger ($t(6) = 3.93, p < .01$). Le test comparant les scores des groupes avec le niveau du hasard, pour cette même tâche d'apprentissage explicite, montre que tous les groupes présentent un effet d'apprentissage supérieur au hasard (valeurs de *t* comprises entre $t(4) = 6.49, p < .01$, et $t(13) = 20.14, p < .001$), sauf les groupes de Personnes âgées 90-96 ans ($t(3) = 2.64, p = .077, ns.$), et de Patients Alzheimer modéré ($t(5) = 2.08, p = .093, ns.$).

Enfin, le test de corrélation non paramétrique de Spearman nous permet de comparer les scores obtenus à ces trois tâches avec notre mesure neuropsychologique classique (MMSE). Le score obtenu au MMSE par les participants âgés et Alzheimer est positivement corrélé aux performances obtenues à la tâche explicite d'apprentissage de mélodies ($r(15) = 0.66, p < .05$). En revanche, les corrélations du MMSE avec chacune des tâches implicites de catégorisation ou de segmentation ne sont pas significatives (respectivement : -0.14 et $0.06, ns.$).

Figure 2 : Pourcentage de réponses correctes à la tâche d'apprentissage explicite de mélodies pour les cinq groupes expérimentaux (le niveau du hasard (50 %) est indiqué par la ligne pointillée, les barres d'erreurs représentent l'erreur standard).

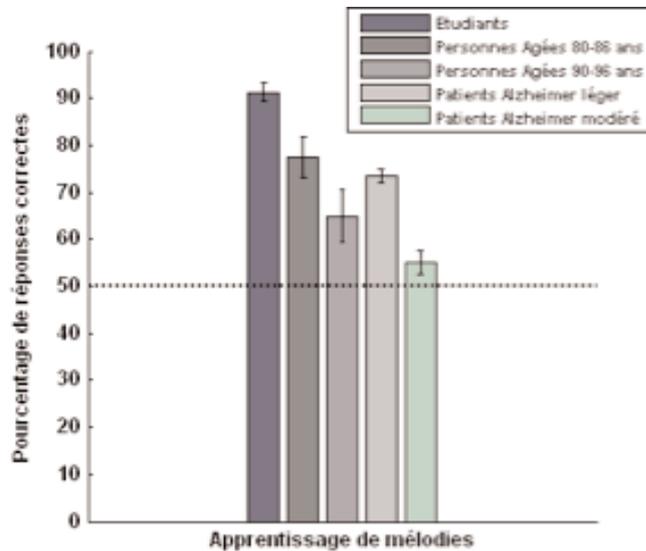


Figure 2 : Percentage of correct answers in the explicit learning tasks for the five groups of participants (chance level (50 %) is represented by the dotted line, error bars represent Standard Error of the Mean).

DISCUSSION

Cette étude cherche à sonder les capacités d'apprentissage implicite dans le vieillissement normal et la maladie d'Alzheimer. Les données actuelles de la littérature mettent en évidence l'intégrité de ces aptitudes implicites lors des premiers stades de vieillissement, ainsi que chez des patients Alzheimer à un stade léger. Cependant, aucune étude à notre connaissance n'a exploré ces processus chez des participants sains très âgés (90-96 ans), ou à des stades plus sévères de démence (MMSE < 21). En effet, les troubles associés au vieillissement normal avancé ou à la progression de la maladie rendent la passation des paradigmes classiques d'apprentissage implicite difficile, parfois impossible, compte tenu du caractère peu avenant et abstrait du matériel. Dans la présente étude, nous avons adapté les situations classiques d'apprentissage implicite à ces populations en utilisant des procédures courtes et des consignes

simples, tout en proposant une activité ludique et motivante, notamment par l'utilisation de stimuli musicaux. Ces précautions méthodologiques ont permis d'évaluer, pour la première fois, l'apprentissage implicite des patients fortement affectés par la maladie d'Alzheimer.

