

THÈSE

présentée pour obtenir le grade universitaire de
DOCTEUR D'AIX-MARSEILLE UNIVERSITÉ

Discipline : *Psychologie*

Sophie Tinard

Effets des connaissances sur la récupération des souvenirs épisodiques : Approche comportementale et neurophysiologique

École doctorale :

Cognition, Langage, Éducation (ED 356)

Unité de recherche :

Laboratoire de Psychologie Cognitive (UMR7290),
Fédération de recherche 3C,
Aix-Marseille Université et CNRS

Soutenue le 21/12/2018 devant le jury :

Lionel Brunel, MCU Université de Montpellier
Remy Versace, PR, Université de Lyon
Marlène Abadie, MCU, Université d'Aix-Marseille
Béatrice Alescio-Lautier, DR, Aix-Marseille Université
Jean-Yves Baudouin, MCU, Université de Dijon
Laurence Taconnat, PR, Université de Tours
Fabrice Guillaume, PR, Aix-Marseille Université

Rapporteur
Rapporteur
Examineur
Examineur
Examineur
Examineur
Directeur

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier les membres du jury, Marlène Abadie, Béatrice Alesco-Lautier, Laurence Taconnat, Jean-Yves Baudouin, Lionel Brunel et Remy Versace, pour le temps consacré à la lecture et l'évaluation de cette thèse.

Je souhaite également remercier mon directeur de thèse, Fabrice Guillaume. Merci pour votre disponibilité, votre gentillesse et vos conseils réguliers au cours de ces trois années de thèse mais aussi durant mes deux années de master.

Merci à Agnès et Patrick, pour tous vos conseils lors des rencontres de l'équipe. Bien que stressants, ces réunions étaient toujours très intéressantes et enrichissantes. Je souhaite également remercier tous les membres du LPC pour leur accueil. Je remercie Colette et Fred, pour leur aide si précieuse dans toutes les démarches administratives et pour ces bons moments passés à la pause déjeuner ! Je remercie Françoise Vitu pour sa sympathie et pour avoir orchestré toutes ces séances de torture en eyes tracking.

Un grand merci à Abdessadek El Ahmadi, j'ai toujours apprécié nos échanges et notre collaboration pour les TD des L3 ! Merci à Mireille Bastien pour son dévouement et sa bienveillance, je garderai toujours un très bon souvenir du master PNPC.

Je tiens à remercier mes collègues du LPC, doctorants, post-doct ou ingénieurs de recherche avec qui j'ai partagé des moments des plus sympathiques. Je remercie tout particulièrement Sophie Baier, nous avons collaboré pour la première étude de la thèse, c'était très agréable de faire ça avec toi. Merci JB, pour tous nos débriefing GoT, la dernière saison arrive bientôt, aïe aïe aïe ! Je remercie la team jeux de société du labo : JP & Édouard, merci pour ces djinbats parfois complètement tordus et pour tous ces jeux, grâce à vous les pauses déjeuners étaient bien plus fun ! Merci aussi à Julie, Jonathan, Joshua et Ludivine. Merci Fleur, pour ta bonne humeur et pour l'organisation des petits déj du labo (même si du coup fallait attendre jusqu'à 10h que vous arriviez tous hahaha). Je remercie chaleureusement Solène, c'était toujours super agréable de discuter avec toi, tu m'as beaucoup manqué cette dernière année. Je remercie également les doctorants du LNC et du LNIA, Estelle, Guillaume et Elie. Merci Elie, avec toi le master PNPC était bien plus fun ! Merci aussi à tous les anciens du master PNPC.

Comment ne pas remercier tous ceux avec qui j'ai partagé ce si grand bureau que l'on a réussi à aménager en notre deuxième maison !! Merci Eddy pour ton accueil, tous tes conseils et pour tes démonstrations de Jump ; encore bravo pour ton parcours super impressionnant ! Merci à la Queen of the lab, Céline ! même en ayant quitté le bureau, ta folie continue de le hanter ! Et merci d'avoir amené ce merveilleux matelas, j'ai été proche de lui cette année haha ! Merci Olivia, oui je sais tu n'étais pas officiellement dans notre bureau, ni même dans notre labo, mais c'est un peu comme si tu étais des nôtres ! Merci AnGéliKKKK pour ta manière si singulière de taper au clavier qui donnait l'impression qu'il y avait un tremblement de terre dans le bureau et merci bien sûr pour ton rire complètement improbable (gnégnégnéhéhéhé, c'est trop dur à le refaire même par écrit). Je garde un souvenir très agréable de nos surveillances d'examen à Aix, où on était vraiment mais alors vraiment utiles ! Dhanyavaad Posh (et oui je parle hindi maintenant, mais au cas où, je voulais dire « merci »), merci d'avoir amené un peu de zen (et des Haribo) dans ce bureau, Vive les lapins ! Et évidemment merci ma petite Camille, quel bonheur de t'avoir rencontré ! Merci pour tous ces moments de franche rigolade, courage pour la suite, crois en toi, ça va le faire !

Je tiens également à remercier tous les participants des études de cette thèse ainsi que tous les étudiants des différents groupes de TD dont j'ai eu la charge durant ces trois années, ceux qui participaient avec enthousiasme comme ceux qui somnolaient au fond de la classe, le monitorat a réellement été une expérience enrichissante.

Je remercie du fond du cœur mes amis pour m'avoir toujours soutenu et pour tous les super moments que l'on a passés et ce à venir. Merci Annoush, mon amie de toujours, viiiiiite allons surfer ensemble maintenant ! Merci Coco Dubouuu pour tous ces joyeuses, improbables, excentriques aventures au Katia ! Merci Coco Peyrou d'avoir toujours réussi à trouver le temps pour m'encourager, entre deux conférences à l'ONU, les pandas ont bien de la chance de t'avoir maintenant ! Vivement notre prochain gelatti challenge !! El Lolo de lolo del pueblo, merci d'être toujours si joyeuse et d'être la pipelette la plus intéressante que je connaisse. Merci les copines de ne pas m'avoir tenu rigueur de n'avoir pas respecté ces derniers mois notre règle sacrée « les amis c'est plus important que le travail », on va pouvoir se rattraper maintenant, j'attends avec impatience un revival de la soirée au Lux Fragil <3 <3<3. Merci au club de joyeux lurons, mes copains tous plus rigolo les uns que les autres : Maxou (go go go pour ta fin de thèse tu vas tout casser), Kivin mon fils (j'suis prête pour un nouveau battle de

danse), Micka le plus cool des marins d'eau douce (p.s. j'ai toujours fait exprès de te laisser gagner au squash) et Popinou, Dark Tinious a hâte de faire un b2b avec toi !

Merci Marjo pour nos sorties culturelles (et pas que !) ; merci Maria, ma fille chérie ! Merci Fiona mais attention à la fermeture éclair gnéééé. Merci Claire, c'est toujours un bonheur de faire partie de ton public, ouvrons une bonne bouteille de début de carrière pour fêter ça héhéhéhé. Merci Olivia, avec toi j'ai l'impression d'être dans les quatre saisons d'espigoule ça me fait toujours autant marrer, et tu es surtout le meilleur acolyte pour repérer les phrases culte de notre très chère Bazin ! Merci Juliette, la meilleure partenaire de grimpe (sauf quand elle discute avec le mec qui assure à côté « Seeeeeec Juju seeeeeeeeec »).

Un grand merci à la Ikea family, plus que du démontage de meubles il s'agit bien de famille ici ! Merci pour tout ce love Tom, Davy, Kam (tranquille la meuf apparaît deux fois dans les remerciements woh !) et bien sûr ma graine de frerot Edou. Mais c'est pas possible mais quelle RENCONTRE ! Shweeps Framboize Flûtee.

Merci à toute Hippy family, pour leur accueil dans cette famille de déglingos, merci Cam, Mathilde le grand poulpe, Aurélie, Léa (personne ne maîtrise aussi bien que toi le conquering de calanques), Etienne, Flora, Justine, Pierre (ou plutôt Raspeeeeetaaaah), Elodie, et même merci JMT, pour ces moments toujours très drôles et très intelligents (à part la défaite au loto bouse qui m'a profondément attristée).

Manou et Jean-Yves je vous remercie pour votre accueil toujours si chaleureux.

Bien évidemment, un énorme merci à ma famille pour tous ces moments aussi chaleureux, drôle que réconfortant. Merci Nono pour ce cadeau un peu particulier que tu m'as offert il y a maintenant 10 ans, j'ai beaucoup pensé à la symbolique de ces clous pendant la rédaction de la thèse ! Merci Aurélie, je pense que c'est grâce à toi que j'ai eu l'idée de faire une thèse :-)

Un grand merci à mes merveilleux neveux, Sandro et Léléo, pour toute la gaieté et la fraîcheur que me procurent les moments passés avec vous. Ma petite mamie Flora, merci d'avoir toujours été la plus géniale des grand-mères, merci pour tout ton amour et ta gentillesse, merci de m'avoir appris toutes ces chansons rigolotes ; un jour je les transmettrai à mon tour à mes enfants et mes petits-enfants ! Et enfin un énorme merci J & J, mes super parents, merci de m'avoir toujours soutenue dans tous mes projets, qu'ils soient sur la mer, sur la terre à plus de 7000km de vous, sur des falaises ou dans cette aventure non moins vertigineuse qu'est la thèse...

Et pour finir je te remercie Maël, merci de croire en moi, de m'encourager au quotidien et d'avoir toujours aussi bien réussi à me remotiver dans mes périodes de désespoirs. Merci de me rendre si heureuse tous les jours. Merci d'être aussi attentionné, enthousiaste et optimiste. Merci pour tous ces projets que l'on a. Merci d'être tout simplement toi, mon adorable Doud.

Table des matières

Remerciements.....	2
Introduction générale.....	9
Chapitre 1 - Des souvenirs aux connaissances.....	11
1. Mémoire épisodique et mémoire sémantique	13
1.1. Définitions	13
1.2. Observations comportementales.....	14
1.3. Corrélats électrophysiologiques	15
2. Conceptions multi-systèmes versus système unique de la mémoire	16
Chapitre 2 - La mémoire de reconnaissance.....	25
1. Rappel, reconnaissance et reconnaissance associative	25
2. Modèles de la mémoire de reconnaissance	26
2.1. Récollecion et familiarité.....	26
2.2. Théorie de détection du signal versus modèle à seuil.....	29
2.2.1. Théorie de détection du signal.....	29
2.2.2. Modèles à seuil	32
2.3. Les modèles à un processus.....	32
2.4. Les modèles à deux processus	33
2.5. Modèle de redondance.....	35
3. Paradigmes expérimentaux de la reconnaissance	36
3.1. Paradigme R/K	36
3.2. Les caractéristiques opérantes du récepteur (ROC : Receiver Operating Characteristics)	37
3.3. La procédure de dissociation des processus (PDP)	39
4. Les corrélats neurophysiologiques de la familiarité et de la récollecion	39
4.1. La FN400 et la LPC : des composantes spécifiques ?	39
4.2. Les débats.....	42
4.2.1. FN400 = N400 frontale ?	42
4.2.2. Pertinence de la dissociation FN400/LPC	46
5. Variables impactant la récollecion et la familiarité.....	48
5.1. Variables conceptuelles	48
5.2. Variables perceptives.....	52
Chapitre 3 - Applications à l'étude du vieillissement	53
1. Modifications neurocognitives liées au vieillissement	53
2. Perturbations mnésiques des séniors	56
Chapitre 4 - Problématique et objectifs	59

Chapitre 5 - Influence des facteurs perceptifs, sémantiques et associatifs

.....	61
-------	-----------

Étude 1. Effet du lien sémantique sur la reconnaissance associative 61

1. Introduction	61
2. Méthode.....	63
2.1. Participants	63
2.2. Matériel	63
2.3. Procédure	65
2.4. Enregistrement EEG et pré-traitement.....	66
2.5. Analyses des données	67
3. Résultats	68
3.1. Performances de reconnaissance	68
3.2. Données des ROCs.....	70
3.3. Potentiels évoqués	72
3.3.1. Fenêtre temporelle précoce : 300-500 ms	72
3.3.2. Fenêtre temporelle tardive : 500 – 800 ms.....	75
4. Discussion.....	78

Étude 2. Effets du changement de format et du lien sémantique lors de la reconnaissance associative 84

1. Introduction	84
2. Méthode.....	85
2.1. Participants	85
2.2. Matériel	85
2.3. Procédure	86
2.4. Enregistrement et pré-traitement ERPs	88
2.5. Analyses des données	89
3. Résultats	91
3.1. Performances de reconnaissance	91
3.2. Paramètres de récollection et de familiarité	93
3.3. Potentiels évoqués	94
3.3.1. Fenêtre temporelle précoce : 350-550 ms	94
3.3.2. Fenêtre temporelle tardive : 550-800 ms.....	98
4. Discussion.....	102

Chapitre 6 - Effets de la répétition et des connaissances préexistantes sur la mémoire de reconnaissance 106

Étude 3. Répétition et signification du matériel 106

1. Introduction	106
2. Méthode.....	108

2.1.	Participants	108
2.2.	Matériel	108
2.3.	Procédure	109
2.4.	Enregistrement et pré-traitement ERPs	110
2.5.	Analyses des données	111
3.	Résultats	113
3.1.	Performances de reconnaissance	113
3.2.	Paramètres de Récollection (R) et de Familiarité (F)	115
3.3.	Données des potentiels évoqués.....	116
4.	Discussion.....	121
Chapitre 7 - Effet des connaissances préexistantes sur la reconnaissance de visages chez les adultes jeunes et âgés		124
Étude 4. Modulation par les connaissances des processus de récollection et de familiarité au cours du vieillissement.....		124
1.	Introduction	124
2.	Méthode.....	126
2.1.	Participants	126
2.2.	Matériel	127
2.3.	Procédure	128
2.4.	Analyses des données	129
3.	Résultats	130
3.1.	Performances de reconnaissance	130
3.2.	Analyses des ROCs.....	132
4.	Discussion.....	135
Chapitre 8 - Discussion générale		140
Bibliographie		146
ANNEXES		163
Liste des abréviations		163
Valorisation des travaux de recherche.....		164
Résumé		165

Introduction générale

La semaine dernière je me promenais avec ma mère dans le centre-ville de Marseille, près du vieux port. Arrivées au passage piéton, une voiture s'arrêta pour nous laisser passer. Alors que nous étions en train de traverser, la conductrice ouvrit sa fenêtre et adressa un sourire à ma mère en disant « Salut Joséphine ». Ma mère eu l'air un peu surprise mais lui rendit son sourire et la salua également. Puis la conductrice continua sa route en nous faisant signe de la main pour nous dire au revoir. Devant le regard perplexe de ma mère, je lui demandais qui nous venions de croiser : « Aucune idée... Je sais que je la connais, mais alors qui c'est, je n'arrive pas à m'en souvenir ! ». On continua de marcher mais je voyais ma mère toujours pensive. Elle me dit qu'elle essayait de se rappeler d'où elle connaissait cette personne, dans quel contexte elle la rencontrait précédemment. Afin de déterminer qui était cette fameuse conductrice, nous procédâmes par élimination : ce n'était pas une collègue de travail, ni un membre de son club de danse, peut-être de son groupe de marche nordique... Oui, c'est ça, c'est une dame qui vient aux séances du samedi matin, elle porte toujours une casquette bleue et des lunettes de soleil, c'est Gisèle ! « C'est pour cela que je ne l'ai pas tout de suite reconnu, d'habitude je la vois toujours en tenue de sport », me confessa ma mère. Avoir le sentiment de connaître un visage mais ne pas parvenir à retrouver qui est cette personne, quel est son nom, d'où nous la connaissons, est quelque chose qui nous arrive à tous et qui est source d'inconfort. Reconnaître, ce n'est donc pas seulement le fort sentiment d'avoir déjà rencontré précédemment un objet ou une personne, c'est aussi réussir à retrouver des informations précises sur ces précédentes rencontres. Dans cet exemple, on voit bien que le contexte à une forte influence sur la capacité de reconnaissance. De même nous pouvons supposer que si, lorsque nous l'avons croisé, Gisèle avait porté ses lunettes et sa casquette bleue, ma mère aurait pu la reconnaître beaucoup plus rapidement. Ce phénomène nous montre à quel point la capacité de reconnaître est socialement importante et c'est pour cette raison que j'ai choisi d'effectuer mon travail de thèse sur la mémoire de reconnaissance. Bénéficiant d'arguments comportementaux et neurophysiologiques, ce sont les théories à double processus qui postulent que la reconnaissance repose sur deux processus indépendants, la familiarité et la récollection, qui sont les plus acceptées à travers la littérature. Deux composantes électrophysiologiques ont été découvertes, la FN400 et la LPC, respectivement associées à la familiarité et à la récollection. Bien que bénéficiant d'arguments comportementaux et neurophysiologiques, les théories à

double processus commencent cependant à être remises en question. La nature de ces processus, en particulier la familiarité, est, à l'heure actuelle, encore assez méconnue (Mandler, 2008). Ce travail de thèse vise donc, au moyen de l'étude de la nature des processus de familiarité et de récollection et de leurs corrélats neuronaux, à tester l'hypothèse d'indépendance de ces deux processus. Le contexte théorique est exposé dans les quatre premiers chapitres. Les trois chapitres suivants constituent la partie expérimentale de cette thèse et comportent les quatre expériences qui ont été réalisées. Enfin une discussion générale constitue le huitième et dernier chapitre.

Chapitre 1 - Des souvenirs aux connaissances

Le Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales (CNRTL) définit la mémoire comme une « faculté comparable à un champ mental dans lequel les souvenirs, proches ou lointains, sont enregistrés, conservés et restitués ». Bien que cette définition comprenne les trois notions essentielles que sont l'encodage, le stockage et la récupération, elle apparaît bien dérisoire au regard de la complexité de la structure et du fonctionnement de la mémoire. Dès l'antiquité, la mémoire a suscité de grandes fascinations. À tel point qu'elle fut l'une des premières fonctions mentales à être personnifiée, sous le nom de Mnémosyne, au côté de son complémentaire Léthé, personnification de l'oubli. La mémoire était alors dotée d'une dimension sacrée, surnaturelle, l'objet d'investigations philosophiques basées sur l'introspection et les expériences de remémoration consciente d'événements passés. Par la suite, lors des débats autour de la localisation de l'âme et de l'esprit, de grands philosophes se sont également intéressés à la question de la localisation de la mémoire. Le dualisme cartésien a ainsi proposé une première distinction entre une mémoire du corps, matérielle, et une mémoire de l'âme, intellectuelle. Dans la même lignée, à la fin du XIX^{ème} siècle, le philosophe français Henri Bergson distingue la « *mémoire habitude* » et la « *mémoire pure* » qui pourrait correspondre à la distinction entre mémoire procédurale et mémoire déclarative (*Matière et Mémoire*, 1896). Envisager la mémoire comme un ensemble de fonctions est alors apparu pertinent pour mieux comprendre et définir sa complexité. La voie aux conceptions multi-systèmes de la mémoire était ouverte. Les premières études scientifiques remontent à la fin du XIX^{ème} siècle avec le philosophe et expérimentaliste allemand Hermann Ebbinghaus qui fut le premier à démontré la pertinence de l'application de la méthode expérimentale dans l'étude des fonctions psychologiques supérieures comme la mémoire. En mettant en évidence le fait que la mémoire pouvait se manifester de manière inconsciente, Ebbinghaus (1885) a souligné le fait que la mémoire ne pouvait se réduire à son expression consciente, aux seuls souvenirs. Toujours au XIX^{ème} siècle, Théodule Ribot, philosophe célèbre pour avoir donné naissance à la psychologie française en tant que science à part entière, insiste lui aussi sur la forme inconsciente de la mémoire. Parmi ses nombreuses contributions, comme la mise en avant de l'étude du pathologique afin de mieux appréhender le fonctionnement normal, Ribot défendait déjà l'application de

méthodes physiologiques dans l'étude des fonctions mentales. Mais surtout, Ribot formula l'idée de l'existence de plusieurs types de mémoire. Il mit notamment en avant quelques différences entre ce qui sera nommé plus tard comme la mémoire épisodique et la mémoire sémantique. Les approches multi-systèmes de la mémoire se sont développées par la suite sur la base des différentes dichotomies : mémoire déclarative / mémoire procédurale ; mémoire explicite / mémoire implicite ; mémoire épisodique / mémoire sémantique. Si la pertinence de la distinction entre mémoire épisodique et mémoire sémantique est largement reconnu aujourd'hui, notamment en neuropsychologie, certains chercheurs préfèrent cependant appréhender ces mémoires comme des processus différents plutôt que comme deux systèmes mnésiques distincts. Après avoir défini la mémoire sémantique et la mémoire épisodique, nous présenterons les modèles multi-systèmes versus système unique de la mémoire en insistant sur ce qui les distingue.

1. Mémoire épisodique et mémoire sémantique

1.1. Définitions

La mémoire épisodique a été définie comme la mémoire des événements personnellement vécus et associés à un contexte spatio-temporel précis (Tulving, 1972). Elle regroupe ce que l'on nomme communément les « souvenirs » et permet la remémoration consciente d'un événement passé, englobant entre autres des informations tel le « *quoi* » (l'événement en lui-même), le « *où* » (le lieu de l'événement) et le « *quand* » (moment de l'événement). La particularité de la mémoire épisodique est qu'elle nous permettrait d'effectuer un véritable « voyage mental dans le temps », associé à un état de conscience spécifique, appelé conscience auto-noétique (Tulving, 2001). D'un point de vue psychologique, cet état de conscience constitue un socle essentiel à notre personnalité. La notion de subjectivité est également importante en mémoire épisodique. En effet, outre les informations liées au « *quoi* », au « *où* » et au « *quand* », la mémoire épisodique englobe également des informations liées à l'émotion ressentie lors de l'événement.

La mémoire sémantique a, quant à elle, été définie comme la mémoire des mots, des concepts et des connaissances du monde. Contrairement à la mémoire épisodique, elle est indépendante du contexte d'acquisition. Tulving lui a associé l'état de conscience noétique, c'est à dire une conscience de l'existence du monde, des objets, des événements et de diverses régularités. Les approches classiques de la mémoire sémantique sont des approches dites 'abstractives' selon lesquelles « les connaissances sémantiques, issues des expériences sensorimotrices seraient recodées et stockées de manière permanente, sous un format abstrait et amodal » (Carbonnel, 2010). Ainsi, selon ces approches abstractives, les connaissances sémantiques seraient des invariants communs à tous les individus. En opposition à ces modèles abstractifs, les modèles non-abstractifs comme le modèle MINERVA II d'Hintzman (Hintzman, 1986) rejettent l'idée de permanence et de stabilité des connaissances sémantiques. La différence majeure est que les modèles non-abstractifs envisagent la mémoire comme unitaire avec un continuum entre souvenirs et connaissances. Les souvenirs étant le matériau premier des connaissances, de leur développement et de leur mise à jour. De plus, selon eux, toute la mémoire est envisagée comme épisodique dans le sens où même les connaissances sémantiques seraient stockées sous un format modal, situé

dans le temps et dans l'espace (Barsalou, 1999 ; Hintzmann, 1986). Le sens varierait simplement en fonction du contexte, de l'expérience et du vécu singulier des individus.

1.2. Observations comportementales

En psychologie expérimentale, trois types de mesures comportementales de la récupération mnésique épisodique sont classiquement utilisées : le rappel libre, le rappel indicé et la reconnaissance. Chacune de ces trois tâches expérimentales permet d'observer le comportement d'un sujet essayant de se rappeler d'un événement passé. Alors que dans les deux conditions de rappel, l'objet à rappeler n'est pas physiquement disponible, ou seulement en partie (pour le rappel indicé), en condition de reconnaissance, l'objet à rappeler est physiquement présent puisque la tâche du sujet consiste à juger si un item qui lui est présenté a déjà été rencontré précédemment ou non. Notons dès à présent qu'en fonction des paradigmes utilisés, il est possible de requérir l'évocation d'une information non disponible lors d'une tâche de reconnaissance, la rapprochant ainsi des tâches de rappel indicé. L'idée d'un continuum entre rappel et reconnaissance peut donc également être proposée puisque la différence entre les paradigmes expérimentaux relève de la nature et de la quantité d'indices disponibles. Il est donc possible que les processus impliqués dans ces deux tâches soient identiques et varient simplement en proportion. Dans cette thèse, nous avons choisi d'étudier la mémoire épisodique à travers des tâches de mémoire de reconnaissance. Nous présenterons plus en détail ce type de tâche dans le chapitre suivant.

Dans le cadre de la pratique clinique, l'évaluation de la mémoire sémantique est classiquement réalisée avec des tâches de dénomination d'images ou d'objets, par exemple le DO 80. Les tâches de fluence verbale ou de catégorisation sémantique sont aussi couramment utilisées pour évaluer l'intégrité de la mémoire sémantique. De plus, afin d'évaluer de manière implicite la mémoire sémantique, des tâches de complétement de trigrammes ou des tâches d'amorçage sémantique peuvent être utilisées.

1.3. Corrélats électrophysiologiques

L'électroencéphalographie (EEG) est une technique d'électrophysiologie non-invasive très couramment utilisée dans le cadre de l'étude de la mémoire. L'EEG enregistre de manière directe, à la surface du scalp, les signaux électriques émis par la conduction nerveuse. L'activité mesurée en EEG provient majoritairement des cellules pyramidales corticales dont les dendrites sont orientées de manière perpendiculaire à la surface du scalp et qui sont organisés en macrocolonnes contenant des centaines de milliers de neurones activés de manière synchrone en réponse à une stimulation extérieure (Nunez & Srinivasan, 2006). Les potentiels évoqués électriques représentent les modifications de l'activité électrique du cerveau lors de la mise en œuvre de processus cognitifs liés à la réalisation d'une tâche cognitive. Ils représentent donc des réponses électrophysiologiques se dégageant, par moyennage, du bruit de fond cérébral à une latence déterminée après la stimulation sensorielle.

Les corrélats électrophysiologiques de la mémoire épisodique sont classiquement étudiés via les tâches de reconnaissance. Le contraste entre les potentiels évoqués par des items précédemment étudiés correctement reconnus (items anciens) et les potentiels évoqués par des items non étudiés correctement rejetés (items nouveaux) signe ainsi le succès de la récupération épisodique. Cette différence est communément appelée '*effet old/new*' ou '*effet ancien/nouveau*' et se traduit par une déflexion plus négative pour les items nouveaux par rapport aux items anciens. L'étude de la modulation au niveau spatial et temporel de cet effet ancien/nouveau a permis d'identifier différentes composantes qui seraient, chacune, liée à un processus mnésique différent. La première composante est l'effet ancien/nouveau frontal précoce survenant entre 300 et 500 ms après l'apparition du stimulus. Sur la base de nombreuses données expérimentales, cet effet ancien/nouveau frontal précoce a été associé au processus de familiarité impliqué dans la reconnaissance épisodique (Rugg & Curran, 2007). Une deuxième composante a été identifiée, entre 500 et 800 ms après l'apparition du stimulus au niveau pariétal gauche. Cet effet ancien/nouveau pariétal tardif serait la trace électrophysiologique de la récollection (processus de récupération de l'information associée à son contexte d'apprentissage) (Rugg & Curran, 2007 ; voir Friedman & Johnson, 2000 pour une revue sur les potentiels évoqués par la reconnaissance). Ainsi il est largement admis que les effets ancien/nouveau représentent les corrélats physiologiques de la récupération

épisodique, et ceci avec différents types de matériel expérimental tels que des mots (Nyhus & Curran, 2009 ; Rugg & Doyle, 1992), des objets (Curran & Doyle, 2011) ou des visages (Müntz et al., 1997). Dans le chapitre suivant, nous aborderons plus en détail ces effets ancien/nouveau dans le cadre de la mémoire de reconnaissance.

2. Conceptions multi-systèmes versus système unique de la mémoire

Conceptions multi-systèmes

Après les avancées de la fin du XIX^e siècle, le milieu et la fin du XX^e siècle furent marqués de grandes découvertes qui conduisirent de plus en plus de psychologues à envisager la mémoire comme un ensemble de systèmes différenciés. Les approches multi-systèmes de la mémoire envisagent un ensemble de modules ou de structures différents, chacun associé à une région anatomique qui lui serait propre. C'est à partir de la dichotomie entre la mémoire à court terme (MCT) et la mémoire à long terme (MLT) qu'Atkinson et Schiffrin ont par exemple développé leur modèle (Atkinson & Schiffrin, 1968). C'est dans le contexte des années soixante, associé au développement de l'informatique, qu'Atkinson et Schiffrin font le parallèle entre le système mnésique et un ordinateur. Selon eux, le système mnésique serait composé de composantes structurales prédéterminées et de programmes pouvant être contrôlés. Ils précisent que les composantes structurales comporteraient trois compartiments de stockage de l'information : le système de rémanence perceptive (ou registre sensoriel), le stockage à court terme et le stockage à long terme. C'est l'étude de patients amnésiques, comme le célèbre patient HM (Scoville & Milner, 1957) ou le patient KF présentant la dissociation inverse à HM (Warrington & Shallice, 1969), qui a fourni aux théories structurales leurs arguments empiriques.

Un autre modèle phare des théories structurales est le modèle hiérarchique proposé par le psychologue canadien Endel Tulving entre 1972 à 1995. Initialement, Tulving établit la distinction entre mémoire épisodique et mémoire sémantique. Puis, s'appuyant sur des arguments ontogénétiques et phylogénétiques, il ajouta une relation hiérarchique entre ces instances : la mémoire épisodique devenant alors une sous-composante spécialisée de la mémoire sémantique, qui elle-même serait une sous-composante spécialisée de la mémoire procédurale. En parallèle, Tulving décrit

les trois différents états de conscience auxquels seraient associé chacun des systèmes mnésiques. Selon lui la mémoire procédurale serait associée à la conscience anoétique, c'est-à-dire une 'conscience sans conscience' ; la mémoire sémantique serait, elle, associée à une conscience noétique, c'est-à-dire la simple conscience des connaissances sur le monde. Enfin, la mémoire épisodique serait caractérisée par une conscience auto-noétique, c'est cet état de conscience qui permettrait un voyage subjectif dans le temps et dans l'espace permettant au sujet de revivre une expérience vécue avec non seulement le souvenir du contexte spatio-temporel d'origine mais aussi avec les émotions, les pensées et les sensations présentes lors de l'événement originel ; une véritable reviviscence. Plus tard, dans les années 90, Tulving ajoute à son modèle deux systèmes de mémoire, le système des représentations perceptives et la mémoire de travail, puis affine les relations hiérarchiques entre les cinq systèmes mnésiques aboutissant à son *modèle SPI (Sériel, Parallèle, Indépendant, figure 1, 1995)*. La dimension sérielle concerne l'encodage. L'encodage dans un système dépendrait ainsi de la qualité de l'encodage dans le système inférieur (précédent). L'encodage en mémoire sémantique serait possible même en cas d'atteinte de la mémoire épisodique, alors que l'inverse ne serait pas possible. Le stockage s'effectuerait en parallèle dans les différents systèmes de mémoire alors que la récupération des informations serait indépendante dans chacun de ces systèmes. Une des limites du modèle SPI est que les relations entre la mémoire procédurale et les quatre autres systèmes ne sont pas spécifiées, de même que les relations avec la mémoire de travail ne seront que très peu abordées par Tulving. Par ailleurs, il a été montré par la suite que des patients souffrant de démence sémantique pouvaient néanmoins avoir des performances comparables au groupe contrôle au cours de tâches épisodiques comme des tâches de reconnaissance d'associations (Graham, Simons, Pratt, Patterson, & Hodges, 2000). Ces résultats remettent en question l'idée selon laquelle la mémoire épisodique serait un sous-système de la mémoire sémantique.

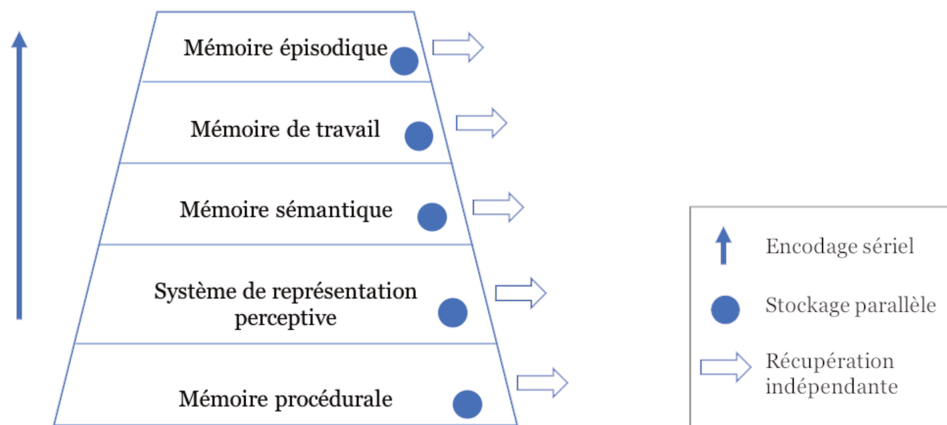


Figure 1. Représentation graphique du modèle SPI de Tulving (1995)

En 1980, Larry Squire propose une distinction entre la mémoire déclarative (*'knowing that'*) et la mémoire procédurale (*'knowing how'*). Squire développera ensuite une taxonomie plus précise détaillant les différentes activités en mémoire non déclarative et en mémoire déclarative (Squire & Zola-Morgan, 1985) (figure 2). La différence fondamentale avec le modèle de Tulving concerne la hiérarchie de la mémoire sémantique et de la mémoire épisodique. Alors que dans le modèle SPI l'information passe d'abord par la mémoire sémantique pour accéder à la mémoire épisodique, dans le modèle de Squire l'information chemine d'abord par la mémoire épisodique pour ensuite prendre sa place en mémoire sémantique. La position théorique de Squire est donc que les informations stockées en mémoire sémantique seraient le produit décontextualisé de la mémoire épisodique. Un autre point important à relever ici est le rôle du lobe temporal médian pour la mémoire épisodique comme pour la mémoire sémantique. Ainsi mémoire sémantique et épisodique ne seraient pas fonctionnellement dissociables par une lésion interne à cette structure (Jaffard, 2011).

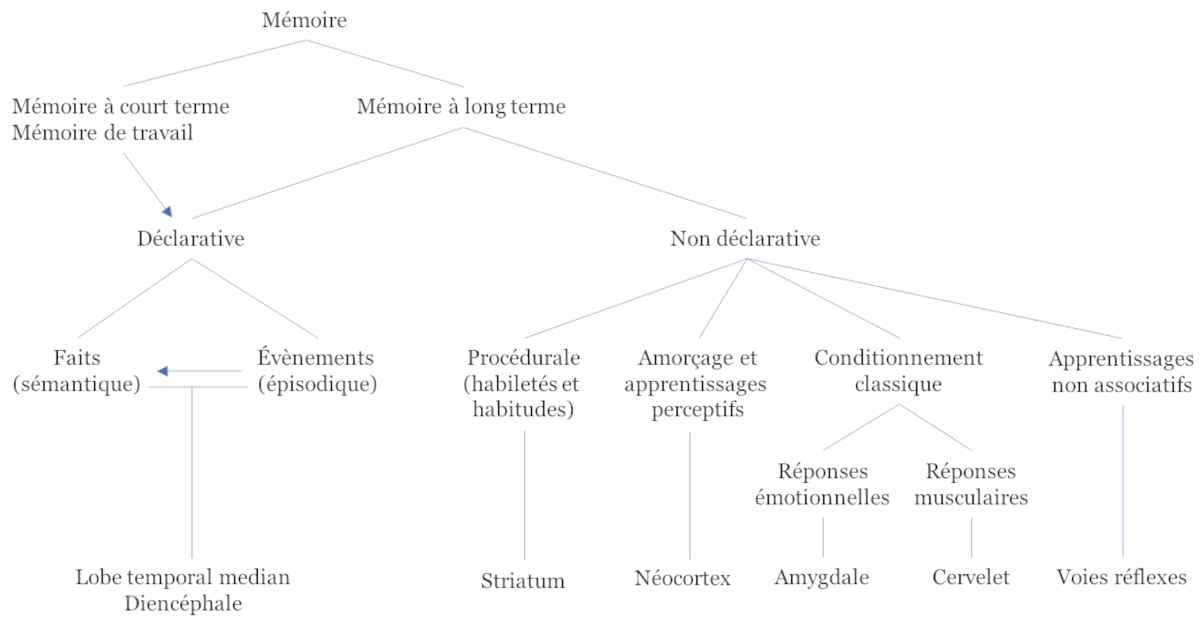


Figure 2. Représentation graphique de la taxonomie de Squire (Squire & Zola-Morgan, 1985)

Le modèle à entrées multiples proposé par John Hodges vient également s'opposer au modèle SPI (Hodges & Graham, 2001). Tout comme Squire, Hodges remet en cause l'idée selon laquelle l'intégration de nouvelles informations en mémoire épisodique serait nécessairement dépendante du système sémantique. Hodges a construit son modèle suite à l'observation de patients souffrant de démence sémantique. Selon le modèle à entrées multiples, chez les sujets sains, la reconnaissance épisodique serait assurée par les informations provenant du système perceptif et de la mémoire sémantique alors que chez les patients atteints de démence sémantique l'information pourrait directement passer du système perceptif à la mémoire épisodique. C'est donc cette possibilité d'encodage direct de l'information perceptive en mémoire épisodique qui constitue la différence fondamentale avec le modèle SPI.

Intégrant les éléments les plus pertinents des théories structurales, le modèle MNESIS (Memory NeoStructural Inter-Systemic model, voir figure 3) souligne toutefois le caractère dynamique et restructuratif de la mémoire (Eustache & Desgranges, 2008). Ainsi, reprenant la même hiérarchie que Tulving concernant la mémoire perceptive (apparentée au système des représentations perceptives du SPI), la mémoire sémantique et la mémoire épisodique, le modèle MNESIS spécifie les relations entre ces différents systèmes grâce, notamment, aux deux flèches de rétroaction. La première liant la mémoire épisodique et la mémoire sémantique indique la possibilité de sémantisation d'informations épisodiques en mémoire

sémantique au cours du temps, notion qui pourrait réconcilier les conceptions de Tulving et de Squire. Cette rétroaction constitue un des principaux objets de cette thèse. La flèche de rétroaction entre la mémoire épisodique et la mémoire perceptive souligne les phénomènes de reviviscence, qu'ils soient conscients ou non. Les liens de ces systèmes de mémoire avec la mémoire procédurale (flèches en bleu) restent cependant encore à préciser. L'observation de ces flèches de rétroaction entre systèmes de mémoire interroge néanmoins sur la nécessité de faire perdurer cette vision multi-système ou du moins sur l'idée des territoires précis de chacun des systèmes.

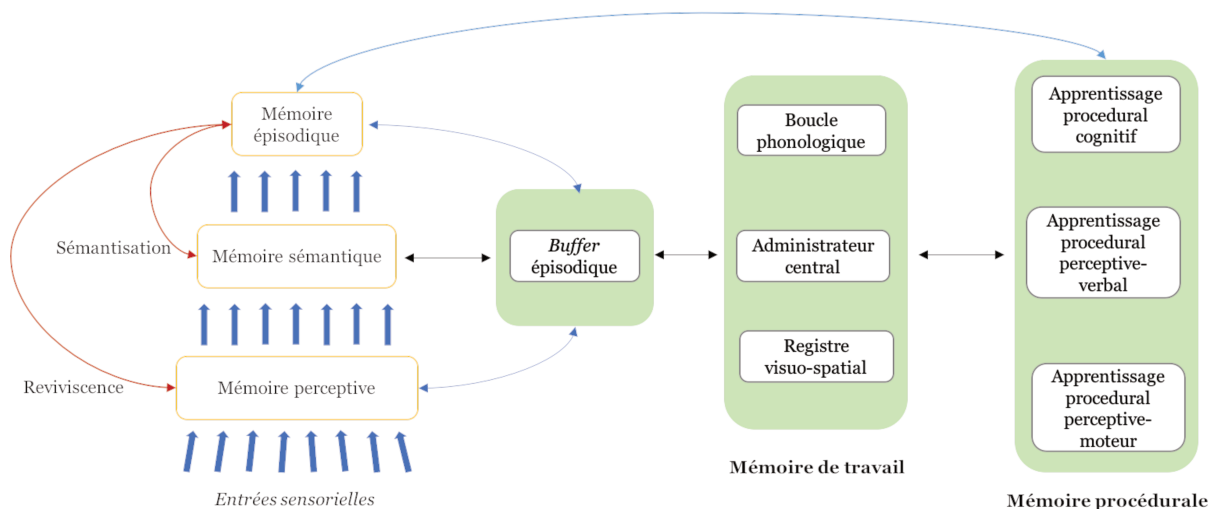


Figure 3. Représentation graphique du modèle MNESIS (Eustache & Desgranges, 2008)

L'argument principal des théories structurales de la mémoire provient de l'observation de double dissociation chez des patients amnésiques et d'étude de cas. En effet, alors que leurs compétences en mémoire épisodique étaient largement déficitaires par rapport à un groupe contrôle, leurs performances en mémoire sémantique demeuraient intactes. Cependant, cet argument n'est plus valable si l'on prend en compte la distinction entre amnésie antérograde et amnésie rétrograde. L'amnésie antérograde, la plus fréquente, désigne l'incapacité de se souvenir des informations acquises après l'accident ayant entraîné l'amnésie. L'amnésie rétrograde désigne quant à elle l'incapacité de se remémorer les informations acquises avant l'accident. Ce type d'amnésie est plus rare et possède un gradient temporel. L'évaluation de la mémoire épisodique des patients amnésiques se base sur des événements survenus après l'accident, par exemple « qu'avez-vous déjeuné ce

matin ? », alors que l'évaluation de la mémoire sémantique se base sur des connaissances acquises avant l'accident (dénomination d'objets de la vie courante). Il est donc possible que la dissociation épisodique/sémantique observée chez les patients amnésiques ne soit en réalité que le reflet d'une dissociation antérograde/rétrograde relevant des aspects temporels et dynamiques du fonctionnement de la mémoire.

Conceptions système unique

Certains chercheurs préférant une approche fonctionnaliste et processuelle ont développé des conceptions unitaires de la mémoire. Les conceptions unitaires de la mémoire considèrent toujours qu'elle serait constituée de différentes composantes, mais ces composantes fonctionneraient de manière globale, unitaire et interdépendante. Au sein des conceptions unitaires la mémoire, les modèles à traces multiples postulent qu'il n'existe qu'un seul type de mémoire à long terme qui stockerait une trace unique à partir de chaque événement vécu par un individu. Cette trace serait épisodique, c'est-à-dire qu'elle dépendrait des caractéristiques temporelles, spatiales et émotionnelles de l'événement, de son contexte. Elle serait d'autre part multimodale car elle coderait à la fois les aspects sensoriels, moteurs et émotionnels de l'événement.

Le modèle MINERVA 2 d'Hintzman (1986) est un modèle dit non abstratif de la mémoire. Il s'agit d'un des principaux modèles à traces multiples qui peut être considéré comme la modélisation mathématique du principe d'ecphorie synergétique proposé par Tulving (1982). À la seule différence qu'au lieu de fonctionner à partir d'unités sémantiques, le système fonctionne à partir de stimulations élémentaires (une trace étant représentée par un vecteur codant les entrées sensorielles). Rappelons que selon le principe d'ecphorie synergétique, le produit de la mémoire résulterait de la similarité entre l'épisode actuellement vécu et les traces laissées en mémoire par les épisodes précédents (Rousset, 2000). Ainsi le produit mnésique ne serait pas seulement la récupération d'une trace mnésique mais plutôt la création et l'émergence d'une nouvelle configuration de stimulations primaires à partir de la trace mnésique et de l'indice de récupération (événement actuel). Cette résonance est appelée écho dans le modèle d'Hintzman. Le modèle MINERVA 2 (figure 4) est représenté par une matrice en deux dimensions. Toutes les entrées et sorties du modèles sont des composantes primitives, assimilables à des caractéristiques sensorielles et

émotionnelles de l'épisode vécu. Les traces mnésiques sont donc stockées chacune en lien avec un événement vécu qui lui est propre. Chacune de ces traces comporte une valeur pour chaque composante primitive en fonction de la présence (1), de l'absence (-1), ou de la non pertinence (0) de la primitive en question. En présence d'une nouvelle stimulation extérieure assimilable à un indice de récupération (appelée la sonde), les traces stockées en mémoire vont être activées en fonction de leur similarité avec cette sonde. Plus une trace en mémoire sera similaire à l'épisode actuel, c'est-à-dire plus elle partagera de traits ou composantes primitives avec la sonde, plus cette trace se trouvera dans un état d'activation élevé et plus elle sera représentée dans l'écho. L'émergence ou la récupération d'une connaissance nécessite deux étapes, la première consiste au calcul d'activation (sur la figure à droite) pour chaque trace mnésique. Lors de la deuxième étape, les traces activées émettent à leur tour un vecteur, « l'écho » qui sera le reflet des traces les plus similaires à la situation actuelle. Ce mécanisme de 'réinjection' de composantes primitives pour former l'écho correspond aux situations de rappel et est ainsi assimilable au processus de récollection. Lorsqu'un épisode actuel similaire à de nombreuses traces en mémoire, l'intensité de l'écho est élevée et inversement. L'intensité de l'écho reflèterait le degré de familiarité entre l'épisode de récupération et les traces stockées en mémoire. Ainsi selon Hintzman, la dissociation entre mémoire épisodique et mémoire sémantique n'est pas pertinente puisque toute trace stockée en mémoire est de nature épisodique. La sémantisation a lieu suite à l'activation parallèle de traces épisodiques similaires (analogues). Lorsqu'une sonde est similaire à un grand nombre de traces mnésiques, un grand nombre de traces va en effet contribuer à la création du contenu de l'écho. Les primitives les plus communes seront représentées alors que les traits spécifiques auront tendance à être inhibés et disparaître de l'écho. Les représentations conceptuelles et sémantiques émergeraient donc à partir de multiples traces épisodiques.

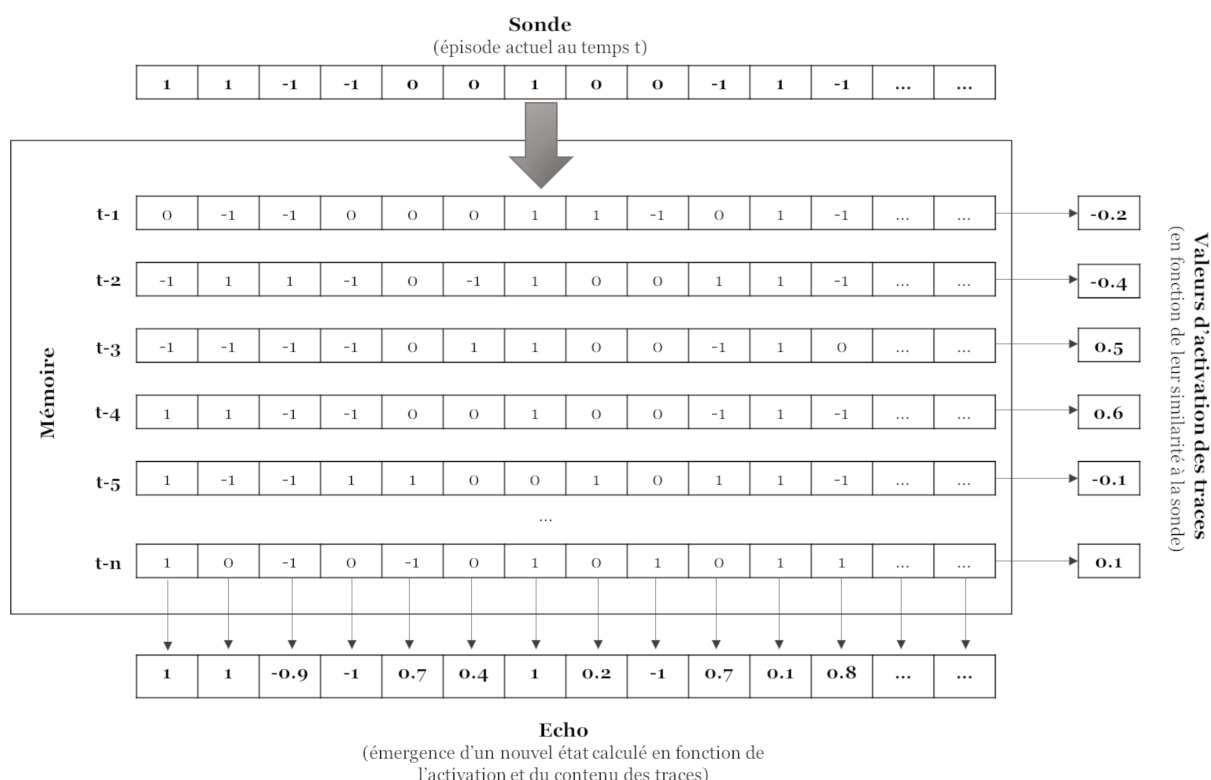


Figure 4. Représentation graphique du modèle MINERVA 2 d'Hintzman (1986)

En 1989, Whittlesea propose un modèle connexionniste, le modèle VISA ('Variable Integration and Selective Attention'), très proche du modèle MINERVA 2 mais se différenciant par la prise en compte du rôle des demandes de la tâche et de l'attention du sujet dans l'intégration des différentes composantes primitives. Ainsi, selon Whittlesea, un même évènement peut conduire à la création de traces mnésiques différentes en fonction de l'attention allouée et du vécu subjectif (comme en témoigne par exemple les états de stress post-traumatiques).