Bien que les résultats soient à interpréter avec prudence compte tenu des faibles effectifs dans les groupes, ils confirment la dissociation observée dans la littérature entre les processus d'apprentissage explicites et implicites, et permettent de généraliser ces données à des participants très âgés ou à des patients très touchés par l'aggravation de la maladie. Quelque soit le groupe concerné, les capacités d'apprentissage implicite ne sont pas différentes, alors qu'elles se distinguent dans la mesure explicite. De plus, les performances pour les tâches implicites sont cohérentes avec celles observées dans la littérature chez des sujets sains pour ce type de paradigme.

Comme prévu, pour la tâche d'apprentissage explicite, les étudiants obtiennent de meilleures performances que les 4 autres groupes. De plus, les scores des personnes âgées (80-86 ans) et les patients Alzheimer léger sont supérieurs à ceux du groupe Alzheimer modéré confirmant la présence d'un déficit de l'apprentissage explicite chez ces patients. Les scores de ces derniers, tout comme ceux des personnes âgées de plus de 90 ans, ne démontrent pas d'apprentissage, les scores ne se différenciant pas du niveau du hasard. On peut donc en conclure que les performances en apprentissage explicite déclinent avec l'âge et l'avancée de la pathologie, alors que les performances d'apprentissage implicite restent stables.

En plus de confirmer la préservation des processus implicites dans le vieillissement normal et pathologique, cette étude démontre que la robustesse du fonctionnement implicite s'étend aux stades avancés du vieillissement et de la maladie d'Alzheimer. En effet, pour chacune des deux mesures implicites, les sujets âgés, y compris les personnes très âgées (plus de 90 ans), ou les patients, même ceux atteints d'un stade modéré de démence (MMSE inférieur à 21), montrent le même effet d'apprentissage que les étudiants. Notons que dans l'étude de Ferraro et

collaborateurs (1993) des patients Alzheimer léger sont en échec – en comparaison avec un groupe d'Alzheimer très léger – lors d'une tâche d'apprentissage séquentiel de TRS. La tâche de TRS est particulièrement coûteuse, au niveau moteur et attentionnel. Or, il est largement admis que ces fonctions sont rapidement altérées dans la maladie d'Alzheimer. Le déficit cognitif et psychomoteur de ces patients peut donc suffire à leur rendre la tâche impossible à réaliser, sans pour autant attribuer ce déficit à un trouble de l'apprentissage implicite. Notre étude montre que, si les exercices proposés sont adaptés à la population de patients testés pour limiter l'influence des troubles cognitifs et psychomoteurs caractéristiques de ces pathologies, les capacités d'apprentissage implicite peuvent être mises en évidence chez de nombreux patients atteints de divers stades de démence de type Alzheimer.

L'attractivité du matériel est une composante essentielle pour la réalisation de la tâche. Les personnes âgées, saines ou pathologiques, sont souvent réticentes face aux diverses évaluations cognitives. Elles ont peu confiance en elles et craignent souvent l'aspect formel du protocole expérimental. Par la création de situations d'apprentissage musicales, nous proposons un contexte plus ludique et plus écologique, l'activité musicale étant souvent associée au loisir, à la détente, et à une activité habituelle et non stressante de la vie quotidienne (écoute de la radio, etc. ...). Cette stratégie semble réduire l'anxiété et augmenter la motivation du participant pour la tâche, ce qui pourrait permettre de maximiser ses chances de réussite. Très réceptives aux stimulations musicales, les personnes âgées rencontrées ont montré un vif intérêt et un certain plaisir à réaliser ces tâches musicales. Beaucoup nous ont d'ailleurs commandé de nouveaux morceaux (accordéon, chansons d'époque, etc. ...). Notons que la musique n'induit pas nécessairement la réussite aux tâches proposées, puisque la tâche d'apprentissage musicale explicite est échouée par les personnes très âgées et les patients Alzheimer modéré. Elle permet simplement de rendre l'exercice plus accessible, et leur donne l'occasion d'utiliser leurs capacités d'apprentissage implicite, dans le cas où elles seraient préservées.

Les résultats de cette étude concernant la robustesse des apprentissages implicites à différents stades de la pathologie ouvrent des perspectives intéressantes pour la stimulation cognitive de ces patients en neuropsychologie clinique. Dans le champ de la mémoire implicite, plusieurs techniques ont déjà été développées et visent à l'acquisition de connaissances spécifiques (Meulemans, 2001), comme l'association nom-visage, par exemple (Vanhalle, Van der Linden, Belleville, & Gilbert, 1998). Aucune étude à ce jour n'utilise un protocole de rééducation basé sur des paradigmes d'apprentissage implicite, et sur les processus d'extraction des régularités émanant de l'environnement. Or, les résultats de notre étude suggèrent l'existence d'une voie qui permet de nouveaux apprentissages relativement complexes sur un mode automatique. Les études futures permettront de préciser de quelle manière il serait possible d'allier la composante musicale aux capacités d'apprentissage implicite préservées des patients afin de les exploiter dans une visée thérapeutique. Elles prendront place au coeur de la problématique des besoins neuropsychologiques, notamment face au problème grandissant de la prise en charge des démences.

Remerciements

Cette étude a été financée par une bourse de recherche de la Fondation Médéric Alzheimer (30 rue de Prony, 75017 Paris) et l'Agence Nationale pour la Recherche (projet ANR du ministère de la recherche n° NT05-3_45987). Nous remercions également l'équipe du CHRU de Dijon (Service de Neurologie, Pôle Personnes Agées, et Centre gériatrique de Champmaillot), l'accueil de jour des Marronniers, les maisons de retraite dijonnaises (Les Tulipes, Les Marguerites, Les Bégonias), l'institution spécialisée Les Jardins d'Asclepios de Belleneuve, ainsi que tous les participants qui ont contribué à l'étude.

ABSTRACT

Preserved implicit learning in music for advanced stages of aging and Alzheimer's disease.

Robustness of implicit learning has been shown in early stages of normal and pathologic aging. The aim of the study is to highlight comparable capacities in advanced aging (over 90 years-old) and heavy stages of Alzheimer's disease (MMSE lower than 21). Participants do two implicit learning tasks – categorisation learning and stream segmentation – and an explicit learning task. All these three tasks are based on musical stimuli. Five experimental groups are tested : young people, normal aging people from 80 to 86 years old, normal aging people from 90 to 96 years old, Alzheimer's patients with mild stage of disease and Alzheimer's patients suffering from heavy disease. The results show no difference between groups in the two implicit tasks, when aging 90-96 participants and heavy Alzheimer's patients fail in the explicit task. These results open new prospects for clinical care.

BIBLIOGRAPHIE

- Aldridge, D. (2005). *Music therapy and neurological rehabilitation, Performing health*. London: Jessica Kingsley Publishers.
- Beatty, W. W., Goodkin, D. E., Monson, N., & Beatty, P. A. (1990). Implicit learning in patients with chronic progressive multiple sclerosis. *International Journal of Clinical Neuropsychology*, 12(3-4), 166-172.
- Berg, L. (1988). Clinical Dementia Rating (CDR) *Psychopharmacology Bulletin*, 24, 637-639.
- Bigand, E., & Barrouillet, P. (1996). Processi di classificazione degli stili nei bambini e negli adulti. *Quaderni della SIEM*, 10, 81-93.
- Chailley, J. (1952). *Traité historique d'analyse musicale*. Paris: Leduc.
- Cleeremans, A., Destrebecqz, A., & Boyer, M. (1998). Implicit learning : News from the front. *Trends in Cognitive Sciences*, 2(10), 406-416.