Plus récemment encore, le modèle hybride ACT-IN (Activation Intégration) précise que les traces mnésiques stockées seraient de nature épisodique, distribuée et multidimensionnelle (Versace, Nevers & Padovan, 2002 ; Versace et al., 2014). En accord avec les modèles MINERVA 2 et VISA, le modèle ACT-IN considère que l'émergence de connaissances sémantiques suivrait un principe d'appariement entre une situation actuelle et des traces mnésiques. Mais la particularité du modèle ACT-IN est qu'il considère que la récupération en mémoire, ou l'émergence d'une connaissance, résulterait d'une dynamique entre un mécanisme d'activation et un mécanisme d'intégration. Le mécanisme d'activation, assimilable au calcul d'activation du modèle MINERVA 2 d'Hintzman, correspondrait à l'activation en parallèle de

différentes structures codant les dimensions sensorielles, motrices et émotionnelles des traces. S'en suivrait le mécanisme d'intégration de ces activations permettant l'émergence de connaissances de plus en plus élaborées. Versace et collaborateurs précisent que ces deux mécanismes pourraient être dissociés, notamment temporellement, au moment de la récupération (Versace, Labeye, Badard et Rose, 2009).

En résumé, pour les théories fonctionnalistes, la mémoire sémantique est une construction permanente, un système ouvert, flexible, influençant et étant influencé par l'environnement et le vécu du sujet. Malgré les différences théoriques opposant les conceptions système unique et multi-systèmes de la mémoire, il ne nous apparaît pas pertinent de les envisager comme totalement opposées, mais plutôt comme complémentaires. En effet, si la dissociation de ces deux types de mémoire se justifie dans la compréhension de certaines pathologies (comme les amnésies), la mémoire épisodique et la mémoire sémantique montrent d'importantes interactions comme l'avait déjà souligné Bartlett en 1932 en postulant que le rappel d'un événement épisodique impliquait une reconstruction basée sur les connaissances (Bartlett, 1932). Par la suite, des études sur l'expertise ont mis en évidence des 'effets de congruence', c'est-à-dire que de meilleures performances en mémoire épisodique étaient obtenues lorsque les informations à mémoriser étaient congruentes avec les connaissances du sujet (Craik & Tulving, 1975). Ainsi, dans une tâche de mémorisation de pions sur un plateau de jeu d'échecs, les joueurs experts montraient de meilleures performances que des joueurs novices (Chase & Simon, 1973).

On le voit transparaître à travers ce débat théorique, essentiel dans le domaine de la mémoire, une des questions fondamentales relève des relations et des aspects dynamiques entre souvenirs épisodiques et connaissances sémantiques. Cette question sera au centre de cette thèse à travers laquelle nous étudieront, au sein de tâches identiques, les effets de la sémantique sur la récupération épisodique à l'aide d'indicateurs comportementaux, de la modélisation des processus de reconnaissance et des corrélats neurophysiologiques associés aux processus de récupération mnésique.

Chapitre 2 - La mémoire de reconnaissance

1. Rappel, reconnaissance et reconnaissance associative

La mémoire de reconnaissance est définie comme la capacité de discriminer un évènement, objet, visage, etc., rencontré ou vécu précédemment (« ancien ») d'un évènement, objet, visage, etc., non rencontré précédemment (« nouveau »). Tout comme les tâches de rappel, les tâches de reconnaissance font partie des tests les plus classiques de la mémoire. Les tâches de rappel se distinguent des tâches de reconnaissance par la diminution ou l'absence d'indice de récupération. C'est cette distinction entre tâche de rappel et de reconnaissance qui, dans les années 70, fit accroître l'intérêt des chercheurs pour la mémoire de reconnaissance. Alors que les chercheurs proposaient initialement que les tâches de rappel mettaient en œuvre un processus supplémentaire, l'évocation mentale des souvenirs épisodiques (Kintch, 1971), il est apparu progressivement, au cours des années 1970, que les deux tâches faisaient intervenir des processus identiques mais dans des proportions différentes (Tiberghien, 1979 ; Mandler, 1980). Les tâches de reconnaissance sont constituées de trois phases. La phase d'étude, dans laquelle différents stimuli sont présentés au sujet, est généralement suivie d'une phase de rétention (parfois une tâche distractive) puis une phase de reconnaissance dans laquelle les stimuli étudiés, ou items anciens (cibles), sont présentés au côté d'items nouveaux (distracteurs). Le sujet doit alors émettre une décision de reconnaissance de type oui/non lors de la présentation des stimuli. Quatre types de réponse sont alors possibles : 1/ un « hit » correspond à la reconnaissance correcte d'un item cible ; 2/ un « rejet correct » correspond au rejet correct d'un distracteur ; 3/ une « omission » consiste en un rejet erroné d'un item cible ; 4/ une « fausse alarme » consiste en l'acceptation erronée d'un item distracteur.

Dans nos vies quotidiennes, la mémoire épisodique est une mémoire essentiellement associative. En effet, lorsque nous vivons un évènement, nous encodons non seulement des informations propres à l'évènement en lui-même mais aussi des informations relatives à son contexte (Tulving, 1983 ; Johnson, Hastroudi & Lindsay, 1993). Le mécanisme par lequel on combine ces deux types d'information lors de l'encodage est appelé « liage » (binding) et rendrait l'évènement vécu spécifique et distinguable des autres évènements (Johnson et al., 1993). Plus la qualité du liage mnésique est bonne et meilleure sera la distinctivité de la représentation épisodique ainsi que sa récupération ultérieure. Les tâches de mémoire de la source permettent

d'étudier ce mécanisme de binding. Ces tâches consistent à faire mémoriser aux sujets des items, (par exemple des mots), dans des contextes différents (e.g., sur fond rouge ou sur fond vert). Lors de la phase test, les sujets exécutent une tâche de reconnaissance de type oui/non, dans laquelle tous les mots, anciens comme nouveaux, sont présentés sur fond blanc. Pour chaque item jugé comme 'ancien' (i.e., réponse « oui ») les sujets doivent effectuer une attribution de source, c'est-à-dire indiquer si le mot était présenté sur fond rouge ou sur fond vert. Une réponse correcte du sujet implique le succès du liage entre le mot reconnu et son contexte (l'arrière-plan). Un autre moyen d'évaluer ce mécanisme de liage mnésique consiste en des tâches de reconnaissance associative. Dans ces tâches, on ne présente plus au sujet des items de manière isolé mais des paires d'items (par exemple « lapin-carotte » ou « ananas-clarinette »). Au moment du test de reconnaissance, les sujets doivent discriminer les paires intactes (i.e. « lapin-carotte » ; « ananas-clarinette »), des paires réarrangées (i.e., constituées d'items vus à l'étude mais pas présentées dans la même paire, « lapin-clarinette) ou différentes (i.e., constituées d'un item vu à l'étude et d'un nouvel item, « lapin-clavier » ou « ananas-maison »). Le succès de la tâche dépend ici de la récupération de l'association et non de la seule récupération des éléments isolés. La familiarité des items pris isolément peut même venir en opposition au jugement de l'identité ou de la non identité de la paire au moment de la reconnaissance.

2. Modèles de la mémoire de reconnaissance

2.1. Récollecion et familiarité

Bien qu'encore sujet à débat, la reconnaissance reposerait sur l'intervention de deux processus distincts : la récollecion et la familiarité. La récollecion est un processus conscient et contrôlé de récupération des détails contextuels propre à l'épisode vécu alors que la familiarité correspond à l'accès rapide et automatique à la trace mnésique, en l'absence des détails épisodiques concernant les rencontres précédentes. D'un point de vue phénoménologique, la familiarité résulte en un sentiment de « déjà-vu » (Mandler, 1980 ; Jacoby & Dallas, 1981 ; Tulving, 1985). Mandler (1980), envisage les processus de récollecion et de familiarité comme distincts mais complémentaires et intervenant conjointement lors du jugement de reconnaissance. Selon lui, c'est la nature des processus et des représentations activées lors de la reconnaissance qui permet de distinguer récollecion et familiarité. Seule la

récollecion permettrait la réactivation intentionnelle d'une information associée à des éléments contextuels de l'épisode d'apprentissage. Elle engagerait donc des ressources attentionnelles importantes. La familiarité serait quant à elle automatique et donc moins coûteuse ; mais surtout Mandler envisage la familiarité comme un processus essentiellement perceptif puisqu'elle est le résultat d'une facilitation de l'identification perceptive d'une information déjà traitée, par amorçage et appariement global entre le stimulus à reconnaître et la trace mnésique.

Cette distinction entre processus automatique (familiarité) et processus contrôlé (récollecion) a également été reprise par Jacoby et Dallas (1981). Certains auteurs postulent par exemple que la familiarité serait un processus non conscient alors que la récollecion serait un processus conscient (Jacoby, Toth, & Yonelinas, 1993). Leur conception théorique est donc proche de celle de Mandler, à la différence près que Jacoby et Dallas rejettent l'idée selon laquelle la familiarité serait uniquement perceptive. Pour eux la familiarité peut également être le résultat d'une facilitation de traitement conceptuel d'un item préalablement rencontré (Jacoby et al., 1993 ; Rajaram, 1998). Ils utilisent la notion de fluence pour rendre compte de cette facilitation.

Tulving (1985) proposera par la suite de distinguer récollecion et familiarité sur la base des états de conscience résultants. La récollecion, envisagée comme la récupération d'une information et de son contexte d'apprentissage serait ainsi assimilable à un 'voyage mental dans le temps' et serait donc associée, à l'instar de la mémoire épisodique, à un état de conscience auto-noétique. C'est ce processus complexe de reconstruction qui permettrait de voyager mentalement à travers nos souvenirs. La familiarité serait en revanche assimilable à la conscience noétique. C'est sur ce dernier point que la conception de Tulving s'oppose avec celle de Jacoby, puisque Tulving considère la familiarité comme un processus conscient, à l'inverse de Jacoby et ses collaborateurs.

Dans le cadre de la reconnaissance associative, il a été proposé que le succès d'une tâche de reconnaissance associative dépendait principalement du processus de récollecion alors que la reconnaissance d'items isolés pouvait reposer à la fois sur la récollecion et la familiarité (Yonelinas, 2002). Lors de tâche de reconnaissance associative, c'est bien le rejet d'une paire réarrangée ou différente qui nécessite l'implication de la récollecion. L'acceptation d'une paire intacte peut aussi bien reposer sur la récollecion de l'association que sur un sentiment de familiarité vis-à-vis des items de la paire. Il a cependant été observé que, dans des conditions particulières,

la familiarité pouvait assurer le succès dans une tâche de reconnaissance associative. En effet, dans le cas où les items de la paire peuvent être encodés comme un tout unique, et non pas comme deux éléments séparés, la familiarité pourrait contribuer au succès de la reconnaissance. Un tel mécanisme est appelé « unification » (Graf & Schacter, 1989) et consiste, lors de l'encodage, à unifier les éléments encodés par un traitement sémantique (e.g., « lapin-carotte »). La simple récupération d'un des deux items de la paire permettrait alors la récupération du souvenir unifié dans sa totalité et l'activation automatique du mot associé (Quamme, Yonelinas & Norman, 2007).

Ainsi, il y a bien un consensus autour du fait que la récollection permettrait de récupérer l'information et les éléments contextuels associés à l'événement alors que la familiarité correspondrait plutôt à un sentiment de déjà-vu émergeant par appariement. Au-delà de ce consensus, des interrogations et des débats subsistent quant à la nature exacte des processus de reconnaissance. Alors que Mandler (1991) conçoit la familiarité comme un processus perceptif et la récollection comme un processus conceptuel, diverses données issues de la psychologie cognitive et de la neuropsychologie contredisent une distinction sur la base de la nature conceptuelle ou perceptive des informations à récupérer (voir Bastin & Van der Linden, 2003). En effet, des manipulations visant à faciliter le traitement perceptif n'étaient pas toujours bénéfiques à la familiarité mais pouvaient s'avérer bénéfiques à la récollection (Rajaram, 1993, 1996, 1998). De plus, des manipulations facilitant le traitement conceptuel pouvaient avoir une influence positive sur la familiarité (Wagner, Gabrieli, & Verfaelli, 1997). Nous aborderons plus en détails l'influence des facteurs perceptifs et conceptuels sur les processus de reconnaissance dans la partie 5 du présent chapitre.

La mémoire de reconnaissance a fait l'objet de nombreux développements théoriques depuis les années 1970. Trois grandes catégories de modèles existent : les modèles à un seul processus, les modèles à deux processus et les modèles par redondance. Les modèles à un seul processus (Dunn, 2004 ; Slotnick & Dodson, 2005 ; Squire et al., 2007 ; Wixted, 2007) considèrent que récollection et familiarité ne seraient pas des processus distincts mais dépendraient d'un processus unique sous-jacent et commun. Résultant en des différences essentiellement quantitatives plutôt que qualitative des informations récupérées. Les modèles à deux processus postulent quant à eux une indépendance des processus, bien que pouvant partager en partie des mécanismes communs. Enfin selon les modèles de redondance des processus,

récollection et familiarité partageraient des processus de base mais ensuite la récollection présenterait une spécification supplémentaire. Autrement dit, la récollection succéderait à la familiarité lors de la récupération. Familiarité et récollection serait deux états d'un même processus à des moments différents de la récupération mnésique. Avant de présenter chacun de ces types de modèles, nous allons présenter la théorie de détection du signal ainsi que les modèles à seuil, dont découlent une grande partie des modèles contemporains de la mémoire de reconnaissance.

2.2. Théorie de détection du signal versus modèle à seuil

2.2.1. Théorie de détection du signal

La théorie de détection du signal (TDS) a initialement été développée dans le cadre des recherches sur les radars (Marcum, 1947). Elle a pour but de mesurer l'aptitude d'un opérateur (ou d'une machine) à extraire le signal du bruit, c'est-à-dire à identifier des cibles (signal) parmi des distracteurs (bruit). Deux éléments centraux interviennent : le continuum sensoriel (ou indice subjectif) et le seuil (ou critère subjectif). Chaque information présentée à l'opérateur va se placer à un certain niveau du continuum sensoriel. Transposé à la mémoire, ce continuum sensoriel devient la force de la trace mnésique. Ainsi, si l'information est placée à un niveau supérieur au critère subjectif, alors cette information sera considérée comme le signal. En revanche si l'information est associée à un niveau inférieur au critère, alors elle sera considérée comme du bruit. La TDS suppose que le bruit comme le signal se distribuent normalement sur le continuum sensoriel (figure 5). Ainsi plus les deux distributions se chevauchent, plus il sera difficile d'extraire le signal du bruit, et inversement.

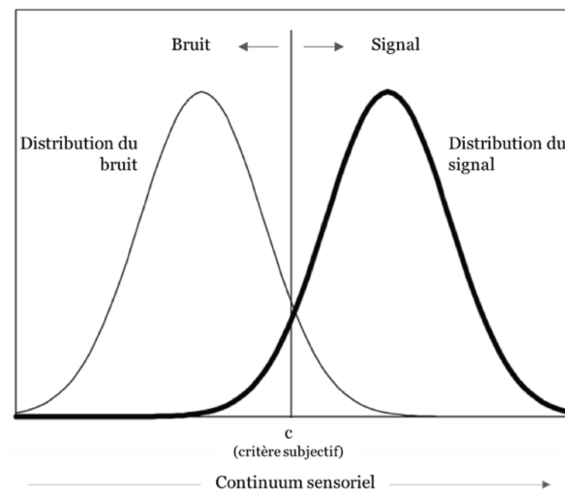


Figure 5. Représentation graphique de la TDS

L'application de la TDS au champ de la psychologie remonte à la fin des années 50, avec les expériences de psychophysique d'Egan (1958) par exemple. Dans le cadre de la mémoire de reconnaissance, la TDS considère le jugement de reconnaissance comme étant basé sur un processus unique, la familiarité, qui correspondrait au continuum de la force de la trace en mémoire (au même titre que le continuum sensoriel). Chaque item présenté est ainsi placé sur le continuum sensoriel en fonction de son niveau de familiarité. L'idée sous-jacente est que la présentation d'un item induira une augmentation temporaire de son niveau de familiarité. Si, par la suite, cet item 'ancien' est présenté à nouveau mais mélangé à des items nouveaux, alors cet item ancien sera estimé comme étant encore plus familier que les items nouveaux. Dans le cas où l'estimation du niveau de familiarité de cet item excède le seuil propre à chaque sujet (critère subjectif), alors il sera reconnu comme ancien. La figure 6 présente la TDS appliquée à la mémoire de reconnaissance avec une représentation graphique des quatre types de réponses possibles (hit, rejet correct, fausse alarme, omission).

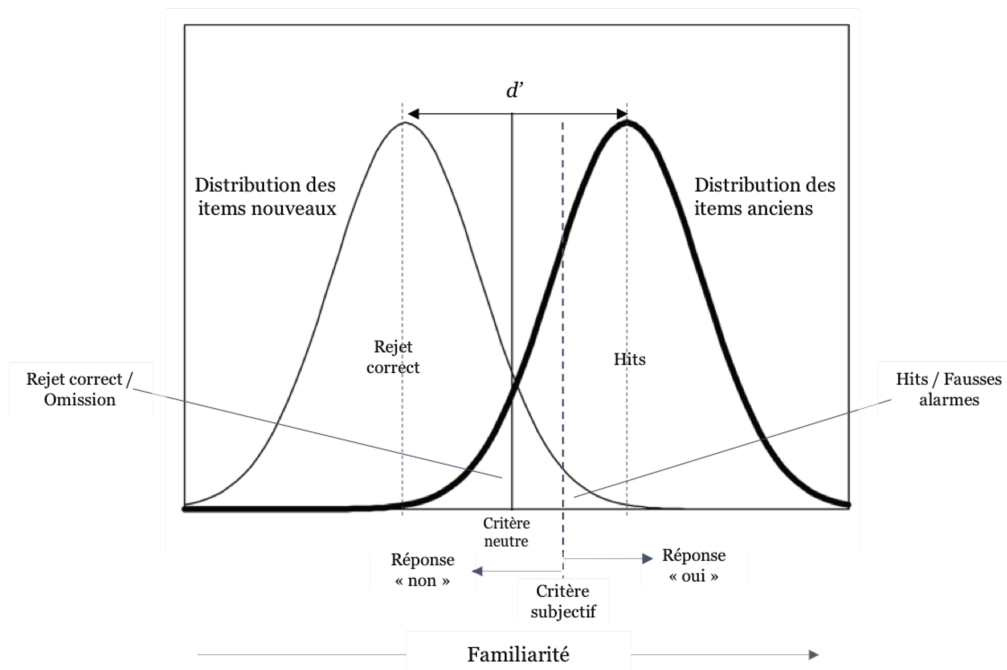


Figure 6. Représentation de la TDS appliquée à la mémoire de reconnaissance

La TDS fournit ainsi deux indicateurs de la performance de reconnaissance d'un sujet : l'indice de discriminabilité et le biais de réponse. *L'indice de discriminabilité (d')*, correspond à la distance entre les moyennes de la distribution des distracteurs et des cibles. Plus le d' est grand, moins les deux distributions se chevauchent et meilleure sera la discrimination cible/distracteur. Le *biais de réponse* ou critère de décision est défini comme la différence entre le critère subjectif (c) et le critère neutre (équidistant aux deux distributions). Un biais de réponse positif est le signe que le sujet a tendance à plus souvent considérer l'item présenté comme du bruit (le sujet possède un critère dit « conservateur ») ; un biais de réponse négatif est associé à une plus grande proportion d'acceptation d'items comme étant des cibles (le sujet possède alors un critère dit « libéral »). Ces deux paramètres, d' et c , sont indépendants.

2.2.2. Modèles à seuil

Alternativement à la TDS qui conçoit la mémoire comme un signal de force continu, les modèles à seuil envisagent la mémoire comme un processus discret. Selon les modèles double seuils par exemple, un item peut être reconnu comme ancien lorsque le signal dépasse le seuil de reconnaissance (seuil haut), soit lorsque le sujet « devine » que c'est un item ancien (entre le seuil haut et le seuil bas). En dessous du seuil bas, l'item est considéré comme nouveau. La proportion de réponses devinées devrait donc être prise en compte dans le score de reconnaissance (Egan, 1958). Yonelinas (1996) précise que la probabilité qu'un item ancien soit correctement reconnu correspond à la probabilité que cet item soit récollecté (R) additionnée à la probabilité cet item soit deviné comme étant ancien (G) en l'absence de récollection ($1 - R$) :

$$P(\text{« ancien »} / \text{ancien}) = R + (1 - R) G$$

Lorsque le sujet est confronté à un item nouveau, le seuil de reconnaissance ne serait pas dépassé mais il pourrait être accepté « intuitivement » par le sujet (« guess » dans la littérature en anglais). Ce qui donnerait lieu aux fausses reconnaissances :

$$P(\text{« ancien »} / \text{nouveau}) = G$$

Ainsi il a été introduit le calcul du « score de reconnaissance vraie » (ou corrigée : Egan, 1958), qui correspondrait à la proportion de hits (items anciens correctement reconnus) à laquelle on soustrait la proportion de fausses reconnaissances.

2.3. Les modèles à un processus

Les modèles à un processus de la mémoire de reconnaissance postulent qu'il y aurait un processus unique de récupération, c'est-à-dire que familiarité et récollection ne constitueraient qu'un seul et même processus. Il existerait simplement un continuum de force de la trace mnésique pouvant être subjectivement distingué mais seule la quantité des informations serait à l'œuvre (Squire et al., 2007 ; Wixted et al., 2010). Ainsi un second critère serait celui de la confiance dans le jugement de reconnaissance, confiance permettant de distinguer les réponses basées sur la familiarité (associée à une faible force de la trace / jugement peu certain) des réponses basées sur la récollection (associées à une forte force de la trace / jugement certain). Deux modèles découlant directement de la TDS ont été développés récemment (Dunn, 2004 ; Wixted, 2007) : « *equal-variance signal-detection model* » (EVSD) et « *unequal-variance signal-detection model* » (UVSD) (figure 7). Dans les deux cas, les items anciens et les items nouveaux se distribuent suivant une loi normale. Le modèle

EVSD postule une égalité des variances des distributions des items anciens et des items nouveaux alors que le modèle UVSD postule une variance plus importante pour les items anciens. Dans ce dernier cas, la variance de la distribution des items anciens interviendrait, au même titre que le d' et le critère c , dans la détermination de la performance du sujet.

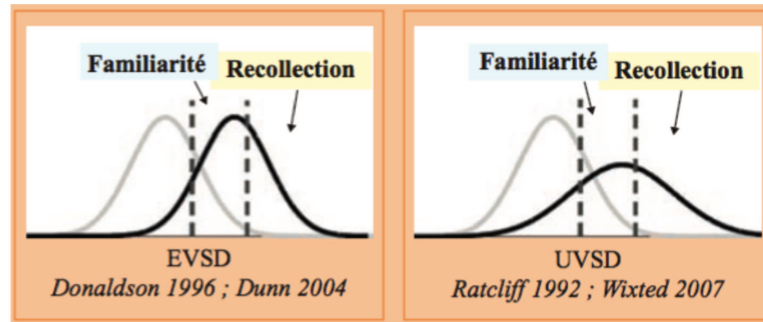
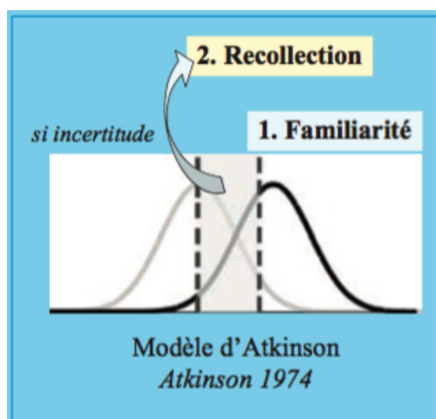


Figure 7. Modèles de la reconnaissance à un processus. Le modèles EVSD et UVSD reposent sur la TDS mais ajoutent un deuxième seuil. L'indice de *familiarité* pour un item est alors soit à gauche du premier critère, soit entre les deux critères, soit à droite du deuxième critère, correspondant respectivement à une réponse « non » basée sur la familiarité, « oui » basée sur la familiarité et « oui » basée sur la récollection (Besson et al., 2012)

2.4. Les modèles à deux processus

Le premier modèle à deux processus a été développé par Atkinson et Juola (1973 ; 1974, figure 8) et propose que la reconnaissance ferait intervenir par défaut la familiarité. La récollection n'interviendrait, dans un second temps, uniquement dans le cas où le jugement basé sur la familiarité ne serait pas suffisamment fiable (voir aussi Tiberghien, Cauzinille & Mathieu, 1979). Selon cette conception, la familiarité correspondrait à une variable continue, un item excédant le critère de familiarité serait désigné comme 'ancien' alors qu'un item placé à un niveau inférieur du critère bas de familiarité serait désigné comme nouveau. Entre le critère haut et le critère bas, la



fiabilité de la réponse ne serait pas satisfaisante, un processus de vérification (récollection) serait alors engagé.

Figure 8. Modèle de la reconnaissance à deux processus d'Atkinson & Juola. Le processus de familiarité repose sur la TDS mais avec ici une zone seuil ; si l'indice de familiarité est dans cette zone, le processus de récollection est enclenché (Besson, 2012)

Mandler (1980) postulera ensuite que la probabilité de reconnaître un item ancien correspond à la somme de la probabilité qu'un item soit reconnu sur la base de la familiarité en absence de récollection et de la probabilité qu'il soit reconnu sur la base de la seule récollection. Ainsi, selon Mandler, la familiarité et la récollection seraient deux processus de reconnaissance distincts et complémentaires. Comme nous l'avons vu plus haut, le modèle proposé par Jacoby (1991) postule que la familiarité et la récollection agissent en parallèle lors de la reconnaissance, ces deux processus étant respectivement automatique et contrôlé.

Tulving (1985), également en faveur d'une conception dualiste de la reconnaissance, propose que la récollection, permettant la récupération d'informations ainsi que de détails contextuels du moment d'apprentissage, serait en lien avec la mémoire épisodique et la conscience auto-noétique. La familiarité, qui permet la récupération d'informations sans *épisodicité*, serait en lien avec la mémoire sémantique et la conscience noétique. Les points de vue de Tulving et Jacoby divergent puisque Jacoby (Jacoby et al., 1993) considère la familiarité comme un processus automatique et non conscient et Tulving la considère comme un processus conscient.

En 1994, Yonelinas proposera le modèle à deux processus qui est aujourd'hui le plus populaire : le *Dual-Process Signal Detection model* (DPSD). Le modèle DPSD propose une indépendance des processus de récollection et de familiarité et intègre à la fois la TDS et les modèles à seuil. Yonelinas envisage en effet la récollection comme un processus à seuil alors que la familiarité est modélisée suivant la TDS, comme un processus continu. Lors de la rencontre avec un item, familiarité et récollection interviendraient alors en parallèle et de façon indépendante. La récollection étant considérée comme une fonction à seuil, dès lors que le seuil de récollection est dépassé, l'item est accepté comme ancien. Si le seuil de récollection n'est pas atteint, la récollection n'a pas lieu, la décision de reconnaissance se base alors sur la seule familiarité et le sujet accepte l'item dans le cas où le niveau de familiarité généré par l'item excède le critère subjectif du sujet. Ainsi, selon le modèle DSPD, la reconnaissance peut avoir lieu soit sur la base de la récollection, soit sur la base de la familiarité lorsque la récollection échoue. Yonelinas précise que la récollection serait associée à un haut niveau de confiance dans la réponse alors que la familiarité pourrait être associée à divers niveaux de confiance. De plus, Yonelinas a également argumenté la dissociation des deux processus grâce à l'application des courbes ROC (« *Receiver Operating Characteristic* ») aux tâches de reconnaissance (Yonelinas, 1994, 1997). Les courbes ROC représentent graphiquement les liens entre la proportion de

reconnaisances correctes (hits) et de la proportion de fausses reconnaissances (fausses reconnaissances) en fonction des différents niveaux de certitude (Macmillan & Creelman, 2005). Ainsi une courbe curvilinéaire et symétrique indique une réponse basée sur la familiarité et une courbe linéaire indique une réponse basée sur la récollection. Lorsque familiarité et récollection interviennent dans la reconnaissance, la courbe est curvilinéaire et asymétrique (Yonelinas, 2001).

2.5. Modèle de redondance

A l'interface des modèles à un processus, qui postulent une absence totale d'indépendance de la récollection et de la familiarité, et des modèles dualistes de la reconnaissance, qui postulent une indépendance des deux processus, le modèle de redondance (Jones, 1987) considère que la familiarité et la récollection reposeraient sur un processus commun mais que la récollection posséderait également des spécifications supplémentaires (voir figure 9). Ainsi la reconnaissance ferait toujours intervenir la familiarité sans exclure une possible intervention spécifique de la récollection. En 1993, Joordens et Merikle, démontrent le fait que le modèle de redondance est tout aussi plausible que le postulat d'indépendance des processus (Jacoby et al., 1993) pour décrire les relations entre les processus conscient (récollection) et automatique (familiarité). Alors que le modèle d'indépendance postule que le processus conscient peut intervenir en l'absence d'intervention du processus inconscient, le modèle de redondance implique que l'intervention du processus conscient est obligatoirement accompagnée (précédé) de l'intervention du processus non-conscient (Joordens & Merikle, 1993).

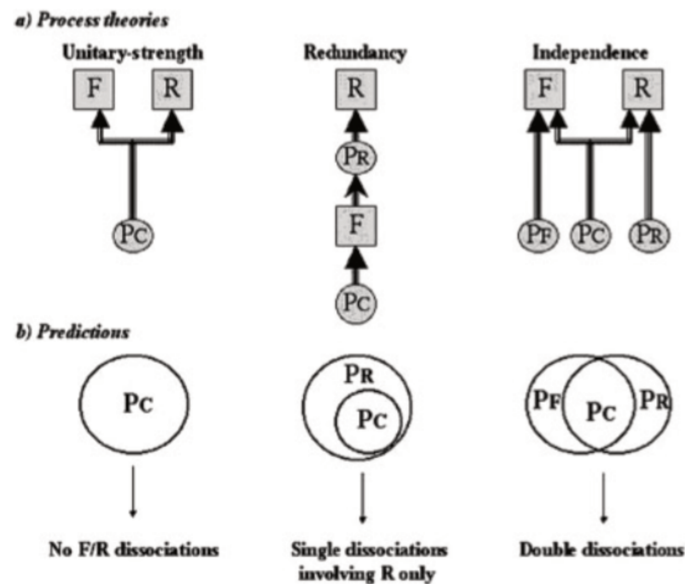


Figure 9. Les trois conceptions théoriques (a) et les prédictions associées (b) concernant les rapports de dépendance de la récollection et de la familiarité. F : familiarité, R : récollection, PC : processus commun, PF : processus de familiarité spécifique, PR : processus de récollection-spécifique (Montaldi et al., 2006)

3. Paradigmes expérimentaux de la reconnaissance

Différentes tâches ont été créées afin d'évaluer la mémoire de reconnaissance. Dans cette thèse nous nous concentrons sur les tâches de reconnaissance de type oui/non (en référence aux réponses à la question posée dans la phase de reconnaissance : « avez-vous vu cet item dans la phase précédente ? »). Dans une perspective dualiste de la mémoire de reconnaissance, différents paradigmes ont été développés afin d'estimer la contribution de la récollection et de la familiarité au cours de ce type de tâche.

3.1. Paradigme R/K

C'est en se basant sur le postulat de distinction des processus de récollection et de familiarité par l'état de conscience propre à chaque processus (Tulving, 1985) que le paradigme RK (Remember/Know ou Souvenir/Savoir) a été développé (Gardiner, 1988). Le but est ici d'isoler, au sein des bonnes reconnaissances, celles réalisées sur la base de la récollection de celle réalisées sur la base de la familiarité. Pour ce faire, l'expérience subjective du sujet est demandée. C'est-à-dire que pour chaque réponse « oui » à la question « avez-vous vu cet item dans la phase précédente ? », le sujet devra préciser si sa reconnaissance se base sur la récupération consciente de l'item et

du moment de son acquisition, donnant alors une réponse de type « *Remember* » (R, « *Je me souviens* »), ou si sa reconnaissance se base sur un sentiment de familiarité envers cet item sans récupération de détails concernant le moment de l'acquisition, donnant lieu à une réponse de type « *Know* » (K, « *Je sais* »). Le postulat sous-jacent est que les réponses R refléteraient une reconnaissance basée sur la récollection et les réponses K témoigneraient d'une reconnaissance basée sur la familiarité.

3.2. Les caractéristiques opérantes du récepteur (ROC : Receiver Operating Characteristics)

Les courbes ROC sont couramment utilisées en biostatistiques dans le but de déterminer si un test particulier permet de correctement discriminer les malades des non-malades et d'éviter ainsi les faux positifs. Les courbes ROC consistent en la représentation graphique de la relation entre la sensibilité et la spécificité d'un test pour chaque valeur de seuil. L'application des courbes au ROC à la mémoire de reconnaissance permet d'estimer le pouvoir discriminant d'un sujet ou d'un groupe de sujets. La courbe représente les probabilités cumulées de réponse aux cibles en fonction des probabilités cumulées de réponse aux distracteurs pour chaque niveau de certitude (figure 10). La procédure ROC a été développée par Yonelinas (Yonelinas, 1994) et consiste à interroger le niveau de certitude du sujet pour chaque décision de reconnaissance. Ainsi, pour chaque jugement de reconnaissance, il est demandé au sujet d'évaluer son niveau de certitude : 3 niveaux pour les réponses « oui » (valeurs 1, 2 ou 3) et 3 niveaux pour les réponses « non » (valeurs 4, 5 ou 6). Les valeurs extrêmes (1 et 6) correspondent au niveau de certitude le plus élevé, les valeurs centrales (3 et 4) correspondent au plus bas niveau de certitude. Il est considéré que la sélection des valeurs de certitude les plus hautes (1 et 6) indique une implication de la récollection et la sélection des valeurs de certitude les moins hautes (3 et 4) indique une implication de la familiarité. La courbe ROC est constituée de six points qui représentent les six niveaux de confiance, allant du plus haut niveau de confiance au plus faible. Le premier point a pour abscisse la proportion de distracteurs ayant reçu le niveau '6' de certitude (fausses reconnaissances émises avec une haute certitude) et pour ordonnée la proportion de cibles ayant reçu le niveau de certitude '1' (hits émis avec une haute certitude). Le deuxième point a pour abscisse la proportion de distracteurs ayant reçu les niveaux 6 et 5 et pour ordonnée la proportion de cibles ayant reçu les niveaux 1 et 2. L'aire sous la courbe témoigne de la qualité de la discrimination, plus l'aire est

importante meilleure est la discrimination. La diagonale reliant les points (0,0) et (1,1) correspond au niveau non discriminant de la chance.

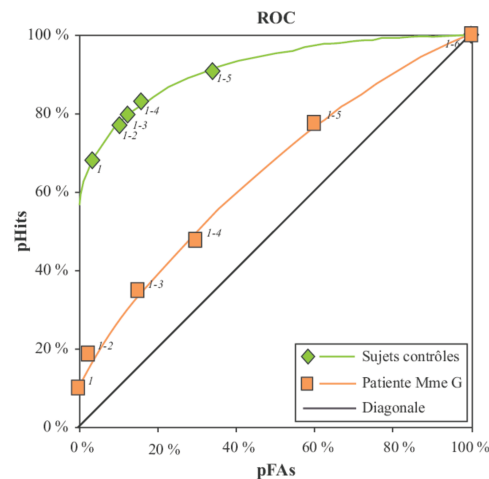


Figure 10. Représentation du courbes ROC. Les carrés représentent les ROC mesurées (taux cumulés de hits et de fausses reconnaissances aux différents niveaux de certitude) et les courbes représentent les ROC estimées c'est-à-dire l'ajustement des données au modèle DPSD (Besson et al., 2012)

L'estimation des processus de récollection et de familiarité est rendue possible par l'application du modèle DPSD. Ainsi l'estimation de la récollection dépendrait de la proportion de réponse avec une haute certitude (ordonnée à l'origine sur la courbe ROC) et l'estimation de la familiarité dépendrait de l'aire sous la courbe. L'ajustement du modèle aux données ROCs observées est obtenu en utilisant l'équation générale proposée par Yonelinas (1999), qui relie la probabilité de hits à la probabilité de fausses reconnaissances suivant le modèle binormal¹. L'ajustement est déterminé par le modèle de reconnaissance standard DPSD (Heathcote, Raymond, & Dunn, 2006 ; Wixted, 2007 ; Yonelinas & Parks, 2007). L'estimation de chaque paramètre peut être réalisée suivant le modèle :

$$R = R_o$$

Avec $R_n = 0$

Et où R_o = récollection des items anciens ; R_n = récollection des nouveaux items,

$$F = F_o - F_n$$

Avec $F_o = P(\text{hit}) - R_o / (1 - R_o)$ et $F_n = P(\text{FA})$

¹ $P(\text{"yes"/target}) = P(\text{"yes"/new}) + R_t + (1 - R_t)\phi((d'/2) - c) - (1 - R_f)\phi(-(d'/2) - c)$

Dans cette équation, R_t est la probabilité de cibles de récollection (rappel pour accepter); d' est la différence entre la distribution de la moyenne de la familiarité des items anciens et la distribution de la moyenne de la familiarité des items nouveaux; c est le critère de décision; R_f est la probabilité de leurres de récollection (rappel pour rejeter) ; ϕ est la fonction de densité de la distribution normal (proportion de cibles et de leurres qui excède le critère décision c avec un certain d'). Nous avons utilisé le modèle DPSD1 qui comprend les paramètres suivants : paramètres variables = R_{old} , d' et c ; paramètre fixé : $R_n = 0$; contrainte : $R_{old} \geq 0$.

3.3. La procédure de dissociation des processus (PDP)

Afin de rendre compte de l'implication des processus contrôlés (conscients) et automatiques (non-conscients), Jacoby et ses collaborateurs (1991) ont développé la Procédure de Dissociation des Processus (PDP). Elle consiste à présenter deux listes de mots aux participants puis, lors de la phase de reconnaissance, deux conditions de test sont réalisées. Une condition dite d'*inclusion*, dans laquelle le sujet doit discriminer tous les mots qu'il a étudiés (de la liste 1 et de la liste 2 sans distinction) parmi des mots nouveaux. Ainsi dans cette condition d'inclusion, les mots peuvent être reconnus sur la base de la familiarité, de la récollection ou des deux. Une deuxième condition est également présente au moment du test de reconnaissance, la condition d'*exclusion*, dans laquelle il est demandé au sujet de ne reconnaître que les mots étudiés dans la liste 1 et de rejeter les mots étudiés dans la liste 2 ainsi que les nouveaux mots. Dans la condition d'exclusion, la bonne reconnaissance d'un mot de la liste 1 repose donc sur le processus de récollection et la fausse reconnaissance d'un mot de la liste 2 est donc dû à l'intervention de familiarité sans récollection. Ainsi l'estimation des processus de récollection et de familiarité serait réalisée de la manière suivante :

$$R = \text{Inclusion} - \text{Exclusion}$$

$$F = \text{Exclusion} / (1-R)$$

4. Les corrélats neurophysiologiques de la familiarité et de la récollection

4.1. La FN400 et la LPC : des composantes spécifiques ?

Après avoir considéré les différents modèles comportementaux en présence, l'étude des corrélats neurophysiologiques des processus de reconnaissance apparaît pertinente afin d'offrir des arguments supplémentaires et de départager ces différents modèles de compréhension du fonctionnement. Comme nous l'avons abordé dans le premier chapitre, l'étude des corrélats électrophysiologiques de la mémoire de reconnaissance consiste à contraster les potentiels évoqués par les items anciens des potentiels évoqués par les items nouveaux. Les effets ancien/nouveau alors obtenus consistent en de plus grandes positivités pour les potentiels évoqués par les items anciens que par les items nouveaux. Les premières observations des effets ancien/nouveau datent des années 80 (Sanquist et al., 1980 ; Warren, 1980). A partir

des années 90 les chercheurs ont commencé à essayer de dissocier les effets ERP selon que la reconnaissance était basée sur la récollection ou sur la familiarité. Il en a résulté la découverte de deux composantes. La *Late Positive Component* (LPC : observée tardivement sur les régions pariétales) ou effet ancien/nouveau pariétal tardif et la FN400 (observée plus précocement au niveau des régions frontales), associées respectivement à la récollection et à la familiarité. Ces données électrophysiologiques, suggérant que la familiarité et la récollection pouvaient être dissociées au niveau neurophysiologique constituent un argument fort en faveur des modèles à deux processus (voir Friedman & Johnson, 2000 pour revue). Si cette dissociation s'est imposée avec force dans la littérature entre 1990 et 2010, nous verrons plus loin qu'elle est aujourd'hui remise en cause.

L'effet ancien/nouveau fronto-médian précoce apparaît généralement entre 300 et 500 ms après l'apparition du stimulus et est généralement nommé *FN400* (pour frontal N400). La *FN400* consiste en une déflexion négative plus importante pour les items nouveaux que pour les items anciens. L'effet ancien/nouveau pariétal (LPC) apparaît plus tard entre 500 et 800 ms après l'apparition du stimulus et consiste en une amplitude positive plus grande pour les items anciens que pour les items nouveaux. L'expérience de Düzel et collaborateurs (Düzel, Yonelinas, Mangun, Heinze & Tulving, 1997) est la première à avoir montré une signature électrophysiologique spécifique de la familiarité et une autre de la récollection. Dans cette étude utilisant le paradigme RK, les réponses « Remember » (associées à la récollection) et les réponses « Know » (associées à la familiarité) généraient des effets ancien/nouveau topographiquement et temporellement distincts. L'étude de Rugg et collaborateurs (Rugg et al., 1998), qui avait pour but de dissocier les effets de la mémoire implicite et de la mémoire explicite, a mis en évidence trois effets ancien/nouveau topographiquement et temporellement distincts. Lors de la phase d'étude, les sujets étudiaient la moitié des items de manière profonde (génération de phrases) et l'autre moitié de manière superficielle (jugement alphabétique). L'étude des potentiels évoqués a mis en évidence que l'effet ancien/nouveaux pariétal dans la fenêtre temporelle 500-800 ms, était généré exclusivement par les items anciens encodés avec un niveau de traitement profond et qui serait donc lié à la récollection ultérieure (voir figure 11). Un effet ancien/nouveau pariétal a également été obtenu dans la fenêtre temporelle précoce (300-500 ms) pour tous les items anciens (reconnus ou non) et celui-ci était insensible aux manipulations de la profondeur de traitement lors de l'étude. Les auteurs ont interprété cet effet comme le corrélât de la mémoire implicite.

Dans la même fenêtre temporelle (300-500 ms), un effet ancien/nouveau, au niveau fronto-médian, a été obtenu, également de manière insensible aux manipulations de la profondeur de traitement à l'étude, mais cet effet n'était obtenu que pour les items anciens correctement reconnus. Cet effet reflèterait donc la familiarité. Ainsi la reconnaissance des items encodés par un traitement profond se basait à la fois sur la familiarité et la récollection, tandis que la reconnaissance des items encodés par un traitement superficiel se basait sur la familiarité (Rugg et al., 1998).

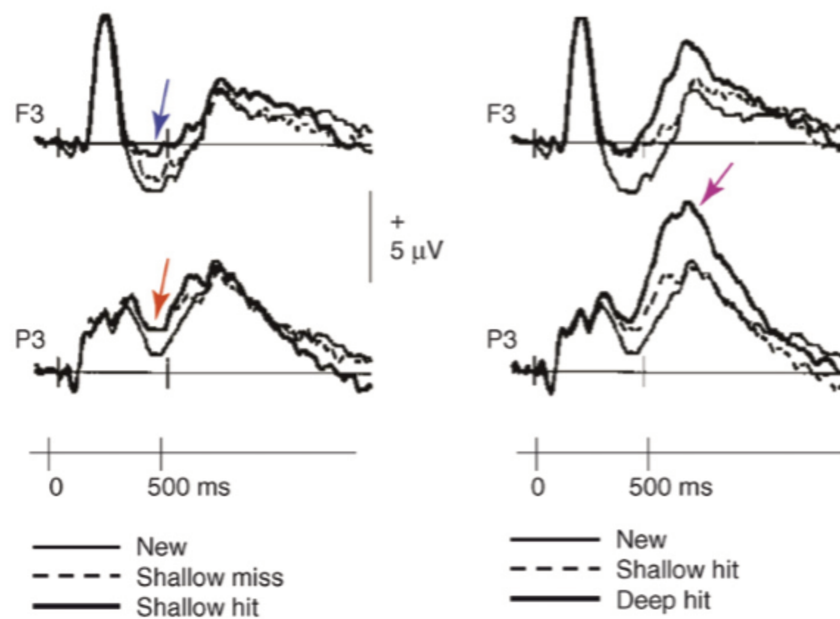


Figure 11. Potentiels évoqués représentant différents effets. La flèche bleu pointe l'effet ancien/nouveau fronto-médian FN400 ; la flèche rose pointe l'effet ancien/nouveau pariétal tardif LPC ; la flèche orange pointe l'effet N400 (Rugg, 1998).

4.2. Les débats

4.2.1. FN400 = N400 frontale ?

De nombreuses études, dans la même lignée que celle de Rugg et collaborateurs (1998), ont apporté des preuves quant au lien entre FN400 et processus de familiarité ainsi qu'au lien entre LPC et processus de récollection (voir Rugg & Curran, 2007). Ces études consistaient à montrer que la manipulation d'un facteur particulier modulait la LPC et la mesure comportementale de la récollection alors qu'elle n'avait pas d'effet sur la FN400 et la mesure comportementale de la familiarité. Par exemple, dans l'étude de Curran (2000), la moitié des items étudiés était soumise à une inversion singulier/pluriel des mots appris au moment de la reconnaissance. Cette manipulation avait une influence négative sur la récollection ainsi que sur la LPC, mais n'avait aucune influence sur la FN400 et la familiarité, puisque la signification générale de l'item demeurait la même.

En 2012, une équipe de chercheurs a remis en cause le fait que la FN400 serait le corrélât de la familiarité car selon eux, la FN400 serait liée à l'amorçage conceptuel et donc à la mémoire implicite (Voss & Federmeier, 2011 ; Voss, Lucas & Paller, 2012). En effet, montrer qu'un facteur influence la LPC et la récollection mais n'influence pas la FN400 et la familiarité ne veut pas nécessairement dire que la FN400 refléterait le processus de familiarité, mais plutôt que la familiarité et la FN400 ne sont pas sensibles au facteur en question. En utilisant des stimuli sans représentation conceptuelle pré-expérimentale, donc peu propice à engendrer l'intervention des connaissances, les auteurs ne retrouvaient pas la FN400 alors même qu'au niveau comportemental des réponses basées sur la familiarité étaient émises. Ces résultats ont été répliqués avec différents types de stimulus comme des visages non-familiers (Mackenzie & Donaldson, 2007), des formes géométriques (Voss & Paller, 2009) ou des nouveaux symboles (De Chastelaine, Friedman, Cycowicz & Horton, 2009). Ils suggèrent que l'apparition de la FN400 serait liée au traitement sémantique plutôt qu'au processus mnésique de familiarité à proprement parler. Ou alors que la familiarité relève principalement de l'amorçage conceptuel et sémantique. Voss et Federmeier (2011) ont ainsi remis en cause le fait que la FN400 et la N400 seraient fonctionnellement et électrophysiologiquement distinctes. Ils ont manipulé l'amorçage sémantique au sein même d'une tâche de reconnaissance continue. Leur procédure consistait à présenter deux fois des mots cibles, amorcés par un mot sémantiquement

lié soit lors de la première présentation du mot cible, soit lors de sa deuxième présentation. Le paradigme RK était utilisé pour mesurer au niveau comportemental l'implication des processus de récollection et de familiarité. Afin d'observer l'effet de l'amorçage sémantique au niveau électrophysiologique, les auteurs ont contrasté les potentiels évoqués par les mots cibles lors de leur première présentation avec les potentiels évoqués par les mots sémantiquement liés qui les précédaient (l'amorce sémantiquement liée). Pour observer les effets ancien/nouveau classiquement retrouvé dans les tâches classiques de mémoire de reconnaissance, les auteurs ont contrasté les potentiels évoqués par les items anciens non amorcés (c'est-à-dire les mots cibles non amorcés sémantiquement lors de leur deuxième présentation) avec les potentiels évoqués par les items nouveaux non amorcés (c'est-à-dire les mots cibles non amorcés sémantiquement lors de la première présentation). Leur résultat majeur a été que, dans la fenêtre temporelle de 300 à 500 ms, l'effet ancien/nouveau et l'effet de l'amorçage sémantique n'étaient pas distinguable au niveau électrophysiologique. Ils en conclurent que la FN400 était fonctionnellement identique à la N400 classiquement observée dans la littérature sur le langage et que, dans les tâches classiques de reconnaissance, c'est l'amorçage conceptuel qui conduit à l'apparition d'une N400 qui serait souvent interprété à tort comme un effet ancien/nouveau fronto-médian lié au processus de familiarité (Voss & Federmeier, 2011).

Par la suite, l'équipe d'Axel Mecklinger a avancé le fait que la procédure utilisée par Voss et Federmeier (2011) était biaisée car selon eux, manipuler l'amorçage sémantique au sein même d'une tâche de reconnaissance continue rendait possible le fait que les effets électrophysiologiques de la reconnaissance se confondent avec ceux de l'amorçage sémantique (Bridger, Bader, Kriukova, Unger & Mecklinger, 2012). Bridger et al. (2012) critique le choix de contraster les potentiels évoqués par les items cibles non-amorcé lors de la première et de la seconde présentation pour refléter l'effet ancien/nouveau. En effet, là où Voss et Federmeier (2011) postulent qu'un item cible non-amorcé lors de la seconde présentation peut être considéré comme un item ancien non-amorcé sémantiquement, Bridger et al. (2012) précise que cet item a tout de même été amorcé lors de la première présentation, ce qui n'est pas rien. Ils ajoutent que le délai entre la première et la deuxième présentation étant court (entre quinze et vingt-cinq items), c'est-à-dire plus court que dans les expériences de reconnaissance classique, l'effet électrophysiologique de l'amorçage sémantique de la première présentation pourrait rester observable lors de la seconde présentation de l'item. Ainsi

les effets d'amorçage sémantique ont pu empiéter sur les effets de reconnaissance, d'où l'absence de dissociation.

Dans le but de comparer correctement les effets de la reconnaissance et les effets du traitement sémantique, Bridger et al. (2012) recommandent donc de veiller à ne pas confondre leurs effets au sein d'une même tâche. Ainsi ils proposent une nouvelle procédure dans laquelle l'influence de l'amorçage sémantique et l'influence de la reconnaissance ne seraient plus confondues puisqu'elles interviendraient dans deux phases distinctes de la tâche. Dans la première phase, les sujets devaient effectuer un jugement de la valence des mots. La moitié des items était amorcée sémantiquement et l'autre moitié ils ne l'étaient pas. La première phase permettait donc d'observer les effets de l'amorçage sémantique et servait en même temps de phase d'étude incidente. Vingt-cinq minutes plus tard, la deuxième phase consistait en une tâche classique de reconnaissance de type oui/non dans laquelle était présenté des items nouveaux et les items anciens mais uniquement ceux qui étaient non-amorcés lors de la première phase. Ceci permettant donc d'observer l'effet de la reconnaissance sans contamination d'un éventuel effet d'amorçage. La comparaison des potentiels évoqués par les items amorcés et des potentiels évoqués par les items non-amorcés lors de la première phase a mis en évidence des amplitudes plus négatives entre 300 et 500 ms au niveau centro-pariétal pour les items non-amorcés comparativement aux items amorcés sémantiquement, reflétant ainsi l'effet classique N400 (Kutas & Federmeier, 2011). L'analyse des potentiels évoqués lors de la phase de reconnaissance a mis en évidence deux effets ancien/nouveau, topographiquement et temporellement distinct de l'effet de l'amorçage sémantique. Le premier effet ancien/nouveau a été obtenu dans la fenêtre temporelle de 300 à 500 ms mais avec une distribution fronto-médiane. Le deuxième effet ancien/nouveau a été obtenu dans la fenêtre temporelle de 500 à 700 ms au niveau pariétal. Ainsi, cette étude (Bridger et al., 2012) a mis en évidence l'existence d'une dissociation topographique entre l'effet d'amorçage sémantique (N400) et l'effet de reconnaissance (FN400) en fonction des demandes de la tâche. Ainsi la FN400, indiquant le succès de la discrimination entre items anciens et items nouveaux, est topographiquement distincte de la N400 (plus centrale) qui est sensible au degré d'amorçage sémantique. En revanche, l'absence de mesure comportementale directe de la familiarité et de la récollection dans l'étude de Bridger et al. (2012), comme un paradigme RK ou un paradigme ROC, ne nous permet pas d'affirmer de manière certaine que l'effet ancien/nouveau fronto-médian précoce (300-500 ms) était lié à l'intervention du processus de familiarité et que l'effet ancien/nouveau

pariétal tardif (500-700 ms) était lié à l'intervention du processus de récollection. Pour éviter cet écueil, les expériences réalisées dans le cadre de cette thèse comprennent des mesures comportementales de la récollection et de la familiarité (via les ROCs) ainsi que les mesures électrophysiologiques de la reconnaissance.

Plus récemment encore, une équipe de chercheurs (Strozak, Abedzadeh & Curran, 2016) a réalisé au sein d'une même étude la comparaison directe entre une expérience dans laquelle les effets de l'amorçage sémantique et de la reconnaissance étaient confondus (procédure similaire à celle de Voss et Federmeier, 2011) et une expérience dans laquelle les effets de l'amorçage sémantique et de la reconnaissance étaient séparés (procédure similaire à celle de Bridger et al., 2012, mais avec au moment de la reconnaissance un paradigme RK en plus du simple jugement de reconnaissance). Les résultats obtenus confirment la conclusion de Bridger et al. (2012) ; c'est-à-dire que la dissociation de la FN400 et de la N400 est difficilement possible lorsqu'au sein même d'une tâche de reconnaissance, une manipulation de l'amorçage sémantique est réalisée. En effet, dans leur première expérience, l'effet de l'amorçage sémantique comme l'effet de reconnaissance précoce étaient distribués au niveau centro-médian (Strozak et al., 2016). En revanche, dans la deuxième expérience (où les effets d'amorçage et de reconnaissance étaient observés dans des phases séparées), l'effet d'amorçage était distribué seulement au niveau centro-médian et l'effet de reconnaissance précoce était observé au niveau centro-médian mais également au niveau frontal droit. Les auteurs concluent que 1/ la FN400 et la N400 seraient donc bien les corrélats du processus de familiarité et de l'amorçage sémantique, respectivement, 2/ la FN400 et la N400 peuvent être dissociées à condition que la procédure expérimentale sépare les effets d'amorçage et de reconnaissance, 3/ pourraient également partager des générateurs neuronaux communs (zone centro-médiane). Ainsi, afin d'observer les corrélats électrophysiologiques de la reconnaissance il est recommandé de contrôler l'influence des effets d'amorçage au sein des tâches de reconnaissance.

4.2.2. Pertinence de la dissociation FN400/LPC

De nombreuses études utilisant les potentiels évoqués ou l'imagerie fonctionnelle par résonance magnétique soutiennent les modèles à deux processus de la reconnaissance en mettant en avant le fait que la familiarité et la récollection auraient des corrélats neuronaux distincts (Curran, 2000 ; Duarte et al., 2006 ; Friedman & Johnson, 2000 ; Henson et al., 2003 ; Rugg & Yonelinas, 2003). Certains auteurs continuent cependant de remettre en cause la validité des modèles à deux processus (Donaldson, 1996 ; Dunn 2004 ; Slotnick & Dodson, 2005). Selon eux, les modèles à un processus de la mémoire de reconnaissance fourniraient une explication plus parcimonieuse des dissociations entre récollection et familiarité observées au niveau comportemental (par exemple dans les tâches de reconnaissance utilisant le paradigme RK). En accord avec le principe de parcimonie, ces modèles devraient être privilégiés (Wixted & Stretch, 2004). Là où les modèles à deux processus considèrent une différence qualitative dans les informations récupérées par la récollection (réponses « R ») et par la familiarité (réponse « F »), les modèles à un processus considèrent qu'il s'agit plutôt d'une différence quantitative, récollection et familiarité étant positionnées sur un même continuum de force du signal mnésique. Selon les modèles unitaires, les réponses « R » seraient associées à un signal fort et les réponses « K » à un signal faible. Les modèles à un processus bénéficient également d'arguments au niveau neuronal. Une étude couplant l'IRMf et la MEG au sein d'un paradigme RK a mis en évidence que les réponses de type R étaient associées à un haut niveau d'activité du lobe temporal médian (LTM). Les réponses de type K étaient associées à un niveau intermédiaire d'activité du LTM et les réponses « item nouveaux » étaient associées aux niveaux d'activité les plus faibles du LTM (Gonsalves, Kahn, Curran, Norman & Wagner, 2005). Le fait que l'activité du LTM varierait en fonction de la variation continue de la force du signal de mémoire, supporte le fait que les dissociations entre récollection et familiarité peuvent être expliquées de manière plus parcimonieuse, en termes de différence de force du signal. Afin de contrôler la force du signal mnésique, certains auteurs ont utilisé un paradigme modifié du paradigme RK (Smith, Wixted & Squire, 2011). Lors de la phase de reconnaissance, les sujets effectuaient une décision de reconnaissance oui/non tout en donnant leur niveau de certitude dans leur réponse, puis, pour les réponses « oui » les sujets devaient effectuer en plus un jugement RK. Ainsi les auteurs ont assimilé la précision de reconnaissance et la certitude dans la réponse à la force du signal mnésique. De plus, avec le jugement RK, les auteurs ont

pu distinguer 1/ les réponses R avec un haut niveau de certitude, 2/ les réponses R avec un faible niveau de certitude, 3/ les réponses K avec un haut niveau de certitude et 4/ les réponses K avec un faible niveau de certitude. Les résultats ont répliqué le fait que l'activité hippocampique était plus importante pour les réponses R que pour les réponses K. Mais surtout, les niveaux d'activité hippocampique associés aux réponses R avec un haut niveau de certitude étaient similaires que ceux associés aux réponses K avec un haut niveau de certitude. Ainsi, plutôt que de refléter une différence qualitative dans la récupération de l'information (de type R /K), les variations de l'activité hippocampique reflèteraient plutôt une différence quantitative, supportant l'explication en termes de force du signal des distinctions R/K. Utilisant la même méthodologie afin de contrôler la force du signal mnésique, une récente étude en électrophysiologie a montré que l'effet ancien/nouveau pariétal était plutôt lié à des variations de la force du signal qu'à des différences d'expérience subjective (Brezis, Bronfman, Yovel & Goshen-Gottstein, 2016). Cependant, une étude comparant les potentiels évoqués par la récollection et la familiarité en contrastant les items récupérés avec ou sans mémoire de la source a reporté des corrélats électrophysiologiques distincts pour la familiarité et la récollection, même après avoir contrôlé la force du signal (Woroch & Gonsalves, 2010).

A l'heure actuelle, ce sont les modèles à deux processus qui sont les plus largement acceptés. Ceci en raison des nombreuses études comportementales et neuropsychologiques ayant mis en évidence une dissociation entre récollection et familiarité. Phénoménologiquement, la distinction de ces deux processus nous paraît à tous évidente, en témoigne le fameux exemple du 'boucher dans le bus'. Cependant, nous venons de voir que les modèles à un processus bénéficiaient également d'arguments au niveau comportemental et neuronal. Les données issues d'études en électrophysiologie restent aujourd'hui encore contradictoires (Brezis et al., 2016 ; Woroch & Gonsalves, 2010). L'un des enjeux actuels est donc de mieux définir ces processus de récollection et de familiarité, tant sur le plan cognitif que neuronal.

5. Variables impactant la récollection et la familiarité

Comme nous l'avons vu précédemment, des interrogations et des débats subsistent quant à la nature des processus impliqués dans la reconnaissance, surtout concernant le processus de familiarité. Il a été montré par exemple que des manipulations facilitant le traitement perceptif n'étaient pas toujours associées à une augmentation de la contribution de la familiarité (même proportion de réponses de type K) alors que ces mêmes manipulations étaient bénéfiques pour la récollection (augmentation des réponses de type R) (e.g., Rajaram, 1993, 1996, 1998). De plus, il a été montré que des manipulations facilitant le traitement conceptuel pouvaient être bénéfique pour le processus de familiarité (Wagner et al., 1997). Dans leur revue, Bastin et Van Der Linden (2003) ont identifié deux conceptions différentes de la familiarité. La première considère la familiarité comme l'activation de représentation sémantique (Tulving, 1985). La seconde considère la familiarité comme un processus basée sur la fluence du traitement lors de la récupération (Jacoby & Dallas, 1981 ; Mandler, 1980 ; Rajaram, 1998).

Étudier les différentes variables qui influencent la récollection et la familiarité permettrait de mieux comprendre la nature de ces processus ainsi que leurs corrélats neuronaux. Se basant sur la théorie de la profondeur de traitement de Craik et Lockart (1972), nous allons dans un premier temps présenter l'effet de l'utilisation d'un matériel riche de sens et congruent avec les connaissances préexistantes sur les processus de reconnaissance. Nous présenterons ensuite les effets des manipulations des caractéristiques perceptives des items. Mais voyons d'abord ce qui ressort de la littérature concernant l'influence des variables conceptuelles et perceptives sur les processus de reconnaissance.

5.1. Variables conceptuelles

La théorie de la profondeur de traitement de Craik et Lockart (1972) postule que plus un item est traité 'en profondeur', c'est-à-dire en mettant en jeu des processus signifiants et de hauts niveaux (comme le traitement du sens), mieux il sera retenu. À l'inverse, un traitement superficiel, comme un simple traitement perceptif, conduira à une moins bonne mémorisation. Dans le cadre d'un test de mémoire de reconnaissance, manipuler le niveau de traitement et l'influence des informations sémantiques et conceptuelles peut être réalisée soit directement, en orientant

volontairement l'attention du sujet sur les informations sémantiques et conceptuelles des items (e.g., en manipulant les consignes lors de la phase d'étude), soit de manière indirecte en présentant des items congruents avec les connaissances préexistantes des sujets, par exemple, dans le cadre de la reconnaissance associative, en présentant des paires d'items sémantiquement liés.

Dans une étude utilisant à la fois la procédure de dissociation des processus (PDP), le paradigme RK et le paradigme ROC, Yonelinas (2001) a montré qu'un encodage sémantique (i.e., juger le caractère plaisant du mot) conduisait à une augmentation de la contribution de la récollection et dans une moindre mesure de la familiarité par rapport à un encodage perceptif (i.e., compter le nombre de syllabes du mot). Au niveau électrophysiologique, deux études ont initialement montré que la profondeur de traitement ne modulait que l'effet ancien/nouveau pariétal (LPC) (Paller & Kutas, 1992 ; Rugg et al., 1998), puis deux études ultérieures ont montré que la FN400 comme la LPC étaient modulées par la profondeur de traitement (Nyhus & Curran, 2009 ; Rugg, Allan & Birch, 2000).

L'idée que nos connaissances sur le monde influencent notre capacité à apprendre, à percevoir et à comprendre existe depuis longtemps. Le concept de schéma est utilisé pour parler d'une représentation mentale structurée qui permet d'analyser, sélectionner et interpréter des informations. Van Kesteren et collaborateurs ont défini le schéma comme un réseau de représentations néocorticales fortement interconnectées qui peuvent influencer le traitement de l'information « online » ou « offline » (Van Kesteren, Ruiter, Fernandez & Henson, 2012). Lorsqu'une information à apprendre est congruente avec un schéma existant, la résonance avec les connaissances préexistantes pourrait faciliter l'apprentissage en renforçant l'encodage et la consolidation et ainsi les informations congruentes avec un schéma préexistant seront mieux mémorisées que les informations non congruentes (Van Kesteren et al., 2012). Ainsi, présenter des items congruents avec les connaissances préexistantes du sujet, par rapport à la présentation d'items non connus pré-expérimentalement, permet également d'observer l'influence des informations conceptuelles sur la reconnaissance. Par exemple, la présentation de visages familiers induit l'activation des nombreuses informations qui sont déjà stockées en mémoire (Bruce & Young, 1986). Ainsi l'encodage de l'information-cible (le visage) est amélioré car il bénéficie d'une quantité plus importante d'informations associées (nom, profession, etc.), comparativement à l'encodage d'un visage non-familier qui ne bénéficie d'aucune connaissances pré-expérimentales facilitant l'encodage. Cette

distinction a conduit à introduire une distinction entre deux types de familiarité : une familiarité dite absolue et une familiarité dite relative (Bridger, Bader & Mecklinger, 2014 ; Coane, Balota, Dolan & Jacoby, 2011 ; Mandler, 1980). La *familiarité absolue* consiste au niveau de familiarité pré-expérimental envers un item particulier. Ainsi, plus l’item en question est connu du sujet, plus le niveau de familiarité absolue sera élevé. Par exemple, si l’on me présente l’image d’une roue de vélo, utilisant quotidiennement un vélo, mon niveau de familiarité absolue envers cet item sera plus élevé que si l’on me présente l’image d’une pièce d’un moteur de voiture ou d’une forme visuelle abstraite. La *familiarité relative* correspond quant-à-elle au niveau de familiarité expérimentalement acquis par la présentation d’un item lors d’un test de mémoire. Cette distinction entre familiarité absolue et familiarité relative constitue une preuve supplémentaire en faveur du point de vue selon lequel la familiarité ne reflèterait pas uniquement un processus perceptif mais engagerait également des traitements de nature conceptuels. Elle a également été soutenue par la découverte d’une dissociation électrophysiologique du corrélât de la familiarité. Dans une tâche de reconnaissance de mots des auteurs ont manipulé la fréquence d’apparition dans le langage, aboutissant à deux catégories de mots : mots fréquents et mots peu fréquents dans le langage courant, avec l’idée sous-jacente que les mots fréquents bénéficiaient d’un niveau de familiarité absolue plus important que les mots peu fréquents (Bridger et al., 2014). Les résultats des données électrophysiologiques, dans la fenêtre temporelle précoce correspondant à la FN400 (300-500 ms), ont mis en évidence un effet de la fréquence des mots au niveau postérieur. Les auteurs ont ainsi associé cet effet à la familiarité absolue. Ils ont également obtenu, dans la même fenêtre temporelle mais avec une distribution frontale, un effet ancien/nouveau correspondant à la FN400 et cette FN400 était plus importante pour les mots peu fréquents que pour les mots fréquents. Les auteurs ont associé cet effet ancien/nouveau frontal à la familiarité relative.

Une autre façon de manipuler l’influence des informations conceptuelles sur les processus de la reconnaissance consiste à présenter, dans le cadre de la reconnaissance associative, des paires d’items sémantiquement liés (e.g., « lapin-carotte ») versus des paires d’items non liés (e.g., « ananas-clarinette »). Dans le premier cas, la présence d’une forte association sémantique et conceptuelle, congruente avec les connaissances préexistantes du sujet, favorisera l’apparition du phénomène d’unification. A l’inverse, dans le cas de paires d’items non liés, le sujet encodera les deux éléments de manière isolées et l’on peut supposer que la trace en mémoire sera moins forte et l’association

plus difficile à récupérer. Comme nous l'avons abordé précédemment, il a longtemps été considéré que la reconnaissance d'items isolés pouvait être sous-tendue par la familiarité, par la récollection, ou les deux, mais que la reconnaissance d'associations d'items était, elle, tributaire de la récollection (Yonelinas, 2002). Cependant, il a été montré par la suite que la familiarité pouvait également supporter la reconnaissance associative dans le cas où les items composant une association à mémoriser pouvaient être encodés comme un tout cohérent et former une représentation unifiée (Quamme, 2004 ; Quamme et al., 2007). L'étude d'Opitz et Cornell (2006) a par exemple permis de préciser l'implication des processus de récollection et de familiarité dans la reconnaissance associative. Les sujets devaient mémoriser des quadruplets de mots et deux conditions d'encodage étaient effectuées : une condition 'associative' dans laquelle le sujet était amené à encoder l'information-cible ainsi que les associations sémantiques préexistantes entre les mots (en indiquant quel mot est hors contexte par rapport au trois autres) et une condition 'relation' dans laquelle le sujet était amené à se concentrer sur les relations physiques entre les mots (en indiquant quel mot désigne l'objet le plus petit). Les résultats ont mis en évidence que l'effet ancien/nouveau fronto-médian précoce était retrouvé uniquement dans la condition 'associative', c'est-à-dire uniquement dans la condition où le liage mnésique était réalisé sur la base des informations sémantiques et conceptuelles. En revanche l'effet ancien/nouveau pariétal plus tardif, était, lui, présent dans les deux conditions. Les auteurs ont interprété ces résultats comme une évidence que le type de 'liage' réalisé au moment de l'encodage était déterminant dans l'implication de la familiarité et de la récollection et des corrélats associés (Opitz & Cornell, 2006). Ainsi pour participer à la reconnaissance associative, la familiarité nécessiterait une cohérence conceptuelle avec les connaissances préexistantes des sujets alors que la récollection pourrait intervenir même dans le cas d'associations plus arbitraires entre les différents items. Une autre étude a également montré dans une tâche de reconnaissance associative de paires de mots, qui étaient soit liés sémantiquement soit non liés, que l'effet ancien/nouveau fronto-médian n'était obtenu que pour les paires sémantiquement liées (Greve, van Rossum & Donaldson, 2007). Ceci suggérant également que les connaissances sémantiques préexistantes peuvent être utilisées pour former une représentation unifiée permettant ainsi une reconnaissance associative basée sur la familiarité.

5.2. Variables perceptives

L'étude de l'influence des variables perceptives sur les processus de la reconnaissance est classiquement réalisée via la congruence perceptive entre l'étude et le test. Concrètement, la manipulation de l'influence de la variable perceptive s'opérationnalise en modifiant ou en ne modifiant pas diverses caractéristiques perceptives des items entre l'étude et le test, comme par exemple la couleur de l'arrière-plan, le format de présentation (e.g., image versus mot), l'orientation de l'item (e.g., présentation de la même image mais en miroir) ou encore la police de caractère des mots. Au niveau comportemental, il a été montré que la congruence perceptive, entre l'étude et le test, conduisait à de meilleure performance de mémoire (Ecker et al. 2007 ; Groh-Bordin et al., 2006). Reder et collaborateurs (2002) ont précisé que l'effet de la congruence perceptive était plus important lorsque les items avaient des caractéristiques perceptives distinctes. Ces mêmes auteurs ont également montré que la congruence perceptive influençait la familiarité et la récollection au niveau comportemental (Reder et al., 2002). Les études en électrophysiologie ont montré des résultats contradictoires quant à l'influence des variables perceptives sur les corrélats neuronaux de la récollection et de la familiarité. Des études manipulant la couleur de présentation des items (Ecker et al., 2007 ; Groh-Bordin et al., 2006) et des études manipulant la police de caractère des items (Nyhus & Curran, 2009) ont montré que les variables perceptives modulaient l'effet ancien/nouveau frontal, la FN400, ainsi que l'effet ancien/nouveau pariétal tardif, la LPC. En revanche des études manipulant le format de présentation des items ont montré que les caractéristiques perceptives n'influençaient que la FN400 (Ally & Budson, 2007 ; Schloerscheidt & Rugg, 2004).

Chapitre 3 - Applications à l'étude du vieillissement

Le vieillissement de la population, c'est-à-dire l'augmentation de la proportion de personnes âgées dans la population générale résulte de l'augmentation de l'espérance de vie et de la diminution du taux de fécondité. En France en 2017, l'espérance de vie à la naissance est de 85,4 ans pour les femmes et 79,5 ans pour les hommes. L'INSEE (Institut National des Statistiques Economique) prédit qu'en 2070, l'espérance de vie atteindrait les 94 ans pour les femmes et 90 ans pour les hommes. Toute personne de plus de 60 ans est considérée comme une personne âgée par l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé). Selon un rapport de l'INSEE de 2006, 1 personne sur 3 sera âgée de plus de 60 ans en 2050 contre 1 personne sur 5 en 2005, traduisant une hausse de 80% en 45 ans. Le vieillissement de la population constitue donc un enjeu majeur de santé publique, tant sur le plan social qu'économique. Un rapport de 2009 de la Commission européenne prévoit que le nombre de personnes de plus de 65 ans souffrant d'au moins un handicap dans les activités de la vie quotidienne devrait doubler entre 2007 et 2060. Ces handicaps peuvent être d'ordre physique ou cognitif. Parmi les troubles cognitifs, ce sont ceux liés à des dysfonctionnements mnésiques qui sont les plus fréquents (Grady, 2008). Les maladies neurodégénératives concerneraient plus d'un million de personnes en France et la maladie d'Alzheimer serait la plus représentée avec environ 900 000 personnes touchées (70% des cas de démences). Ces chiffres tendent à augmenter et justifient l'intérêt de la recherche pour le vieillissement non pathologique puisque pour appréhender au mieux une pathologie, la compréhension du fonctionnement dit normal est nécessaire. Ainsi, dans cette thèse, nous nous sommes également concentrés sur le vieillissement non pathologique.

1. Modifications neurocognitives liées au vieillissement

Les recherches sur le vieillissement normal indiquent que les personnes âgées seraient moins performantes que les jeunes adultes dans des tâches sollicitant la mémoire, les capacités attentionnelles, les fonctions visuo-spatiales ou les fonctions exécutives (Van der Linden & Hupet, 1994). L'évolution des fonctions cognitives au cours de la vie ne serait pas uniforme et ne suivrait pas la même trajectoire selon la fonction cognitive concernée (Schaie, 1996). L'étude longitudinale de Seattle a mis en

évidence une relative stabilité des habiletés verbales et numériques au cours du vieillissement alors que le raisonnement inductif, l'orientation spatiale, la vitesse de traitement perceptive et la mémoire verbale déclinent avec l'âge (figure 12, Schaie, 1996). Le vieillissement cognitif consiste donc en l'altération de certaines fonctions cognitives et en la préservation d'autres.

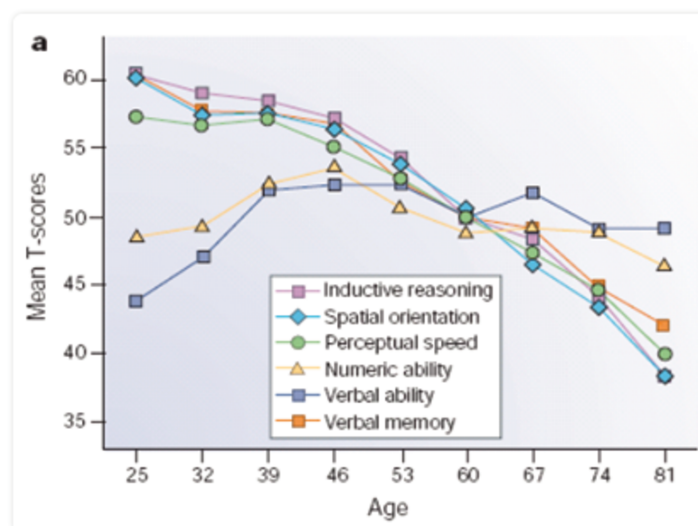


Figure 12. Représentation de l'évolution non linéaire de différentes fonctions cognitives au cours de la vie (Schaie, 1996)

Les causes de cette baisse des performances seraient multifactorielles ; ainsi la baisse des fonctions sensorielles, l'augmentation de la consommation médicamenteuse, la baisse de la motivation ou de la confiance en soi pourraient intervenir. Mais principalement, la baisse des performances cognitives résulterait des modifications cérébrales associées au vieillissement normal, sur les plans neuroanatomique (diminution du volume cérébral), neurophysiologique (diminution du nombre et de la taille des neurones ainsi que de l'efficacité des contacts synaptiques) et neurochimique (diminution de la concentration de neurotransmetteurs en particulier la dopamine) (Raz, 2000). La diminution du volume cérébral, estimé de 0,2 à 0,5% par an, n'affecterait pas de manière uniforme tous le cerveau (Salthouse, 2011). Ainsi le cortex frontal serait le plus touché, principalement le cortex préfrontal dorsolatéral (Raz et al., 2005) suivi des lobes pariétaux (Resnick, Pham, Kraut, Zonderman & Davatzikos, 2003). Dans les lobes temporaux, l'atrophie cérébrale étant fonction des structures sous-corticales, l'hippocampe semblerait être la structure la plus atteinte (Raz, Rodrigue, Head, Kennedy & Acker, 2004 ; Yonelinas et al., 2007). Cependant certaines études suggèrent qu'en l'absence de démence, le volume hippocampique serait préservé au cours du vieillissement (Cohen et al., 2006).

Au côté de ces explications biologiques, différents mécanismes cognitifs ont été identifiés comme pouvant expliquer la baisse des performances associée au vieillissement : la diminution des ressources attentionnelles (Craik, 1986), la diminution du fonctionnement exécutif (West, 1996) et le ralentissement général de la vitesse de traitement (Salthouse, 1996).

La diminution des ressources attentionnelles

Les ressources attentionnelles correspondent à « l'effort mental » sollicité lors de la réalisation d'une tâche. Plus la tâche est difficile, plus cet effort sera important, plus les ressources attentionnelles engagées dans la tâche devront être importantes pour assurer son succès. Si les ressources engagées ne correspondent pas aux besoins de la tâche, les performances déclineront. Différentes études ont montré que les personnes âgées présenteraient des performances diminuées, par rapport à des adultes jeunes, dans des tâches d'attention soutenue (Carriere, Cheyne, Solman & Smileck, 2010), dans des tâches d'attention sélective (Chao & Knight, 1997) et dans des tâches d'attention divisée (Craik, 1986 ; McDowd et Craik, 1988 ; Verghese et al., 2002). Ainsi le déclin des ressources attentionnelles disponibles chez les personnes âgées pourrait expliquer le vieillissement cognitif général (Craik, 1986). Ces données ont conduit à la proposition de *l'hypothèse du déficit d'inhibition* (Hasher & Zacks, 1988 ; Hasher, Lustig & Zacks, 2007). Selon ces auteurs, lors de la réalisation d'une tâche, deux mécanismes de contrôle interviendraient : un mécanisme activant les informations pertinentes et un mécanisme inhibant les informations non pertinentes. Hasher et Zacks postulent que le vieillissement s'accompagnerait d'une diminution du second mécanisme, expliquant les performances moins bonnes pour les sujets âgés.

La baisse du fonctionnement exécutif

En lien avec l'hypothèse de la réduction des ressources attentionnelles, des études portant sur la planification (Andrès & Van der Linden, 2000), la flexibilité cognitive (Henri et Philips, 2006), ou l'inhibition (Hamilton & Martin, 2005) ont montré des performances inférieures pour les personnes âgées par rapport à des adultes jeunes. Ainsi il est généralement admis qu'à partir de 65 ans, le fonctionnement exécutif diminue (Daigneault et al., 1992). Ces données montrant un déclin des fonctions exécutives ont été corrélés à la diminution du volume cérébral au niveau du cortex préfrontal (Gunning-Dixon & Raz, 2003), ce qui a donné lieu à *l'hypothèse fronto-exécutive* pour expliquer le vieillissement cognitif (Braver et West, 2008 ; West, 1996).

Le ralentissement de la vitesse de traitement

Il est largement admis qu'au cours du vieillissement se produit un ralentissement général de la vitesse de traitement dans une grande variété de tâches cognitives. La *théorie de la réduction de la vitesse de traitement* postulée par Salthouse (1996) propose que le déclin des performances des seniors ne serait pas le signe d'un déclin des fonctions cognitives mais plutôt le témoin du ralentissement de la vitesse de traitement. En effet, étant donné que dans la plupart des tests réalisés les sujets ont un temps limité pour répondre, selon cette théorie, les sujets âgés n'auraient tout simplement pas le temps de mettre en place les processus cognitifs adaptés de manière efficiente (Salthouse, 1996). Bien que le ralentissement de la vitesse de traitement au cours du vieillissement soit largement reconnu, son rôle causal peu conciliable avec les données montrant un déclin des performances lié à l'âge dans des tâches où le temps pour répondre n'est pas limité, comme les tâches de rappel libre.

2. Perturbations mnésiques des seniors

La plainte mnésique est très fréquente chez les seniors, elle concernerait plus de 48% des plus de 65 ans (Ritchie, 2000). Les effets du vieillissement varient en fonction du système de mémoire étudié, le système déclaratif serait le plus affecté (Insignini, 2008). De plus, au sein de la mémoire déclarative, l'effet du vieillissement serait également variable d'un système à un autre. Alors que la mémoire sémantique serait bien préservée, la mémoire épisodique serait sujet à des détériorations (Park et al., 2002). Concernant la mémoire sémantique, les performances des seniors dans une tâche de fluence verbale et de vocabulaire sont aussi bonnes que celles d'adultes jeunes (Grégoire, 1993). De même, les performances des seniors et des jeunes seraient similaires dans des tâches d'amorçage conceptuelle (Laver & Burke, 1993). Ces données montrent la préservation de la mémoire sémantique au cours du vieillissement normal, qu'elle soit évaluée de manière explicite ou implicite. En revanche, une diminution des performances dans les tâches de mémoire épisodique est observée au cours du vieillissement (Balota, Dolan & Duchek, 2000 ; Desgranges, Eustache & Rioux, 1994 ; Yonelinas, 2002) mais la sévérité du déclin dépendrait de la nature des tâches mnésiques impliquées (Davis et al., 2003 ; Troyer, Häfliger, Cadiaux & Craik, 2006). En effet, si la différence de performances entre adultes jeunes et âgés est nette dans des tâches de rappel libre, elle l'est moins dans les tâches de rappel indicé et de reconnaissance (Park et al. 2002). Nous nous concentrerons ici sur la mémoire

de reconnaissance et plus particulièrement l'évolution des processus de récollection et de familiarité au cours du vieillissement.

De précédentes études ont conduit, entre autres, à l'élaboration de la *dual-process hypothesis of memory and aging* (DPHMA : Light, Prull, LaVoie, & Healy, 2000) ou « hypothèse à double processus du vieillissement de la mémoire ». La théorie DPHMA postule que le vieillissement s'accompagnerait d'un déficit de récollection et d'une relative préservation de la familiarité. Bien que le déficit de récollection dans le vieillissement soit avéré (Bastin, Van der Linden, Michel, & Friedman, 2004 ; Bugaiska et al., 2007 ; Prüll, Dawes, Martin, Rosenberg, & Light, 2006), le devenir de la familiarité demeure ambigu. Certaines études, allant dans le sens de la théorie DPHMA, ont suggéré un déficit sélectif de la récollection et un processus de familiarité préservé chez les seniors (Cohn, Emrich, & Moscovitch, 2008 ; Dodson & Schacter, 2002 ; Jacoby, 1999 ; Koen & Yonelinas, 2014 ; McCabe, Roediger, McDaniel, & Balota, 2009 ; Parkin & Walter, 1992 ; Wolk, Mancuso, Kliot, Arnold, & Dickerson, 2013) alors que d'autres postulent que la familiarité est également altérée au cours du vieillissement (Duarte, Ranganath, Trujillo, & Knight, 2006 ; Düzel, Schütze, Yonelinas, & Heinze, 2011; Guillaume, Tison, & Marzouki, 2015). Une étude utilisant le paradigme RK associé à une tâche évaluant la vitesse de traitement et une tâche évaluant les fonctions exécutives a suggéré que, plutôt que la vitesse de traitement, les fonctions exécutives étaient un meilleur prédicteur du déficit de récollection (Bugaiska et al., 2007).

Une hypothèse alternative est *l'hypothèse du déficit de mémoire associative* dans le vieillissement (ADH « *associative deficit hypothesis* »). L'ADH postule que le déficit en mémoire épisodique des personnes âgées est principalement dû à leur difficulté à associer plusieurs unités d'informations en un tout, de façon unitaire et durable (Naveh-Benjamin et al., 2004). L'hypothèse du déficit de mémoire associative suggère que la mémoire associative serait le principal déficit lié au vieillissement (Benjamin, 2010). Les arguments empiriques de l'ADH proviennent de tâches de mémoire de la source montrant une différence de performances entre les jeunes et les âgés. En effet, si lors de l'encodage, les personnes âgées ne parviennent pas à associer correctement l'item à son contexte, des déficits de mémoire de la source apparaitront inexorablement. Par exemple, lorsque des mots sont présentés au sujet, par une voix masculine ou par une voix féminine, lors de la présentation subséquente écrite du mot, les sujets âgés semblent avoir plus de mal que les adultes jeunes à déterminer si le mot

avait été prononcé par un homme ou une femme (Glisky & Kong, 2008). Ils éprouvent également des difficultés à déterminer si l'information avait été présentée sous forme de vidéo ou sous forme de photographie (Schacter, Koutstaal & Norman, 1997).

Un déclin des performances dans des tâches de mémoire associative est également un argument en faveur de l'ADH (Naveh-Benjamin, Hussain, Guez & Bar-On, 2003). Le déficit de mémoire associative pourrait par exemple expliquer la sensibilité des seniors à effectuer plus de fausses reconnaissances (Butler, McDaniel, Dornburg, Pierce & Roediger, 2004), et ce d'autant plus que l'information cible et les distracteurs présenteraient des similarités sémantiques ou perceptives (Schacter et al., 1997). Les processus associatifs de liage permettent en effet de créer des représentations plus riches en mémoire et plus distinctives des autres événements similaires. Au contraire, si ce liage est déficitaire, l'encodage sera moins spécifique et pourra conduire à une augmentation des fausses reconnaissances.

Nous avons vu précédemment que la profondeur de traitement des items lors de l'encodage avait une influence sur la qualité de la mémorisation (Craik & Lockhart, 1972). Il a été montré que le bénéfice d'un traitement profond était toujours présent dans le cadre du vieillissement mais que ce bénéfice était soumis à une condition particulière (Taconnat & Insigrini, 2004). Taconnat et Insigrini (2004) ont montré un « effet de production » (c'est-à-dire une meilleure mémorisation des items ayant été produits par le sujet lors de l'encodage à partir d'indices, plutôt que des items simplement lus) équivalent pour les jeunes et les âgés. Cependant, pour les âgés, ce bénéfice était présent uniquement lorsque la production du mot cible était réalisé à l'aide d'indices sémantiques, par rapport à des indices phonologiques. Ainsi, le bénéfice d'un traitement profond est toujours possible chez les seniors mais uniquement lorsque celui-ci est fortement encouragé par la tâche. Inciter les seniors à effectuer un encodage sémantiquement riche serait bénéfique à leurs performances mnésiques. Une question intéressante est donc de savoir comment le bénéfice de cet encodage sémantique agit sur les processus de récollection et de familiarité. Cette question sera l'objet de notre quatrième étude.

Chapitre 4 - Problématique et objectifs

Dans le chapitre 2, nous avons vu que les modèles double processus de la mémoire de reconnaissance étaient aujourd'hui les plus acceptés, notamment grâce à l'argument neurophysiologique que constitue la dissociation entre les deux composantes électrophysiologiques reflétant le processus de familiarité et le processus de récollection (Friedman & Johnsson, 2000 ; Rugg et al., 1998 ; Rugg & Curran, 2007). Il reste que certaines études ont apporté des arguments comportementaux (Slotnick & Dodson, 2005) et neurophysiologiques (Brezis et al., 2016) en faveur des modèles à un seul processus. Ainsi, le débat autour de l'indépendance et de la nécessaire dualité des processus de récollection et de familiarité reste ouvert. Ce questionnement de l'indépendance de la familiarité et de la récollection a constitué l'objectif principal de ce travail de thèse. Nous avons donc tenté de mieux comprendre ces deux processus, tant au niveau comportemental (grâce à l'utilisation du paradigme ROC) que neurophysiologique (l'étude des potentiels évoqués) en manipulant, au sein de tâches de reconnaissance, différents facteurs tels que les informations sémantiques, perceptives, associatives ou encore la répétition au moment l'encodage. Déterminer l'influence de chacune de ces variables devrait nous permettre, outre une meilleure définition des processus de récollection et de familiarité, de nous positionner théoriquement quant à la relation qu'entretiennent ces processus. L'idée sous-jacente étant que selon une perspective dualiste de la reconnaissance, nous devrions observer des influences spécifiques pour la récollection et pour la familiarité. Par exemple, selon les modèles à double processus de Mandler et d'Atkinson, la familiarité serait un processus purement perceptif et la récollection un processus conceptuel et sensible à la sémantique. Toujours dans une perspective dualiste de la mémoire de reconnaissance, Tulving associe au contraire la familiarité à la conscience noétique et au système sémantique. En revanche, dans la perspective des modèles à un processus, familiarité et récollection sont considérées comme un processus commun, l'influence des différentes variables devrait alors être identique sur la familiarité comme la récollection.

Dans chacune de nos études, nous avons manipulé le niveau de relation sémantique du matériel à mémoriser. Ceci nous a permis d'étudier l'influence des informations sémantiques dans des tâches de reconnaissance épisodique et a donc constitué notre

deuxième objectif qui était d'étudier les liens entre système sémantique et système épisodique. Nous nous sommes plus particulièrement intéressés au débat théorique concernant le corrélat neurophysiologique de la familiarité (e.g., FN400) et des modulations liées à la sémantique sur ce corrélat de la récupération mnésique. La manipulation croisée de l'appariement perceptif et du lien associatif des paires à mémoriser devrait ainsi nous permettre de mesurer les modulations des processus de reconnaissance en fonction des caractéristiques des traces mnésiques et de leur modification éventuelle entre l'étude et la reconnaissance. L'étude de l'interaction entre codes perceptifs et codes conceptuels au sein d'un même protocole permettra d'éclaircir le débat dans ce domaine.

Enfin, le troisième objectif de cette thèse était d'étudier comment les connaissances conceptuelles influencent les processus de récupération épisodique chez les seniors. L'idée selon laquelle les connaissances sémantiques permettent d'améliorer les performances mnésiques, et ce plus particulièrement chez les personnes âgées, peut paraître triviale. Ce qui l'est moins est de comprendre la manière dont ces informations sémantiques agissent sur les processus de récollection et de familiarité au cours du vieillissement. La dernière étude de ce travail de thèse sera consacrée à examiner l'influence de la sémantique sur les processus de familiarité et de récollection lors de la reconnaissance de visages.

Chapitre 5 - Influence des facteurs perceptifs, sémantiques et associatifs

Étude 1. Effet du lien sémantique sur la reconnaissance associative

1. Introduction

La mémoire associative joue un rôle prépondérant dans notre vie quotidienne, particulièrement lorsque l'on doit retrouver la source d'une information (« Est-ce que j'ai lu cette information dans le journal ou est-ce que je l'ai appris par un ami, à la télé... ? »). L'habileté de rapidement former des associations entre des objets visuels co-occurents est également primordiale d'un point de vue autobiographique. Ces associations nous permettent en effet d'unir plusieurs souvenirs épisodiques dans le but de créer un souvenir unique, défini dans l'espace et le temps. La reconnaissance associative présuppose que le participant discrimine entre des paires anciennes et des paires réarrangées, ce qui dépend théoriquement du succès du processus de récollection (Yonelinas, 1997 ; Hockley & Consoli, 1999 ; Donaldson & Rugg, 1998 ; Wiegand, Bader, & Mecklinger, 2010).

Bien que certaines données continuent de supporter les modèles à un seul processus (voire par exemple Slotnick, 2013), les théories à double processus dominant actuellement la littérature et ont reçu de nombreux arguments provenant d'études électrophysiologiques associant l'effet fronto-médian ancien-nouveau (FN400) à la familiarité et l'effet pariétal ancien-nouveau (LPC) à la récollection (Yonelinas, 2002 ; Rugg & Curran, 2007 ; mais voir Paller, Voss & Boehm, 2007). Cependant, de plus en plus d'études soutiennent l'idée selon laquelle la familiarité serait multi-déterminée et qu'elle ne serait pas complètement indépendante de l'amorçage conceptuelle et de la mémoire associative. La FN400 pourrait également être modulé par les caractéristiques associatives du matériel, caractéristiques pourtant censées être pris en charge par le seul processus de récollection (Jacoby, 1991; Rajaram & Geraci, 2000; Wang & Yonelinas, 2012; Yonelinas, 2002; Zimmer & Ecker, 2010). Il a été montré en effet que, dans certaines conditions, la familiarité pouvait supporter la reconnaissance associative (Quamme et al., 2007 ; Rhodes & Donaldson, 2007 ; Yonelinas et al., 2010). Par exemple lorsque les items peuvent être unifiés en une représentation unique au

moment de l'encodage d'une paire de mots sémantiquement liés (e.g. « arbre – feuille »). Dans ce cas il est possible de créer une image mentale unique qui permettra de reconnaître la paire et de la discriminer efficacement d'une autre. Dans cette condition, il a été montré que la familiarité peut contribuer à la reconnaissance associative et générer un effet ancien/nouveau fronto-médian (Greve, van Rossum & Donaldson, 2007). L'effet d'unification sur la reconnaissance reste encore à préciser. Plus particulièrement, une question intéressante est de savoir si l'unification conduit systématiquement à un bénéfice de récupération ou si elle pourrait également représenter un coût. Par exemple lorsque les éléments de la paire doivent être récupérer séparément ou lorsque l'un des éléments est absent au moment de la reconnaissance (Pilgrim, Murray & Donaldson, 2012).

Le but de notre première étude était de manipuler de façon croisée l'appariement perceptif et le lien sémantique entre les éléments composant les paires. L'information perceptive a été manipulée en comparant les conditions dans lesquelles le dessin, composant une paire dessin-mot, était identique à l'étude et à la reconnaissance (conditions intacte et différente), à une condition dans laquelle un nouveau dessin était introduit lors de la reconnaissance (condition nouvelle). Nous avons également manipulé l'information conceptuelle au travers du lien sémantique des items composant la paire (reliés vs non reliés). Enfin, nous avons manipulé l'information associative en comparant la condition dans laquelle le mot associé au dessin était le même à l'étude et à la reconnaissance (condition intacte), à la condition dans laquelle le mot associé au dessin était modifié au moment de la reconnaissance (condition différente). Nous avons manipulé ces variables au sein d'un même protocole afin de déterminer comment elles influençaient la familiarité, la récollection et les corrélats électrophysiologiques de la reconnaissance (FN400 et LPC).