- Clément, S., Moussard, A., & Samson, S. (2007). *Mémoire épisodique musicale : Vieillesse normale et pathologique*. Paper presented at the XXXe Symposium de l'Association de Psychologie Scientifique de Langue Française (APSLF).
- Cohen, J., MacWhinney, B., Flatt, M., & Provost, J. (1993). PsyScope: An interactive graphic system for designing and controlling experiments in the psychology laboratory using Macintosh computers. *Behavior Research Methods, Instruments and Computers*, 25(257-271).
- Collette, F., Van der Linden, M., Juillerat, A. C., & Meulemans, T. (2003). Cognitive-neuropsychological aspects. In R. Mulligan, M. Van der Linden & A. C. Juillerat (Eds.), *The clinical management of early Alzheimer's disease: A handbook*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Crum, R. M., Anthony, J. C., Bassett, S. S., & Folstein, M. F. (1993). Population-based norms for the mini-mental state examination by age and educational level. *Journal of the American Medical Association*, 269, 2386-2391.
- Dalla Bella, S., & Peretz, I. (2005). Fine differentiation and ordering of classical music requires little learning but rhythm. *Cognition*, 96, B65-B78.
- Danion, J.-M., Meulemans, T., Kauffmann-Muller, F., & Vermaat, H. (2001). Intact implicit learning in schizophrénia. *The American Journal of Psychiatry*, 158, 944-948.
- Don, A. J., Schellenberg, E. G., Reber, A. S., DiGirolamo, K. M., & Wang, P. P. (2003). Implicit learning in children and adults with Williams syndrome. *Developmental Neuropsychology*, 23(1-2), 201-225.
- Ehrlé, N. (1998). *Traitement temporel de l'information auditive et lobe temporal*. Université de Reims, Reims.
- Ehrlé, N., Samson, S., & Peretz, I. (2001). Normes pour un corpus musical. *L'Année Psychologique*, 101, 593-616.
- Eldridge, L. L., Masterman, D., & Knowlton, B. J. (2002). Intact implicit habit learning in Alzheimer's disease. *Behavioral neuroscience*, 116(4), 722-726.
- Ferraro, F. R., Balota, D. A., & Connor, L. T. (1993). Implicit memory and the formation of new associations in nondemented Parkinson's disease individuals and individuals with senile dementia of Alzheimer type : A serial reaction time (SRT) investigation. *Brain and Cognition*, 21(2), 163-180.
- Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). Mini Mental State: A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12, 189-198.

- Grafman, J., Weingartner, H., Newhouse, P. A., Thompson, K., Lalonde, F., Litvan, I., et al. (1990). Implicit learning in patients with Alzheimer's disease. *Pharmacopsychiatry*, 23(2), 94-101.
- Howard, D. V., & Howard, J. H. (1992). Adult age differences in the rate of learning serial patterns: Evidence from direct and indirect tests. *Psychology and Ageing*, 7, 232-241.
- Howard, J. H., & Howard, D. V. (1997). Age differences in implicit learning of higher-order dependencies in serial patterns. *Psychology and Ageing*, 12, 634-656.
- Hughes, C. P., Berg, L., Danziger, W., Coben, L. A., & Martin, R. L. (1982). A new clinical scale for the staging of dementia. *British Journal of Psychiatry*, 140, 556-572.
- Irish, M., Cunningham, C. J., Walsh, J. B., Coakley, D., Lawlor, B. A., Robertson, I. H., et al. (2006). Investigating the enhancing effect of music on autobiographical memory in mild Alzheimer's disease. *Dementia and geriatric cognitive disorders*, 22, 108-120.
- Knopman, D. S., & Nissen, M. J. (1987). Implicit learning in patients with probable Alzheimer's disease. *Neurology*, 37(5), 784-788.
- Meulemans, T. (1998). *L'apprentissage implicite : Une approche cognitive, neuropsychologique et développementale*. Marseille: Solal.
- Meulemans, T. (2001). Rééducation du fonctionnement mnésique : perspectives actuelles. *Arobase*, 5(1-2), 91-103.
- Meulemans, T., & Van der Linden, M. (2003). Implicit learning of complex information in amnesia. *Brain and Cognition*, 52, 250-257.
- Nissen, M. J., & Bullemer, P. T. (1987). Attentional requirements for learning: Evidence from performance measures. *Cognitive Psychology*, 19, 1-32.
- Nissley, H. M., & Schmitter-Edgecombe, M. (2002). Perceptually based implicit learning in severe closed-head injury patients. *Neuropsychology*, 16(1), 111-122.
- Ogay, S., Ploton, L., & Menuhin, Y. (1996). *Alzheimer, Communiquer grâce à la musicothérapie*: L'Harmattan.
- Pernecky, R., Wagenpfeil, S., Komossa, K., Grimmer, T., Diehl, J., & Kurz, A. (2006). Mapping scores onto stages: Mini-Mental State Examination and clinical dementia rating. *American Journal of Geriatric Psychiatry*, 14(2), 139-144.