En accord avec les études précédentes ayant montré que l'unification était bénéfique pour les performances de reconnaissance (Bader et al., 2010 ; Quamme et al., 2007 ; Yonelinas et al., 1999), nous nous attendons à obtenir de meilleures performances avec les paires reliées qu'avec les paires non reliées. Si la familiarité est purement perceptive, alors la FN400 devrait être modulée par les changements perceptifs mais pas par les changements sémantiques et associatifs. En revanche, si la familiarité est sensible aux informations associatives, on devrait observer un effet ancien/nouveau fronto-médian plus important pour la condition intacte (effet intact/nouveau) que pour la condition différente (effet différent/nouveau). De plus, si la familiarité peut effectivement contribuer à la reconnaissance associative, grâce à

l'unification au moment de l'encodage, on devrait observer un effet intact/différent fronto-médian plus important pour les paires fortement associées que pour les paires faiblement associées. Dans la lignée des travaux montrant que la reconnaissance associative génère un effet ancien/nouveau pariétal tardif (LPC) lié à la récollection (Diana et al., 2011 ; Greve et al., 2007 ; Rhodes et Donaldson, 2007 ; Tibon et al., 2014), nous nous attendons à observer des amplitudes positives plus importantes dans la condition intacte que dans les conditions différente et nouvelle. Enfin, si la familiarité est suffisante pour fournir un jugement de reconnaissance, la récollection pourrait ne pas intervenir et ainsi l'amplitude de la LPC être réduite (Bader et al., 2010 ; Jäger, Mecklinger & Kipp, 2006 ; Kriukova, Bridger & Mecklinger, 2013).

2. Méthode

2.1. Participants

Vingt-cinq jeunes adultes droitiers, de langue maternelle française, âgés entre 18 et 25 ans ont participé à cette étude (moyenne d'âge = 20,42 ; 13 femmes). Tous les participants ont rapporté n'avoir aucun antécédent psychiatrique ou trouble neurologique. Après avoir reçu une explication détaillée de l'expérience, chaque sujet donna son consentement écrit. Ils furent tous indemnisés de 20€ pour leur participation.

2.2. Matériel

Notre matériel se composait de 320 paires mot-dessin (cf. figure 1). Chaque paire était composée d'un mot placé sous un dessin. Les dessins étaient tous issus de la base de données d'Alario et Ferrand (1999) standardisé pour le français à partir de la base de données de Snodgrass et Vanderwat (1980). Les paires mot-dessin pouvaient être reliées de sémantiquement (par exemple le dessin d'une abeille avec le mot « miel ») ou non reliées (par exemple le dessin d'un canard et le mot « artichaud »). La relation existante entre le dessin et le mot des paires reliées était de type thématique (e.g., lapin-carotte) plutôt que catégoriel ou taxonomique (e.g., radis-carotte), nous permettant ainsi d'obtenir un haut degré d'unification. La force d'association des paires reliées était de .46 en moyenne (SD = .12), c'est-à-dire que pour un indice donné, le mot cible avait 46% de chance d'être naturellement généré (Alario & Ferrand, 1999).

Afin de pré-tester notre matériel, nous avons utilisé la méthode des juges : vingt sujets ont ainsi évalué la force d'association de 400 paires de dessin-mot, à l'aide d'une échelle en sept points allant de 1 (non associé) à 7 (très fortement associé). Il leur était également demandé de nommer les dessins. Les cent-soixante paires évaluées comme étant les plus associées (aux points 6 et 7 de l'échelle) ont été utilisées comme « paires reliées » et les cent-soixante paires évaluées comme les moins associées (aux points 1 et 2 de l'échelle) ont été utilisées comme « paires non reliées ». Le nombre de lettres et la fréquence des mots dans le vocabulaire ont été contrôlés avec la base Lexique 3 (www.lexique.org) et contrebalancé dans chaque condition expérimentale. Chaque concept (que cela soit en mot ou en dessin) ne fut utilisé qu'une fois.

Au moment du test de reconnaissance, trois conditions étaient présentes. La paire pouvait être « intacte », c'est-à-dire que le dessin et le mot composant la paire était strictement identique à ceux vu lors de l'encodage. La paire pouvait également être « différente », c'est-à-dire composé du dessin vu à l'encodage mais associé à un nouveau mot, tout en gardant la même proximité conceptuelle (par exemple, le dessin d'un lapin associé au mot « carotte » à l'encodage et associé au mot « clapier » lors de la phase de reconnaissance). Autrement dit, dans la condition différente, les dessins faisant partis d'une paire reliée à l'étude demeuraient au sein d'une paire reliée au moment de la reconnaissance et réciproquement, un dessin encodé au sein d'une paire non reliée à l'étude demeurait au sein d'une paire non reliée au moment de la reconnaissance. Enfin, la paire pouvait être « nouvelle », c'est-à-dire composé d'un nouveau dessin et d'un nouveau mot. Un total de 320 paires a ainsi été sélectionnées. Les participants ont été enregistré durant deux sessions séparées d'au moins une semaine. Sur le total des deux sessions, lors de la phase d'étude, 160 paires ont été présentées dont la moitié était reliée et l'autre moitié non reliée. Lors de la phase de reconnaissance, les 160 paires présentées à l'étude ont été divisées en quatre conditions et mélangées à 80 nouvelles paires : 1) 40 paires intactes-reliées ; 2) 40 paires intactes-non reliées ; 3) 40 paires différentes- reliées ; 4) 40 paires différentes-non reliées ; 5) 40 paires nouvelles-reliées ; 6) 40 paires nouvelles-non reliées (voir figure 1). Les paires anciennes et nouvelles ont été contrebalancées entre les participants.

		Appariement perceptif	Appariement associatif	Congruence sémantique
Intacte - R	 CARROT			
	 CARROT			
Intacte - NR	 BUTTERFLY			
	 BUTTERFLY			
Différente - R	 CARROT			
	 HUTCH			
Différente - NR	 BUTTERFLY			
	 CLARINET			
Nouvelle - R				
	 DUVET			
Nouvelle - NR				
	 PIPE			

Figure 13 : Processus hypothétiques à l'œuvre en fonction de la condition (paire Intacte *vs* Différente *vs* Nouvelle) et du lien sémantique (paire reliée (R) *vs* non reliée (NR))

2.3. Procédure

Les participants étaient installés dans une cage de Faraday. Il leur a été demandé d'éviter de bouger durant l'expérience et de minimiser au maximum les clignements des yeux lorsque les stimuli étaient présentés à l'écran. Les stimuli étaient présentés au centre d'un écran de 17 pouces. La présentation des stimuli et l'enregistrement des réponses étaient contrôlées par le logiciel E-Prime® 2.0 (Psychology Software Tools, Inc., Pittsburgh, PA). Dans le but de maintenir un ratio signal sur bruit acceptable mais également que la tâche ne soit pas trop difficile, chaque participant réalisa l'expérience en deux sessions (séparées d'au moins une semaine).

Lors de la phase d'étude, les participants devaient juger s'il existait une relation sémantique entre le dessin et le mot de la paire en utilisant un bouton pour répondre « non » et un autre bouton de la manette pour répondre « oui ». L'objectif de cette

tâche était de nous assurer que les participants encodent chaque élément de la paire ainsi que leur caractéristique associative. Chaque essai de l'étude commençait par l'apparition d'une croix de fixation (+) pendant 500 ms au centre de l'écran, immédiatement suivie par la présentation de la paire pendant 2000 ms. Chaque paire était présentée au centre de l'écran sur un fond gris moyen. La durée de l'intervalle inter essais suivant la réponse du sujet, variait aléatoirement entre 1500 et 2000 ms afin de maintenir l'attention du sujet et de limiter l'anticipation de l'essai suivant de la part du sujet. Les phases d'étude et de reconnaissance étaient séparées par un intervalle de 5 minutes durant lesquelles le sujet effectuait des jeux des sept erreurs.

Lors de la phase de reconnaissance, la tâche du sujet était d'accepter uniquement les paires intactes et de rejeter les paires différentes et nouvelles. En d'autres termes, le jugement de reconnaissance nécessitait de juger si les caractéristiques associatives de la paire étaient inchangées indépendamment de l'identité du dessin. Chaque essai débutait par l'apparition, durant 500 ms, d'une croix de fixation au centre de l'écran immédiatement suivie par la présentation de la paire pendant un temps maximum de 2500 ms. Les sujets devaient alors donner leur réponse le plus justement et le plus rapidement possible en appuyant sur la touche gauche de la manette pour rejeter la paire ou sur la touche droite pour accepter la paire. La configuration des touches de réponse a été contrebalancée entre les sujets.

2.4. Enregistrement EEG et pré-traitement

L'activité électroencéphalographique (EEG) a été enregistrée en continue avec le système BioSemi Active II (BioSemi Instrumentation, Amsterdam), avec 64 électrodes placées à l'aide d'un bonnet placé suivant le système international 10-20 (Chatrian, Lettich, & Nelson, 1988). Deux électrodes additionnelles (CMS/DRL, proche de Pz) ont été utilisées en tant que référence en ligne (pour une description complète voir, Schutter, Leitner, Kenemans, & van Honk, 2006 ; www.biosemi.com). Quatre électrodes externes ont été utilisées afin de détecter les mouvements oculaires horizontaux et verticaux ainsi que les clignements d'œil (deux électrodes étaient placés au niveau du canthi latéral et les deux autres sous les yeux). Deux électrodes externes ont également été placées sur les mastoïdes droite et gauche. Le traitement des données ERP a été réalisé avec le logiciel Brain Vision Analyzer 2.0 (Brain Products GmbH, Gilching, Germany). Le signal EEG continu a été numérisé en 512 Hz puis filtré a posteriori avec un filtre déphasé Butterworth (0.01 Hz – 30 Hz, 12 dB/octave). Les

données de toutes les électrodes ont été re-référencées à partir du signal des mastoïdes. Hors ligne nous avons ensuite segmenté le signal continu en période de 1500 ms, débutant 200 ms avant l'apparition du stimulus. Ces segments ont ensuite été moyennés par canal et par condition. Les segments ont également été corrigés par rapport à la ligne de base de la période de 200 ms précédant l'apparition du stimulus. Seuls les essais associés à une réponse correcte ont été inclus dans le moyennage. Préalablement aux moyennages, nous avons réalisé le rejet des artefacts avec les critères suivants : la différence absolue maximale autorisée entre deux points adjacents a été fixée à 70 $\mu\text{V/ms}$ (afin d'éliminer les artefacts impliquant des pics de voltage) ; la différence, entre les valeurs, maximale autorisée était de 150 $\mu\text{V/ms}$ pour chaque intervalle de 200 ms (afin d'éliminer les segments contenant de trop larges amplitudes de mouvement) ; la valeur de voltage maximal autorisée était de $\pm 75 \mu\text{V}$ (permettant de détecter et éliminer les larges artefacts, comme les clignements d'œil). Afin de maintenir un ratio signal sur bruit acceptable, une limite basse de 20 essais sans artefacts par condition et par participant a été fixée. Une moyenne de 32.2 (4.2) essais par sujet a été conservé pour les paires intactes-fortement associées, 27.7 (4.9) pour les paires intactes-faiblement associées, 28.2 (4.6) pour les paires différentes-fortement associées, 27.8 (3.8) pour les paires différentes-faiblement associées, 32.1 (4.1) pour les paires nouvelles-fortement associées et 32.8 (4.4) pour les paires nouvelles-faiblement associées. Les données ont été analysées avec le logiciel Statistica®.

2.5. Analyses des données

Analyses des performances de reconnaissance. Les hits (« oui » pour les paires intactes) et les rejets corrects (« non » pour les paires différentes et nouvelles) ont été analysées avec une analyse de variance à mesures répétées avec comme variable intra-sujet la Condition (intacte *vs* différente *vs* nouvelle) et le Lien sémantique (reliée *vs* non reliée).

Analyses des données électrophysiologiques. L'amplitude moyenne des pics ERPs a été calculée pour chaque sujet dans deux fenêtres temporelles correspondant à l'effet ancien/nouveau FN400 (300-500 ms) et à l'effet ancien/nouveau pariétal (500-800 ms). Pour chaque sujet, l'amplitude moyenne a été quantifiée dans chacune des conditions expérimentales et dans quatre régions d'intérêt (ROIs) : frontal gauche (moyenne des électrodes F1/F3/F5/FC1), frontal droit (F2/F4/F6/FC2), pariétal

gauche (P1/P3/P5/PO3) et pariétal droit (P2/P4/P6/PO4). Des analyses séparées ont ensuite été conduites dans chaque fenêtre temporelle (précoce : 300-500 ms, tardive : 500-800 ms) pour les régions frontales et pour les régions postérieures, résultant en quatre ANOVA à mesures répétées. Chacune de ces ANOVAs a été conduite avec, comme variables intra-sujet, la Condition (intacte *vs* différente *vs* nouvelle), le Lien sémantique (reliée *vs* non reliée) et la Latéralité (gauche *vs* droite).

Pour toutes les analyses, le seuil alpha de significativité a été fixé à 0.05. Les degrés de liberté, la valeur p et la valeur epsilon (ε : correction de la sphéricité de Greenhouse-Geisser lorsqu'il y a plus de deux degrés de liberté au numérateur du F), ont été reporté. Pour chaque interaction significative nous avons ensuite effectué des comparaisons par paires et les erreurs de type I ont été contrôlées par la correction Holm's Bonferroni. Afin de fournir un indicateur des tailles d'effet, l'êta carré moyen partiel (η_p^2) est reporté pour chaque effet, pour les données comportementales comme pour les données EEG.

3. Résultats

3.1. Performances de reconnaissance

L'ANOVA sur les hits et les rejets corrects a révélé un effet simple de la Condition, $F(2,48) = 49.58$, $MSe = 0.004$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.67$, $\varepsilon = 0.82$, du Lien sémantique, $F(1,24) = 8.08$, $MSe = 0.003$, $p < .01$, $\eta_p^2 = 0.25$, ainsi qu'un effet d'interaction de ces deux facteurs, $F(2,48) = 13.48$, $MSe = 0.003$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.36$, $\varepsilon = 0.82$. La décomposition de l'interaction révèle un effet du Lien sémantique dans la condition intacte, $F(1,24) = 24.36$, $MSe = 0.004$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.50$, mais pas dans la condition différente $F(1,24) = 0.07$, $MSe = 0.003$, $p = .8$, $\eta_p^2 < 0.01$, ni dans la condition nouvelle $F(1,24) = 0.07$, $MSe = 0.002$, $p = .8$, $\eta_p^2 < 0.01$). Ainsi les participants effectuaient plus de hits avec les paires intactes-reliées qu'avec les paires intactes-non reliées. La force d'association n'influençait en revanche pas les rejets corrects. Avec les paires fortement associées, les sujets étaient moins performants dans la condition différente que dans la condition intacte, $F(1,24) = 44.78$, $MSe = 0.003$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.65$ ou nouvelle, $F(1,24) = 64.07$, $MSe = 0.003$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.73$. La différence de performances entre

les conditions intacte et nouvelle (en faveur des paires nouvelles) n'était quant à elle que marginalement significative $F(1,24) = 3.66$, $MSe = 0.001$, $p = .068$, $\eta_p^2 = 0.13$. En revanche, avec les paires non reliées, la différence entre les paires intactes et différentes n'était plus retrouvée $F(1,24) = 1.38$, $MSe = 0.005$, $p = .32$, $\eta_p^2 = 0.04$. Les participants étaient plus performants avec les paires nouvelles qu'avec les paires intactes, $F(1,24) = 41.56$, $MSe = 0.004$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.63$, ou les paires différentes, $F(1,24) = 0.07$, $MSe = 0.002$, $p = .8$, $\eta_p^2 < 0.01$, dans les conditions non reliées.

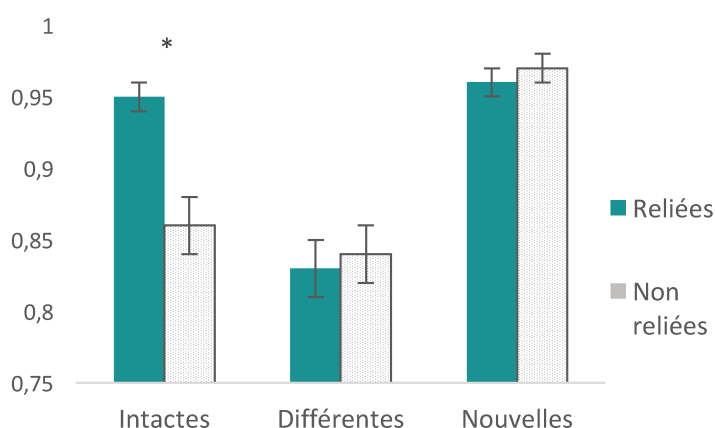


Figure 14 : Proportions de réponses correctes (hits pour les paires intactes et rejets corrects pour les paires différentes et nouvelles) en fonction du lien sémantique (relié vs non relié).

L'ANOVA sur les temps de réponse a révélé un effet principal de la Condition $F(2,48) = 42.54$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.64$, $\varepsilon = 0.91$, un effet principal du Lien sémantique $F(1,24) = 12.58$, $MSe = 18089$, $p < .005$, $\eta_p^2 = 0.34$, ainsi qu'un effet d'interaction de ces deux facteurs $F(2,48) = 4.61$, $MSe = 15465$, $p < .05$, $\eta_p^2 = 0.16$, $\varepsilon = 0.99$. Les participants étaient plus rapides avec les paires reliées qu'avec les paires non reliées mais là aussi cette différence se retrouvait dans la condition intacte $F(1,24) = 18.32$, $MSe = 18596$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.43$ et non dans les conditions différentes $F(1,24) = 1.44$, $MSe = 9698$, $p = .24$, $\eta_p^2 = 0.06$ ou nouvelle $F(1,24) = 0.75$, $MSe = 20726$, $p = .40$, $\eta_p^2 = 0.03$. Pour les paires reliées, les participants étaient plus rapides dans la condition intacte que dans les conditions nouvelle $F(1,24) = 12.05$, $MSe = 23390$, $p < .005$, $\eta_p^2 = 0.33$ ou différentes $F(1,24) = 83.49$, $MSe = 23110$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.78$. Les participants étaient également plus rapides dans la condition nouvelle que différentes $F(1,24) = 23.14$, $MSe = 31332$, p

$<.001$, $\eta_p^2 = 0.49$. En revanche, avec les paires non reliées, les participants étaient plus lents dans la condition différente que dans les conditions intacte ($F(1,24) = 59.62$, $MSe = 14307$, $p <.001$, $\eta_p^2 = 0.20$) ou nouvelle ($F(1,24) = 30.07$, $MSe = 23771$, $p <.001$, $\eta_p^2 = 0.56$), et aucune différence n'a été retrouvée entre les conditions intacte et nouvelle ($F(1,24) = 0.20$, $MSe = 31030$, $p = .66$, $\eta_p^2 < 0.01$).

Ces résultats comportementaux indiquent que le lien sémantique a une influence cruciale sur les performances de reconnaissance. La reconnaissance des paires intactes-reliées était ainsi à la fois plus rapide et plus performante que la reconnaissance des paires intactes-non reliées. Le statut des paires différentes, qui doivent être rejetées du fait du changement de mot associé au dessin, efface cet effet du lien sémantique. Le lien sémantique entre le dessin et le mot ne constitue plus, dans ce cas, un bénéfice puisque la paire doit être rejetée en dépit d'une forte familiarité associative et sémantique. Autrement dit, la signification générale de la paire est conservée et le sentiment de familiarité entre en conflit avec le rejet correct de la paire.

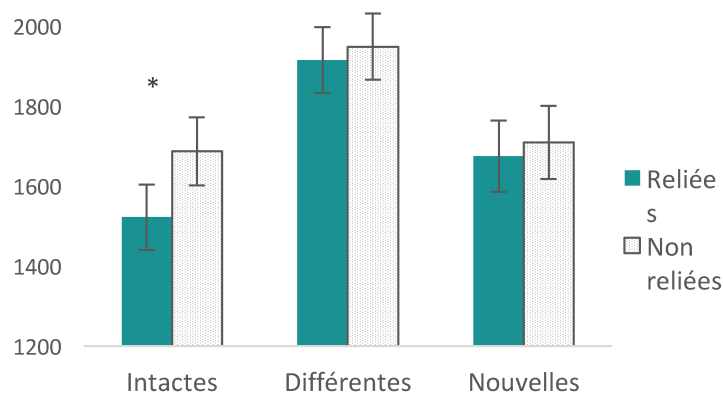


Figure 15. Temps de réponse en fonction de la condition (intacte, différente, nouvelle) et du lien sémantique (relié *vs* non relié).

3.2. Données des ROCs

L'ANOVA sur le paramètre d'estimation de la récollection (R) a mis en évidence un effet simple du Lien sémantique avec une augmentation de la récollection pour les paires reliées rapport aux paires non reliées, $F(1,24) = 9.05$, $MSe = 0.04$, $p <.01$, $\eta_p^2 = 0.27$. Un effet marginalement significatif de la Condition a été retrouvé sur le paramètre de récollection, $F(1,24) = 3.90$, $MSe = 0.13$, $p = 0.6$, $\eta_p^2 = 0.14$.

L'ANOVA sur le paramètre d'estimation de la familiarité (F) n'a, en revanche, décelé ni d'effet de la Condition, $F(1,24) = 1.95$, $MSe = 0.05$, $p = .18$, $\eta_p^2 = 0.08$, ni d'effet de la Force d'association, $F(1,24) = 1.21$, $MSe = 0.10$, $p = .28$, $\eta_p^2 = 0.05$.

Tableau 1 : Estimation des paramètres de récollection (R) et de familiarité (F) en fonction des conditions (intact/différent *vs* intact/nouveau) et du lien sémantique (lié *vs* non lié).

	Intact / Différent		Intact / Nouveau	
	Reliées	Non reliées	Reliées	Non reliées
R	.63 (.37)	.51 (.35)	.77 (.27)	.66 (.26)
F	.51 (.28)	.42 (.32)	.55 (.30)	.50 (.29)

Note : les écart-types sont entre parenthèses

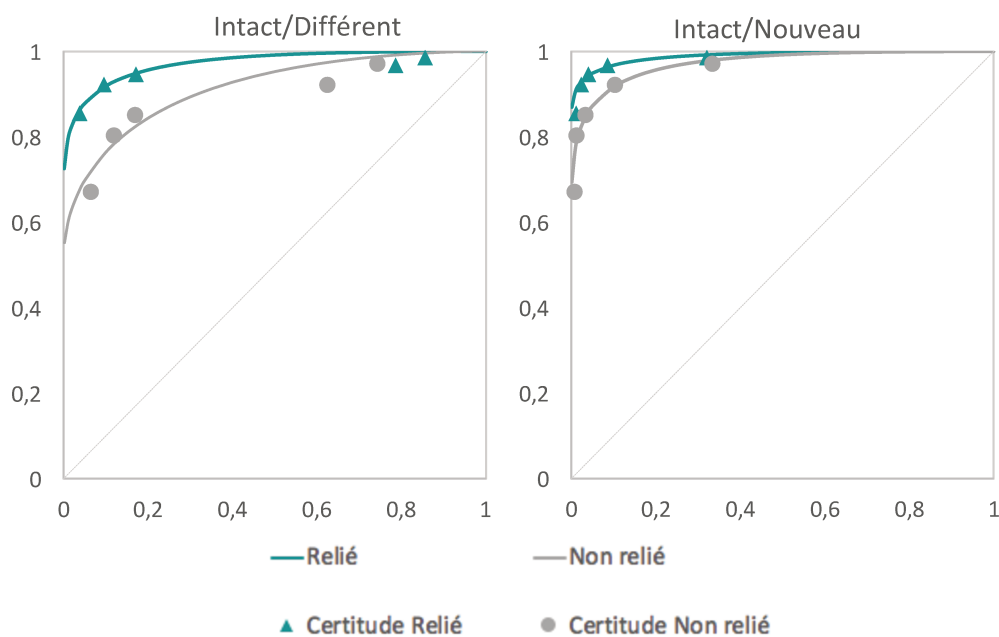


Figure 16. Courbes ROCs intact/différent (à gauche) et intact/nouveau (à droite) en fonction du Lien sémantique (lié, en bleu, *vs* non lié, en gris).

3.3. Potentiels évoqués

3.3.1. Fenêtre temporelle précoce : 300-500 ms

L'ANOVA sur les régions frontales a décelé un effet principal de la Condition, $F(2,48) = 13.63$, $MSe = 54.5$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.36$, $\varepsilon = 0.94$, résultant en des amplitudes plus négatives pour les paires nouvelles par rapport aux paires intactes, $F(1,24) = 27.14$, $MSe = 52.63$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.53$, et aux paires différentes, $F(1,24) = 14.73$, $MSe = 43.85$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.38$. En revanche, l'amplitudes des potentiels évoqués par les paires intactes et différentes n'étaient pas significativement différente, $F(1,24) = 2.89$, $MSe = 66.89$, $p = 0.14$, $\eta_p^2 = 0.09$. L'ANOVA a également décelé un effet principal du Lien sémantique avec de plus grandes amplitudes négatives pour les paires non reliées par rapport aux paires reliées, $F(1,24) = 19.57$, $MSe = 28.7$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.45$. Nous avons également obtenu une interaction Condition x Latéralité, $F(2,48) = 17.76$, $MSe = 1.9$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.43$, $\varepsilon = 0.98$, ainsi qu'une triple interaction Condition x Lien sémantique x Latéralité marginalement significative, $F(2,48) = 2.99$, $MSe = 1.3$, $p = .059$, $\eta_p^2 = 0.11$, $\varepsilon = 0.91$. La décomposition de cette interaction montre que l'effet intact/nouveau FN400 était obtenu pour les paires reliées comme pour les paires non reliées au niveau frontal gauche (FG) et frontal droit (FD) : FG / paires reliées sémantiquement : $F(1,24) = 17.79$, $MSe = 26.95$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.43$; FG / paires non reliées : $F(1,24) = 36.51$, $MSe = 11.73$, $p < .001$; $\eta_p^2 = 0.60$, FD / paires liées : $F(1,24) = 7.26$, $MSe = 28.94$, $p < .05$, $\eta_p^2 = 0.23$; FD / paires non liées : $F(1,24) = 27.11$, $MSe = 12.62$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.53$. De plus, nous avons obtenu une différence entre les conditions intactes et différentes mais qui n'était significative que dans la région frontal gauche avec les paires reliées uniquement, résultant en des amplitudes plus négatives pour les potentiels évoqués par des paires différentes que par des paires intactes, $F(1,24) = 5.39$, $MSe = 27.33$, $p < .05$, $\eta_p^2 = 0.18$. Au niveau frontal droit, nous n'avons pas retrouvé de différence entre les conditions intactes et différente, que cela soit pour les paires reliées, $F(1,24) = 0.42$, $MSe = 29.59$, $p = .52$, $\eta_p^2 = 0.02$, ou pour les paires non reliées, $F(1,24) = 0.02$, $MSe = 20.71$, $p = .90$, $\eta_p^2 < 0.01$. On retrouve en revanche un effet de reconnaissance entre les paires différentes et nouvelles sur

l'ensemble des régions frontales et significatif avec les paires reliées comme avec les paires non reliées, $F(1,24) = 14.73$, $MSe = 43.85$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.38$.

Enfin, la FN400 en condition différente n'était pas modulée par la force d'association de la paire, que cela soit en frontal gauche, $F(1,24) = 2.98$, $MSe = 24.11$, $p = .10$, $\eta_p^2 = 0.11$, comme en frontal droit, $F(1,24) = 1.87$, $MSe = 16.55$, $p = .18$, $\eta_p^2 = 0.07$, alors que l'effet du lien sémantique se retrouvait dans les conditions intacte (FG : $F(1,24) = 11.80$, $MSe = 12.41$, $p < .005$, $\eta_p^2 = 0.33$; FD : $F(1,24) = 6.95$, $MSe = 10.42$, $p < .05$, $\eta_p^2 = 0.22$) et nouvelle (FG : $F(1,24) = 10.03$, $MSe = 11.85$, $p < .005$, $\eta_p^2 = 0.29$; FD: $F(1,24) = 9.90$, $MSe = 15.83$, $p < .005$, $\eta_p^2 = 0.29$).

L'ANOVA sur les régions postérieures a mis en évidence un effet de la Condition, $F(2,48) = 8.02$, $MSe = 30.60$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.25$, $\varepsilon = 0.96$, résultant en des amplitudes plus négatives en condition nouvelle par rapport aux conditions intacte, $F(1,24) = 13.11$, $MSe = 31.65$, $p < .005$, $\eta_p^2 = 0.41$, et différente, $F(1,24) = 12.85$, $MSe = 24.50$, $p < .005$, $\eta_p^2 = 0.35$. Aucune différence significative n'a été obtenue entre les paires intactes et différentes, $F(1,24) = 0.19$, $MSe = 35.65$, $p = .66$, $\eta_p^2 = 0.0008$. De plus, nous n'avons pas retrouvé d'effet du Lien sémantique au niveau des régions postérieures, $F(1,24) = 1.84$, $MSe = 34.31$, $p = .21$, $\eta_p^2 = 0.07$.

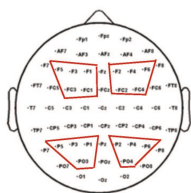
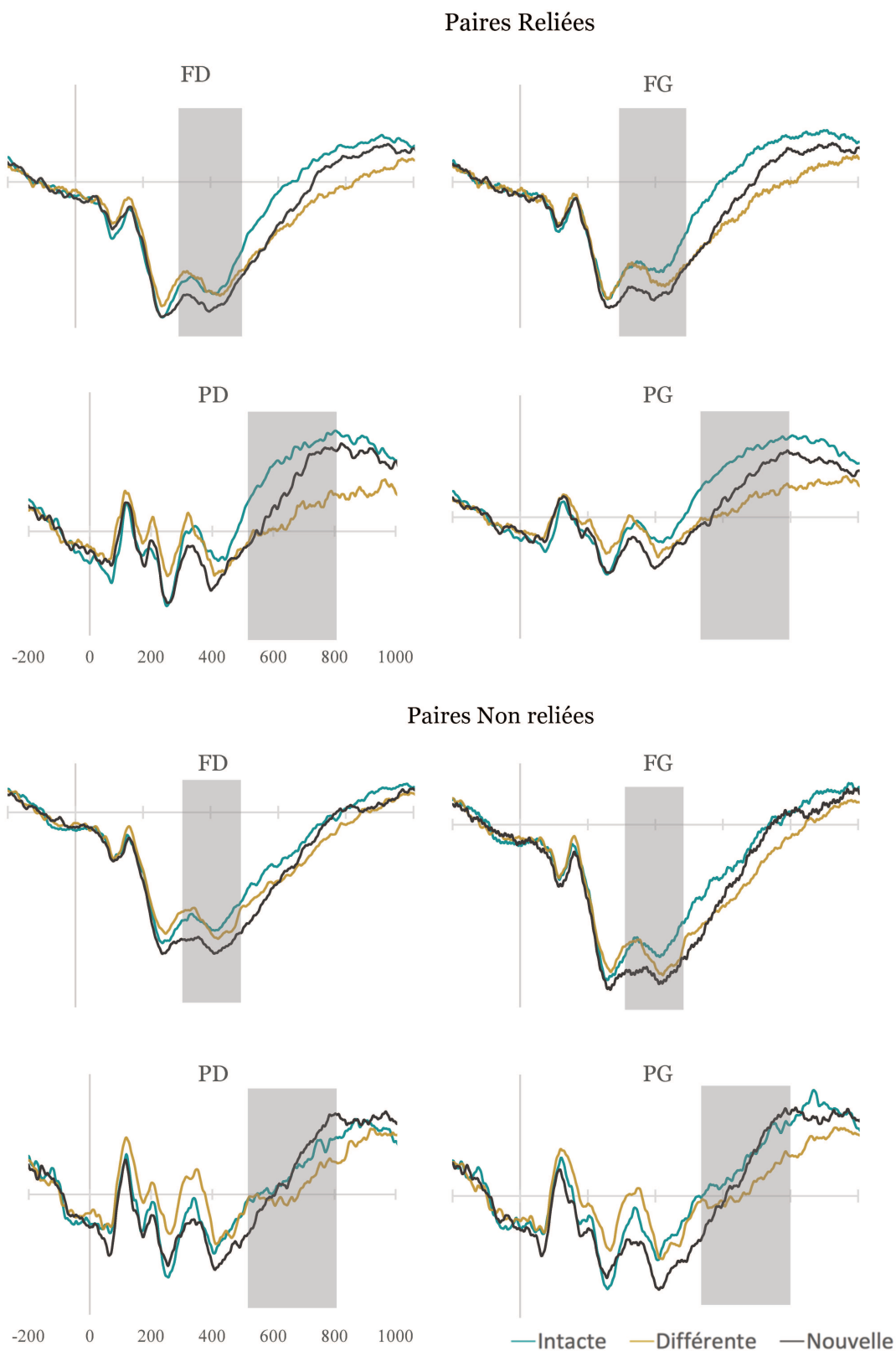


Figure 17. Potentiels évoqués par les paires reliées et non reliées en fonction de la Condition : Intacte (en bleu), Différente (en jaune), Nouvelle (en noir)

3.3.2. Fenêtre temporelle tardive : 500 – 800 ms

Dans la fenêtre temporelle tardive, l'ANOVA sur les régions frontales a mis en évidence un effet principal de la Condition, $F(2,48) = 18.38$, $MSe = 65.48$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.43$, $\varepsilon = 0.70$, résultant en des amplitudes plus positives pour les paires intactes par rapport aux paires nouvelles, $F(1,24) = 10.34$, $MSe = 84.90$, $p < .01$, $\eta_p^2 = 0.30$, et aux paires différentes, $F(1,24) = 26.42$, $MSe = 89.68$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.52$. De plus, les paires nouvelles montraient des amplitudes plus positives que les paires différentes, $F(1,24) = 16.58$, $MSe = 21.87$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.40$. Un effet principal du Lien sémantique a également été obtenu, $F(1,24) = 72.59$, $MSe = 33.73$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.75$, ainsi qu'un effet d'interaction Condition x Lien sémantique, $F(2,48) = 3.90$, $MSe = 42.21$, $p < .05$, $\eta_p^2 = 0.14$, $\varepsilon = 0.76$. Ainsi, dans cette fenêtre temporelle tardive et dans les régions frontales, le Lien sémantique modulait l'amplitude des potentiels évoqués des paires intactes, $F(1,24) = 64.08$, $MSe = 27.47$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.73$, des paires différentes, $F(1,24) = 7.03$, $MSe = 38.19$, $p < .05$, $\eta_p^2 = 0.23$ et des paires nouvelles, $F(1,24) = 14.26$, $MSe = 52.48$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.37$. Les paires fortement associées généraient ainsi des amplitudes plus positives que les paires faiblement associées.

La décomposition de l'interaction Condition x Lien sémantique a révélé que les paires intactes-reliées généraient des amplitudes plus positives que les paires différentes-reliées, $F(1,24) = 44.46$, $MSe = 50.12$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.65$, et les paires nouvelles-reliées, $F(1,24) = 11.97$, $MSe = 66.67$, $p < .005$, $\eta_p^2 = 0.33$. De manière surprenante, nous avons aussi observé des amplitudes plus positives pour les paires nouvelles-reliées que pour les paires différentes-reliées, $F(1,24) = 8.13$, $MSe = 44.21$, $p < .01$, $\eta_p^2 = 0.25$. En revanche, avec les paires non reliées, la différence d'amplitude entre les paires nouvelles et différentes n'était plus retrouvée, $F(1,24) = 1.58$, $MSe = 40.34$, $p = .22$, $\eta_p^2 = 0.06$, alors que la différence d'amplitude entre les paires intactes-non reliées et différentes-non reliées était toujours significative, $F(1,24) = 7.69$, $MSe = 60.85$, $p < .05$, $\eta_p^2 = 0.24$.

L'ANOVA dans les régions pariétales a révélé un effet principal de la Condition, $F(2,48) = 10.62$, $MSe = 51.42$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.31$, $\varepsilon = 0.78$, ainsi qu'un effet principal du Lien sémantique, $F(1,24) = 50.35$, $MSe = 15.14$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.68$. L'ANOVA a

également mis en évidence des effets d'interaction Condition x Latéralité, $F(2,48) = 4.91$, $MSe = 1.70$, $p < .05$, $\eta_p^2 = 0.17$, $\varepsilon = 0.93$ ainsi que Condition x Lien sémantique, $F(2,48) = 5.93$, $MSe = 32.57$, $p < .005$, $\eta_p^2 = 0.20$, $\varepsilon = 0.86$. La décomposition de l'interaction Condition x Latéralité indique la présence d'un effet intact/nouveau au niveau pariétale gauche, $F(1,24) = 5.19$, $MSe = 31.22$, $p < .05$, $\eta_p^2 = 0.18$, mais pas au niveau pariétal droite ($F(1,24) = 1.48$, $MSe = 35.59$, $p = 0.23$, $\eta_p^2 = 0.06$). En revanche la différence d'amplitudes entre les conditions intacte et différente était significative à gauche, $F(1,24) = 18.21$, $MSe = 35.64$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.43$, comme à droite, $F(1,24) = 14.13$, $MSe = 31.52$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.37$, et allait dans le sens d'amplitudes plus positives dans la condition intacte par rapport à la condition différente. De plus, l'effet différent/nouveau, se traduisant par des amplitudes plus positives pour les paires nouvelles que différentes, était également significatif à gauche, $F(1,24) = 12.31$, $MSe = 13.18$, $p < .005$, $\eta_p^2 = 0.34$, comme à droite, $F(1,24) = 15.69$, $MSe = 12.21$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.39$.

La décomposition de l'interaction Condition x Lien sémantique indique que le Lien sémantique modulait l'amplitude des potentiels évoqués par les conditions intacte, $F(1,24) = 50.99$, $MSe = 19.07$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.68$, et nouvelle, $F(1,24) = 6.77$, $MSe = 23.65$, $p < .05$, $\eta_p^2 = 0.22$, mais n'influait pas l'amplitudes des potentiels évoqués dans la condition différente, $F(1,24) = 0.42$, $MSe = 37.56$, $p = .52$, $\eta_p^2 = 0.02$. De plus, l'effet intact/nouveau pariétal était significatif avec les paires reliées, $F(1,24) = 8.42$, $MSe = 44.07$, $p < .01$, $\eta_p^2 = 0.26$, mais pas avec les paires non reliées, $F(1,24) = 0.01$, $MSe = 40.99$, $p = .91$, $\eta_p^2 < 0.01$. De la même manière, l'effet intact/différent pariétal était significatif avec les paires reliées, $F(1,24) = 35.62$, $MSe = 38.20$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.60$, mais pas avec les paires non reliées, $F(1,24) = 1.50$, $MSe = 62.57$, $p = .23$, $\eta_p^2 = 0.06$. De manière surprenante, avec les paires reliées, l'amplitude des potentiels évoqués dans la condition différente était plus négative que l'amplitude des potentiels évoqués dans la condition nouvelle, $F(1,24) = 7.48$, $MSe = 41.55$, $p < .05$, $\eta_p^2 = 0.24$. Cet effet différent/nouveau n'était pas retrouvé avec les paires non reliées, $F(1,24) = 3.26$, $MSe = 24.58$, $p = .08$, $\eta_p^2 = 0.12$.

Performances de reconnaissance

- Effet de la Condition
- Effet du Lien sémantique

• Condition x Lien sémantique

Effet de la sémantique uniquement sur les paires intactes

• Paires reliées

$N > I > D$

• Paires non reliées

$N > I = D$

Estimation de R et F

Lien sémantique fort

↑ R uniquement

Résultats sur la FN400

- Effet de la Condition
- Effet du Lien sémantique

• Interaction Condition x Latéralité x Lien sémantique

Pas d'effet de la sémantique sur les paires différentes

• Effet $I > N$

Paires reliées et non reliées
à gauche et à droite

• Effet $D > N$

Paires reliées et non reliées
à gauche et à droite

• Effet $I > D$

Paires reliées et marginal pour les non reliées
Latéralisé à gauche

Résultats sur la LPC

- Effet de la Condition
- Effet du Lien sémantique

• Interaction Condition x Latéralité

• Effet $I > N$

À gauche

• Effet $I > D$

À gauche et à droite

• Effet $D < N$

À gauche et à droite

• Interaction Condition x Lien sémantique

Pas d'effet de la sémantique sur les paires différentes

• Effet $I > N$

Que paires reliées

• Effet $I > D$

Que paires reliées

• Effet $D > N$

Que paires reliées

Boîte 1 : Résumé des performances de reconnaissances, des estimations des paramètres de récollection (R) et de familiarité (F) et des résultats électrophysiologiques dans les fenêtres temporelles précoce au niveau frontal (FN400) et tardive au niveau pariétal (LPC)

4. Discussion

En manipulant les informations perceptives, la force d'association et l'information associative au sein de la même tâche, le but de cette étude était de dissocier et d'observer les effets de ces trois variables sur les processus de reconnaissance et leurs corrélats électrophysiologiques. La tâche de catégorisation réalisée lors de l'étude nous a permis d'augmenter, de manière implicite, le traitement sémantique des paires à encoder et ainsi de favoriser l'unification des paires d'items reliés.

En accord avec les études précédentes ayant mis en évidence un bénéfice de l'unification sur la reconnaissance (Bader et al., 2010 ; Quamme et al., 2007 ; Yonelinas et al., 1999), nous avons obtenu de meilleures performances pour les paires reliées que pour les paires non reliées. En revanche, cet effet du Lien sémantique était présent pour les paires intactes mais n'était plus retrouvé pour les paires différentes. Les sujets devaient en effet rejeter la paire différente et ce même si les items étaient reliés et que la paire conservait donc un même sens général. Le sentiment de familiarité sémantique de la paire constitue ici un obstacle conflictuel à l'identification du changement d'associé. Le fait que les sujets étaient systématiquement plus lents pour répondre aux paires différentes met en évidence cette difficulté supplémentaire et indique l'implication d'un processus de « recall-to-reject » dans cette condition, c'est-à-dire que les sujets devaient récupérer le mot qui était associé au dessin lors de l'encodage pour pouvoir correctement rejeter la paire différente (Doshier, 1984 ; Hintzmann & Curran, 1994 ; Ratcliff et McKonn, 1982, 1989 ; Rotello & Heit, 2000).

L'un des objectifs de cette étude était d'observer l'effet croisé des variables perceptives, conceptuelles (lien sémantique) et associatives sur le corrélat électrophysiologique de la familiarité. Dans la fenêtre temporelle précoce (300-500ms) et dans les régions frontales, nous avons bien retrouvé un effet ancien/nouveau de reconnaissance avec des amplitudes négatives plus importantes pour la condition nouvelle par rapport à la condition intacte (Rugg & Curran, 2007). Nous avons également obtenu un effet différent/nouveau avec des amplitudes plus négatives pour les paires nouvelles. Ces deux effets précoces de reconnaissance étaient obtenus que les paires soient fortement ou faiblement associées. Cette négativité plus importante pour les paires nouvelles indique que la détection de nouveauté du dessin a eu lieu à ce stade précoce. De plus, cette détection de la nouveauté du dessin avait également lieu dans les régions pariétales dans cette même fenêtre temporelle. Ainsi, nos résultats sont en accord avec les études précédentes montrant que la FN400 est sensible aux informations perceptives et aux changements perceptifs entre l'étude et la

reconnaissance (Ecker et al., 2007 ; Groh-Bordin et al., 2006 ; Nyhus et Curran, 2009 ; Schloerscheidt et Rugg, 2004). Ainsi, nos résultats suggèrent que réduire la FN400 à un phénomène d'amorçage conceptuel, au même titre que la N400, comme l'avait suggéré l'équipe de Paller (Paller et al., 2007 ; Voss & Paller, 2006), paraît trop réducteur à travers ce résultat.

En revanche, nos résultats montrent que l'appariement perceptif n'est pas la seule variable déterminante pour la FN400 qui paraît au contraire multi-déterminée, à la fois au niveau de l'appariement perceptif et conceptuel (Bridger et al., 2014 ; Coane et al., 2011 ; Guillaume, Baier, Bourgeois & Tinard, 2017 ; Tibon et al., 2014). L'effet du changement d'associé est en effet observé sur la FN400 et se traduit par des amplitudes plus négatives pour les paires différentes (i.e., paires ayant subi le changement d'associé) par rapport aux paires intactes. Cependant cet effet du changement d'associé n'a été obtenu sur la FN400 que lorsque les paires étaient reliées sémantiquement. Autrement dit, pour que le caractère associatif de la paire module cette composante précoce, le lien sémantique fort de la paire constitue un prérequis. La FN400 n'est pas modulée par des changements associatifs arbitraires et sans signification. Le changement d'associé ne modulait pas l'amplitude des potentiels évoqués lorsque les paires étaient non reliées sémantiquement. Ce résultat suggère que lorsque les items de la paire à mémoriser peuvent être unifiés sur la base de leur signification (i.e. quand ils sont reliés), la trace en mémoire est plus forte et ainsi le changement d'associé peut être détecté sur la base du processus précoce de familiarité tel qu'il est reflété par la FN400. Notre étude apporte ainsi un argument supplémentaire à la conception selon laquelle la familiarité, reflétée par la FN400, peut contribuer à la reconnaissance épisodique associative (Bader et al., 2010 ; Greve et al., 2007 ; Jäger et Mecklinger, 2009 ; Rhodes et Donaldson, 2007, 2008 ; Tibon et al., 2014). De plus, notre étude montre que si « l'effet de familiarité de l'item » (ou de « familiarité perceptive », c'est-à-dire l'effet de détection de nouveauté du dessin, représenté par des amplitudes plus négatives pour les paires nouvelles par rapport aux paires différentes et intactes) était retrouvé dans l'hémisphère droit comme dans l'hémisphère gauche, « l'effet de familiarité associative » (i.e., l'effet du changement d'associé, représenté par l'effet intact/différent) était, lui, latéralisé au niveau frontal gauche. Ce résultat est congruent avec les études ayant montré une activation unilatérale du cortex préfrontal gauche durant la récupération contrôlée de matériel verbal (Wagner et al., 1998 ; McDermott et al., 1999).

L'effet de détection de la nouveauté du dessin ou effet de familiarité perceptive (i.e., effets intact/nouveau et différent/nouveau), a été obtenu à la fois dans les régions frontales et dans les régions pariétales. En revanche l'effet de familiarité associative a été sélectivement obtenu uniquement au niveau frontal gauche. Cette distribution topographique est congruente avec la conception selon laquelle la familiarité, reflétée par la FN400, est multi-déterminée et l'idée selon laquelle l'effet ancien/nouveau fronto-médian (FN400) est associé à la familiarité relative et que l'effet ancien/nouveau postérieur est lié à la familiarité absolue. Nos données sont bien en accord avec cette conception puisque c'est bien la familiarité relative qui est déterminante pour discriminer entre les paires intactes ou différentes et que l'effet intact/différent a bien été retrouvé au niveau frontal sélectivement.

Une autre interprétation possible de cet effet de familiarité associative pourrait être qu'il reflète un processus de fluence associé à l'amorçage conceptuel (Paller et al., 2007 ; Voss et al., 2012). La baisse des amplitudes négatives pour les paires intactes-relées par rapport aux paires différentes-relées pourrait refléter l'augmentation de la fluence associée à la deuxième rencontre avec les paires intactes-relées. Une telle augmentation de fluence n'aurait pas lieu avec les paires différentes à cause du changement d'associé (i.e., de mot) au moment de la reconnaissance. Dans notre étude, le lien sémantique modulait précocement l'amplitude des potentiels évoqués par les paires intactes et nouvelles, suggérant effectivement que le traitement des paires relées était plus fluent que celui des paires non relées. Alors que dans les études précédentes (e.g., Bridger et al., 2014) le lien sémantique ne modulait que la familiarité relative (c'est-à-dire l'amplitude des paires intactes), avec notre étude nous précisons que le lien sémantique peut également moduler familiarité absolue (c'est-à-dire l'amplitude des paires nouvelles). En revanche le lien sémantique ne modulait pas l'amplitudes des potentiels évoqués par les paires différentes alors qu'ayant subi un changement d'associé au moment de la reconnaissance, les items d'une paire différente-relée gardaient la même proximité conceptuelle, la même signification globale et donc on aurait pu supposer que ces paires différentes-relées auraient été traitées de manière plus fluente que les paires différentes-non relées. Ainsi le changement d'associé ne permet plus au lien sémantique de moduler la familiarité relative. La différence d'amplitude observée sur la FN400 entre les paires intactes-relées et les paires différentes-relées indique bien la détection du changement d'associé à un stade précoce du traitement. Ces résultats montrent que la familiarité

peut également être sensible aux informations associatives (Bridger et al., 2014 ; Coane et al., 2011 ; Guillaume et al., 2017 ; Tibon et al., 2014).

L'effet ancien/nouveau pariétal tardif, généralement interprété comme le corrélant de la récollection, a bien été retrouvé dans notre étude, et de manière congruente avec les recherches précédentes (Curran et Cleary, 2003 ; Mecklinger, 2000 ; Rugg et Curran, 2007). Cependant, dans notre étude, cet effet n'a été obtenu qu'avec les paires reliées sémantiquement. Ainsi nos données confirment que le corrélant électrophysiologique de la récollection serait sensible aux informations conceptuelles et à la signification du matériel à récupérer en mémoire. Dans les régions pariétales et dans la fenêtre temporelle tardive, nous avons également obtenu un effet intact/différent, se traduisant par des amplitudes plus positives pour les paires intactes que pour les paires différentes, mais uniquement lorsque les paires étaient fortement associées. Nous avons formulé l'hypothèse que l'effet LPC serait présent quelle que soit le lien sémantique des paires. Or, nous avons observé que, tout comme l'effet FN400, l'apparition de la LPC est dépendant du lien conceptuel entre les items constituant les paires. Nous avons même émis l'hypothèse que dans le cas où la familiarité est suffisante, l'effet LPC serait ensuite moindre et donc nous nous attendions à obtenir un effet LPC plus important avec les paires non reliées. Mais les performances avec paires différentes étaient équivalentes pour les paires reliées et les non reliées et étaient les plus basses, ce qui suggère que le conflit généré par les paires différentes était important, que les paires soient reliées ou non. Ainsi, quelle que soit la contribution précédente de la familiarité, ce conflit ne serait pas résolu et le système aurait désormais besoin de recollecter l'association exacte afin de discriminer une paire familière en raison de sa proximité conceptuelle et sa congruité avec les connaissances préexistantes d'une paire intacte. Cette proposition s'accorde avec nos données comportementales puisque les participants prenaient toujours plus de temps pour rejeter les paires différentes que pour accepter les paires intactes.

Les résultats obtenus dans la fenêtre temporelle tardive ont également mis en évidence une dissociation topographique intéressante. Si, dans les régions pariétales, l'effet intact/nouveau et l'effet intact/différent étaient observés uniquement avec les paires reliées sémantiquement, ces effets ont été retrouvés en revanche quel que soit le lien sémantique au niveau des régions frontales. Il est donc possible que l'augmentation de la difficulté associée au traitement des paires non reliées (comme en témoigne la baisse des performances de reconnaissance et l'augmentation des temps de réponse dans cette condition) ait conduit à un changement topographique de la

distribution de ces effets et à l'implication supplémentaire de processus d'orientation et de contrôle de la récupération ou de la reconstruction mnésique de la paire. Dans la même lignée, de précédentes études ont mis en évidence un effet frontal tardif de reconnaissance et il a été postulé que cet effet serait lié à un effort de récupération de l'information, à des tentatives de récupérations supplémentaires, lorsque la difficulté de la tâche est trop importante (Allan, Wilding, & Rugg, 1998; Ally, Simons, McKeever, Peers, & Budson, 2008; Rugg & Wilding, 2000 ; Wilding & Rugg , 1997).

Un pattern de résultat inattendu a été obtenu dans cette fenêtre temporelle tardive. Les paires différentes-reliées présentaient des amplitudes plus négatives que les paires nouvelles-reliées. Cet effet pourrait être compris comme une négativité postérieur tardive (LPN pour Late Posterior Negativity) parfois obtenu dans des études sur la reconnaissance et la mémoire de la source (Curran, 1999 ; Cycowicz, Friedman, Duff & Snodgrass, 2001 ; Nessler, Mecklinger & Penney, 2001). L'effet LPN a été originellement observé dans des tâches de mémoire de la source mais également dans des tâches de reconnaissance d'item dans lesquelles la réponse générait un conflit nécessitant une évaluation supplémentaire lors de la récupération mnésique (Cycowicz & Friedman, 2003 ; Johansson & Mecklinger, 2003). Dans notre étude, les paires différentes-reliées ont dû générer un conflit entre une importante familiarité absolue et relative (lié au fort lien sémantique entre les items de la paire, le maintien du sens général et l'appariement du dessin) et une modification de la trace associative (changement de mot associé au dessin).

En résumé, cette première étude montre que la familiarité, telle que reflétée par la FN400, est sensible aux informations perceptives, conceptuelles et associatives. Elle permet également de préciser les conditions des effets produits par les caractéristiques associatifs et conceptuels du matériel. Il apparaît en effet que la sensibilité du corrélât de la familiarité aux informations associatives est conditionnée par les informations conceptuelles et nécessite un processus sémantique d'unification lors de l'encodage. Nos résultats vont ainsi dans le sens d'une conception de la familiarité et de la FN400 comme étant multi-déterminée. De plus, le pattern d'influence des informations conceptuelles est identique sur la FN400 et la LPC, suggérant un fonctionnement en partie similaire de ces deux composantes, plutôt en faveur des modèles de redondance des processus de familiarité et de récollection. Il semblerait que la signification du matériel influence ces deux processus de façon positive.

Un critique pourrait être formulée par rapport à l'interprétation de la détection de la nouveauté du dessin comme le signe d'une influence prépondérante des informations perceptives. Une critique possible est en effet que le sujet appuie principalement sa décision de reconnaissance sur la reconnaissance du dessin. Notons cependant qu'il ne s'agit pas de la meilleure stratégie de réponse, en particulier pour discriminer les paires intactes des paires différentes. Afin d'approfondir cette question, dans l'étude 2, nous avons réalisé la même expérience en éliminant au maximum l'appariement perceptif des paires.

Étude 2. Effets du changement de format et du lien sémantique lors de la reconnaissance associative

1. Introduction

Cette deuxième étude a été réalisée afin de compléter la première en introduisant la manipulation directe d'une information perceptive : le format de présentation des stimuli (mot *vs* image). Dans le but de comprendre le phénomène de « supériorité des images » (ou « picture superiority effect »), Curran et Doyle (2011) ont manipulé le format de présentation des items entre l'étude et la reconnaissance, aboutissant à quatre conditions expérimentales : 1) mots/mots, 2) images/mots, 3) mots/images, 4) images/images. Leurs résultats ont montré de meilleures performances de reconnaissance pour les items qui avaient été étudiés sous forme d'images plutôt que sous forme de mots, et ce quel que soit le format de présentation au moment de la reconnaissance. De plus, l'effet ancien/nouveau observé sur la FN400 était plus important en cas de congruence du format (i.e. conditions images/images et mots/mots) que lorsque le format était modifié entre l'étude et la reconnaissance. En revanche, l'effet ancien/nouveau pariétal tardif (LPC) était plus important lorsque les items étaient étudiés sous forme d'images quel que soit le format de présentation au moment de la reconnaissance. Les auteurs conclurent que l'effet de supériorité des images provenait du fait que l'encodage d'images permet d'encoder plus d'attributs distinctifs que l'encodage de mots, augmentant ainsi la récollection ultérieure (Curran & Doyle, 2011). Cet effet de supériorité des images serait également présent lors de tâches de reconnaissance associative. Étudier des paires d'images plutôt que des paires de mots permettrait en effet de meilleures performances (Hockley, 2008). En somme, le changement de format entre l'étude et la reconnaissance serait nuisible à l'apparition de la FN400 alors qu'il n'affecterait pas ou peu l'effet ancien/nouveau pariétal tardif (Curran & Doyle, 2011 ; Schloerscheidt & Rugg, 2004). Cette proposition est en accord avec les modèles double processus de la mémoire de reconnaissance qui postulent que la familiarité relèverait principalement d'un processus de récupération des traits perceptif alors que la récollection s'appuierait davantage sur la signification et un processus de récupération des traits conceptuels.

À travers ces deux premières études, nous avons voulu observer l'effet du changement de format sur les estimations comportementales de la familiarité et de la récollection ainsi que sur leurs corrélats électrophysiologiques, respectivement la

FN400 et la LPC. De plus, en manipulant les informations conceptuelles (via la force d'association sémantique des paires), nous avons voulu tester si l'effet du changement perceptif de format était à son tour modulé par les informations conceptuelles et la force d'association des items de la paire ou si cet effet était indépendant du lien sémantique de la paire. Dans la lignée de la conception selon laquelle la familiarité, telle que reflétée par la FN400, serait multi-déterminée et sensible aux informations perceptives et conceptuelles (Bridger et al., 2014 ; Coane et al., 2011 ; Guillaume et al., 2017 ; Tibon et al., 2014), nous avons émis l'hypothèse selon laquelle le changement de format entraînerait la diminution ou la disparition de l'effet ancien/nouveau fronto-médian précoce (e.g., Curran & Doyle, 2011). Cependant, dans le cas des paires fortement associées, les informations conceptuelles devraient permettre de pallier la perte des indices perceptifs et ainsi permettrait d'observer un effet ancien/nouveau sur la FN400.

2. Méthode

2.1. Participants

Vingt adultes jeunes droitiers, de langue maternelle française, âgés entre 18 et 30 ans ont participé à cette étude (moyenne d'âge 22.10 ; 10 femmes). Tous les participants ont rapporté n'avoir aucun antécédent psychiatrique ni de trouble neurologique. Après avoir reçu une explication détaillée de l'expérience, chaque sujet donna son consentement écrit. Ils furent tous indemnisés de 20€ pour leur participation.

2.2. Matériel

Le matériel de cette deuxième expérience était identique à celui de la première expérience, à savoir 320 paires dessin-mot, mais nous disposions également, pour la phase de reconnaissance, de 240 paires de mots dont le mot présenté en haut était issu de la conversion du dessin dans l'expérience 1 en mot. Comme dans la première expérience nous avons manipulé le Lien sémantique (relié *vs* non relié) et la Condition (identique *vs* différent *vs* nouveau), c'est le format de présentation de l'indice de récupération qui était modifié dans cette deuxième expérience. Alors que dans la première expérience le format demeurait toujours identique, le format était désormais

modifié entre l'étude et la reconnaissance entraînant un non appariement perceptif des paires à reconnaître. Le design expérimental est résumé dans la figure 18.

2.3. Procédure

La procédure était strictement identique à celle de la première expérience (cf. p 69). Comme dans l'étude 1, lors de la phase test, les sujets ne devaient accepter les paires que si elles étaient exactement identiques à celle vue au moment de l'étude (paire 'intacte'). Les sujets devaient accepter les paires intactes malgré le fait qu'elles aient subi un changement de format. Par exemple s'il avait été présenté à l'étude le dessin d'un lapin avec le mot « carotte », au test les sujets devaient accepter la paire uniquement si elle comportait le mot « lapin » et le mot « carotte ». Les paires différentes et les paires nouvelles devaient quant à elles être rejetées.

	Study	Test	Appariement perceptif	Appariement associatif	Congruence sémantique
Intacte R Même Format	 CARROT	 CARROT	●	●	●
Intacte R Format modifié	 CARROT	RABBIT CARROT		●	●
Intacte NR Même Format	 BUTTERFLY	 BUTTERFLY	●	●	
Intacte NR Format modifié	 BUTTERFLY	PINEAPPLE BUTTERFLY		●	
Différente R Même Format	 CARROT	 HUTCH	●		●
Différente R Format modifié	 CARROT	RABBIT HUTCH			●
Différente NR Même Format	 BUTTERFLY	 CLARINET	●		
Différente NR Même Format	 BUTTERFLY	PINEAPPLE CLARINET			
Nouvelle R Même Format		 DUVET			●
Nouvelle R Format modifié		BED DUVET			●
Nouvelle NR Même Format		 PIPE			
Nouvelle NR Format modifié		SWAN PIPE			

Figure 18. Processus hypothétiques impliqués dans les différentes conditions expérimentales.

2.4. Enregistrement et pré-traitement ERPs

L'activité électroencéphalographique (EEG) a été enregistrée en continue avec le système BioSemi Active II (BioSemi Instrumentation, Amsterdam), à partir de 64 électrodes placées à l'aide d'un bonnet placé suivant le système international 10-20 (Chatrian, Lettich, & Nelson, 1988). Deux électrodes additionnelles (CMS/DRL, proche de Pz) ont été utilisées en tant que référence en ligne (pour une description complète voir, Schutter, Leitner, Kenemans, & van Honk, 2006 ; www.biosemi.com). Quatre électrodes externes ont été utilisées afin de détecter les mouvements oculaires horizontaux et verticaux ainsi que les clignements d'œil (deux électrodes étaient placés au niveau du canthi latéral et les deux autres sous les yeux). Deux électrodes externes ont également été placées sur les mastoïdes droite et gauche.

Le traitement des données ERP a été réalisé avec le logiciel Brain Vision Analyzer 2.0 (Brain Products GmbH, Gilching, Germany). Le signal EEG continu a été numérisé en 512 Hz puis filtré hors ligne avec une bande passante de 0.01 Hz à 30 Hz. Les données de toutes les électrodes ont été re-référencées à partir du signal des mastoïdes. Hors ligne nous avons ensuite segmenté le signal continu en période de 1500 ms, débutant 200 ms avant l'apparition du stimulus. Ces segments ont ensuite été moyennés par canal et par condition. Les segments ont également été corrigés par rapport à la ligne de base de la période de 200 ms précédant l'apparition du stimulus. Seuls les essais associés à une réponse correcte ont été inclus dans le moyennage. Préalablement aux moyennages, nous avons réalisé le rejet des artefacts avec les critères suivants : la différence absolue maximale autorisée entre deux points adjacents a été fixée à 70 $\mu\text{V/ms}$ (afin d'éliminer les artefacts impliquant des pics de voltage) ; la différence, entre les valeurs, maximale autorisée était de 150 $\mu\text{V/ms}$ pour chaque intervalle de 200 ms (afin d'éliminer les segments contenant de trop larges amplitudes de mouvement) ; la valeur de voltage maximal autorisée était de $\pm 75 \mu\text{V}$ (permettant de détecter et éliminer les larges artefacts, comme les clignements d'œil). Afin de maintenir un ratio signal sur bruit acceptable, une limite basse de 20 essais sans artefacts par condition et par participant a été fixée. Une moyenne de 32.2 (4.2) essais par sujet a été conservé pour les paires intactes reliées, 27.7 (4.9) pour les paires intactes non-reliées, 28.2 (4.6) pour les paires différentes reliées, 27.8 (3.8) pour les paires différentes non-reliées, 32.1 (4.1) pour les nouvelles paires reliées et 32.8 (4.4) pour les nouvelles paires non-reliées.

2.5. Analyses des données

Les données de cette deuxième expérience ont été analysées avec celles de la première expérience à l'aide du logiciel Statistica®, c'est-à-dire que toutes les ANOVAs décrites ci-après avaient une variable inter-sujet qui était le Format de présentation, à deux modalités : identique (étude 1) et modifié (étude 2).

Analyses des performances de reconnaissance. Les réponses correctes, les hits (« oui » pour les paires intactes) et les rejets corrects (« non » pour les paires différentes et nouvelles) ont été analysées à l'aide d'une analyse de variance à mesures répétées avec comme variable intra-sujet la Condition (intact vs différentes vs nouvelles) et la Force d'association (fortement associées vs faiblement associées).

Analyses des ROCs. Les ROCs moyennes pour les deux groupes (format identique vs format modifié) ont été générées en agrégeant les données des sujets. Les taux de hits et de fausses reconnaissances (FA) ont été calculés pour chaque niveau de certitude. Les taux cumulés de hits et les taux cumulés de FA de chaque niveau de certitude ont ensuite permis d'obtenir des courbes ROC en cinq points ((3 niveaux de certitude x 2 catégories de réponses) – 1 df) (Macmillan & Creelman, 1990). Les ROCs moyennes ont été ainsi construites pour chaque groupe à partir de mille huit cents items anciens, i.e. condition intact (quarante-cinq participants x quarante items) et mille huit cents items nouveaux (quarante-cinq participants x quarante items), et ceci pour les paires reliées ainsi que pour les paires non reliées.

Analyse des ROCs individuelles. Les ROCs individuelles ont été générées à partir de quarante items anciens (condition intacte), quatre-vingts items nouveaux, soit un minimum de quarante observations par point pour chaque ROC individuelle. L'ajustement du modèle aux données ROCs individuelles observées, a été obtenu en utilisant l'équation générale proposée par Yonelinas (1999), qui relie la probabilité de hits à la probabilité de fausses reconnaissances suivant le modèle binormal².

$$^2 P(\text{"yes"/target}) = P(\text{"yes"/new}) + R_t + (1 - R_t)\phi((d'/2) - c) - (1 - R_f)\phi(-(d'/2) - c)$$

Dans cette équation, R_t est la probabilité de cibles de récollection (rappel pour accepter); d' est la différence entre la distribution de la moyenne de la familiarité des items anciens et la distribution de la moyenne de la familiarité des items nouveaux; c est le critère de décision; R_f est la probabilité de leurres de récollection (rappel pour rejeter) ; ϕ est la fonction de densité de la distribution normal (proportion de cibles et de leurres qui excède le critère décision c avec un certain d'). Nous avons utilisé le modèle DPSD1 qui comprend les paramètres suivants : paramètres variables = R_{old} , d' et c ; paramètre fixé : $R_n = 0$; contrainte : $R_{old} \geq 0$.

L'ajustement a été déterminé par le modèle de reconnaissance standard DPSD (Heathcote et al., 2006 ; Wixted, 2007 ; Yonelinas & Parks, 2007). La familiarité (F) et la récollection (R) ont été estimées pour chaque sujet. Nous avons donc pour chaque sujet une estimation de R et une estimation de F issues des ROCs intact/nouveau, et une estimation de R et une estimation de F issues des ROCs intact/différent. L'estimation de chaque paramètre a été réalisée suivant le modèle DPSD1 :

$$R = R_o$$

Avec $R_n = 0$

Et où R_o = récollection des items anciens ; R_n = récollection des nouveaux items,

$$F = F_o - F_n$$

Avec $F_o = P(\text{hit}) - R_o / (1 - R_o)$ et $F_n = P(\text{FA})$

Analyses des données électrophysiologiques. L'amplitude moyenne des pics ERPs ont été calculé pour chaque sujet et dans deux fenêtres temporelles différentes correspondant à l'effet ancien-nouveau FN400 (350-550 ms) et à l'effet ancien-nouveau pariétal (550-800 ms). Pour chaque sujet, l'amplitude moyenne a été quantifiée pour chaque condition expérimentale et dans quatre régions d'intérêts : frontal gauche (moyenne des électrodes F1/F3/F5/FC1), frontal droit (F2/F4/F6/FC2), postérieur gauche (P1/P3/P5/PO3) et pariétal droit (P2/P4/P6/PO4). Des analyses séparées ont ensuite été conduites pour chaque fenêtre temporelle (précoce : 350-550 ms, tardive : 550-850 ms) et pour les régions frontales et les régions postérieures, résultant en quatre ANOVA à mesures répétées différentes. Chaque ANOVA a été conduite avec comme variables intra-sujet la Condition (intacte vs différente vs new), le Lien sémantique (reliées vs non reliées) et la Latéralité (gauche vs droite).

3. Résultats

3.1. Performances de reconnaissance

L'ANOVA sur les hits et les rejets corrects a révélé un effet principal du Format, $F(1,43) = 13.55$, $MSe = 0.016$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.24$, traduisant de meilleures performances lorsque le format restait identique entre l'étude et la reconnaissance plutôt que lorsqu'il avait été modifié. Nous avons également obtenu des effets principaux de la Condition, $F(2,86) = 48.84$, $MSe = 0.011$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.53$, et du Lien sémantique, $F(1,43) = 48.97$, $MSe = 0.004$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.53$. Trois interactions ont également été retrouvées : Condition x Format, $F(2,86) = 15.52$, $MSe = 0.01$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.27$, Lien sémantique x Format, $F(1,43) = 11.02$, $MSe = 0.004$, $p < .01$, $\eta_p^2 = 0.20$, et Condition x Lien sémantique, $F(2,86) = 67.57$, $MSe = 0.004$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.61$. Enfin nous avons obtenu la double interaction Condition x Lien sémantique x Format, $F(2,86) = 20.65$, $MSe = 0.04$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.32$.

La décomposition de la double interaction nous indique que le changement de format diminuait le taux de hits en condition intacte pour les paires reliées sémantiquement, $F(1,43) = 16.20$, $MSe = 0.003$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.27$, comme pour les paires non reliées, $F(1,43) = 34.92$, $MSe = 0.02$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.45$. En revanche le changement de format n'affectait pas le taux de rejets corrects, que cela soit pour les paires différentes-reliées, $F(1,43) = 1.20$, $MSe = 0.01$, $p = .26$, $\eta_p^2 = 0.03$ et différentes-non reliées, $F(1,43) = 0.77$, $MSe = 0.01$, $p = .38$, $\eta_p^2 = 0.02$. De plus, nous n'avons pas obtenu de différence de performances concernant les rejets correctes de nouvelles paires en fonction du format et ce que les paires étaient reliées, $F(1,43) = 0.06$, $MSe = 0.002$, $p = .81$, $\eta_p^2 < 0.01$, ou non reliées, $F(1,43) = 1.16$, $MSe = 0.004$, $p = .29$, $\eta_p^2 = 0.03$.

Dans l'expérience 1 (format identique) lorsque les paires étaient sémantiquement reliées, les participants étaient plus performants en conditions intacte et nouvelle qu'en condition différente (respectivement, $F(1,43) = 24.12$, $MSe = 0.006$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.36$; $F(1,43) = 45.03$, $MSe = 0.005$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.51$). En revanche, il n'y avait pas de différence de performance entre les conditions intacte et nouvelle, $F(1,43) = 2.17$, $MSe = 0.002$, $p = .15$, $\eta_p^2 = 0.05$. Dans les conditions où les paires étaient non

reliées, les participants étaient plus performants dans la condition nouvelle que dans les conditions intacte et différente (respectivement, $F(1,43) = 12.35$, $MSe = 0.01$, $p < .01$, $\eta_p^2 = 0.22$; $F(1,43) = 53.30$, $MSe = 0.004$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.55$). La différence de performances entre les conditions intacte et différente n'était, en revanche, plus significative, $F(1,43) = 0.31$, $MSe = 0.16$, $p = .58$, $\eta_p^2 = 0.007$.

Le pattern de résultats était différent lorsque le format était modifié entre l'étude et la reconnaissance. Dans l'expérience 2 (format modifié), avec les paires reliées sémantiquement, les participants étaient meilleurs dans la condition nouvelle que dans la condition intacte, $F(1,43) = 38.78$, $MSe = 0.002$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.47$, et ils étaient meilleurs dans la condition intacte que dans la condition différente, $F(1,43) = 10.98$, $MSe = 0.006$, $p < .01$, $\eta_p^2 = 0.20$. Dans la condition non reliée, les participants étaient toujours plus performants en condition nouvelle qu'en condition intacte, $F(1,43) = 96.14$, $MSe = 0.01$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.69$, ou qu'en condition différente, $F(1,43) = 17.65$, $MSe = 0.004$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.29$, et il n'y avait pas de différence significative entre les conditions différente et intacte, $F(1,43) = 40.33$, $MSe = 0.02$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.48$. La figure 19 synthétise les performances de reconnaissance des études 1 et 2.

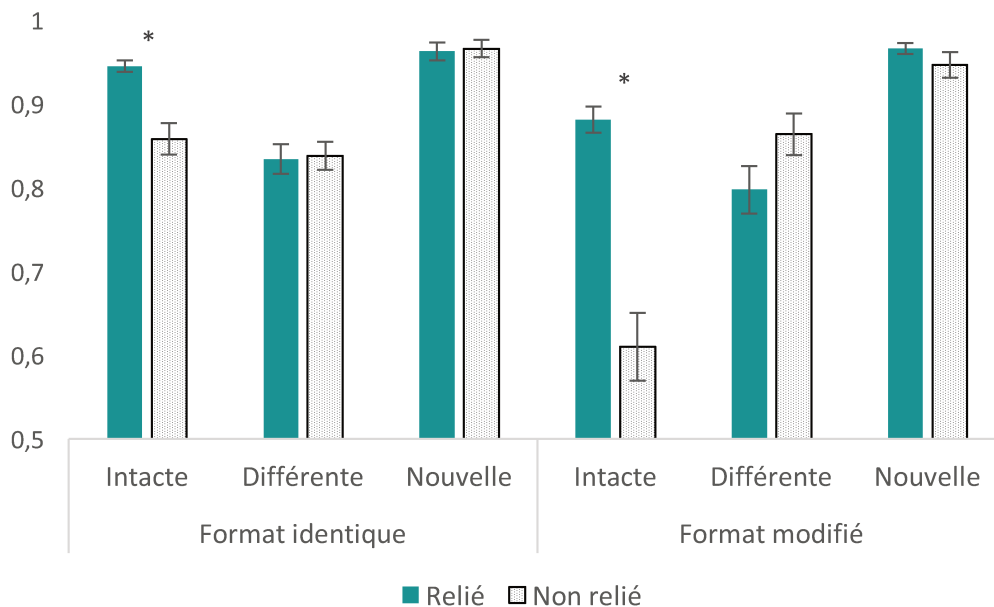


Figure 19. Proportions de réponses correctes (hits pour les paires intactes et rejets corrects pour les paires différentes et nouvelles) en fonction du Lien sémantique (relié vs non relié), dans l'expérience 1 (format identique) et dans l'expérience 2 (format modifié).

L'ANOVA sur les temps de réponses (cf. figure 20) a décelé un effet principal du Lien sémantique, $F(1,43) = 39.97$, $MSe = 20042$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.48$, avec des réponses plus rapides lorsque les paires étaient reliées plutôt que non reliées. Nous avons aussi obtenu un effet principal de la Condition, $F(2,86) = 42.21$, $MSe = 33599$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.50$, avec des réponses plus lentes dans la condition différente que dans les conditions intacte, $F(1,43) = 75.13$, $MSe = 31720$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.64$, et nouvelle, $F(1,43) = 54.93$, $MSe = 33423$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.56$. En revanche nous n'avons pas observé de différence de temps de réaction entre les conditions intacte et nouvelle, $F(1,43) = 1.0$, $MSe = 35654$, $p = 0.32$, $\eta_p^2 = 0.02$.

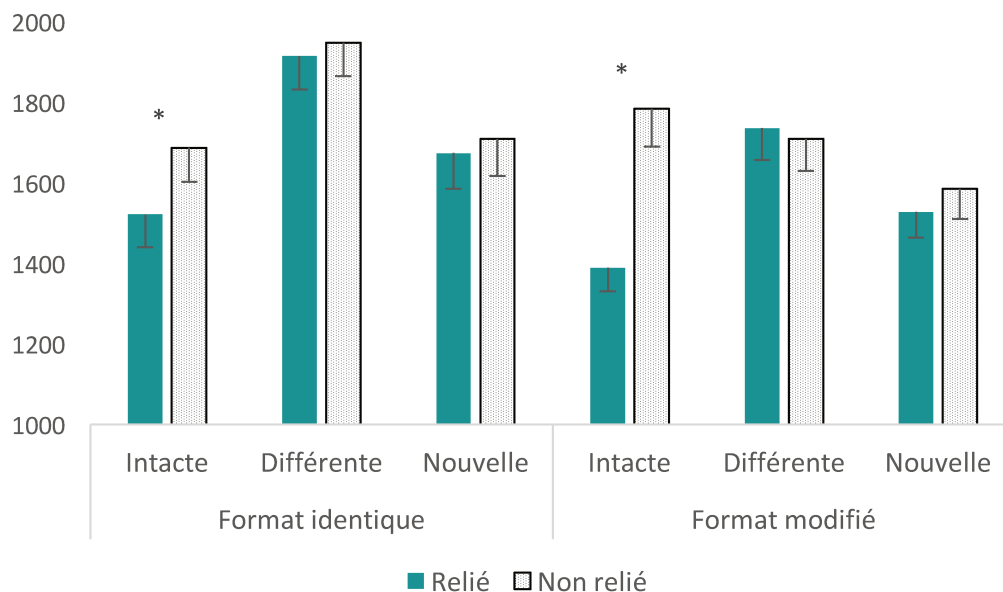


Figure 20. Temps des réponses correctes en fonction de la condition (intacte, différente, nouvelle) et du Lien sémantique (relié vs non relié) dans l'expérience 1 (format identique) et dans l'expérience 2 (format modifié).

3.2. Paramètres de récollection et de familiarité

Les paramètres de récollection et de familiarité ont été estimés dans chaque expérience (format identique et format modifié) à partir du taux de hits dans la condition intacte et du taux de fausses reconnaissances en condition nouvelle.

L'ANOVA a révélé un effet principal du Format sur le paramètre de récollection (R), $F(1,43) = 4.82$, $MSe = 0.18$, $p < .05$, $\eta_p^2 = 0.10$, avec une baisse de la récollection lorsque le format était modifié. Nous avons également obtenu un effet principal du Lien

sémantique, $F(1,43) = 11.29$, $MSe = 0.07$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.21$, avec une diminution du paramètre de récollection pour les paires non reliées par rapport aux paires reliées.

Tableau 2. Estimations de processus de récollection (R) et de familiarité (F) dans chaque expérience (format identique vs format modifié) en fonction du Lien sémantique (relié vs non relié).

	Relié	Non relié
	R	
Format identique	0.77 (0.27)	0.65 (0.26)
Format modifié	0.69 (0.28)	0.46 (0.21)
	F	
Format identique	0.56 (0.30)	0.50 (0.30)
Format modifié	0.47 (0.34)	0.21 (0.20)

Note : les écart-types sont donnés entre parenthèses.

Un effet principal du Format a été obtenu sur le paramètre de familiarité avec une diminution du niveau de familiarité lorsque le format était modifié, $F(1,43) = 7.40$, $MSe = 0.15$, $p < .01$, $\eta_p^2 = 0.15$. L'indice de familiarité était également diminué lorsque les paires étaient non reliées par rapport au paires reliées sémantiquement, $F(1,43) = 10.01$, $MSe = 0.12$, $p < .003$, $\eta_p^2 = 0.19$.

3.3. Potentiels évoqués

3.3.1. Fenêtre temporelle précoce : 350-550 ms

L'ANOVA dans la fenêtre temporelle précoce, dans les régions frontales, a décelé un effet principal de la Condition, $F(2,84) = 10.84$, $MSe = 6.95$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.21$, $\epsilon = 0.99$, un effet principal du Lien sémantique, $F(1,42) = 15.34$, $MSe = 4.14$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.27$, et un effet principal du Format, $F(1,42) = 67.01$, $MSe = 144.94$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.62$. Une interaction Lien sémantique x Format, $F(1,42) = 8.62$, $MSe = 4.14$, $p < .01$, $\eta_p^2 = 0.17$, a également été décelée et indique que lorsque le format restait identique, les paires non reliées génèrent des amplitudes plus négatives que les paires reliées sur la FN400, $F(1,42) = 27.18$, $MSe = 4.14$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.39$, alors qu'on ne retrouvait pas cet effet du lien sémantique lorsque le format était modifié, $F(1,42) = 0.42$, $MSe = 4.14$, $p = 0.52$, $\eta_p^2 = 0.01$.

L'ANOVA a également mis en évidence une interaction Condition x Format, $F(2,84) = 7.74$, $MSe = 6.95$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.16$, $\varepsilon = 0.93$, ainsi qu'une double interaction Condition x Format x Latéralité, $F(2,84) = 9.34$, $MSe = 0.53$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.18$, $\varepsilon = 0.83$. Ainsi lorsque le format était identique à l'étude et à la reconnaissance, l'effet ancien/nouveau classique sur la FN400 se traduisant par des amplitudes plus négatives en condition nouvelle qu'en condition intact à gauche, $F(1,42) = 51.16$, $MSe = 3.55$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.55$, comme à droite, $F(1,42) = 28.93$, $MSe = 3.76$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.41$. En revanche, lorsque le format était modifié, cet effet ancien/nouveau n'était retrouvé ni à gauche, $F(1,42) = 0.008$, $MSe = 3.55$, $p = 0.93$, $\eta_p^2 = 0.0002$, ni à droite, $F(1,42) = 1.03$, $MSe = 3.76$, $p = 0.32$, $\eta_p^2 = 0.02$. Il en est de même pour la différence d'amplitude entre les paires différentes et nouvelles (les amplitudes étant plus négative en condition nouvelle). Cet effet différent/nouveau était significatif à gauche, $F(1,42) = 18.57$, $MSe = 2.60$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.31$, comme à droite, $F(1,42) = 26.39$, $MSe = 3.16$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.39$, lorsque le format était identique mais n'était retrouvé ni à gauche, $F(1,42) = 0.008$, $MSe = 2.60$, $p = 0.93$, $\eta_p^2 = 0.0002$, ni à droite, $F(1,42) = 0.42$, $MSe = 3.16$, $p = 0.52$, $\eta_p^2 = 0.01$, lorsque le format était modifié entre l'étude et la reconnaissance. Concernant l'effet intact/différent (amplitudes plus négatives en condition différente qu'en condition intact), il était significatif uniquement lorsque le format était identique au niveau frontal gauche, $F(1,42) = 9.53$, $MSe = 4.45$, $p < .01$, $\eta_p^2 = 0.19$, mais n'était pas retrouvé à droite, $F(1,42) = 0.34$, $MSe = 4.93$, $p = 0.56$, $\eta_p^2 = 0.008$. Lorsque le format était modifié, l'effet intact/différent n'était obtenu ni à gauche, $F(1,42) = 0.0002$, $MSe = 4.54$, $p = 0.99$, $\eta_p^2 = 0.00$, ni à droite, $F(1,42) = 0.14$, $MSe = 4.93$, $p = 0.52$, $\eta_p^2 = 0.01$.

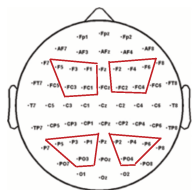
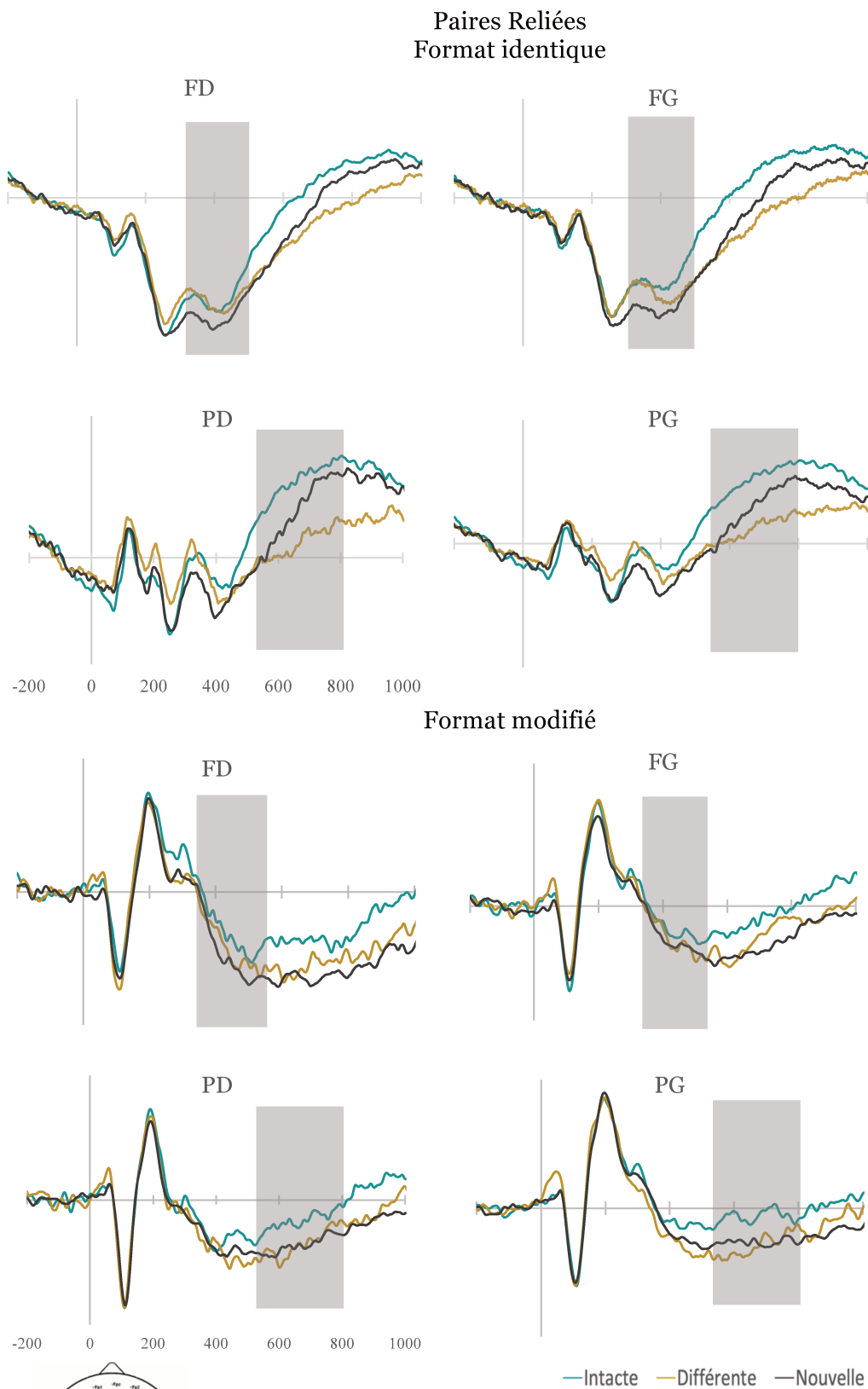


Figure 21a. Potentiels évoqués par les paires reliées sémantiquement, en fonction du format de présentation (identique en haut, modifié en bas), en fonction de la Condition, intacte (en bleu), différente (en jaune) et nouvelle (en noir). Les parties grisées correspondent à la FN400 (au niveau frontal) et la LPC (au niveau postérieur).

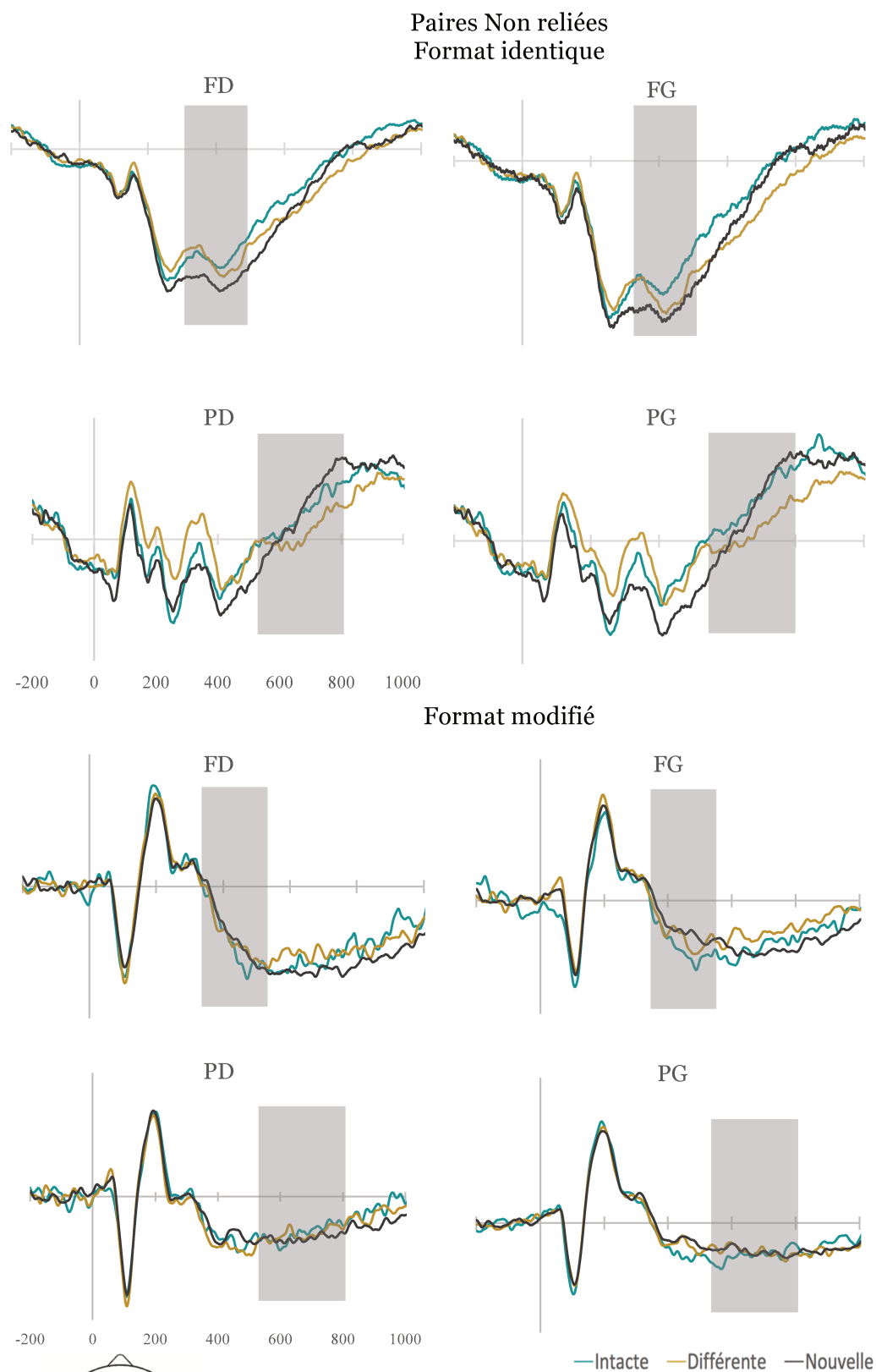


Figure 21.b. Potentiels évoqués par les paires non reliées sémantiquement, en fonction du format de présentation (identique en haut, modifié en bas), en fonction de la Condition, intacte (en bleu), différente (en jaune) et nouvelle (en noir). Les parties grisées correspondent à la FN400 (au niveau frontal) et la LPC (au niveau postérieur).

3.3.2. Fenêtre temporelle tardive : 550-800 ms

Régions frontales

L'ANOVA dans la fenêtre temporelle tardive a mis en évidence des effets principaux de la Condition, $F(2,84) = 17.24$, $MSe = 8.05$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.29$, $\varepsilon = 0.73$, se traduisant par des amplitudes plus positives pour les paires intactes par rapport aux paires nouvelles, $F(1,42) = 15.15$, $MSe = 10.04$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.27$, et aux paires différentes, $F(1,42) = 23.02$, $MSe = 10.93$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.35$. De plus, l'amplitude des paires nouvelles étaient plus positives que celles des paires différentes, $F(1,42) = 3.94$, $MSe = 3.17$, $p = .053$, $\eta_p^2 = 0.09$.

L'ANOVA a également décelé un effet du Lien sémantique, $F(1,42) = 64.29$, $MSe = 4.52$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.60$, ainsi qu'une interaction Lien sémantique x Format, $F(1,42) = 32.11$, $MSe = 4.52$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.43$. La décomposition de cette interaction révèle un effet du Lien sémantique se traduisant par des amplitudes plus positives pour les paires reliées que pour les paires non reliées lorsque le format restait identique, $F(1,42) = 108.41$, $MSe = 4.52$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.72$. Cet effet du Lien sémantique n'était pas retrouvé lorsque le format était modifié, $F(1,42) = 2.43$, $MSe = 4.52$, $p = 0.13$, $\eta_p^2 = 0.05$.

Nous avons également obtenu une interaction Condition x Format, $F(2,84) = 10.23$, $MSe = 8.05$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.20$, $\varepsilon = 0.73$, ainsi qu'une interaction Condition x Latéralité x Format, $F(2,84) = 4.65$, $MSe = 0.80$, $p < .05$, $\eta_p^2 = 0.10$, $\varepsilon = 0.88$. Lorsque le format était identique, un effet intact/nouveau était obtenu (les paires intactes générant des amplitudes plus positives que les paires nouvelles) à gauche, $F(1,42) = 17.00$, $MSe = 6.40$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.29$, comme à droite, $F(1,42) = 15.01$, $MSe = 4.61$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.26$. En revanche lorsque le format était modifié entre l'étude et la reconnaissance, l'effet intact/nouveau n'était que marginalement significatif dans la région frontal droite, $F(1,42) = 3.24$, $MSe = 4.61$, $p = 0.08$, $\eta_p^2 = 0.07$, et n'était pas significatif dans la région frontal gauche, $F(1,42) = 1.35$, $MSe = 6.40$, $p = 0.25$, $\eta_p^2 = 0.03$. L'effet différent/nouveau (amplitudes plus positives pour les paires nouvelles) a également été retrouvé lorsque le format était identique dans la région frontale gauche,

$F(1,42) = 38.04$, $MSe = 1.38$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.26$, et dans la région frontale droite, $F(1,42) = 10.11$, $MSe = 2.29$, $p < .01$, $\eta_p^2 = 0.19$. Mais lorsque le format était modifié, l'effet différent/nouveau était marginalement significatif dans la région frontale gauche, $F(1,42) = 3.08$, $MSe = 1.38$, $p < .09$, $\eta_p^2 = 0.07$, et n'était pas retrouvé dans la région frontal droite, $F(1,42) = 1.44$, $MSe = 2.29$, $p = 0.24$, $\eta_p^2 = 0.03$. Enfin, l'effet intact/différent était obtenu en région frontale gauche, $F(1,42) = 52.75$, $MSe = 5.91$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.56$, et frontale droite, $F(1,42) = 28.88$, $MSe = 5.69$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.41$, lorsque le format était identique. Cet effet n'était pas retrouvé lorsque le format était modifié, ni à gauche, $F(1,42) = 0.13$, $MSe = 5.91$, $p = 0.72$, $\eta_p^2 < 0.01$, ni à droite, $F(1,42) = 0.70$, $MSe = 5.96$, $p = 0.41$, $\eta_p^2 = 0.02$.

Régions pariétales

L'ANOVA dans la fenêtre temporelle correspondant à la LPC a révélé des effets principaux de la Condition, $F(2,84) = 4.78$, $MSe = 8.44$, $p < .05$, $\eta_p^2 = 0.10$, $\varepsilon = 0.81$. Un effet intact/différent, se traduisant par des amplitudes plus positives en condition intact qu'en condition différente, a été obtenu, $F(2,42) = 6.12$, $MSe = 10.95$, $p < .05$, $\eta_p^2 = 0.13$. Un effet différent/nouveau, se traduisant par des amplitudes plus positives pour les paires nouvelles que pour les paires différentes, a également été obtenu, $F(1,42) = 11.94$, $MSe = 4.46$, $p < .005$, $\eta_p^2 = 0.22$. En revanche, l'effet intact/nouveau n'était pas retrouvé au niveau pariétal, $F(1,42) = .08$, $MSe = 9.91$, $p = 0.78$, $\eta_p^2 = 0.002$.

L'ANOVA a également mis en évidence un effet du Lien sémantique, $F(1,42) = 11.06$, $MSe = 3.62$, $p < .01$, $\eta_p^2 = 0.21$, ainsi que des interactions Condition x Format, $F(2,84) = 10.95$, $MSe = 8.44$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.21$, $\varepsilon = 0.81$, Lien sémantique x Format, $F(1,42) = 38.51$, $MSe = 3.62$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.48$, et Condition x Latéralité, $F(2,84) = 3.53$, $MSe = 0.67$, $p < .05$, $\eta_p^2 = 0.08$, $\varepsilon = 0.96$. De plus, nous avons obtenu une interaction double Condition x Lien sémantique x Format, $F(2,84) = 7.56$, $MSe = 5.52$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.15$, $\varepsilon = 0.89$.