- Perruchet, P., & Vinter, A. (1998). Feature creation as a by-product of attentional processing. *Behavioral and Brain Sciences*, *21*(33-34).
- Quinn, P. C. (1987). The categorical representation of visual pattern information by young infants. *Cognition*, *27*, 145-179.
- Reber, A. S. (1992). The cognitive unconscious: An evolutionary perspective. *Consciousness and Cognition*, *1*(2), 93-133.
- Reber, P. J., Martinez, L. A., & Weintraub, S. (2003). Artificial grammar learning in Alzheimer's disease. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *3*(2), 145-153.
- Rosch, E. (1978). Principles of categorization. In E. Rosch & B. B. Lloyd (Eds.), *Cognition and categorization*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Saffran, J. R., Aslin, R. N., & Newport, E. L. (1996). Statistical learning by 8-month-old infants. *Science*, *274*, 1926-1928.
- Saffran, J. R., Johnson, E. K., Aslin, R. N., & Newport, E. L. (1999). Statistical learning of tone sequences by human infants and adults. *Cognition*, *70*, 27-52.
- Saffran, J. R., Newport, E. L., & Aslin, R. N. (1996). Word segmentation: The rôle of distributional cues. *Journal of Memory and Language*, *35*, 606-621.
- Samson, S., & Zatorre, R. J. (1992). Learning and retention of melodic and verbal information after unilateral temporal lobectomy. *Neuropsychologia*, *30*, 815-826.
- Schön, D., Boyer, M., Moreno, S., Besson, M., Peretz, I., & Kolinski, R. (2008). Songs as an aid for language acquisition. *Cognition*, *106*(2), 975-983.
- Siebert, R. J., Taylor, K. D., Weatherall, M., & Abernethy, D. A. (2006). Is implicit learning impaired in Parkinson's disease? A meta-analysis. *Neuropsychology*, *20*(4), 490-495.
- Smith, J. G., Siebert, R. J., & McDowall, J. (2001). Preserved implicit learning on both the serial reaction time task and artificial grammar in patients with Parkinson's disease. *Brain and Cognition*, *45*, 378-391.
- Squire, L. R. (1986). Mechanisms of memory. *Science*, *232*, 1612-1619.
- Tillmann, B., & McAdams, S. (2004). Implicit learning of musical timbre sequences: Statistical regularities confronted with acoustical (dis)similarities. , Vol. 30, No. 5, 1131-1142. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory and Cognition*, *30*(5), 1131-1142.
- Vanhalle, C., Van der Linden, M., Belleville, S., & Gilbert, B. (1998). Putting names

on faces: use of spaced retrieval strategy in a patient with dementia of Alzheimer type. *ASHA, American Speech & Hearing Association, Special Interest Division 2, Neurophysiology and Neurogenic Speech and Language Disorders*, 8(17-21).

Vicari, S., Marotta, L., Menghini, D., Molinari, M., & Petrosini, L. (2003). Implicit learning deficit in children with developmental dyslexia. *Neuropsychologia*, 41(1), 108-114.

Willems, S., Adam, S., & Van der Linden, M. (2002). Normal mere exposure effect with impaired recognition in Alzheimer's disease. *Cortex*, 38(1), 77-86.

Yesavage, J. A., Brink, T. L., Rose, T. L., Lum, O., Huang, V., Adey, M. B., et al. (1983). Development and validation of a geriatric depression screening scale: A preliminary report. *Journal of Psychiatric Research*, 17, 37-49.