La décomposition de cette double interaction indique que l'effet ancien/nouveau pariétal, se traduisant par des amplitudes plus positives pour les paires intactes que pour les paires nouvelles, était significatif lorsque les paires étaient reliées, que le

format soit identique, $F(1,42) = 13.85$, $MSe = 6.70$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.25$, ou que le format soit modifié, $F(1,42) = 5.21$, $MSe = 6.70$, $p < .05$, $\eta_p^2 = 0.11$. En revanche, cet effet intact/nouveau n'était pas retrouvé avec les paires non reliées, que le format soit identique, $F(1,42) = 0.02$, $MSe = 6.82$, $p = 0.89$, $\eta_p^2 < 0.01$, ou modifié, $F(1,42) = 0.20$, $MSe = 6.82$, $p = 0.66$, $\eta_p^2 < 0.01$. De la même manière, l'effet intact/différent a été obtenu lorsque les paires étaient reliées, que le format soit identique, $F(1,42) = 47.60$, $MSe = 7.15$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.25$, ou modifié, $F(1,42) = 3.07$, $MSe = 7.15$, $p = .06$, $\eta_p^2 = 0.07$. En revanche avec les paires non reliées, l'effet intact/différent n'était retrouvé ni en condition format identique, $F(1,42) = 2.37$, $MSe = 9.91$, $p = 0.13$, $\eta_p^2 = 0.05$, ni en condition format modifié, $F(1,42) = 0.007$, $MSe = 6.82$, $p = 0.93$, $\eta_p^2 < 0.01$. L'effet différent/nouveau n'a, lui, été obtenu que lorsque le format était identique, que les paires soient reliées, $F(1,42) = 10.75$, $MSe = 7.22$, $p < .01$, $\eta_p^2 = 0.20$, ou non reliées, $F(1,42) = 4.90$, $MSe = 4.09$, $p < .05$, $\eta_p^2 = 0.10$. Nous n'avons pas retrouvé cet effet différent/nouveau lorsque le format était modifié, que ce soit avec les paires reliées, $F(1,42) = 0.21$, $MSe = 7.22$, $p = 0.65$, $\eta_p^2 < 0.01$, ou pour les paires non reliées, $F(1,42) = 0.19$, $MSe = 4.09$, $p = 0.67$, $\eta_p^2 = 0.005$.

Performances de reconnaissance

- Effet de la Condition
- Effet du Lien sémantique
- Effet du Format
- **Condition x Format**

effet du format présent uniquement sur les paires intactes

- **Interaction Condition x Lien sémantique x Format**

Format identique

$I = N > D$

Format modifié

$N > I = D$

Estimation de R et F

Changement du format

$\searrow R$ et $\searrow F$

Lien sémantique fort

$\uparrow R$ et $\uparrow F$

Résultats sur la FN400

- Effet de la Condition
- Effet du Lien sémantique
- Effet du Format

- **Interaction Lien sémantique x Format**

effet du lien sémantique présent uniquement lorsque le format était identique

- **Condition x Latéralité x Format**

Format identique

- $I > N$: à gauche et à droite
- $I > D$: à gauche
- $D > N$: à gauche et à droite

Format modifié

Aucun effet de la condition

Résultats sur la LPC

- Effet de la Condition
- Effet du Lien sémantique

- **Interaction Condition x Lien sémantique x Format**

Effet $I > N$

Que pour paires reliées
Format identique et modifié

Effet $D < N$

Paires reliées et non reliées
Qu'en format identique

Effet $I > D$

Que pour paires reliées
Format identique et marginal en format
modifié

Boîte 2. Résumé des performances de reconnaissance, des estimations de la récollection (R) et de la familiarité (F) et des résultats obtenus dans la fenêtre temporelle précoce au niveau frontal (FN400) et dans la fenêtre temporelle tardive au niveau pariétal (LPC). I : paire intacte, D : paire différente, N : paire nouvelle

4. Discussion

Alors que l'influence des informations perceptives et conceptuelles sur la reconnaissance associative est habituellement étudiée séparément, nos deux premières études permettent une investigation croisée de ces variables. Nous avons ainsi pu observer l'effet des informations perceptives, conceptuelles et associatives (associations thématiques) sur les processus de reconnaissance et leurs corrélats neurophysiologiques. Au niveau comportemental, nos résultats confirment que l'appariement perceptif entre l'étude et le test conduit à de meilleures performances mnésiques (Ecker et al., 2007 ; Groh-Bordin et al., 2006). De plus, la congruence conceptuelle des paires avec les connaissances préexistantes (le lien sémantique) permet l'apparition du phénomène d'unification (Quamme et al., 2007 ; Yonelinas et al., 1999) aboutissant à de meilleures performances de reconnaissance. Nos études permettent en revanche de préciser que le bénéfice résultant de l'unification se retrouve sélectivement sur les paires intactes et donc sur le taux de hits.

Alors que de précédentes études de mémoire de la source (Diana et al., 2008) et de reconnaissance associative (Quamme et al., 2007 ; Yonelinas, 1999) ont montré que l'unification conduisait à une augmentation de la familiarité et n'avait pas d'effet sur la récollection, une étude de Yonelinas (2001) a conclu qu'un encodage basé sur les aspects sémantiques conduisait à une augmentation de la récollection et dans une moindre mesure la familiarité. De plus nos données sur l'estimation des processus de la reconnaissance indiquent que les informations conceptuelles, via l'existence d'un lien sémantique entre les items constituant les paires, permettent une augmentation à la fois du paramètre de familiarité et du paramètre de récollection. Ces résultats qui peuvent paraître contradictoires, s'expliquent par le fait que dans les études ayant montré un bénéfice de l'unification uniquement sur la familiarité, les items constituant les paires à mémoriser n'entretenaient pas de relation sémantique entre eux (Quamme et al., 2007 ; Yonelinas, 1999). Dans ce cas, l'unification ne reposait pas sur les caractéristiques conceptuelles des paires mais était induite par une définition permettant d'unifier les deux items non reliés à la base (par exemple, « pomme-fumée : fruit qui mûrit au-dessus des flammes »). Ainsi, le processus d'unification n'influence pas de la même manière les processus de la reconnaissance en fonction du type de matériel qui est unifié. Lorsque l'unification se produit de manière « naturelle », c'est-à-dire lorsqu'elle repose sur l'existence d'un lien sémantique entre les items, la récollection et la familiarité sont augmentées. De plus, ce résultat va à l'encontre des

modèles à double processus d'Atkinson et de Mandler qui prédisent que les informations conceptuelles n'influenceraient que la récollection. Au contraire, notre résultat est plutôt en accord avec la conception de Jacoby selon laquelle la familiarité ne serait pas sensible uniquement aux informations perceptives mais également aux informations conceptuelles.

Concernant l'influence des informations perceptives, nos résultats indiquent que l'appariement perceptif via le format de présentation à l'étude et au moment du test permet une augmentation du paramètre de récollection et du paramètre de familiarité. Ce résultat s'accorde avec une étude précédente ayant montré que l'appariement perceptif agissait à la fois sur la récollection et sur la familiarité au niveau comportemental (Reder et al., 2002). En revanche ce résultat est difficilement conciliable avec la conception de la familiarité comme un processus purement conceptuel (Paller et al., 2007 ; Voss & Paller, 2006) et avec les données obtenues au niveau électrophysiologiques ayant montré que le changement de format était nuisible à l'apparition de la FN400 et n'affecterait pas ou peu la LPC (Curran & Doyle, 2011 ; Schloerscheidt & Rugg, 2004).

Concernant l'effet de l'appariement perceptif sur les corrélats électrophysiologiques de la familiarité et de la récollection, nos données sont en accord avec les études précédentes ayant montré que le format de présentation des items influençait la FN400 mais pas la LPC (Ally & Budson, 2007 ; Curran & Doyle, 2011 ; Schloerscheidt & Rugg, 2004). En effet, lorsque le format est modifié au moment de la reconnaissance, c'est-à-dire lorsqu'on supprime les indices perceptifs et que le sujet ne peut plus s'appuyer sur la reconnaissance du dessin, l'effet ancien/nouveau fronto-médian FN400 disparaît et seul l'effet pariétal est conservé.

Nos données montrent que les informations conceptuelles modulent également la FN400 mais que cette modulation est conditionnée par l'appariement perceptif. En effet, le lien sémantique des items module l'amplitude des potentiels évoqués uniquement lorsque le format de présentation reste identique, c'est-à-dire uniquement dans le cas d'un appariement perceptif. Ainsi, l'hypothèse selon laquelle les informations conceptuelles pourraient pallier la perte des indices perceptifs liée au changement de format entre l'étude et la reconnaissance n'a donc pas été confirmé par nos résultats. En effet, à ce stade précoce du traitement (300-500 ms), lorsque le format est modifié, l'effet ancien/nouveau FN400 n'apparaît plus, même dans le cas où les items des paires sont reliés sémantiquement et que la récupération peut

s'appuyer plus fortement sur la signification de la paire. Cette modulation de l'influence de la variable conceptuelle par la variable perceptive est donc un argument fort contre la conception de l'équipe de Paller selon laquelle la FN400 serait uniquement liée à l'amorçage conceptuel (Paller et al., 2007 ; Voss & Paller, 2006).

Si dans la première étude nous avons montré que le corrélât électrophysiologique de la familiarité (FN400) était sensible aux informations associatives, supportant ainsi l'idée que la familiarité peut contribuer à la reconnaissance associative en s'appuyant sur les relations sémantiques (Bader et al., 2010 ; Greve et al., 2007 ; Jäger et Mecklinger, 2009 ; Rhodes et Donaldson, 2007, 2008 ; Tibon et al., 2014), cette deuxième étude permet de préciser que cette contribution de la familiarité à la reconnaissance associative est dépendante de l'appariement des traits perceptifs entre l'étude et la reconnaissance à ce stade précoce de la récupération. Nous montrons en effet que la contribution de la FN400 à la reconnaissance associative nécessite, outre un fort lien sémantique entre les items à encoder, un appariement perceptif entre le moment de l'étude et celui de la reconnaissance. Tout se passe comme si l'appariement perceptif était un prérequis à l'influence de la sémantique du matériel et du lien associatif de la paire sur la FN400. Le caractère additif des traits perceptifs et sémantiques semble ainsi se produire dans un sens mais pas dans l'autre sur les potentiels évoqués par la reconnaissance.

Concernant la sensibilité aux informations sémantiques de l'effet pariétal tardif, nos études précisent que ces informations agissent principalement sur les paires anciennes. L'existence d'une relation sémantique du matériel augmente l'amplitude positive des potentiels évoqués par les paires intactes et conduit également à une augmentation du paramètre de récollection et du taux de hits. Cet effet des informations conceptuelles n'est cette fois-ci pas modulé par les informations perceptives puisque nous l'avons retrouvé à la fois lorsque le format était identique et lorsque le format était modifié. Tout se passe donc comme si le traitement mnésique effectué à ce stade tardif portait essentiellement sur la discrimination entre paires intactes et paires différentes, c'est-à-dire sur la récollection de l'association une fois l'identification perceptive terminée.

En accord avec les études antérieures, nous confirmons que le changement de format entre l'étude et le test affecte moins la LPC que la FN400 (Curran & Doyle, 2011 ; Schloerscheidt & Rugg, 2004). Cependant, si la contribution de la récollection au succès de la reconnaissance associative est largement admise dans la littérature

(e.g., Yonelinas, 2002), un apport intéressant de nos deux études est qu'elles montrent que l'influence des informations associatives sur la LPC est elle aussi modulée par l'appariement perceptif, à l'instar de la FN400. En effet, l'effet intact/différent, au niveau pariétal tardif, qui n'était retrouvé qu'avec des paires sémantiquement reliées, était, de plus, moins important suite à une modification du format. Ainsi, la présence d'un lien conceptuel entre les items composant la paire et d'un appariement perceptif serait des prérequis à la reconnaissance associative et agirait à la fois sur les corrélats de la familiarité et de la récollection.

Enfin, l'effet obtenu sur la négativité postérieure tardive (LPN), se traduisant par des amplitudes plus négatives pour les paires différentes que pour les paires nouvelles lorsque le format était identique et les paires fortement associées, n'a pas été retrouvé lorsque le format était modifié. On peut donc supposer que le conflit généré par les paires différentes est moins important en cas de perte de l'indice perceptif (dessin) plutôt que lorsque le dessin est toujours présent. Dans ce contexte, l'apparition de la LPN que nous avons obtenue est en accord avec l'idée que la LPN reflèterait des processus de récupération agissant pour reconstruire l'épisode d'encodage lorsqu'un conflit est présent (Johansson & Mecklinger, 2003 ; Mecklinger, Rosburg & Johansson, 2016).

En résumé, nos deux premières études montrent que la sensibilité du corrélat de la familiarité aux informations associatives et conceptuelles est conditionnée par l'appariement perceptif. Ainsi, lorsque les conditions sont réunies, c'est-à-dire lorsqu'un processus sémantique d'unification est possible au moment de l'encodage, et que les propriétés perceptives du matériel sont conversées entre le moment de l'encodage et de la récupération, la familiarité, telle que reflétée par la FN400, participe à la reconnaissance associative et peut être modulée par le changement d'associé. Nos résultats vont ainsi dans le sens d'une conception de la familiarité et de la FN400 comme étant multi-déterminée mais aussi, et surtout, que ce multi-déterminisme possède des conditions précises. Des études supplémentaires sont désormais nécessaires afin de répliquer et de valider cette interprétation. L'implication de ces résultats sur les modèles de la mémoire de reconnaissance sera discutée dans la discussion générale.

Chapitre 6 - Effets de la répétition et des connaissances préexistantes sur la mémoire de reconnaissance

Étude 3. Répétition et signification du matériel

1. Introduction

L'effet de la répétition sur la mémoire a pour la première fois était décrit par Ebbinghaus (1895) qui reporta une amélioration des performances mnésiques lorsque les items étaient répétés plusieurs fois au moment de l'encodage. Cet effet robuste de la répétition a été répliqué de nombreuses fois avec différents types de matériel et de mesure (Reder & Anderson, 1982 ; Mäntylä & Cornoldi, 2002 ; Cepeda et al., 2006 ; Groh-Bordin et al., 2007 ; Xue et al., 2010). Afin d'expliquer les mécanismes sous-jacents, il a été proposé que lorsque l'on présente un item pour la deuxième fois, la trace de la première présentation est récupérée et des informations supplémentaires liées à la nouvelle présentation sont ajoutées à cette trace, la rendant alors à la fois plus complète et plus stable (Raaijmakers, 2003). Il se peut, en revanche, que la récupération de la trace antérieure n'est pas lieu. Dans ce cas, une nouvelle trace sera créée (Raaijmakers, 2003). Si l'effet de la répétition sur les performances de mémoire est largement admis, les mécanismes sous-jacents sont encore mal compris, en particulier l'effet de la répétition sur les processus de récollection, de familiarité et leurs corrélats neurophysiologiques respectifs. Une étude ayant testé les effets de la répétition dans une tâche de reconnaissance de visage a montré que les items répétés engendraient une augmentation des réponses de type « R » (Souvenir) basées sur la récollection (Mäntylä & Cornoldi, 2002). La répétition agirait ainsi préférentiellement sur la récollection. Au niveau neurophysiologique, il a été montré que les potentiels évoqués (PEs) par des stimuli répétés ont des amplitudes plus positives que les PEs des stimuli présentés une seule fois (Penney, Mecklinger & Nessler, 2001). En revanche, cette augmentation des positivités se retrouverait à la fois sur la N400 et la LPC pour les items répétés (Besson, Kutas & Van Petten, 1992 ; Rugg, 1990, Van Petten et al., 1991). Certains auteurs ont postulé que cette augmentation de positivité pour les items répétés était liée au fait que plus un item était répété, moins il aurait besoin de faire l'objet de traitement (Bentin & McCarthy, 1994). Une autre hypothèse propose que ces effets de la répétition sur les PEs reflèteraient une facilitation de l'intégration des

informations répétées ; mais que cette facilitation ne serait possible que pour les informations pouvant être représentées en un « code unifié », c'est-à-dire ayant été encodées avec un niveau d'abstraction supérieur à celui des simples caractéristiques physiques et perceptives (Rugg, Soardi & Doyle, 1995). En d'autres termes, Rugg et collaborateurs postulent que les effets de répétition observés sur les PEs nécessiteraient l'existence d'une représentation pré-expérimentale des items répétés. D'autres chercheurs ont pourtant mis en évidence des effets de répétition sur les PEs en utilisant un matériel non familier pré-expérimentalement (Groh-Bordin et al., 2007). Dans leur étude, des formes visuelles abstraites, appelées « squiggles », ont été utilisées lors d'un test de reconnaissance. Au moment de l'étude, les squiggles étaient soit présentés deux fois, soit présentés quatre fois. Au niveau comportemental, les items répétés quatre fois étaient mieux reconnus que les items répétés deux fois. De plus, les auteurs ont observé l'évolution des PEs par les squiggles au fur et à mesure de leur répétition. Il en a résulté que à la quatrième répétition les squiggles montraient une augmentation des positivités au niveau de électrodes postérieures dans la fenêtre temporelle tardive (e.g. correspondant à l'effet ancien-nouveau pariétal tardif). Cette augmentation de positivité était corrélée à l'augmentation des performances de reconnaissance ce qui conduit les auteurs à interpréter cette augmentation des positivités comme le reflet de processus de récupération mais aussi d'encodage d'une nouvelle représentation en mémoire (Groh-Bordin et al., 2007). Ces données suggèrent que la répétition agirait sur le corrélât de la récollection puisqu'en augmentant les positivités des items répétés seulement au niveau postérieur et dans la fenêtre temporelle tardive, cela augmenterait l'effet ancien/nouveau pariétal tardif, LPC. Une critique peut toutefois être adressée à cette interprétation de l'augmentation. En effet, la particularité de ces formes visuelles abstraites est que, de manière subjective, certaines peuvent ressembler à des objets familiers alors que d'autres serait entièrement dépourvues de signification. Dans leur étude, Groh-Bordin et collaborateurs (2007) n'ont en effet pas contrôlé ce paramètre. Il est donc possible que l'effet obtenu soit causé en réalité par les squiggles signifiants pour les sujets et pouvant être associé à une représentation préexistante en mémoire.

Le but de cette troisième expérience est donc d'étudier l'effet de répétition sur les performances de la reconnaissance et leurs corrélats électrophysiologiques tout en contrôlant le niveau de la sémantique des squiggles, et ce de manière individuelle pour chaque sujet. Se basant sur les études précédentes nous faisons l'hypothèse que la répétition conduira à une augmentation des performances de reconnaissance et de la

récollecion ainsi que de la LPC (Ferrari et al., 2013 ; Groh-Bordin et al., 2007 ; Mäntylä & Cornoldi, 2002, Rugg et al., 1995). De plus nous faisons l'hypothèse que les squiggles à forte composante sémantique (par exemple un squiggle qui ressemblerait à un chien) seront mieux reconnus que les squiggles à faible composante sémantique (c'est-à-dire ceux qui n'évoque aucune signification). En croisant ces deux facteurs, répétition et composante sémantique des items, nous pourrions tester si l'hypothèse de Groh-Bordin et collaborateurs (2007) concernant la création d'une nouvelle représentation en mémoire pour du matériel non familier pré-expérimentalement est possible. Dans ce cas nous devrions observer une augmentation des positivités pour les squiggles répétés à faibles et à forte composante sémantique. En revanche si, comme le suggèrent Rugg et collaborateurs (1995), les effets de la répétition ne peuvent s'observer que pour les items ayant déjà une représentation en mémoire, alors l'augmentation des positivités ne devrait s'observer que pour les squiggles répétés et à forte composante sémantique.

2. Méthode

2.1. Participants

Vingt-quatre jeunes adultes droitiers, de langue maternelle française, entre 18 et 26 ans ont participé à cette étude (moyenne d'âge : 22 ans ; 14 femmes). Tous les participants ont rapporté n'avoir aucun antécédent de trouble neurologique ou psychiatrique. Après avoir reçu une explication détaillée de l'expérience, chaque sujet donna son consentement écrit. A la fin de l'expérience, les sujets furent tous indemnisés de 20€ pour leur participation.

2.2. Matériel

Le matériel de cette étude a été construit à partir d'une base de données de mille squiggles (Groh-Bordin, Zimmer, & Ecker, 2006). Un squiggle est une forme visuelle abstraite et une étude antérieure (Paller, Lucas, & Voss, 2012) a suggéré que chaque squiggle pouvait être placé sur un continuum de signification, et que sa position sur ce continuum était très variable d'un sujet à un autre. Une évaluation individuelle de la composante sémantique de chaque squiggle nous a permis d'établir deux listes de squiggles pour chaque participant : une liste de 160 squiggles jugés comme fortement

porteurs de sens et une seconde liste, de 160 squiggles jugés comme faiblement porteurs de sens.

2.3. Procédure

Deux semaines avant de venir faire l'expérience au laboratoire, chaque participant devait effectuer une évaluation de la composante sémantique de 500 squiggles issus de la base de données de Groh-Bordin, Zimmer et Ecker (2006). Les participants devaient placer chaque squiggle sur une échelle en sept points, allant de 1 : « ce squiggle n'a aucun sens pour moi, ne m'évoque rien », à 7 : « ce squiggle a beaucoup de sens pour moi ». Ceci nous permis de construire, pour chaque participant, une liste de 160 squiggles à forte composante sémantique (forte CS ; squiggles placés aux points 6 et 7 de l'échelle de signification) et une liste de 160 squiggles à faible composante sémantique (faible CS ; squiggles placés aux points 1 et 2 de l'échelle de signification) (cf. figure 22). Ainsi, le matériel de cette étude était propre à chaque sujet. L'expérience se constituait ensuite de quatre tâches de reconnaissance. Dans le but de maintenir un ratio signal sur bruit acceptable, chaque participant réalisa l'expérience en deux sessions (séparées d'une semaine). Chaque tâche de reconnaissance comportait une phase d'étude, une pause et une phase de reconnaissance.

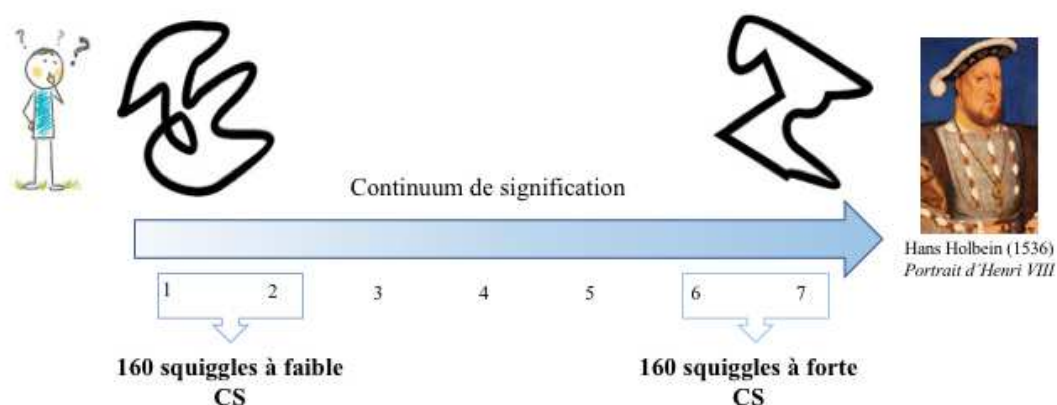


Figure 22. Exemple de squiggles à faible composante sémantique (à gauche) et à forte composante sémantique (à droite).

Les participants étaient installés dans une cage de Faraday. Les sujets avaient pour consigne d'éviter de bouger durant l'expérience et de minimiser au maximum leur clignement d'œil lorsque les stimuli étaient présentés. Les stimuli étaient présentés au centre d'un écran de 17 pouces. La présentation des stimuli et l'enregistrement des

réponses étaient contrôlées par le logiciel E-Prime® 2.0 (Psychology Software Tools, Inc., Pittsburgh, PA). Chaque phase d'étude comprenait 40 squiggles à mémoriser : la moitié était à forte CS et l'autre moitié à faible CS. De plus, la moitié des squiggles fut présentée une seule fois (présentation unique) lors de l'étude alors que l'autre moitié fut répétée 5 fois (présentation répétée). Ainsi nous avons quatre conditions différentes lors de la phase d'étude : 10 squiggles forte CS / présentation unique ; 10 squiggles forte CS / présentation répétée ; 10 squiggles faible CS / présentation unique ; 10 squiggles faible CS / présentation répétée. Durant la phase d'étude, chaque squiggle était présenté, après l'apparition d'une croix de fixation, durant 2500 ms avec un intervalle inter-stimuli variant de 1000 à 1600 ms. Les sujets avaient pour instruction de mémoriser les squiggles. A la fin de la phase d'étude, les participants prenaient une pause de 10 min durant laquelle ils devaient effectuer des tâches visuelles interférentes (jeux des sept erreurs). La phase de reconnaissance se composait des 40 squiggles 'anciens', c'est-à-dire vus à l'étude, et de 40 nouveaux squiggles. La moitié des nouveaux squiggles était à forte CS et l'autre moitié à faible CS. Les squiggles s'affichaient un par un, pendant 3000 ms et les sujets devaient décider le plus rapidement et le plus correctement possible s'il s'agissait d'un 'ancien' squiggle ou d'un 'nouveau'. Si le participant n'avait pas eu le temps de répondre pendant que le squiggle était affiché, un écran blanc apparaissait pendant une durée maximale de 2500 ms pour laisser au sujet le temps de répondre. Les sujets donnaient simultanément leur jugement de reconnaissance et leur niveau de certitude sur le clavier : « a » (certain), « s » (moyennement certain), « d » (incertain) pour les « nouveaux » squiggles, et « 4 » (incertain), « 5 » (moyennement certain), « 6 » (certain) pour les « anciens » squiggles. Suivant la réponse du sujet, une croix de fixation apparaissait avec une durée variant de 1000 à 1600 ms.

2.4. Enregistrement et pré-traitement ERPs

L'activité électroencéphalographique (EEG) a été enregistrée en continue avec le système BioSemi Active II (BioSemi Instrumentation, Amsterdam), avec 64 électrodes placées à l'aide d'un bonnet placé suivant le système international 10-20 (Chatrian, Lettich, & Nelson, 1988). Deux électrodes additionnelles (CMS/DRL, proche de Pz) ont été utilisées en tant que référence en ligne (pour une description complète voir, Schutter, Leitner, Kenemans, & van Honk, 2006 ; www.biosemi.com). Quatre électrodes externes ont été utilisées afin de détecter les mouvements oculaires horizontaux et verticaux ainsi que les clignements d'œil (deux électrodes étaient placés

au niveau du canthi latéral et les deux autres sous les yeux). Deux électrodes externes ont également été placées sur les mastoïdes droite et gauche. Le traitement des données ERP a été réalisé avec le logiciel Brain Vision Analyzer 2.0 (Brain Products GmbH, Gilching, Germany). Le signal EEG continu a été numérisé en 512 Hz puis filtré a posteriori avec un filtre déphasé Butterworth (0.01 Hz – 30 Hz, 12 dB/octave). Les données de toutes les électrodes ont été re-référencées à partir du signal des mastoïdes. Hors ligne nous avons ensuite segmenté le signal continu en période de 1200 ms, débutant 200 ms avant l'apparition du stimulus. Ces segments ont ensuite été moyennés par canal et par condition. Les segments ont également été corrigés par rapport à la ligne de base de la période de 200 ms précédant l'apparition du stimulus. Seuls les essais associés à une réponse correcte ont été inclus dans le moyennage. Préalablement aux moyennages, nous avons réalisé le rejet des artefacts avec les critères suivants : la différence absolue maximale autorisée entre deux points adjacents a été fixée à 70 $\mu\text{V/ms}$ (afin d'éliminer les artefacts impliquant des pics de voltage) ; la différence, entre les valeurs, maximale autorisée était de 150 $\mu\text{V/ms}$ pour chaque intervalle de 200 ms (afin d'éliminer les segments contenant de trop larges amplitudes de mouvement) ; la valeur de voltage maximal autorisée était de $\pm 75 \mu\text{V}$ (permettant de détecter et éliminer les larges artefacts, comme les clignements d'œil). Afin de maintenir un ratio signal sur bruit acceptable, une limite basse de 20 essais sans artefacts par condition et par participant a été fixée.

2.5. Analyses des données

Analyses des performances de reconnaissance. Les données ont été analysées avec le logiciel Statistica®. Les réponses correctes, les hits (réponses « ancien » pour les squiggles anciens) et les rejets corrects (réponse « nouveau » pour les squiggles nouveaux) ont été analysées avec une analyse de variance à mesures répétées avec comme variable intra-sujet la Condition (Répété vs Unique vs Nouveau) et la Composante Sémantique (« CS », forte CS vs faible CS). La même ANOVA a été réalisé sur les temps de réaction des réponses correctes.

Analyses des ROCs. Les ROCs moyennes ont été générées en agrégeant les données des sujets. Les taux de hits et de fausses reconnaissances ont été calculés pour chaque niveau de certitude. Les taux cumulés de hits et les taux cumulés de FA de chaque niveau de certitude ont ensuite permis d'obtenir des courbes ROC en cinq points ((3

niveaux de certitude x 2 catégories de réponses) – 1 df) (Macmillan & Creelman, 1990). Les ROCs moyennes ont été ainsi construites pour chaque condition à partir de neuf cent soixante-quatre items anciens (vingt-quatre participants x quarante items) et mille neuf cent vingt items nouveaux (vingt-quatre participants x quatre-vingts items). Ceci résultant en quatre courbes ROC différentes : squiggles à forte CS/présentation unique ; squiggles à forte CS/présentation répétée ; squiggles à faible CS/présentation unique ; squiggles à faible CS/présentation répétée.

Analyse des ROCs individuelles. Les ROCs individuelles ont été générées à partir des quatre conditions d'items anciens : forte CS/présentation unique, forte CS/présentation répétée, faible CS/présentation unique et faible CS/présentation répétée. Ainsi pour chaque condition, les ROCs individuelles ont été générées à partir de quarante items anciens et quatre-vingts items nouveaux. L'ajustement du modèle aux données ROCs individuelles observées, a été obtenu en utilisant l'équation générale proposée par Yonelinas (1999), qui relie la probabilité de hits à la probabilité de fausses reconnaissances suivant le modèle binormal³. L'ajustement a été déterminé par le modèle de reconnaissance standard DPSD (Heathcote et al., 2006 ; Wixted, 2007 ; Yonelinas & Parks, 2007). La familiarité (F) et la récollection (R) ont été estimées pour chaque sujet. Nous avons donc pour chaque sujet une estimation de R et une estimation de F pour chacune des quatre conditions d'items anciens. L'estimation de chaque paramètre a été réalisée suivant le modèle DPSD1 :

$$R = R_o$$

Avec $R_n = 0$

Et où R_o = récollection des items anciens ; R_n = récollection des nouveaux items,

$$F = F_o - F_n$$

Avec $F_o = P(\text{hit}) - R_o / (1 - R_o)$ et $F_n = P(FR)$

Analyses des données électrophysiologiques. L'amplitude moyenne des pics ERPs ont été calculés pour chaque sujet et dans deux fenêtres temporelles différentes correspondant à l'effet ancien-nouveau FN400 (350-500 ms) et à l'effet ancien-

³ $P(\text{"yes"/target}) = P(\text{"yes"/new}) + R_t + (1 - R_t)\phi((d'/2) - c) - (1 - R_f)\phi(-(d'/2) - c)$

Dans cette équation, R_t est la probabilité de cibles de récollection (rappel pour accepter); d' est la différence entre la distribution de la moyenne de la familiarité des items anciens et la distribution de la moyenne de la familiarité des items nouveaux; c est le critère de décision; R_f est la probabilité de leurres de récollection (rappel pour rejeter) ; ϕ est la fonction de densité de la distribution normal (proportion de cibles et de leurres qui excède le critère décision c avec un certain d'). Nous avons utilisé le modèle DPSD1 qui comprend les paramètres suivants : paramètres variables = R_{old} , d' et c ; paramètre fixé : $R_n = 0$; contrainte : $R_{old} \geq 0$.

nouveau pariétal (550-750 ms). Pour chaque sujet, l'amplitude moyenne a été quantifiée pour chaque condition expérimentale et dans quatre régions d'intérêt (ROIs) : frontal gauche (moyenne des électrodes F1/F3/F5/FC3/FC5), frontal droit (F2/F4/F6/FC4/FC6), postérieur gauche (P1/P3/P5/PO3) et pariétal droit (P2/P4/P6/PO4). Des analyses séparées ont ensuite été conduites pour chaque fenêtre temporelle (précoce : 350-500 ms, tardive : 550-750 ms) et pour les régions frontales et les régions postérieures, résultant en quatre ANOVA à mesures répétées différentes. Chaque ANOVA a été conduite avec la Condition (unique vs répété vs nouveau), la Composante sémantique (forte CS vs faible CS) et la Latéralité (gauche vs droite) comme variables intra-sujet. Pour toutes les analyses, le seuil alpha de signification a été fixé à 0.05. Les degrés de liberté, la valeur p et la valeur epsilon (ε , correction Greenhouse-Geisser) ont été reportés. Pour chaque interaction significative nous avons ensuite effectué des comparaisons par paires et les erreurs de type I ont été contrôlées par la correction Holm's Bonferroni. Afin de fournir un indicateur des tailles d'effet, l'eta moyen partiel (η_p^2) est reporté pour chaque effet et pour les données comportementales, comme ERP.

3. Résultats

3.1. Performances de reconnaissance

L'ANOVA sur les hits et les rejets corrects a mis en évidence un effet principal de la Condition, $F(2,46) = 46.44$, $MSe = 0.01$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.67$, $\varepsilon = 0.70$, un effet principal de la Composante sémantique (CS), $F(1,23) = 69.80$, $MSe = 0.006$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.75$, ainsi qu'un effet d'interaction Condition x Composante sémantique, $F(2,46) = 26.77$, $MSe = 0.009$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.54$, $\varepsilon = 0.98$ (cf. figure 23). Les participants étaient plus performants dans la condition ancien-répété (AR) que dans les conditions ancien-unique (AU), $F(1,23) = 58.91$, $MSe = 0.007$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.72$, et nouveau (N), $F(1,23) = 35.99$, $MSe = 0.01$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.61$, avec les squiggles à forte CS. De plus, les sujets étaient aussi performants en condition AU qu'en condition N avec les squiggles à forte CS, $F(1,23) = 0.002$, $MSe = 0.02$, $p = 0.96$, $\eta_p^2 < 0.01$. Avec les squiggles à faible CS, les participants étaient moins performants dans la condition AU que dans les conditions AR, $F(1,23) = 145.91$, $MSe = 0.007$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.86$, et N, $F(1,23) =$

114.98, $MSe = 0.009$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.83$. En revanche, la différence de performances entre la condition AR et N n'était plus retrouvée avec les squiggles à faible CS, $F(1,23) = .0001$, $MSe = 0.02$, $p = 0.99$, $\eta_p^2 < 0.01$. La décomposition de l'interaction Condition x Composante sémantique indique également que l'effet de la Composante sémantique était modulé par la Condition. Alors que les squiggles à forte CS conduisaient à une augmentation du taux de hits en condition AU, $F(1,23) = 84.27$, $MSe = 0.008$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.79$ et en condition AR, $F(1,23) = 18.16$, $MSe = 0.01$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.44$, les squiggles à forte CS étaient associés à un taux de rejets corrects plus faible en condition nouvelle que les squiggles à faible CS, $F(1,23) = 5.96$, $MSe = 0.005$, $p < .05$, $\eta_p^2 = 0.20$.

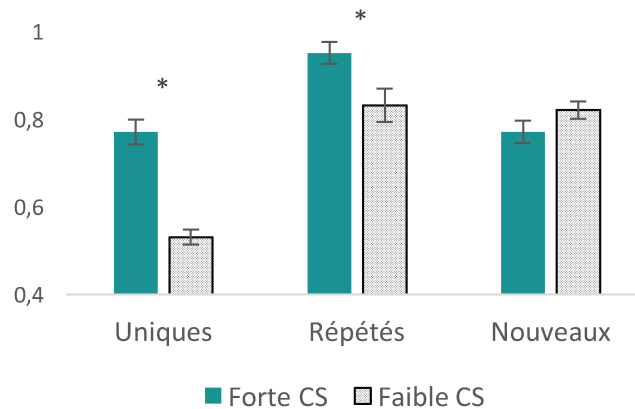


Figure 23. Proportion de réponses correctes (taux de hits pour les conditions unique et répété ; taux de rejets corrects pour la condition nouvelle) en fonction de la Condition (unique vs répété vs nouvelle) et de la Composante Sémantique (forte vs faible).

L'ANOVA sur les temps de réponses a révélé un effet de la Condition, $F(2,46) = 67.82$, $MSe = 34590$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.75$, $\varepsilon = 0.96$, un effet de la Composante sémantique, $F(1,23) = 56.89$, $MSe = 10193$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.71$, ainsi qu'un effet d'interaction Condition x Composante sémantique, $F(2,46) = 18.50$, $MSe = 11027$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.45$, $\varepsilon = 0.97$. La décomposition de cette interaction a révélé effet de la CS significatif en condition AU, $F(1,23) = 46.68$, $MSe = 15328$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.67$, et AR, $F(1,23) = 26.18$, $MSe = 10318$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.53$, mais pas en condition N, $F(1,23) = 0.33$, $MSe = 6599$, $p = 0.57$, $\eta_p^2 = 0.01$.

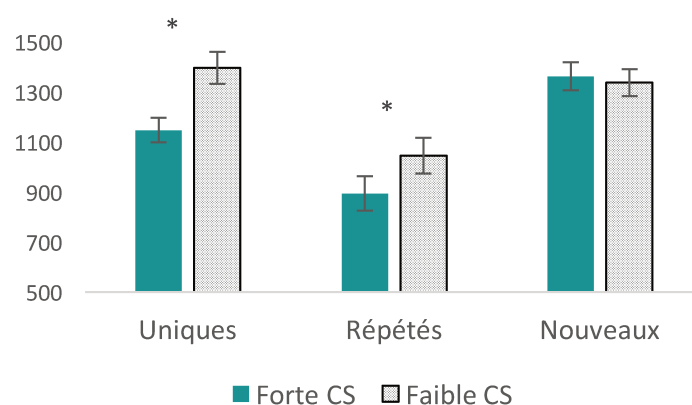


Figure 24. Temps des réponses correctes en fonction de la Condition (unique *vs* répété *vs* nouvelle) et de la Composante Sémantique (forte *vs* faible).

3.2. Paramètres de Récollecion (R) et de Familiarité (F)

L'ANOVA sur le paramètre récollecion (R) a mis en évidence un effet de la Condition, $F(1,23) = 53.87$, $MSe = 0.04$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.70$, avec une augmentation de R en condition AR par rapport à la condition AU. Un effet de la Composante sémantique a également été obtenu, $F(1,23) = 6.02$, $MSe = 0.06$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.21$, se traduisant par un paramètre R plus élevé lorsque les squiggles à forte CS par rapport aux squiggles à faible CS.

Tableau 3 Estimation des paramètres de récollecion (R) et de familiarité (F) en fonction de la Condition (unique/nouveau *vs* répété/nouveau) et de la Composante sémantique (forte *vs* faible).

	R		F	
	Forte CS	Faible CS	Forte CS	Faible CS
Unique/Nouveau	.40 (.24)	.25 (.19)	.36 (.17)	.19 (.15)
Répété/Nouveau	.69 (.39)	.58 (.36)	.46 (.40)	.40 (.28)

La paramètre de familiarité (F) était lui aussi plus élevé en condition AR qu'en condition AU, $F(1,23) = 11.09$, $MSe = 0.05$, $p < .01$, $\eta_p^2 = 0.33$, ainsi que pour les squiggles à forte CS plutôt que les squiggles à faible CS, $F(1,23) = 4.32$, $MSe = 0.07$, $p < .05$, $\eta_p^2 = 0.16$.

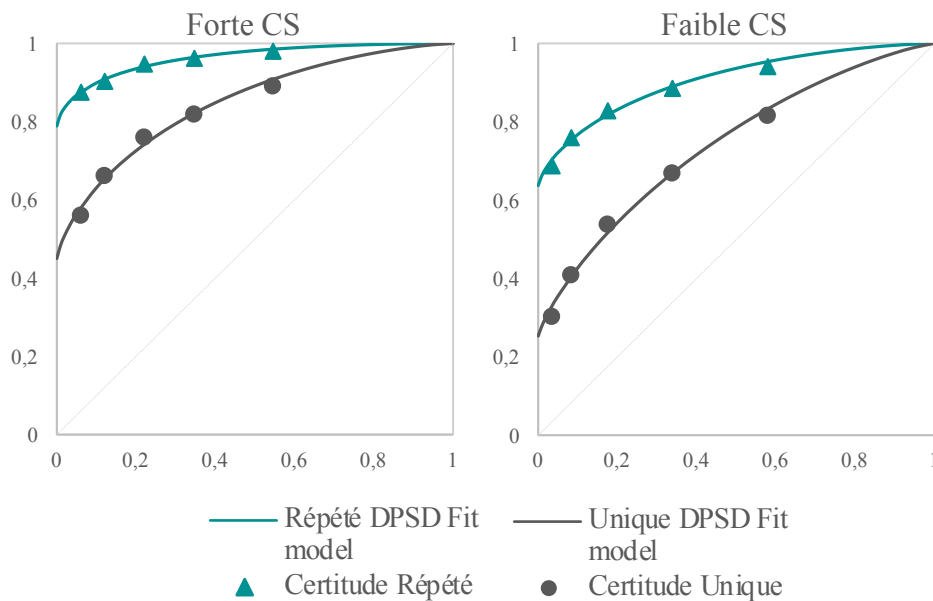


Figure 25. Courbes ROCs en fonction de la Condition (unique/nouveau en noir vs répété/nouveau en bleu) et de la Composante Sémantique (forte, à gauche vs faible, à droite).

3.3. Données des potentiels évoqués

Fenêtre temporelle précoce (350-500 msec)

L'ANOVA dans les régions frontales dans la fenêtre temporelle précoce a révélé une interaction Condition x Composante sémantique, $F(2,44) = 3.85$, $MSe = 13.79$, $p < .05$, $\eta_p^2 = 0.15$, $\varepsilon = 0.95$. La décomposition de cette interaction nous indique que la composante sémantique influençait l'amplitude de la FN400 pour les squiggles AU, $F(1,23) = 4.70$, $MSe = 31.38$, $p < .05$, $\eta_p^2 = 0.18$, alors cet effet n'était pas retrouvé sur les squiggles AR, $F(1,23) = 0.14$, $MSe = 20.86$, $p = 0.71$, $\eta_p^2 = 0.007$, ni sur les nouveaux squiggles, $F(1,23) = 0.20$, $MSe = 9.09$, $p = 0.66$, $\eta_p^2 = 0.009$. La comparaison par paire des différentes conditions montrait des amplitudes marginalement plus négatives pour les squiggles AU par rapport aux squiggles AR, $F(1,23) = 3.61$, $MSe = 21.69$, $p = 0.07$, $\eta_p^2 = 0.14$, suggérant un effet additif de la sémantique et de la répétition sur la FN400. En revanche cet effet de la répétition n'était plus retrouvé avec les squiggles à faible CS, $F(1,23) = 2.66$, $MSe = 9.49$, $p = 0.12$, $\eta_p^2 = 0.11$.

Fenêtre temporelle tardive (550-750 msec)

L'ANOVA dans les régions pariétales a décelé un effet principal de la Condition, $F(2,44) = 5.22$, $MSe = 11.00$, $p < .01$, $\eta_p^2 = 0.19$, $\varepsilon = 0.92$, avec une augmentation des positivités tardives pour les squiggles AR par rapport aux squiggles N, $F(1,23) = 14.43$, $MSe = 7.93$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.40$. Cet effet ancien-nouveau pariétal n'était observé uniquement dans le cas où les items 'anciens' avaient été répétés à l'étude. Nous n'avons pas obtenu de différence significative entre les amplitudes des squiggles AU et N, $F(1,23) = 1.99$, $MSe = 11.69$, $p = 0.17$, $\eta_p^2 = 0.08$. Nous n'avons également pas obtenu de différence significative entre les amplitudes des squiggles AR et AU, $F(1,23) = 2.58$, $MSe = 13.39$, $p = 0.12$, $\eta_p^2 = 0.10$.

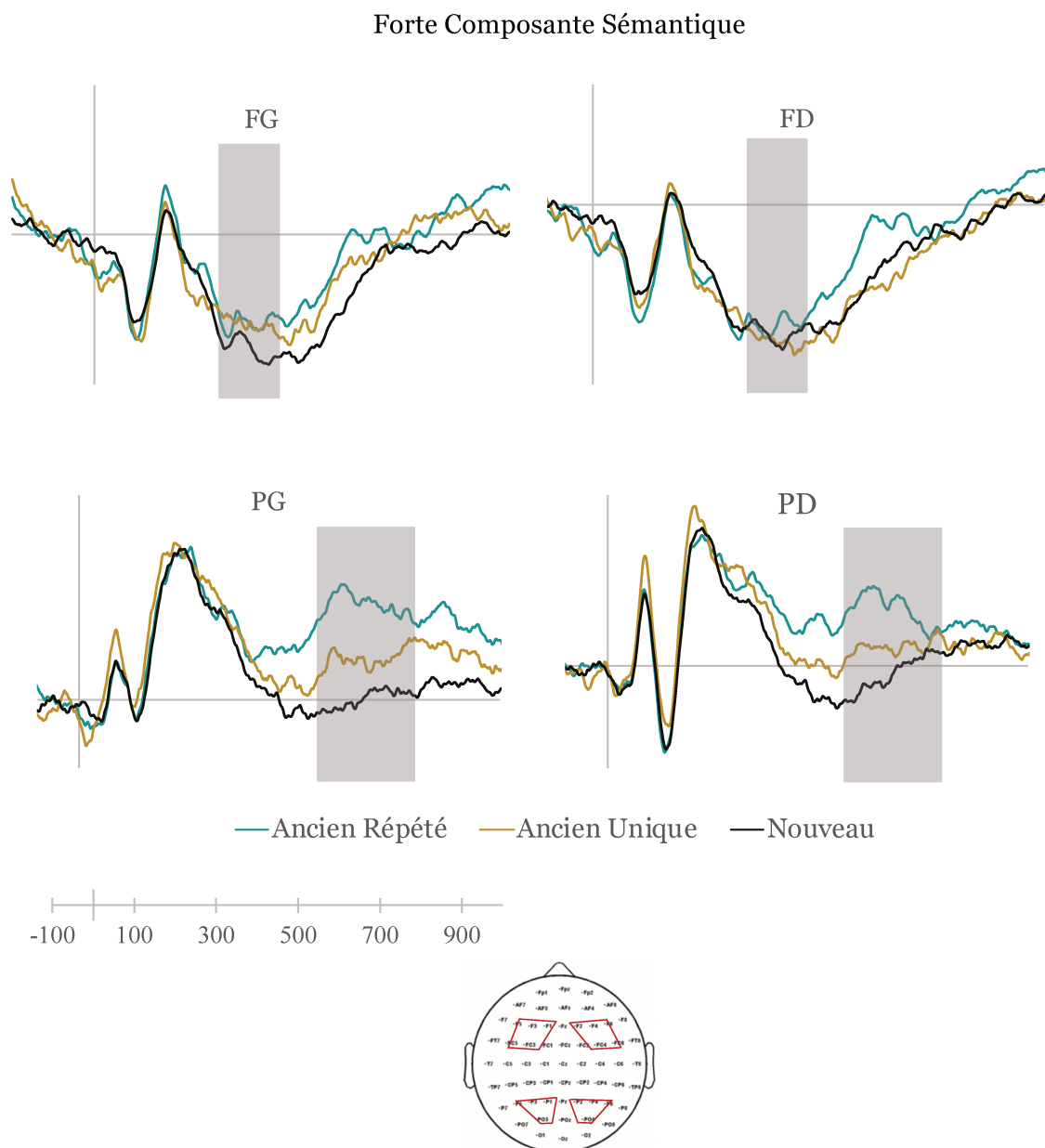


Figure 26. Potentiels évoqués par les squiggles à forte composante sémantique, dans les conditions ancien-unique (en jaune), ancien-répété (en bleu) et nouveau (en noir). Les fenêtres temporelles correspondant à la FN400 (350-500 ms au niveau frontal) et à la LPC (550-750 ms au niveau pariétal) sont grisées.

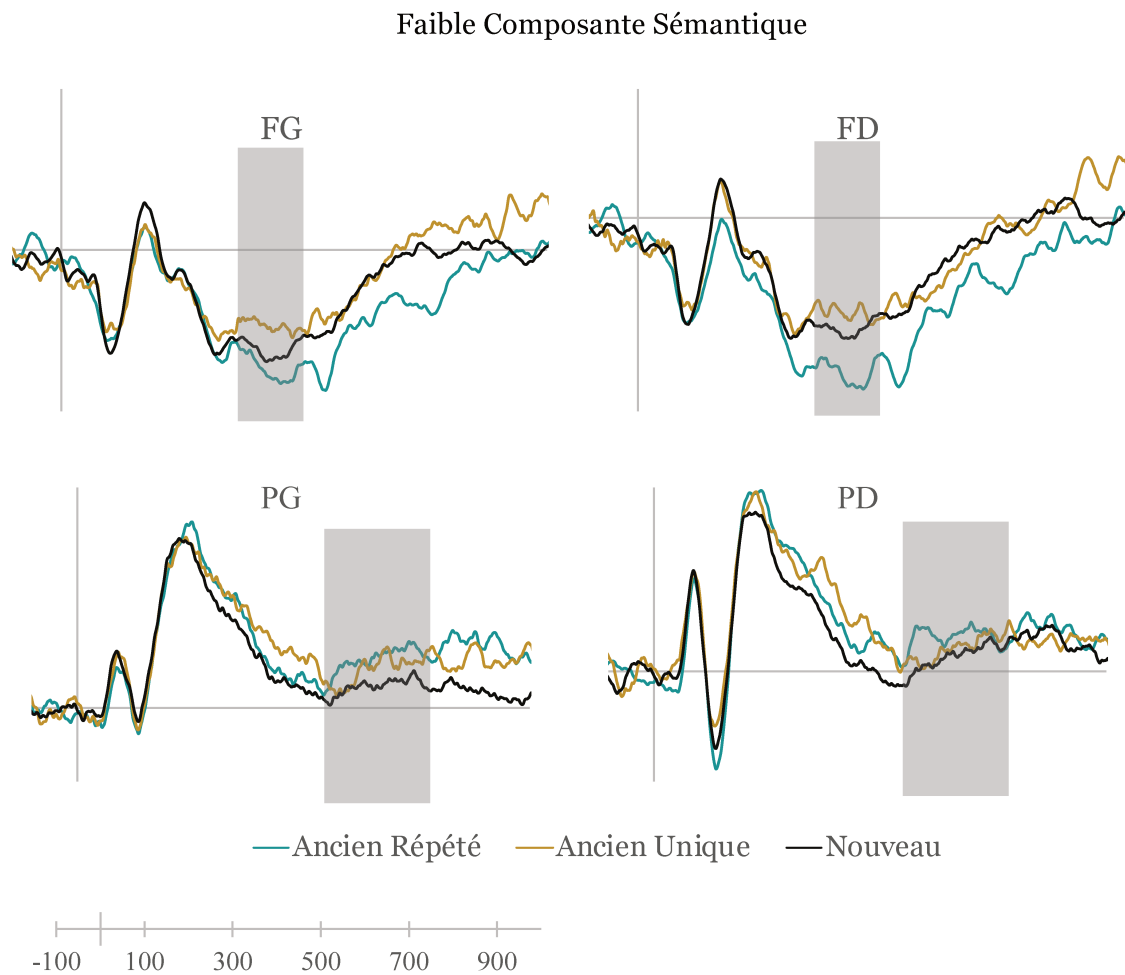


Figure 27. Potentiels évoqués par les squiggles à faible composante sémantique, dans les conditions ancien-unique (en jaune), ancien-répété (en bleu) et nouveau (en noir). Les fenêtres temporelles correspondant à la FN400 (350-500 ms au niveau frontal) et à la LPC (550-750 ms au niveau pariétal) sont grisées.

Performances de reconnaissance

- Effet de la Condition
- Effet de la Sémantique
- **Condition x Sémantique**

Effet de la sémantique

↑ Hits (AU & AR)
↑ Fausses reconnaissances

Forte Sémantique

AR > AU = N

Faible Sémantique

AR = N > AU

**Effet de la répétition présent sur les
squiggles à forte et à faible sémantique**

Estimation de R et F

Effet de la sémantique

↑ R et ↑ F

Effet de la répétition

↑ R et ↑ F

Résultats sur la FN400

- **Interaction Condition x Sémantique**

Effet de la sémantique

Que sur AU

Effet de la répétition

Que sur squiggles à forte sémantique

Effet additif de la répétition et de la sémantique sur la FN400

Résultats sur la LPC

- Effet de la Condition

**Effet ancien/nouveau uniquement avec les squiggles répétés
quelle que soit la sémantique**

Boîte 3. Résumé des performances de reconnaissance, des estimations des paramètres de récollection (R) et de familiarité (F) et des résultats électrophysiologiques dans la fenêtre précoce au niveau frontal (FN400) et dans la fenêtre temporelle tardive au niveau pariétal (LPC). AU = squiggle ancien à présentation unique ; AR = squiggle ancien à présentation répétée ; N = nouveau squiggle.

4. Discussion

De manière congruente avec les études précédentes, nos résultats montrent que la répétition à l'encodage permet d'augmenter la force de la trace des items à forte composante sémantique et les items à faible composante sémantique (e.g., Besson, Kutas & Van Petten, 1992). Ainsi les items répétés étaient toujours mieux et plus rapidement reconnus que les items présentés une seule fois à l'encodage. Se basant sur la théorie de l'effet miroir (Hilford, Glanzer & Kim, 1997), nous aurions dû observer une augmentation du taux de hits ainsi qu'une diminution du taux de fausses reconnaissances pour les squiggles à forte composante sémantique. Or nos résultats montrent que l'effet de la composante sémantique est différent sur les items anciens et nouveaux. La sémantique conduit en effet à une augmentation du taux de hits et du taux de fausses reconnaissances dans notre expérience. Stretch et Wixted (1998) ont précisé que le pattern de l'effet miroir classique (augmentation des hits et diminution des fausses reconnaissances) s'observe préférentiellement lorsque la fréquence des mots était manipulée. En revanche lorsque la force de la trace était manipulée, ils obtenaient toujours un effet sur le taux de hits mais n'obtenaient plus d'effet sur le taux de fausses reconnaissances. Le fait d'avoir obtenu un effet négatif de la sémantique sur le rejet correct des squiggles nouveaux peut s'expliquer par la confusion importante entre la familiarité absolue, la résonance avec les connaissances, et la familiarité relative dans notre étude. Une autre possibilité est liée au fait que les sujets ont été exposés au matériel pré-expérimentalement (lors de l'évaluation de la signification des squiggles deux semaines avant de passer l'expérience). Ainsi, il se peut que les squiggles à forte composante sémantique aient été mémorisés par les sujets et, lors du test, ces squiggles nouveaux n'étaient finalement pas si nouveaux pour les sujets, ce qui aurait conduit à l'augmentation des fausses reconnaissances dans cette condition.

Nos résultats suggèrent également que la répétition à l'encodage conduirait à une augmentation de la récollection comme de la familiarité, ce qui est en désaccord avec l'étude de Mäntylä et Cornoldi (2002) qui avait montré, dans une tâche de reconnaissance de visages utilisant le paradigme RK, un effet de répétition uniquement sur le paramètre de récollection. Cette divergence peut s'expliquer par la technique d'estimation des paramètres de récollection et de familiarité utilisée (ROC vs R/K) mais aussi par la nature du matériel utilisé (Squiggles vs Visages) dans la présente étude et celle de Mäntylä et Cornoldi (2002). Les résultats obtenus montrent que la composante sémantique augmente à la fois les paramètres de récollection et de

familiarité. On peut alors supposer que l'augmentation de la récollection et de la familiarité associée aux squiggles à forte composante sémantique est responsable de l'augmentation du taux de hits lorsque les squiggles sont effectivement anciens. Mais dans le cas où les squiggles sont nouveaux, l'augmentation du sentiment de familiarité liée à la forte composante sémantique du squiggle est alors délétère pour les sujets puisqu'elle conduit à une augmentation des fausses reconnaissances.

Concernant les potentiels évoqués (PEs) par la reconnaissance, nous avons obtenu un effet de la répétition sur les PEs au niveau frontal dans la fenêtre temporelle précoce. L'amplitude de la FN400 était plus importante pour les items présentés une seule fois à l'encodage comparativement aux items répétés à l'encodage. On observe donc bien un effet de répétition sur la FN400, généralement interprétée comme le corrélât de la familiarité. Cependant, nos résultats permettent de préciser que cet effet de répétition était conditionné par la composante sémantique puisqu'il n'était retrouvé que pour les squiggles à forte composante sémantique. L'effet de répétition n'est pas retrouvé sur la FN400 lorsque les items possèdent peu ou pas de composante sémantique. Nos données vont ainsi dans le sens de la conception de Rugg et collaborateurs (Rugg et al., 1995) puisqu'il semblerait que pour pouvoir observer un effet de la répétition sur le corrélât neurophysiologique de la familiarité, le matériel utilisé doit être connu pré-expérimentalement et bénéficier de représentations préexistantes en mémoire. Ce résultat montrant un effet additif de la répétition et de la sémantique sur la FN400 est congruent avec les effets comportementaux observés sur le paramètre de familiarité qui est augmenté à la fois par la répétition et la sémantique des items.

Par ailleurs, et de façon symétrique, nos résultats permettent de préciser que l'effet de la composante sémantique observé sur la FN400 se retrouve uniquement lorsque les squiggles étaient présentés une seule fois à l'encodage. La répétition à l'encodage rendrait donc les items à faible composante sémantique plus familiers de sorte que l'effet de la composante sémantique observé sur la FN400 s'amenuiserait considérablement. Cette modulation de l'effet de la sémantique par la répétition nous rappelle le résultat obtenu dans les études 1 et 2 où l'effet de la sémantique sur la FN400 était modulé par l'appariement perceptif entre l'étude et le test. Cette conditionnalité montre à nouveau le caractère multi-déterminée de la familiarité et de son corrélât neurophysiologique privilégié. Pris ensemble, ces résultats suggèrent que si la FN400 peut être sensible aux informations conceptuelles et sémantiques, de

nombreuses conditions limitantes peuvent fragiliser cette sensibilité, comme la répétition du matériel ou la perte des indices perceptifs entre l'étude et le test. La familiarité et son corrélat semble ainsi affectée par ces différentes variables de façon additive.

Contrairement à Groh-Bordin et collaborateurs (2007), nous n'avons pas retrouvé d'effet de répétition sur l'effet ancien/nouveau pariétal dans la fenêtre temporelle tardive. En revanche, nous avons obtenu un effet ancien/nouveau uniquement pour les squiggles ayant été répétés à l'encodage. De plus, cet effet n'était pas conditionné par la composante sémantique puisqu'il était présent pour les squiggles à forte et à faible composante sémantique. Il apparaît ainsi que la répétition à l'encodage des squiggles permette l'apparition d'un effet ancien/nouveau tardif, généralement interprété comme le corrélat de la récollection, indépendamment de la significativité du matériel. Ce résultat suggère que, quelle que soit la composante sémantique des squiggles, ce matériel demeure inhabituel et relativement non familier. Cette particularité des squiggles et de leur caractère toujours relativement abstrait explique certainement que l'apparition de l'effet pariétal tardif repose principalement sur la répétition lors de l'encodage et la stabilisation progressive de la trace mnésique, prérequis indispensable à la récupération des détails épisodiques. Ainsi il semblerait que conformément à la prédiction de Groh-Bordin et collaborateurs, la répétition de matériel non familier pré-expérimentalement puisse conduire à la création d'une nouvelle représentation en mémoire (Groh-Bordin et collaborateurs, 2007).

Chapitre 7 - Effet des connaissances préexistantes sur la reconnaissance de visages chez les adultes jeunes et âgés

Étude 4. Modulation par les connaissances des processus de récollection et de familiarité au cours du vieillissement

1. Introduction

La reconnaissance des visages est une habileté particulièrement cruciale pour nos relations sociales. Comme suggéré par les expériences de *déjà-vu* ou du *boucher dans le bus*, la reconnaissance d'un visage dépend des détails contextuels et des connaissances préexistantes concernant la personne. Elle implique l'intégration de multiples caractéristiques. Une plainte récurrente chez les seniors concerne leur difficulté à identifier correctement une personne qu'ils connaissent lorsqu'ils la croisent dans la rue. Expérimentalement il a été montré que les personnes âgées présentaient des performances altérées lorsqu'elles devaient par exemple associer un nom et un visage alors que leurs performances étaient relativement préservées dans le cas d'une reconnaissance simple du visage (Naveh-Benjamin, Guez, Kilc, & Reedy, 2004). Au quotidien nous sommes tous confrontés à une multitude de visages, certains de personnes qui ne nous sont pas familières, d'autres de personnes familières (membres de la famille, amis, connaissances, personnes célèbres). Les visages familiers bénéficient des expériences répétées qui ont permis d'établir un solide stock de représentations visuelles et d'y associer des connaissances sémantiques sur la personne. La répétition de rencontre avec un visage génère de riches et stables représentations en mémoire, ce qui n'est pas le cas lorsque nous voyons le visage d'une personne que nous ne connaissons pas. De précédentes études ont reporté des temps de réponses plus importants avec des visages non-familiers qu'avec des visages familiers (Bentin & McCarthy, 1994 ; Schweinberger, 1996). Ce bénéfice temporel pour le traitement des visages familiers semble également être plus important pour les personnes âgées que pour les jeunes (Pfütze, Sommer & Schweinberger, 2002). Tout ceci suggère la possibilité d'utiliser les connaissances préexistantes comme mécanisme de compensation dans le cadre du vieillissement et des diminutions des performances en mémoire épisodique qui l'accompagne. En effet, il a été montré que le déclin des

performances de reconnaissance lié au vieillissement était plus important avec des visages non-familiers qu'avec des visages familiers (Bäckman, 1991; Bäckman & Herlitz, 1990). L'encodage, comme la récupération, d'informations basées sur les connaissances et des associations riches sémantiquement, semblent en effet préservés chez les personnes âgées (Dew & Giovanello, 2010), ce qui n'est pas le cas avec des associations faiblement porteuses de sens comme un nom non conatif associé à un visage non-familier (Guillaume et al., 2015). Cette différence liée à l'âge pourrait être due à la tendance des sujets âgés à utiliser leurs connaissances pour réaliser des tâches de reconnaissance de visages (Wahlin, Bäckman Mäntylä, Herlitz, & Winblad, 1993) et, plus généralement, des tâches de mémoire épisodique. L'ensemble de ces données suggèrent que les personnes âgées peuvent être pratiquement aussi performantes que les adultes jeunes si l'information à récupérer a été encodée avec du sens ou qu'elle est déjà connue du sujet (Pierce, Sullivan, Schacter, & Budson, 2005). De nombreuses études ont en effet conclu que l'activation du réseau sémantique était bien préservée chez les séniors (voir la revue de Laver & Burke, 1993). Les corrélats neuronaux de la supériorité du traitement des informations familières sur les informations non-familières, ont été explorés.

L'activation bilatérale plus vaste pour le traitement de visages familiers que pour le traitement de visages non-familiers a été interprété comme une différence de niveau de traitement à l'encodage, au bénéfice des visages familiers (Leveroni, Seidenberg, Mayer, Mead, Binder, & Rao, 2000). Umanath et Marsh (2014) ont rappelé que les déficits mnésiques des personnes âgées étaient observés dans des tâches de mémoire de la source ou dans des tâches nécessitant la récupération de détails épisodiques et contextuels. Selon eux, le succès d'une tâche de mémoire est lié aux connaissances pré-expérimentales et aux informations déjà stockées en mémoire. Si les connaissances préexistantes peuvent améliorer les performances de mémoire, elles peuvent également les perturber et être un désavantage lorsque la tâche requière d'inhiber ces connaissances (Umanath & Marsh, 2014). Dans ce cas, les personnes âgées feront par exemple davantage de fausses reconnaissances. Dans leur revue, ces auteurs insistent sur l'importance de l'impact des connaissances préexistantes sur les performances de mémoire des séniors, que cette influence soit positive ou négative. Ils n'ont cependant pas examiné la façon dont ces connaissances agissent sur les processus sous-tendant la mémoire de reconnaissance. Dans les expériences étudiant la mémoire des personnes âgées, la mémoire épisodique et la mémoire sémantique sont généralement dissociées et ne figurent pas au sein d'une même tâche expérimentale. Ainsi, nous

ignorons toujours comment les connaissances des sujets modulent les performances épisodiques et, plus spécifiquement, les processus sous-tendant la reconnaissance. Dans ce contexte, une question intéressante est de savoir si ces connaissances préexistantes agissent sur la familiarité, sur la récollection, ou sur les deux.

En manipulant la présence de connaissances préexistantes dans des tâches de reconnaissance de visages, l'objectif de cette étude était d'explorer les effets des connaissances sémantiques sur la familiarité et la récollection au cours du vieillissement. En comparant une tâche de reconnaissance de visages familiers et une autre de visages non-familiers. Nous nous attendions à confirmer les travaux précédents suggérant que les connaissances préexistantes augmentent les performances de reconnaissance (Kole & Healy, 2007 ; Kole, Healy, Fierman, & Bourne, 2010 ; Umanath & Marsh, 2014). Dans la lignée du DPHMA, nous nous attendions à observer un déficit de récollection lié à l'âge, mais que celui-ci soit plus important dans la tâche de reconnaissance de visages non-familiers que dans la tâche de reconnaissance de visages familiers. En effet, dans la mesure où l'encodage des visages familiers est plus riche, nous avons formulé l'hypothèse selon laquelle le déficit de récollection des seniors serait réduit dans la tâche de reconnaissance des visages familiers. Une autre de nos questions était de savoir si les connaissances préexistantes agiraient également sur le processus de familiarité.

2. Méthode

2.1. Participants

Cent personnes se sont portées volontaires pour participer à cette étude. Les participants étaient tous de langue maternelle française. Cinquante jeunes adultes et cinquante adultes âgés ont été appariés sur le niveau d'étude. Aucun des participants ne présentait d'antécédents de troubles psychiatriques, neurologiques ou de prosopagnosie. Tous les participants ont passé le « *Mini-Mental State Examination* » (MMSE, Folstein, Folstein, & Mc Hugh, 1975) et tous ont obtenu des scores supérieurs à 27/30. Après avoir reçu une description complète de l'expérience, chaque participant nous donna son consentement écrit. Le tableau 4 résume les informations des participants.

Tableau 4. Informations démographiques des jeunes et des adultes âgés.

Variable	Adultes âgés ($n = 50$)		Adultes jeunes ($n = 50$)	
	M	SD	M	SD
Age (ans)	69.63	3.1	21.1	2.2
Éducation (ans)	14.2	2.09	14.4	0.6
Genre	20 hommes / 30 femmes		20 hommes / 30 femmes	

2.2. Matériel

Le set de stimuli était constitué de cent soixante photos en noir et blanc avec une expression souriante. Ce set de cent-soixante visages se composait de quatre-vingts visages familiers (VF ; c'est-à-dire de personnes célèbres) et de quatre-vingts visages non-familiers (VNF ; i.e. personnes inconnues). Les photographies des visages non-familiers ont été sélectionnés à partir de la base de données *Karolinska Directed Emotional Faces databased* (KDEF, Lundqvist, Flykt, & Öhman, 1998). La parité fut respectée dans les deux catégories de visages. La période de célébrité des visages familiers a également été contrôlée : la moitié des VF était des personnes célèbres entre 1965 et 1980 et l'autre moitié était des personnes célèbres entre 2000 et 2015. Afin de s'assurer que les participants, jeunes comme âgés, connaissaient bien les visages familiers, nous avons pré-testé notre set de VF via la technique de la méthode des juges. Vingt-deux personnes (qui ne participèrent pas ensuite à l'expérience), dont onze jeunes adultes et onze seniors, complétèrent un questionnaire comportant trois questions pour chacun des cent-quarante visages de célébrités présentés. Un visage était sélectionné pour faire partie de notre set de VF lorsque plus de 75% des juges répondaient correctement aux trois questions⁴.

⁴ Les trois questions utilisées pour le pré-test du set de visages familiers : (1) 'reconnaissance' « ce visage vous est-il familier ? » ; (2) 'dénomination' « donnez le nom de cette personne » ; (3) 'connaissances associées' « donnez une information concernant cette personne ».

2.3. Procédure

Les participants ont réalisé l'expérience sur ordinateur avec un écran dix-huit pouces. L'expérience a été programmée sur le logiciel E-prime 2.0. La figure 28 résume la procédure mise en place. Chaque sujet complétait deux tâches de reconnaissance : une tâche de reconnaissance de visages familiers et une tâche de reconnaissance de visages non familiers. Les deux tâches étaient séparées par une pause de quinze minutes durant lesquelles les sujets effectuaient plusieurs jeux des sept erreurs. L'ordre des tâches a été contrebalancé entre les participants. Chacune des tâches consistait en une tâche classique de mémoire de reconnaissance et était donc composée d'une phase d'étude suivie d'une pause de cinq minutes puis d'une phase de test. Chaque essai de la phase d'étude commençait par l'affichage, au centre de l'écran, d'une croix de fixation pendant cinq cents millisecondes, immédiatement suivi par la présentation du visage, également centrée, pour une durée fixée à deux mille cinq cents millisecondes. L'intervalle inter-item variait entre mille cinq cents et deux mille millisecondes, afin de maintenir l'attention du sujet. Durant l'étude, les participants devaient effectuer pour chaque visage, un jugement de genre en appuyant sur la touche « F » du clavier pour les femmes et la touche « M » pour les hommes. Les phases de test nécessitaient la récupération des visages étudiés lors de la précédente phase (items anciens) qui étaient mélangés à des visages distracteurs (items nouveaux). Dans la phase de reconnaissance de visages non-familiers, quarante VNF anciens étaient mélangés avec quarante VNF nouveaux. De même, dans la phase de reconnaissance de visages familiers, quarante VF anciens étaient mélangés avec quarante VF nouveaux. Dans chaque test, les participants devaient effectuer un jugement de reconnaissance ancien/nouveau, c'est-à-dire déterminer, pour chaque visage, s'il était ancien (i.e. vu lors de la phase d'étude), ou s'il était nouveau (i.e. non étudié). Les sujets appuyaient sur la touche verte du clavier pour répondre « visage ancien » et la touche rouge pour répondre « visage nouveau ». Les tâches de reconnaissance débutaient toujours par l'affiche centrée d'une croix de fixation durant cinq cents millisecondes, suivi par l'affichage du stimulus pour une durée maximale de deux mille cinq cents millisecondes. Les participants avaient pour consigne de répondre le plus rapidement et le plus correctement possible dès que le stimulus apparaissait. Au terme des deux mille cinq cents millisecondes d'affiche du stimulus, si le participant n'avait pas encore répondu, le visage disparaissait et un écran blanc s'affichait, pour une durée maximale de deux mille millisecondes supplémentaires, permettant au sujet de donner sa réponse. Après chaque jugement de reconnaissance, un écran questionnant la

certitude des sujets quant à leur réponse s'affichait sans limite temporelle. Les participants devaient alors évaluer leur certitude sur une échelle en trois points (1 : incertain ; 2 : modérément certain ; 3 : certain).

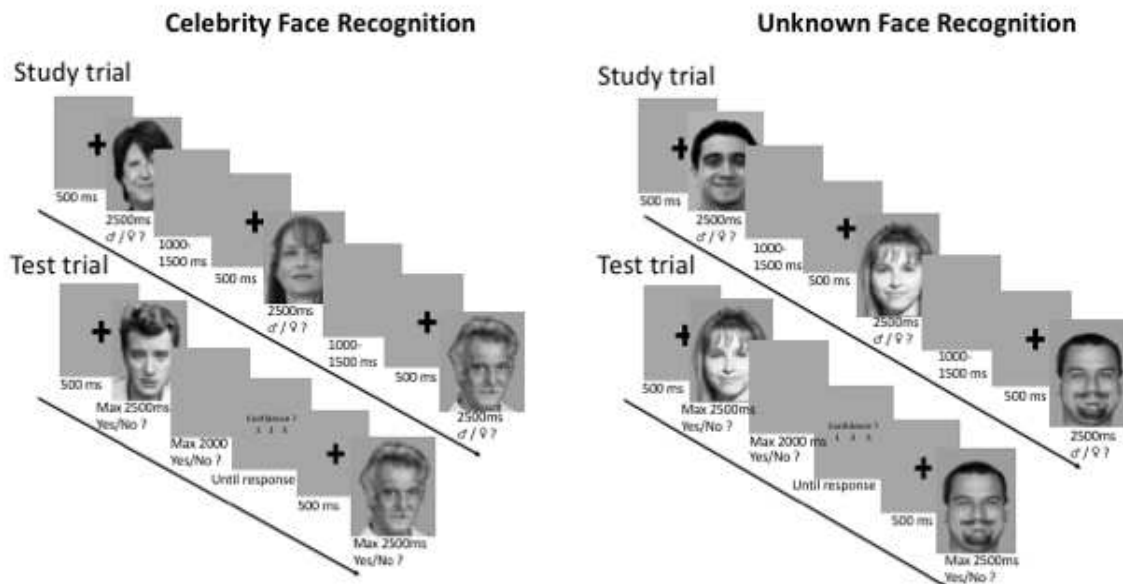


Figure 28. Design expérimental du test de reconnaissance des visages célèbres et des visages non familiers.

2.4. Analyses des données

Analyses des performances de reconnaissance. Les probabilités moyennes globales (et les écart-types) des hits, des fausses reconnaissances (FR), de la 'précision de reconnaissance' (i.e. proportion de hits additionnée à celle de rejets corrects) et des temps de réponses (TR) des réponses correctes, ont été analysés avec des ANOVA à mesures répétées, avec le Groupe d'âge (jeunes *vs* âgés) comme facteur inter-sujet et la Tâche de reconnaissance (visages familier *vs* visages non-familiers) comme facteur intra-sujet.

Analyse des ROCs agrégées. Les ROCs moyennes pour les deux groupes d'âge ont été générées en agrégeant les données des sujets. Les taux de hits et de fausses reconnaissances ont été calculés pour chaque niveau de certitude. Les taux cumulés de hits et les taux cumulés de FR de chaque niveau de certitude ont ensuite permis d'obtenir des courbes ROC en cinq points (3 niveaux de certitude x 2 catégories de réponses) – 1 df (Macmillan & Creelman, 1990). Les ROCs moyennes ont été ainsi construites pour chaque groupe à partir de deux milles items anciens (cinquante

participants x quarante items) et deux milles items nouveaux (cinquante participants x quarante items).

Analyse des ROCs individuelles. Les ROCs individuelles ont été générées à partir de quarante items anciens et quarante items nouveaux, soit quarante observations par point pour chaque ROC individuelle. L'ajustement du modèle aux données ROCs individuelles observées, a été obtenu en utilisant l'équation générale proposée par Yonelinas (1999), qui relie la probabilité de hits à la probabilité de fausses reconnaissances suivant le modèle binormal⁵. L'ajustement a été déterminé par le modèle de reconnaissance standard DPSD (Heathcote et al., 2006 ; Wixted, 2007 ; Yonelinas & Parks, 2007). La familiarité (F) et la récollection (R) ont été estimées pour chaque sujet grâce au modèle DPSD1 :

$$R = R_o$$

Avec $R_n = 0$

Et où R_o = récollection des items anciens ; R_n = récollection des nouveaux items,

$$F = F_o - F_n$$

Avec $F_o = P(\text{hit}) - R_o / (1 - R_o)$ et $F_n = P(FR)$

3. Résultats

3.1. Performances de reconnaissance

Le tableau 5 résume les performances de reconnaissance de chaque groupe et dans chaque tâche de reconnaissance. L'ANOVA sur la précision de reconnaissance a mis en évidence un effet principal du Groupe d'âge, $F(1,98) = 5.79$, $MSe = .006$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .05$, se traduisant par une plus importante précision de reconnaissance pour les participants jeunes que pour les âgés. Un effet principal de la Tâche a également été décelé, $F(1,98) = 373.38$, $MSe = .003$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .79$, traduisant de meilleures précisions de reconnaissance avec les visages familiers qu'avec les visages non

⁵ $P(\text{"yes"/target}) = P(\text{"yes"/new}) + R_t + (1 - R_t)\phi((d'/2) - c) - (1 - R_f)\phi(-(d'/2) - c)$

Dans cette équation, R_t est la probabilité de cibles de récollection (rappel pour accepter); d' est la différence entre la distribution de la moyenne de la familiarité des items anciens et la distribution de la moyenne de la familiarité des items nouveaux; c est le critère de décision; R_f est la probabilité de leurres de récollection (rappel pour rejeter) ; ϕ est la fonction de densité de la distribution normal (proportion de cibles et de leurres qui excède le critère décision c avec un certain d'). Nous avons utilisé le modèle DPSD1 qui comprend les paramètres suivants : paramètres variables = R_{old} , d' et c ; paramètre fixé : $R_n = 0$; contrainte : $R_{old} \geq 0$.

familiers. De plus, l'ANOVA sur la précision de reconnaissance a décelé un effet d'interaction Groupe x Tâche, $F(1,98) = 40.82$, $MSe = .003$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .29$. La décomposition de cette interaction indique que dans la tâche avec les visages non familiers, les adultes jeunes montraient une plus grande précision de reconnaissance que les âgés, $F(1,98) = 34.65$, $MSe = .005$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .26$; alors que cette différence n'était plus retrouvée dans la tâche avec les visages familiers, $F(1,98) = 2.45$, $MSe = .006$, $p = .12$, $\eta_p^2 = .02$.

L'ANOVA sur les taux de hits a également mis en évidence un effet principal de la Tâche, $F(1,98) = 177.91$, $MSe = .008$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .65$. En revanche l'effet principal du Groupe d'âge n'a pas été retrouvé avec les hits, $F(1,98) = 0.01$, $MSe = .02$, $p = .93$, $\eta_p^2 < 0.01$. L'ANOVA sur les taux de fausses reconnaissances a mis en évidence un effet principal de la Tâche, $F(1,98) = 176.68$, $MSe = .006$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .64$, ainsi qu'un effet principal du Groupe d'âge, $F(1,98) = 13.67$, $MSe = .01$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .12$. De plus, l'interaction Groupe x Tâche a été obtenue sur le taux de fausses reconnaissances, $F(1,98) = 31.46$, $MSe = .006$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .24$. La décomposition de cette interaction indique que les sujets âgés effectuaient plus de fausses reconnaissances que les jeunes dans la tâche de reconnaissance des visages non familiers, $F(1,98) = 32.01$, $MSe = .01$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .25$, mais pas dans la tâche de reconnaissance des visages familiers, $F(1,98) = 0.08$, $MSe = .007$, $p = .78$, $\eta_p^2 < 0.01$.

Tableau 5. Probabilités de la précision de reconnaissance (hit + rejet correct), des hits et des fausses reconnaissances (FR); temps de réponses des réponses correctes (TR RC) en fonction du groupe (jeunes vs adultes âgés) et de la tâche de reconnaissance (visages célèbres vs visages non familiers).

	Jeune (n = 50)		Âgés (n = 50)	
	Célèbre M (SD)	Non familier M (SD)	Célèbre M (SD)	Non familier M (SD)
Précision	0.85 (0.08)	0.75 (0.06)	0.88 (0.07)	0.67 (0.07)
Hits	0.82 (0.13)	0.68 (0.12)	0.85 (0.09)	0.65 (0.13)
FR	0.10 (0.09)	0.19 (0.10)	0.10 (0.08)	0.31 (0.11)
TR RC (ms)	1301.3 (221.6)	1400.5 (202.4)	1560.0 (230.8)	1680.6 (290.6)

Note: Les écarts types sont indiqués entre parenthèse.

L'ANOVA sur les temps de réponse correctes a mis décelé un effet simple du Groupe d'âge, $F(1,98) = 41.52$, $MSe = 87395$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .30$, ainsi qu'un effet simple de la Tâche, $F(1,98) = 22.77$, $MSe = 26514$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .19$. En effet, les sujets jeunes étaient plus rapides que les seniors pour répondre et tous les participants étaient plus rapides dans la tâche de reconnaissance de visages familiers que dans la tâche de reconnaissance de visages non-familiers.

3.2. Analyses des ROCs

La contribution des processus de récollection (R) et de familiarité (F) a été estimée pour chaque sujet et dans chaque condition par le modèle DPSD1 à partir des ROCs individuelles. Le tableau 6 présente les estimations de R et de F de chacun des groupes et dans chaque tâche de reconnaissance.

Tableau 6. Estimation de la récollection (R) et de la familiarité (F) par le modèle DPSD1

	R	F	SSE
Jeunes adultes (n=50)			
Célèbre	0.56 (0.31)	0.40 (.31)	0.002 (0.002)
Non familier	0.37 (0.20)	0.27 (0.20)	0.003 (0.002)
Adultes âgés (n = 50)			
Célèbre	0.55 (0.34)	0.44 (0.31)	0.002 (0.002)
Non familier	0.19 (0.21)	0.24 (0.19)	0.006 (0.007)

Note: Les écarts types sont indiqués entre parenthèse.

L'ANOVA sur l'estimation de la récollection (R) a décelé un effet principal du Groupe d'âge, $F(1,98) = 4.80$, $MSe = 0.09$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .04$, ainsi qu'un effet principal de la Tâche, $F(1,98) = 62.44$, $MSe = 0.06$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .39$. Un effet d'interaction Groupe x Tâche a également été obtenu, $F(1,98) = 5.94$, $MSe = 0.06$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .06$. La décomposition de cette interaction a révélé que les participants jeunes obtenaient une plus grande estimation de R que les sujets âgés dans la tâche de reconnaissance des visages non-familiers, $F(1,98) = 18.19$, $MSe = .04$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .16$, mais que le niveau de R était équivalent pour les deux groupes dans la tâche de reconnaissance des visages familiers ($F(1,98) = .02$, $MSe = 0.11$, $p = .89$). Par ailleurs, le paramètre de récollection était augmentée dans la tâche de reconnaissance des visages familiers

comparée à la tâche de reconnaissance des visages non-familiers, pour les jeunes, $F(1,98) = 14.93$, $MSe = .06$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .13$, comme pour les seniors, $F(1,98) = 53.44$, $MSe = .06$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .35$, mais cette augmentation était plus importante pour les participants âgés comme en témoigne la taille d'effet (η_p^2) plus importante pour les âgés.

Concernant l'estimation de la familiarité (F), l'ANOVA a mis en évidence un effet principal de la Tâche, $F(1,98) = 24.25$, $MSe = .06$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .20$. Le paramètre de familiarité était également plus élevé dans la tâche de reconnaissance des visages familiers que dans la tâche de reconnaissance de visages non-familiers. En revanche, aucune différence liée au Groupe d'âge n'a été retrouvé sur la familiarité, $F(1,98) = 0.02$, $MSe = .08$, $p = .89$, $\eta_p^2 < 0.01$. La figure 29 présente les courbes ROCs agrégées pour les jeunes et pour les seniors dans chaque tâche de reconnaissance.

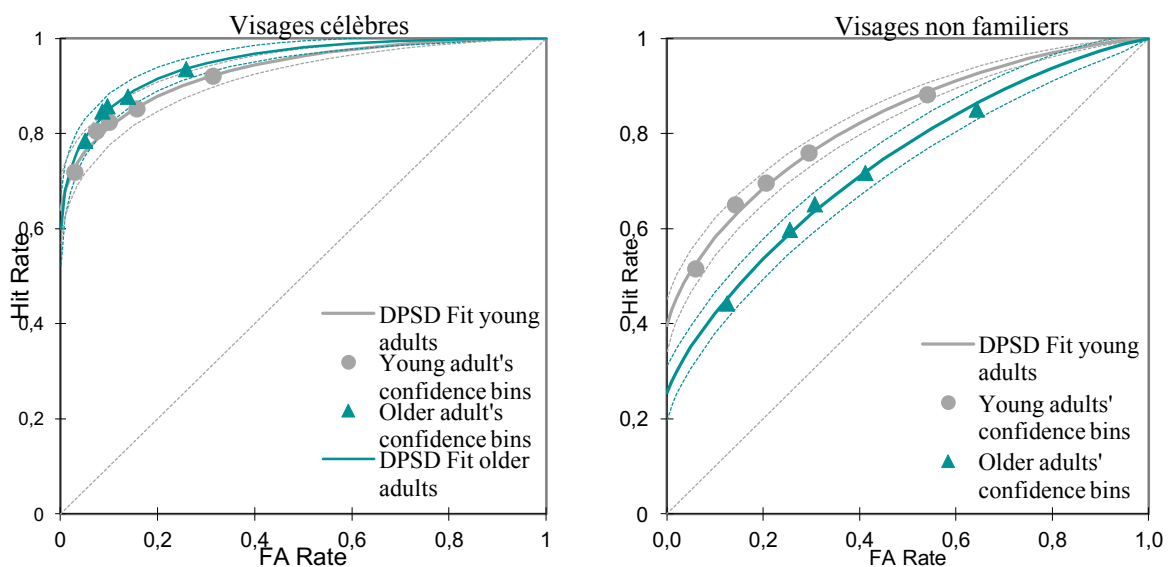


Figure 29. Courbes ROC des jeunes (en gris) et des adultes âgés (en bleu) dans les tâches de reconnaissance des visages célèbres et des visages non familiers. La figure représente l'ajustement du modèle DPSD (lignes pleines) ainsi que les intervalles de confiance à 95% (lignes en pointillées).

Performances de reconnaissance

- **Effet de l'âge**
sur la précision : jeunes > âgés
sur les FR et les TR : jeunes < âgés
- **Effet du Visage**
sur la précision et les hits : VF > VNF
sur les FR et les TR : VF < VNF
- **Âge x Visage** (sur la précision et les FR)

Effet de l'âge uniquement avec les visages non familiers

Estimation de R

- **Effet de l'âge**
 $R(\text{jeunes}) > R(\text{âgés})$
- **Effet du visage**
 $R(\text{VF}) > R(\text{VNF})$
- **Âge x Visage**

Effet de l'âge uniquement avec les visages non familiers

Estimation de F

- **Effet du visage**
 $F(\text{VF}) > F(\text{VNF})$

Boîte 4. Résumé des effets de l'âge et du type de visage sur les performances de reconnaissance et des paramètres de récollection (R) et de familiarité (F). FR : fausses reconnaissances, TR : temps de réponse, VF : visages familiers, VNF : visages non-familiers.

4. Discussion

En manipulant la présence de connaissances préexistantes dans des tâches de reconnaissance de visages, cette étude nous a permis d'observer l'effet des connaissances sémantiques préexistantes sur les performances épisodiques et les processus de récollection et de familiarité en fonction de l'âge des participants. Nous retrouvons un ralentissement de la vitesse de traitement lié à l'âge, avec de plus long temps de réponse pour les seniors que pour les jeunes (e.g. Pfütze et al., 2002). Dans la lignée de précédentes études, nous avons observé également une augmentation des fausses reconnaissances chez les seniors dans la tâche de reconnaissance des visages non-familiers (Barlett & Leslie, 1986 ; Bryce & Dodson, 2013). De plus, nous avons observé, pour tous les sujets, quel que soit leur groupe d'âge, de meilleures performances avec les visages familiers qu'avec les visages non-familiers. Ce pattern de résultat suggère un bénéfice apporté par les connaissances préexistantes sur les performances de reconnaissance (Bäckman, 1991 ; Kole & Healy, 2007 ; Kole et al., 2010 ; Pfütze et al., 2002) qui pourrait être interprété comme un niveau de traitement plus profond lors de l'encodage des visages célèbres (voir Leveroni et al., 2002).

L'effet des connaissances préexistantes sur le déclin mnésique lié à l'âge

Nos résultats confirment que les seniors sont aussi précis et performants que les jeunes dans les tâches de mémoire épisodique lorsque les stimuli bénéficient de connaissances pré-expérimentales (Bäckman, 1991 ; Wahlin et al., 1993). En accord avec l'idée selon laquelle les seniors sont plus performants avec des paires de mots sémantiquement liés qu'avec des paires de mots non liés (Bunce, 2003), nos résultats confirment donc que les connaissances préexistantes peuvent être utilisées comme mécanisme de compensation chez les seniors (Umanath & Marsh, 2014). Nos participants âgés étaient en effet aussi performants et précis que les jeunes pour reconnaître les visages familiers. De plus nous précisons que c'est en permettant aux sujets âgés d'effectuer moins de fausses reconnaissances que s'opère le bénéfice de l'utilisation d'un matériel connu pré-expérimentalement.

Les visages familiers bénéficient de connaissances pré-expérimentales et de nombreuse répétition, ce qui, en accord avec les travaux de Mandler (1980 ; 2008), conduit à l'intégration d'une trace mnésique plus solide. Ces stimuli familiers nous permettent d'introduire une distinction entre deux sources du signal de la force mnésique survenant lors de tâches de mémoire épisodique. La première source est liée

aux expériences pré-expérimentales relatives à un item (c'est-à-dire aux connaissances préexistantes que nous avons de celui-ci). On qualifie cette source de mémoire comme un « signal absolu » puisqu'il provient de l'ensemble de nos expériences passées. La seconde source est considérée comme un « signal relatif » car elle fait référence à l'augmentation de la force mnésique entre la première rencontre expérimentale avec l'item (lors de la phase d'étude) et la seconde rencontre expérimentale (lors de la phase test). Ce signal relatif peut intervenir pour des stimuli familiers, comme pour des stimuli non-familiers. En revanche, l'intervention du signal dit « absolu » est limitée aux tâches de reconnaissance utilisant des stimuli familiers et s'accumule avec le signal relatif propre à chaque tâche de reconnaissance. Dans cette perspective, l'absence de différence liée à l'âge dans la tâche de reconnaissance de visages familiers suggère que les seniors sont capables de discriminer les visages familiers qu'ils connaissent des visages familiers qu'ils ont vus lors de la phase d'étude. Comme l'ont fait remarquer Umanath et Marsh (2014), les connaissances préexistantes peuvent être un désavantage dans la réussite d'une tâche de reconnaissance, par exemple quand le succès requière l'inhibition des connaissances. En raison du déclin des capacités d'inhibition chez les personnes âgées (Hasher et al., 1991), nous aurions donc pu nous attendre à une augmentation des fausses reconnaissances dans la tâche de reconnaissance des visages familiers. Nous aurions pu penser qu'avec des visages familiers, les seniors n'auraient pas réussi à inhiber le sentiment de familiarité (signal absolu) qu'ils avaient envers les visages distracteurs mais familiers. Finalement nous observons l'inverse, c'est-à-dire, une diminution du taux de fausses reconnaissances lorsque les âgés effectuaient la tâche de reconnaissance des visages familiers. Autrement dit, non seulement les connaissances préexistantes (signal absolu) permettent aux âgés de mieux reconnaître les visages auxquels ils viennent d'être pré-exposés, mais elles permettent également de mieux discriminer le signal relatif et d'éviter ainsi les fausses reconnaissances qui s'appuieraient uniquement sur le signal absolu lié aux connaissances du visage célèbre. De fait, il semblerait que les connaissances préexistantes conduisent non seulement à augmenter les performances de reconnaissance épisodique mais aussi à une meilleure récupération des détails épisodiques de l'événement étudié.

L'effet des connaissances sur le déficit de récollection dans le vieillissement

Se basant sur l'hypothèse du lobe frontal et les études en neuroimagerie (e.g., Brickman et al., 2006), Edmons, Glisky, Barlett, et Rapcsak (2012), on émit

l'hypothèse selon laquelle le déficit de récollection des séniors était lié à la diminution du fonctionnement du lobe frontal accompagnant le vieillissement normal. Ils ont également mis en avant des différences liées à l'âge dans l'utilisation des processus de reconnaissance, résultant en une augmentation des reconnaissances basées sur la familiarité pour les séniors par rapport aux adultes jeunes. Le principal but de notre étude était de déterminer comment les connaissances préexistantes influencent les processus de récollection et de familiarité dans le cadre du vieillissement. Nos résultats montrent que ces connaissances (visages familiers) induisent une augmentation de la récollection mais également de la familiarité et ceci chez les sujets jeunes comme chez les plus âgés. Le résultat le plus marquant est une différence de l'influence des connaissances préexistantes sur la récollection, mais pas sur la familiarité, en fonction de l'âge. Le bénéfice lié aux connaissances préexistantes sur la récollection est en effet plus important pour les séniors que pour les jeunes. Ce bénéfice va jusqu'à faire disparaître le déficit de récollection qui était observé chez les séniors dans la tâche de reconnaissance de visages non-familiers.

Une étude précédente a examiné les conditions d'encodage qui conduisaient à une augmentation de la récollection chez le sujet jeune et chez le sujet âgés (Luo, Hendrick, & Craik, 2007). Trois patterns de manipulation à l'encodage ont ainsi été révélés : le premier correspond à manipuler l'encodage de tel sorte qu'il permette aux sujets âgés de mettre en place les processus appropriés, que les jeunes adultes mettent en place spontanément, pour faire la tâche aussi bien qu'eux. Ce premier type de manipulation conduit ainsi à une augmentation de la récollection pour les deux groupes d'âge mais cette augmentation est plus importante pour les âgés et leur déficit de récollection est diminué voir éliminé. Le deuxième type de manipulation consiste à permettre aux participants de mettre en place les processus appropriés dans le cas où ni les jeunes ni les âgés ne le faisaient spontanément. Ceci conduisant à un gain sur la récollection similaire pour les deux groupes d'âge. Enfin le troisième type de manipulation consiste à placer le sujet dans une situation expérimentale où les processus de contrôle ont un rôle déterminant pour le succès de la tâche. Le bénéfice de récollection sera ainsi présent principalement chez les jeunes, puisque les personnes âgées présentent un déficit dans les habiletés de contrôle. Dans notre étude, nous observons que, bien que la récollection soit augmentée pour les deux groupes d'âge, cette augmentation est plus importante pour les sujets âgés conduisant à une suppression de leur déficit de récollection. Bien que s'apparentant au premier pattern décrit par Luo et al. (2007), nos données ne peuvent directement supporter l'idée selon laquelle ce pattern serait

obtenu car dans la condition de base (visages non-familiers) les jeunes adultes engageraient spontanément des processus que les seniors n'utiliseraient pas. Nous pensons que plutôt que l'intervention de processus supplémentaires, l'encodage de visages familiers permet aux participants d'élaborer une trace de mémoire plus riche de sens qu'avec des visages non-familiers, et ceci semble être particulièrement aidant pour les participants les plus âgés. L'encodage des visages familiers a pu conduire les sujets à lier le visage présenté et ses caractéristiques perceptives, à des connaissances préexistantes concernant ce visage. Un tel appariement entre caractéristiques perceptives et connaissances sémantiques a pu avoir lieu chez les jeunes comme chez les âgés, mais les seniors en auraient retiré davantage de bénéfices. Il semblerait que la récupération de détails épisodiques concernant le moment de l'encodage soit facilitée pour les seniors lorsqu'ils peuvent se baser sur de solides et intégrées connaissances en mémoire. Ce qui ne peut être le cas avec un matériel qui ne peut être intégré à des connaissances préexistantes. Nos résultats révèlent donc que lorsque l'environnement permet aux seniors de mémoriser en se basant sur leurs connaissances préexistantes, leur processus de récollection serait tout aussi efficace que celui des jeunes.

Comme nous l'avons vu en introduction, différents patterns de différences liées à l'âge concernant la familiarité se retrouvent dans la littérature. Une cause possible de cette divergence de résultats pourrait être liée à la méthode d'estimation des paramètres de récollection et de familiarité utilisée (Light et al., 2000). En effet, quel que soit la méthode utilisée, la récollection semble toujours être affectée dans le vieillissement, alors que le déficit de familiarité varie selon la méthode utilisée (Martin et al., 2011). Le pattern DPHMA (c'est-à-dire un déficit de récollection en l'absence de déclin de la familiarité) est par exemple obtenu avec la procédure de dissociation des processus (PDP : Jacoby, 1991) mais un déclin de la récollection et de la familiarité est retrouvé avec une procédure R/K (Guillaume, Tison, & Marzouki, 2015 ; Prull et al., 2006). Une méta-analyse sur vingt-huit études a montré qu'un déclin de la familiarité au cours du vieillissement était obtenu lorsque le paradigme R/K été utilisé, et qu'aucun déficit de familiarité n'était observé lorsque les procédures ROC et PDP étaient utilisées (Koen & Yonelinas, 2014). Nos résultats sont donc en accord avec les conclusions de Koen & Yonelinas (2014) puisque ayant utilisé la méthode ROC nous n'avons effectivement pas obtenu de déficit de familiarité chez les âgés. Cependant, une étude récente de ces mêmes auteurs (Koen & Yonelinas, 2016), a révélé que finalement les méthodes d'estimation ne seraient pas responsables des divergences de pattern

observées pour la familiarité. Selon eux, ces divergences proviendraient plutôt d'une mauvaise compréhension des seniors des consignes de la procédure R/K. N'ayant utilisé que la méthode ROC dans notre étude, nous ne pouvons affirmer ou infirmer le fait que les méthodes d'estimations jouent un rôle dans le devenir de la familiarité. Cependant, nos données apportent un argument supplémentaire à l'idée selon laquelle le déclin de la mémoire épisodique des seniors serait dû à une diminution de la récollection et que ce déficit pourrait être pallier grâce à l'utilisation de connaissances préexistantes lors de l'encodage. Les études de neuro-imagerie vont dans ce sens lorsqu'elles montrent de possibles compensations fonctionnelles au cours du vieillissement : la « réduction de l'asymétrie hémisphérique chez les adultes âgés » (pour « hemispheric asymmetry reduction in older adult », HAROLD : Cabeza, Anderson, Locantore, & McIntosh, 2002) et le « changement postérieur-antérieur dans le vieillissement » (pour « posterior-anterior shift in aging », PASA : Grady et al., 1994). Dans la lignée du pattern PASA, une étude a décelé une corrélation négative entre l'activité du cortex occipital et celle du cortex préfrontal chez les personnes âgées, supportant l'idée que les âgés vont sur-activer leur cortex préfrontal afin de compenser le déclin de l'activité du lobe occipital (Davis et al., 2008). Il serait intéressant d'étudier l'effet des connaissances préexistantes dans ce contexte. Il est possible que le pattern PASA soit lié à l'orientation de la récupération et à la nature de l'information utilisée durant la reconnaissance épisodique. Ainsi, ce ne serait pas la difficulté de la récupération et les états de conscience associés qui seraient déterminant, mais plutôt la nature de l'information et le mode de récupération utilisé. En d'autres mots, ce serait le fait que la récollection des jeunes adultes semble être plutôt basée sur des codes perceptifs alors que la récollection des adultes âgés serait principalement basée sur des informations sémantiques et des connaissances préexistantes, qui seraient cruciales pour observer le modèle PASA.

En conclusion, notre étude apporte un argument supplémentaire en faveur du modèle DPHMA et de l'idée selon laquelle les déficits mnésiques des seniors sont principalement dû à un déficit de récollection alors que la familiarité reste préservée. Notre étude montre ainsi que l'utilisation d'un matériel familier, lié à des connaissances préexistantes et pré-expérimentales, permet aux seniors de pallier leur déficit de récollection et ainsi de supprimer leur déficit mnésique.

Chapitre 8 - Discussion générale

L'objectif de ce travail de thèse visait à questionner l'indépendance des processus de récollection et de familiarité en étudiant l'influence de différentes variables sur ces processus. Le but était de tester si des patterns d'influence spécifiques, pour la récollection et la familiarité, résulteraient de la manipulation de ces variables, ce qui soutiendrait les conceptions double processus. Dans nos deux premières études, nous avons ainsi manipulé l'influence des informations sémantiques, perceptives et associatives sur les processus de la reconnaissance. Dans l'étude 3, nous avons manipulé l'influence des informations sémantiques et de la répétition à l'encodage. Enfin dans l'étude 4, nous avons manipulé l'influence des informations sémantiques sur les processus de reconnaissance en fonction de l'âge des participants. La manipulation des informations sémantiques a été réalisée de manière différente dans les quatre études. Dans les deux premières, c'est au travers du lien sémantique entre les items constituant les paires dessin/mot à mémoriser que nous avons manipulé les informations sémantiques. Dans l'étude 3, nous avons utilisé un matériel abstrait dont le niveau de signification associé à chaque item variait. Enfin, dans la quatrième étude, nous avons manipulé la familiarité (célébrité) des visages utilisés dans la tâche de reconnaissance afin de contrôler l'influence des informations sémantiques.

Alors que Yonelinas avait suggéré que baser l'encodage sur les aspects sémantiques était principalement bénéfique pour la récollection et seulement dans une moindre mesure pour la familiarité, nos études 2, 3 et 4, mettent en évidence que les paramètres de récollection et de familiarité sont tous deux augmentés par l'utilisation d'un matériel sémantiquement riche, qu'il s'agisse de paires dessin/mot, des formes visuelles abstraites ou encore de visages. Nos deux premières études nous permettent également d'observer, au travers du changement de format de présentation entre l'étude et la reconnaissance, l'influence de la variable perceptive (appariement perceptif) sur les processus de récollection et de familiarité. A l'instar de la variable sémantique, la variable perceptive influence aussi bien le paramètre de récollection que celui de familiarité. Ce résultat va à l'encontre des conceptions d'Atkinson (Atkinson & Juola, 1973) et Mandler (1980) qui conçoivent la récollection comme un processus conceptuel et la familiarité comme un processus perceptif. Dans la troisième étude, nous avons étudié l'influence de la répétition à l'encodage. Ici encore, nous montrons une influence de la répétition à la fois sur les paramètres de récollection et de familiarité. L'absence de spécificité de ces différentes variables, au niveau

comportemental, questionne les conceptions double processus. Ce pattern de résultat s'accorde plutôt avec l'idée de redondance des processus (Jordens & Merickle, 1993). Avec l'étude 4, nous avons étudié l'effet de l'âge sur les processus de reconnaissance. Nos données confirment le pattern classiquement observé, à savoir que le vieillissement s'accompagne d'un déficit de récollection en l'absence de perturbation de la familiarité (Light et al., 2000). En revanche, elle permet d'apporter une précision intéressante. En effet, le déficit de récollection lié à l'âge est bien obtenu lorsque le matériel à mémoriser n'est pas connu pré-expérimentalement du sujet et n'est donc pas associé à des connaissances préexistantes. L'utilisation d'un matériel familier montre que la résonance du matériel avec les connaissances préexistantes est particulièrement bénéfique pour les personnes âgées puisqu'il conduit à la suppression du déficit de récollection.

Nos données électrophysiologiques apportent des précisions intéressantes quant à la sensibilité des corrélats neuronaux de la familiarité et de la récollection à ces différentes variables, et surtout aux conditions dans lesquelles ces sensibilités peuvent s'exprimer. A travers les trois premières études, nous montrons que la FN400, comme la LPC, peuvent toutes deux être sensibles aux informations perceptives, conceptuelles, associatives et à la répétition d'encodage. Mais l'apport le plus intéressant réside dans le fait que nous mettons en évidence des modulations des effets de ces variables et leur interdépendance en fonction du moment de la chaîne de traitement lors de la reconnaissance. Tout d'abord, concernant le corrélat supposé de la familiarité, nous confirmons que la FN400 est bien sensible aux informations perceptives (Ally & Budson, 2007 ; Ecker et al., 2007 ; Groh-Bordin et al., 2006 ; Nyhus & Curran, 2009 ; Schloerscheidt & Rugg, 2004). Nous montrons également que la FN400 est sensible aux informations sémantiques (Nyhus & Curran, 2009 ; Rugg, Allan & Birch, 2000) mais que cette sensibilité est conditionnée par l'appariement perceptif entre l'étude et la reconnaissance. Dans l'étude 1 et 2, l'influence des informations sémantiques sur la FN400 n'est possible que dans le cas où le traitement perceptif est facilité, c'est-à-dire lorsque le format de présentation reste le même entre l'étude et le test. Lorsque le format est modifié, l'effet de la sémantique sur la modulation de la FN400 n'est plus significatif. Tout se passe donc comme si l'évaluation de la familiarité d'un item suivait une hiérarchie à travers laquelle intervient, en premier lieu, un appariement perceptif global entre l'item présenté et la trace en mémoire. Dans le cas où ce traitement perceptif est facilité (e.g. lorsque le même format de présentation est gardé entre l'étude et le test), le traitement des aspects conceptuels est alors possible dès ce niveau

précoce du traitement (300-500 ms). Dans l'étude 3, c'est la répétition à l'encodage qui module la sensibilité de la FN400 aux informations sémantiques. Les effets de la sémantique du matériel ne s'observent en effet sur la FN400 que lorsque les formes visuelles abstraites sont présentées une seule fois à l'encodage, autrement dit lorsque la trace mnésique est plus faible. Lorsque les formes visuelles sont répétées, l'effet de la sémantique disparaît, comme si la répétition des items les plus abstraits les rendait aussi familiers (ou sémantiques) que les items ayant d'emblée une forte composante sémantique. Un matériel abstrait et sans signification peut ainsi être associé à un niveau de familiarité équivalent à un matériel plus signifiant grâce à la répétition. On peut supposer que, dans ce cas, c'est la familiarité perceptive qui est augmentée par la répétition et qu'elle suffit à engendrer les modulations observées sur la FN400, de la même façon que dans les deux premières études. Cette troisième étude montre ainsi une intermodulation de la sémantique et de la répétition où sémantique et répétition semblent avoir des actions concomitantes sur les modulations de la FN400.

Les études 1 et 2 permettent enfin de confirmer la sensibilité de la FN400 aux informations associatives. Avec la première étude, nous confirmons que la familiarité, telle que reflétée par la FN400, intervient dans le jugement de reconnaissance associative lorsque celle-ci porte sur des éléments sémantiquement liés (Bader et al., 2010 ; Greve et al., 2007 ; Jäger et Mecklinger, 2009 ; Rhodes et Donaldson, 2007, 2008 ; Tibon et al., 2014). En revanche, la deuxième étude montre clairement que la sensibilité de la FN400 aux informations associatives est tributaire à la fois des informations sémantiques et perceptives. Le processus de familiarité, reflété par la FN400, semble ainsi multi-déterminé (Bridger et al., 2014 ; Coane et al., 2011 ; Guillaume et al., 2017 ; Tibon et al., 2014). Cependant, prises ensemble, nos études montrent que cette multi-détermination comporte une hiérarchie, c'est-à-dire que les informations perceptives seraient prioritaires à ce stade du traitement (300-500ms), viendraient ensuite les informations sémantiques puis, enfin, l'influence des informations associatives qui apparaît comme étant la plus conditionnée pour obtenir des modulations de la FN400.

Concernant la sensibilité du corrélât de la récollection - l'effet ancien/nouveau tardif pariétal (ou LPC) - aux informations perceptives, les données des études précédentes ne s'accordent pas toutes sur ce point. Celles ayant manipulé la couleur de présentation des items ou la police de caractère des items montrent que la LPC est modulée par les informations perceptives (Ecker et al., 2007 ; Groh-Bordin et al., 2006 ; Nyhus & Curran, 2009). En revanche, lorsque le format de présentation est

manipulé, les informations perceptives n'ont plus d'effet sur la LPC (Ally & Budson, 2007 ; Schloerscheidt & Rugg, 2004). Les résultats de nos deux premières études ne révèlent pas d'effet du changement de format sur la LPC et semblent aller dans le sens de ces dernières. En revanche, nous apportons une précision importante puisque nous montrons qu'un effet du format sur la LPC peut être retrouvé, mais seulement dans certaines conditions associative et sémantique. Plus précisément, lorsque les paires sont intactes et lorsque les items constituant les paires sont sémantiquement liés. Autrement dit si l'appariement associatif est parfait et que la paire est signifiante, la composante pariétale tardive est alors modulée par le changement de format.

Nos deux premières études mettent également en évidence une sensibilité de la LPC aux informations sémantiques, en accord avec les études précédentes ayant montré une modulation de la LPC par la profondeur de traitement (Nyhus & Curran, 2009 ; Rugg, Allan & Birch, 2000). Mais là encore elles permettent de préciser que l'influence des informations sémantiques sur la LPC est modulée par les informations associatives. Les informations sémantiques modulent en effet sélectivement la LPC des paires qui restent intactes entre l'étude et la reconnaissance. En revanche, dans le cas d'une modification des informations associatives (i.e. paires différentes), les informations sémantiques n'apportent plus de bénéfice à ce stade tardif du traitement (500-800 ms).

Les choses sont un peu différentes lorsqu'on utilise un matériel abstrait comme c'était le cas dans l'étude 3. Dans ce cas, nos résultats n'ont pas montré d'effet des informations sémantiques sur la LPC. Nous pouvons supposer que cette absence d'effet de la sémantique sur le corrélant de la récollection est due au caractère hautement abstrait du matériel proposé (gribouillis). Dans cette condition particulière, l'effet de reconnaissance ancien/nouveau apparaît alors grâce à la répétition et ce, quelle que soit le niveau de signification des formes visuelles abstraites. Autrement dit, l'effet observé sur la LPC dans ces conditions semble totalement lié à la répétition des traits perceptifs du matériel. Dans leur ensemble, nos résultats montrent ainsi que, quel que soit le stade du traitement, les modulations observées lors de la reconnaissance dépendent de la nature du matériel, de la facilité à le récupérer et, in fine, de sa résonance avec nos connaissances préexistantes. Ainsi, les modulations observées sur la composante pariétale tardive peuvent relever de la répétition des traits perceptifs dans le cas d'un matériel abstrait et sans correspondance avec nos connaissances préexistantes. En revanche, lorsqu'il s'agit d'un matériel très signifiant, les choses sont différentes.

Il est communément admis que la récollection et son corrélat, la LPC, participent à la reconnaissance associative (Yonelinas, 2002). Avec nos deux premières études, nous montrons que la sensibilité de la LPC aux informations associatives est elle aussi modulée par les informations sémantiques puisque l'effet de reconnaissance associative (effet intact/différent) n'apparaît que pour les paires sémantiquement reliées. Le mode de récupération sous-jacent dans la fenêtre temporelle tardive semble donc s'appuyer sur le caractère signifiant du matériel et la résonnance de celui-ci avec nos connaissances. Une étude précédente avait également montré une modulation de la sensibilité de la LPC aux informations associatives par les informations sémantiques. Le résultat de la modulation n'était cependant pas le même puisqu'il montrait que l'effet pariétal de reconnaissance associative était obtenu uniquement pour les paires non reliées sémantiquement (Tibon et al., 2014). Cette différence provient probablement du fait que dans l'étude de Tibon et collaborateurs, les paires utilisées étaient composées de deux dessins et non d'un dessin et d'un mot comme c'est le cas dans nos études. Ainsi, en vertu de l'effet de supériorité des images (Curran & Doyle, 2011), la tâche proposée par Tibon et collaborateurs serait moins difficile, dans le cas des paires différentes et la reconnaissance associative des paires sémantiquement reliées pourrait alors être traitée plus précocement comme en témoigne l'effet intacte/différent obtenu sur la FN400 lorsque les paires étaient reliées (Tibon et al., 2014). En revanche, en raison de la difficulté supplémentaire dans notre étude, le traitement des paires différentes et non reliées a nécessité l'intervention d'un processus supplémentaire matérialisé par la LPN au stade tardif du traitement (Cywicz & Friedman, 2003 ; Johansson & Mecklinger, 2003).

Prises ensemble, ces données soulignent le caractère multi-déterminé des effets de reconnaissance classiquement obtenus dans la littérature. Comme pour la FN400, le multi-déterminisme de la LPC présenterait aussi une hiérarchisation. La sensibilité de la LPC aux informations perceptives semble être conditionnée par les informations sémantiques et associatives. Ainsi la hiérarchie de l'influence des informations sur la LPC serait différente de celle observée sur la FN400. Les informations sémantiques et associatives seraient prépondérantes sur les modulations de la LPC et l'influence des informations perceptives apparaît plus conditionnée, en particulier par l'absence de signification du matériel.

Bien que montrant des patterns de modulations différents, nos données électrophysiologiques montrent que ces deux composantes peuvent être affectées toutes deux par des informations perceptives, sémantiques, et associatives ainsi que

par la répétition du matériel au moment de l'étude. Ainsi nos données montrent que la familiarité et la récollection ne se distinguent pas par des différences qualitatives comme le suggèrent les modèles à deux processus de la reconnaissance. Ce résultat s'inscrit donc dans une vision système unique où les processus de reconnaissance mis en évidence aux différents stades de la récupération mnésique sont chacun sensibles aux manipulations perceptives et sémantiques, mais à des degrés divers. L'appariement perceptif affect davantage la FN400 alors que la résonnance avec les connaissances préexistantes affectent davantage la composante tardive (LPC). Dans leur ensemble, ces résultats vont donc plutôt dans le sens d'une redondance des processus de familiarité et de récollection. Les modèles de redondance postulent l'existence de processus commun à la familiarité et à la récollection, puis d'une spécialisation plus tardive, si nécessaire, du processus de récollection (Jordens & Merickle, 1983). Si nos données semblent suggérer que la nature de ce processus commun serait multi-déterminé, englobant des processus attributifs perceptifs, sémantiques et associatifs, les futures études devront essayer de mieux déterminer dans quelles conditions la spécification de la récollection intervient au stade tardif de la récupération.

Bibliographie

- Alario, F.-X., & Ferrand, L. (1999). A set of 400 pictures standardized for French: Norms for name agreement, image agreement, familiarity, visual complexity, image variability, and age of acquisition. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 31, 531-552.
- Allan, K., L. Wilding, E., & Rugg, M. D. (1998). Electrophysiological evidence for dissociable processes contributing to recollection. *Acta Psychologica*, 98(2-3), 231-252.
- Ally, B. A., & Budson, A. E. (2007). The worth of pictures: Using high density event-related potentials to understand the memorial power of pictures and the dynamics of recognition memory. *NeuroImage*, 35(1), 378-395.
- Ally, B. A., Simons, J. S., McKeever, J. D., Peers, P. V., & Budson, A. E. (2008). Parietal contributions to recollection: Electrophysiological evidence from aging and patients with parietal lesions. *Neuropsychologia*, 46(7), 1800-1812.
- Andres, P., & Van der Linden, M. (2000). Age-Related Differences in Supervisory Attentional System Functions. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 55(6), 373-380.
- Atkinson, R.C., & Juola, J.F. (1973). Factors influencing speed and accuracy of word recognition. In S. Kornblum (Ed.), *Attention and performance IV* (pp. 583-612). New York: Academic Press.
- Atkinson, R.C., & Juola, J.F. (1974). Search and decision processes in recognition memory. In D.H. Krantz, R.C. Atkinson, R.D. Luce, & P. Suppes (Eds.), *Contemporary developments in mathematical psychology: Vol 1. Learning, memory & thinking* (pp. 243-293). New York : Academic Press.
- Atkinson, R.C., & Shiffrin, R. M. (1968). Chapter: Human memory: A proposed system and its control processes. In Spence, K. W., & Spence, J. T. *The psychology of learning and motivation* (Volume 2). New York: Academic Press. pp. 89-195.
- Bäckman, L. (1991). Recognition memory across the adult life span: The role of prior knowledge. *Memory & Cognition*, 19(1), 63-71.
- Bäckman, L., & Herlitz, A. (1990). The relationship between prior knowledge and face recognition memory in normal aging and Alzheimer's disease. *Journal of Gerontology*, 45(3), 94-100.
- Bader, R., Mecklinger, A., Hoppstädter, M., & Meyer, P. (2010). Recognition memory for one-trial-unitized word pairs: Evidence from event-related potentials. *NeuroImage*, 50(2), 772-781.
- Balota, D. A., Dolan, P. O., & Duchek, J., M. (2000). Memory changes in healthy young and older adults.
- Barsalou, L. W. (1999). Perceptions of perceptual symbols. *Behavioral and Brain Sciences*, 22(04), 637-660.

- Bartlett, F.C. (1932). *Remembering: a study in experimental and social psychology*. Cambridge (UK) : University Press.
- Bartlett, J.C. & Leslie, J.E. (1986) Aging and memory for faces versus single views of faces. *Memory & Cognition*, 14(5) 371-381.
- Bastin, C., & Van der Linden, M. (2003). Une approche neuropsychologique des relations entre mémoire épisodique et mémoire sémantique. *Revue de Neuropsychologie*, 13(1), 3–69.
- Bastin, C., Van der Linden, M., Michel, A.-P., & Friedman, W. J. (2004). The effects of aging on location-based and distance-based processes in memory for time. *Acta Psychologica*, 116(2), 145–171.
- Benjamin, A. S. (2010). Representational explanations of “process” dissociations in recognition: The DRYAD theory of aging and memory judgments. *Psychological Review*, 117(4), 1055–1079.
- Bentin, S., & McCarthy, G. (n.d.). The Effects of Immediate Stimulus Repetition on Reaction Time and Event-Related Potentials in Tasks of Different Complexity, 20.
- Bergson, H. (1896). *Matière et mémoire*. Paris, France : Presse Universitaire de France.
- Besson, G., Ceccaldi, M., & Barbeau, E. J. (2013). L'évaluation des processus de la mémoire de reconnaissance. *Revue de Neuropsychologie*, 4(4), 242–254.
- Besson, M., Kutas, M., & Van Petten, C. (1992). An event-related potential analysis of semantic congruity and repetition effects in sentences. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 4(2), 132–149.
- Braver, T. S., & West, R. (2011). Working Memory, Executive Control, and Aging. In *The Handbook of Aging and Cognition*. Routledge.
- Brezis, N., Bronfman, Z. Z., Yovel, G., & Goshen-Gottstein, Y. (2016). The Electrophysiological Signature of Remember–Know Is Confounded with Memory Strength and Cannot Be Interpreted as Evidence for Dual-process Theory of Recognition. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 29(2), 322–336.
- Brickman, A. M., Zimmerman, M. E., Paul, R. H., Grieve, S. M., Tate, D. F., Cohen, R. A., ... Gordon, E. (2006). Regional White Matter and Neuropsychological Functioning across the Adult Lifespan. *Biological Psychiatry*, 60(5), 444–453.
- Bridger, E. K., Bader, R., Kriukova, O., Unger, K., & Mecklinger, A. (2012). The FN400 is functionally distinct from the N400. *NeuroImage*, 63(3), 1334–1342.
- Bridger, E. K., Bader, R., & Mecklinger, A. (2014). More ways than one: ERPs reveal multiple familiarity signals in the word frequency mirror effect. *Neuropsychologia*, 57, 179–190.
- Bruce, V., & Young, A. (1986). Understanding face recognition. *British Journal of Psychology*, 77(3), 305–327.
- Bryce, M. S., & Dodson, C. S. (2013). Cross-age effect in recognition performance and memory monitoring for faces. *Psychology and Aging*, 28(1), 87–98.

- Bugaiska, A., Clarys, D., Jarry, C., Taconnat, L., Tapia, G., Vanneste, S., & Isingrini, M. (2007). The effect of aging in recollective experience: The processing speed and executive functioning hypothesis. *Consciousness and Cognition*, 16(4), 797–808.
- Bunce, D. (2003). Cognitive support at encoding attenuates age differences in recollective experience among adults of lower frontal lobe function. *Neuropsychology*, 17(3), 353–361.
- Butler, K. M., Mcdaniel, M. A., Dornburg, C. C., Price, A. L., & Roediger, H. L. (2004). Age differences in veridical and false recall are not inevitable: The role of frontal lobe function. *Psychonomic Bulletin & Review*, 11(5), 921–925.
- Cabeza, R., Anderson, N. D., Locantore, J. K., & McIntosh, A. R. (2002). Aging Gracefully: Compensatory Brain Activity in High-Performing Older Adults. *NeuroImage*, 17(3), 1394–1402.
- Carbonnel, S., Charnallet, A. & Moreaud, O. (2010). Organisation des connaissances sémantiques : des modèles classiques aux modèles non abstraits. *Revue de neuropsychologie*, 2(1), 22-30
- Carriere, J. S. A., Cheyne, J. A., Solman, G. J. F., & Smilek, D. (2010). Age trends for failures of sustained attention. *Psychology and Aging*, 25(3), 569–574.
- Cepeda, N. J., Pashler, H., Vul, E., Wixted, J. T., & Rohrer, D. (2006). Distributed practice in verbal recall tasks: A review and quantitative synthesis. *Psychological Bulletin*, 132(3), 354–380.
- Chao, L. (1997). Prefrontal deficits in attention and inhibitory control with aging. *Cerebral Cortex*, 7(1), 63–69.
- Chase, W.G., & Simon, H.A. (1973). Perception un chess. *Cognitive psychology*, 4, 55-81
- Chatrian, G.E., Lettich, E. & Nelson P.L. (1988). Modified nomenclature for the “10%” electrode system. *J Clin Neurophysiol.*, 5(2), 183-6
- Coane, J. H., & Balota, D. A. (2011). Face (and Nose) Priming for Book: The Malleability of Semantic Memory. *Experimental Psychology*, 58(1), 62–70.
- Cohen, R. A., Grieve, S., Hoth, K. F., Paul, R. H., Sweet, L., Tate, D., ... Williams, L. M. (2006). Early Life Stress and Morphometry of the Adult Anterior Cingulate Cortex and Caudate Nuclei. *Biological Psychiatry*, 59(10), 975–982.
- Cohen N.J. & Squire L.R. (1980). Preserved learning and retention of pattern-analyzing skill in amnesia: Dissociation of knowing how and knowing that. *Science*, 210, 207-10.
- Cohn, M., Emrich, S. M., & Moscovitch, M. (2008). Age-related deficits in associative memory: The influence of impaired strategic retrieval. *Psychology and Aging*, 23(1), 93–103.
- Craik, F.I.M., (1986). A functional account of age differences in memory, in: Klix, F., Hagendorf, H. (Eds.), *Human Memory & Cognitive Capabilities*. Amsterdam: Elsevier, pp. 409–442.
- Craik, F., & Tulving, E. (1975). Depth of processing and retention of words in episodic memory. *Journal of experimental psychology: General*, 104(3), 268-294

- Craik, F. I. M., & Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11(6), 671–684.
- Craik, F. I. M., & McDowd, J. M. (1987). Age Differences in Recall and Recognition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 13(3), 474–479.
- Curran, T. (1999). The electrophysiology of incidental and intentional retrieval: ERP old/new effects in lexical decision and recognition memory. *Neuropsychologia*, 35, 1035–1049.
- Curran, T. (2000). Brain potentials of recollection and familiarity. *Memory & Cognition*, 28(6), 923–938.
- Curran, T., & Cleary, A. M. (2003). Using ERPs to dissociate recollection from familiarity in picture recognition. *Cognitive Brain Research*, 15(2), 191–205.
- Curran, T., & Doyle, J. (2011). Picture superiority doubly dissociates the ERP correlates of recollection and familiarity. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(5), 1247–1262.
- Cycowicz, Y. M., Friedman, D., Snodgrass, J. G., & Duff, M. (2001). Recognition and source memory for pictures in children and adults. *Neuropsychologia*, 39(3), 255–267.
- Cycowicz, Y.M., & Friedman, D. (2003). Source memory for the color pictures: Event-related brain potentials (ERPs) reveal sensory-specific retrieval-related activity. *Psychophysiology*, 40, 1–10.
- Daigneault, S., Braün, C. M. ., & Whitaker, H. A. (1992). An empirical test of two opposing theoretical models of prefrontal function. *Brain and Cognition*, 19(1), 48–71.
- Davis, H., Small, S., Stern, Y., Mayeux, R., Feldstein, S., & Keller, F. (2003). Acquisition, Recall, and Forgetting of Verbal Information in Long-Term Memory by Young, Middle-Aged, and Elderly Individuals. *Cortex*, 39(4–5), 1063–1091.
- Davis, S. W., Dennis, N. A., Daselaar, S. M., Fleck, M. S., & Cabeza, R. (2008). Que PASA? The Posterior-Anterior Shift in Aging. *Cerebral Cortex*, 18(5), 1201–1209.
- De Chastelaine, M., Friedman, D., Cycowicz, Y. M., & Horton, C. (2009). Effects of multiple study-test repetition on the neural correlates of recognition memory: ERPs dissociate remembering and knowing. *Psychophysiology*, 46(1), 86–99.
- Desgrandes, B., Eustache, F. & Rioux, P. (1994). Effets de l'âge et du niveau d'étude sur différents sous-systèmes mnésiques. *L'année psychologique*, 94(3), 345–367.
- Dew, I. T. Z., & Giovanello, K. S. (2010). Differential age effects for implicit and explicit conceptual associative memory. *Psychology and Aging*, 25(4), 911–921.
- Diana, R. A., Van den Boom, W., Yonelinas, A. P., & Ranganath, C. (2011). ERP correlates of source memory: Unitized source information increases familiarity-based retrieval. *Brain Research*, 1367, 278–286.
- Diana, R. A., Yonelinas, A. P., & Ranganath, C. (2008). The effects of unitization on familiarity-based source memory: Testing a behavioral prediction derived from neuroimaging data. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 34(4), 730–740.

- Dodson, C. S., & Schacter, D. L. (2002). Aging and strategic retrieval processes: Reducing false memories with a distinctiveness heuristic. *Psychology and Aging, 17*(3), 405–415.
- Donaldson, D. I., & Rugg, M. D. (1998). Recognition memory for new associations: Electrophysiological evidence for the role of recollection. *Neuropsychologia, 36*(5), 377–395.
- Donaldson, W. (1996). The role of decision processes in remembering and knowing. *Memory & Cognition, 24*(4), 523–533.
- Doshier, B. A. (1984). Degree of learning and retrieval speed: Study time and multiple exposures. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 10*(4), 541–574.
- Duarte, A., Ranganath, C., Trujillo, C., & Knight, R. T. (2006). Intact recollection memory in high-performing older adults: ERP and behavioral evidence. *Journal of Cognitive Neuroscience, 18*(1), 33–47.
- Dunn, J. C. (2004). Remember-Know: A Matter of Confidence. *Psychological Review, 111*(2), 524–542.
- Düzel, E., Schütze, H., Yonelinas, A. P., & Heinze, H.-J. (2011). Functional phenotyping of successful aging in long-term memory: Preserved performance in the absence of neural compensation. *Hippocampus, 21*, 803–814.
- Düzel, E., Yonelinas, A. P., Mangun, G. R., Heinze, H.-J., & Tulving, E. (1997). Event-related brain potential correlates of two states of conscious awareness in memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 94*(11), 5973–5978.
- Ebbinghaus, H. (1885). *Memory: A contribution to experimental psychology*, New York, Dover Publications.
- Ecker, U. K. H., Zimmer, H. D., Groh-Bordin, C., & Mecklinger, A. (2007). Context effects on familiarity are familiarity effects of context — An electrophysiological study. *International Journal of Psychophysiology, 64*(2), 146–156.
- Edmonds, E. C., Glisky, E. L., Bartlett, J. C., & Rapcsak, S. Z. (2012). Cognitive mechanisms of false facial recognition in older adults. *Psychology and Aging, 27*(1), 54–60.
- Egan, J. P. (1958). Recognition memory and the operating characteristic. *USAF Operational Applications Laboratory Technical Note, 2*(32), 58–51.
- Eustache, F., & Desgranges, B. (2008). MNESIS: Towards the Integration of Current Multisystem Models of Memory. *Neuropsychology Review, 18*(1), 53–69.
- Ferrari, V., Bradley, M. M., Codispoti, M., Karlsson, M., & Lang, P. J. (2013). Repetition and brain potentials when recognizing natural scenes: task and emotion differences. *Social Cognitive and Affective Neuroscience, 8*(8), 847–854.
- 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.

- Friedman, D., & Johnson, R. (n.d.). Event-Related Potential (ERP) Studies of Memory Encoding and Retrieval: A Selective Review, 23.
- Gardiner, J. M. (1988). Functional aspects of recollective experience. *Memory & Cognition*, 16(4), 309–313.
- Glisky, E. L., & Kong, L. L. (2008). Do young and older adults rely on different processes in source memory tasks? A neuropsychological study. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 34(4), 809–822.
- Gonsalves, B. D., Kahn, I., Curran, T., Norman, K. A., & Wagner, A. D. (2005). Memory Strength and Repetition Suppression: Multimodal Imaging of Medial Temporal Cortical Contributions to Recognition. *Neuron*, 47(5), 751–761.
- Grady, C. L. (2008). *Cognitive Neuroscience of Aging. Annals of the New York Academy of Sciences*, 1124(1), 127–144.
- Grady, C. L., Maisog, J. M., Horwitz, B., Ungerleider, L. G., Mentis, M. J., Salerno, J. A., ... Haxby, J. V. (1994). Age-related changes in cortical blood flow activation during visual processing of faces and location. *The Journal of Neuroscience*, 14(3), 1450–1462.
- Graf, P., & Schacter, D. L. (1989). Unitization and Grouping Mediate Dissociations in Memory for New Associations. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15(5), 930–940.
- Graham, K. S., Simons, J. S., Pratt, K. H., Patterson, K., & Hodges, J. R. (2000). Insights from semantic dementia on the relationship between episodic and semantic memory. *Neuropsychologia*, 38, 313–324
- Gregoire, J. (1993). Intelligence et vieillissement au WAIS-R, une analyse transversale de l'échantillon d'étalonnage français avec contrôle du niveau scolaire. *L'année psychologique*, 93, 379–400
- Greve, A., van Rossum, M. C. W., & Donaldson, D. I. (2007). Investigating the functional interaction between semantic and episodic memory: Convergent behavioral and electrophysiological evidence for the role of familiarity. *NeuroImage*, 34(2), 801–814.
- Groh-Bordin, C., Busch, N. A., Herrmann, C. S., & Zimmer, H. D. (2007). Event-related potential repetition effects at encoding predict memory performance at test, *NeuroReport*, 18(18), 1905–1909.
- Groh-Bordin, C., Zimmer, H. D., & Ecker, U. K. H. (2006). Has the butcher on the bus dyed his hair? When color changes modulate ERP correlates of familiarity and recollection. *NeuroImage*, 32(4), 1879–1890.
- Guillaume, F., Baier, S., Bourgeois, M., & Tinard, S. (2017). Format change and semantic relatedness effects on the ERP correlates of recognition: old pairs, new pairs, different stories. *Experimental Brain Research*, 235(4), 1007–1019.
- Guillaume, F., Tison, C., & Marzouki, Y. (2015). The Interaction Between Memory Trace and Memory Judgment in Age-Related Decline. *Experimental Aging Research*, 41(5), 510–533.

- Gunning-Dixon, F. M., & Raz, N. (2003). Neuroanatomical correlates of selected executive functions in middle-aged and older adults: a prospective MRI study. *Neuropsychologia*, 41(14), 1929–1941.
- Hasher, L., Stolzhus, E. R., Zacks, R. T., & Rypma, B. (1991). Age and Inhibition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 17(1), 163–169.
- Hasher, L., Lustig, C., Zacks, R., 2007. Inhibitory Mechanisms and the Control of Attention, in: Conway, A., Jarrold, C., Kane, M., Miyake, A., Towse, J. (Eds.), *Variation in Working Memory*. Oxford University Press, pp. 227–249
- Hasher, L., & Zacks, R. T. (1988). Working memory, comprehension, and aging: A review and a new view. In G. H. Bower (Ed.), *The Psychology of Learning and Motivation*, Vol. 22 (pp. 193–225). New York: Academic Press.
- Heathcote, A., Raymond, F., & Dunn, J. (2006). Recollection and familiarity in recognition memory: Evidence from ROC curves. *Journal of Memory and Language*, 55(4), 495–514.
- Henry, J. D., & Phillips, L. H. (2006). Covariates of Production and Perseveration on Tests of Phonemic, Semantic and Alternating Fluency in Normal Aging. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 13(3–4), 529–551.
- Henson, R. ., Rylands, A., Ross, E., Vuilleumier, P., & Rugg, M. . (2004). The effect of repetition lag on electrophysiological and haemodynamic correlates of visual object priming. *NeuroImage*, 21(4), 1674–1689.
- Hilford, A., Glanzer, M., & Kim, K. (1997). Encoding, repetition, and the mirror effect in recognition memory: Symmetry in motion. *Memory & Cognition*, 25(5), 593–605.
- Hintzman DL. (1986). “Schema abstraction” in a multiple trace memory model. *Psychol Rev*, 93, 411–28
- Hintzman, D. L., & Curran, T. (1994). Retrieval dynamics of recognition and frequency judgments: Evidence for separate processes of familiarity and recall. *Journal of Memory and Language*, 33, 1–18.
- Hockley, W. E. (2008). The picture superiority effect in associative recognition. *Memory & Cognition*, 36(7), 1351–1359
- Hockley, William E., & Consoli, A. (1999). Familiarity and recollection in item and associative recognition. *Memory & Cognition*, 27(4), 657–664.
- Isingrini, M. (2008). Vieillissement et mémoire. In M. Deleau et A. Weil-Barais (Eds), *Le Vieillissement Psychologique*, (pp 65–92). BREAL éditions, Amphi Psychologie.
- Jacoby, L. L. (1991). A process dissociation framework: Separating automatic from intentional uses of memory. *Journal of Memory and Language*, 30(5), 513–541
- Jacoby, L. L. (1999). Ironic effects of repetition: measuring age-related differences in memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 25(1), 3.
- Jacoby, L. L., & Dallas, M. (1981). On the relationship between autobiographical memory and perceptual learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 110(3), 306.

- Jacoby, L. L., Toth, J. P., & Yonelinas, A. P. (1993). Separating conscious and unconscious influences of memory: measuring recollection. *Journal of Experimental Psychology: General*, 122(2), 139–154.
- Jaffard, R. (2011). La mémoire déclarative et le modèle de Squire. *Revue de neuropsychologie*, 3(2), 83-93
- Jäger, T., Mecklinger, A., & Kipp, K. H. (2006). Intra- and Inter-Item Associations Doubly Dissociate the Electrophysiological Correlates of Familiarity and Recollection. *Neuron*, 52(3), 535–545.
- Johansson, M., & Mecklinger, A. (2003). The late posterior negativity in ERP studies of episodic memory: action monitoring and retrieval of attribute conjunctions. *Biological Psychology*, 64(1–2), 91–117.
- Johnson, M.K., Hashtroudi, S., & Lindsay D.S. (1993). Source monitoring. *Psychol Bull.*, 114(1), 3-28
- Jones, G.V. (1987). Independence and exclusivity among psychological processes: Implications for the structure of recall. *Psychological Review*, 94, 229-235
- Joordens, S., & Merikle, P. M. (1993). Independence or redundancy? Two models of conscious and unconscious influences. *Journal of Experimental Psychology: General*, 122(4), 462.
- Koen, J. D., & Yonelinas, A. P. (2014). The Effects of Healthy Aging, Amnesic Mild Cognitive Impairment, and Alzheimer's Disease on Recollection and Familiarity: A Meta-Analytic Review. *Neuropsychology Review*, 24(3), 332–354.
- Koen, J. D., & Yonelinas, A. P. (2016). Recollection, not familiarity, decreases in healthy ageing: Converging evidence from four estimation methods. *Memory*, 24(1), 75–88.
- Kole, J. A., Healy, A. F., Fierman, D. M., & Bourne, L. E. (2010). Contextual memory and skill transfer in category search. *Memory & Cognition*, 38(1), 67–82.
- Kole, James A., & Healy, A. F. (2007). Using prior knowledge to minimize interference when learning large amounts of information. *Memory & Cognition*, 35(1), 124–137.
- Kriukova, O., Bridger, E., & Mecklinger, A. (2013). Semantic relations differentially impact associative recognition memory: Electrophysiological evidence. *Brain and Cognition*, 83(1), 93–103
- Kutas, M., & Federmeier, K. D. (2011). Thirty Years and Counting: Finding Meaning in the N400 Component of the Event-Related Brain Potential (ERP). *Annual Review of Psychology*, 62(1), 621–647.
- Laver, G. D., & Burke, D. M. (1993). Why do semantic priming effects increase in old age? A meta-analysis. *Psychology and Aging*, 8(1), 34.
- Leveroni, C. L., Seidenberg, M., Mayer, A. R., Mead, L. A., Binder, J. R., & Rao, S. M. (2000). Neural systems underlying the recognition of familiar and newly learned faces. *The Journal of Neuroscience*, 20(2), 878–886.

- Light, L. L., Prull, M. W., La Voie, D. J., & Healy, M. R. (2000). Dual-process theories of memory in old age. In *Models of cognitive aging* (Oxford University Press, pp. 238–300).
- Lundqvist, D., Flykt, A., & Öhman, A. (1998). The Karolinska directed emotional faces (KDEF). *CD ROM from Department of Clinical Neuroscience, Psychology section, Karolinska Institutet*, (1998).
- Luo, L., Hendriks, T., & Craik, F. I. M. (2007). Age differences in recollection: Three patterns of enhanced encoding. *Psychology and Aging*, 22(2), 269–280.
- MacKenzie, G., & Donaldson, D. I. (2007). Dissociating recollection from familiarity: Electrophysiological evidence that familiarity for faces is associated with a posterior old/new effect. *NeuroImage*, 36(2), 454–463.
- Macmillan, N.A., & Creelman, C.D. (2005). *Detection theory: a user's guide* (2nd ed.). New York: Psychological Press
- Mandler, G. (1980). Recognizing: The judgment of previous occurrence. *Psychological Review*, 87(3), 252.
- Mandler, G. (1991). Your face looks familiar but I can't remember your name: A review of dual process theory. In W. E. Hockley & S. Lewandowsky (Eds.), *Relating theory and data: Essays on human memory in honor of Bennet B. Murdock* (pp. 207–225). Hillsdale, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Mandler, G. (2008). Familiarity breeds attempts: A critical review of dual-process theories of recognition. *Perspectives on Psychological Science*, 3(5), 390–399.
- Mantyla, T., & Cornoldi. (2002). Remembering changes: repetition effects in face recollection. *Acta Psychologica*, 11.
- McDermott, K.B., Ojemann, J.G., Petersen, D.E., Ollinger, J.M., Snyder, A.Z., Akbudak, E., Conturo, T.E., & Raichle, M.E. (1999). Direct comparison of episodic encoding and retrieval of words: An event-related fMRI study. *Memory*, 7, 661–678
- McCabe, D. P., Roediger III, H. L., McDaniel, M. A., & Balota, D. A. (2009). Aging reduces veridical remembering but increases false remembering: Neuropsychological test correlates of remember–know judgments. *Neuropsychologia*, 47(11), 2164–2173.
- McDowd, J. M., & Craik, F. I. M. (n.d.). Effects of Aging and Task Difficulty on Divided Attention Performance, 14.
- Mecklinger, A. (2000). Interfacing mind and brain: A neurocognitive model of recognition memory. *Psychophysiology*, 37, 565–582
- Mecklinger, A., Rosburg, T., & Johansson, M. (2016). Reconstructing the past: The late posterior negativity (LPN) in episodic memory studies. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 68, 621–638.
- Montaldi, D., Spencer, T. J., Roberts, N., & Mayes, A. R. (2006). The neural system that mediates familiarity memory. *Hippocampus*, 16(5), 504–520.

- Münter, T. F., Brack, M., Grootheer, O., Wieringa, B. M., Matzke, M., & Johannes, S. (1997). Event-related brain potentials to unfamiliar faces in explicit and implicit memory tasks. *Neuroscience Research*, 28(3), 223–233.
- Naveh-Benjamin, M., Guez, J., Kilb, A., & Reedy, S. (2004). The Associative Memory Deficit of Older Adults: Further Support Using Face-Name Associations. *Psychology and Aging*, 19(3), 541–546.
- Naveh-Benjamin, M., Hussain, Z., Guez, J., & Bar-On, M. (2003). Adult age differences in episodic memory: Further support for an associative-deficit hypothesis. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 29(5), 826–837.
- Nelson, T. O. (1977). Repetition and depth of processing. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 16(2), 151–171.
- Nessler, D., Mecklinger, A., & Penney, T. B. (2001). Event related brain potentials and illusory memories: the effects of differential encoding. *Cognitive Brain Research*, 10(3), 283–301.
- Nunez, P. & Srinivasan, R. (2006). *Electric fields of the brain: the neurophysics of EEG* (2nd ed.). Oxford: Oxford University press.
- Nyhus, E., & Curran, T. (2009). Semantic and perceptual effects on recognition memory: Evidence from ERP. *Brain Research*, 1283, 102–114.
- Opitz, B., & Cornell, S. (2006). Contribution of familiarity and recollection to associative recognition memory: Insights from event-related potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18(9), 1595–1605.
- Paller, K. A., & Kutas, M. (1992). Brain Potentials during Memory Retrieval Provide Neurophysiological Support for the Distinction between Conscious Recollection and Priming. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 4(4), 375–392.
- Paller, K. A., Lucas, H. D., & Voss, J. L. (2012). Assuming too much from ‘familiar’ brain potentials. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(6), 313–315.
- Paller, K. A., Voss, J. L., & Boehm, S. G. (2007). Validating neural correlates of familiarity. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(6), 243–250.
- Park, D. C., Lautenschlager, G., Hedden, T., Davidson, N. S., Smith, A. D., & Smith, P. K. (2002). Models of visuospatial and verbal memory across the adult life span. *Psychology and Aging*, 17(2), 299–320.
- Parkin, A. J., & Walter, B. M. (1992). Recollective experience, normal aging, and frontal dysfunction. *Psychology and Aging*, 7(2), 290.
- Penney, T. B., Mecklinger, A., & Nessler, D. (2001). Repetition related ERP effects in a visual object target detection task. *Cognitive Brain Research*, 10(3), 239–250.
- Petters, C. V., Kutas, M., Kluender, R., Mitchiner, M., & McIsaac, H. (1991). Fractionating the Word Repetition Effect with Event-Related Potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 3(2), 131–150.

- Pfütze, E.-M., Sommer, W., & Schweinberger, S. R. (2002). Age-related slowing in face and name recognition: Evidence from event-related brain potentials. *Psychology and Aging*, 17(1), 140–160
- Pierce, B. H., Sullivan, A. L., Schacter, D. L., & Budson, A. E. (2005). Comparing Source-Based and Gist-Based False Recognition in Aging and Alzheimer's Disease. *Neuropsychology*, 19(4), 411–419.
- Pilgrim, L. K., Murray, J. G., & Donaldson, D. I. (2012). Characterizing Episodic Memory Retrieval: Electrophysiological Evidence for Diminished Familiarity following Unitization. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24(8), 1671–1681.
- Prull, M. W., Dawes, L. L. C., Martin, A. M., Rosenberg, H. F., & Light, L. L. (2006). Recollection and familiarity in recognition memory: Adult age differences and neuropsychological test correlates. *Psychology and Aging*, 21(1), 107–118.
- Quamme, J. R., Yonelinas, A. P., & Norman, K. A. (2007). Effect of unitization on associative recognition in amnesia. *Hippocampus*, 17(3), 192–200.
- Raaijmakers, J. G. W. (2003). A further look at the “language-as-fixed-effect fallacy”. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue Canadienne de Psychologie Expérimentale*, 57(3), 141–151
- Rajaram, S. (1993). Remembering and knowing: Two means of access to the personal past. *Memory & Cognition*, 21(1), 89–102.
- Rajaram, S. (1996). Perceptual effects on remembering: recollective processes in picture recognition memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 22(2), 365.
- Rajaram, S. (1998). The effects of conceptual salience and perceptual distinctiveness on conscious recollection. *Psychonomic Bulletin & Review*, 5(1), 71–78.
- Rajaram, S., & Geraci, L. (2000). Conceptual fluency selectively influences knowing. *Journal of Experimental Psychology Learning Memory and Cognition*, 26(4), 1070–1074.
- Ratcliff, R. & McKoon, G. (1982). Speed and accuracy in the processing of false statements about semantic information, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 8, 16-36,
- Ratcliff, R. & McKoon, G. (1989). Similarity information versus relational information: Differences in the time course of retrieval. *Cognitive Psychology*, 21, 139-155
- Raz, N. (2000). Aging of the brain and its impact on cognitive performance: integration of structural and functional findings. Dans F.I.M. Craik & T.A. Salthouse (Eds.). *The handbook of aging and cognition* (pp.1-90). Mahwah, NJ, US: Lawrence Erlbaum associates publishers.
- Raz, N., Rodrigue, K. M., Head, D., Kennedy, K. M., & Acker, J. D. (2004). Differential aging of the medial temporal lobe: A study of a five-year change. *Neurology*, 62(3), 433–438.

- Raz, Naftali, Lindenberger, U., Rodrigue, K. M., Kennedy, K. M., Head, D., Williamson, A., ... Acker, J. D. (2005). Regional Brain Changes in Aging Healthy Adults: General Trends, Individual Differences and Modifiers. *Cerebral Cortex*, 15(11), 1676–1689.
- Reder, L. M., & Anderson, J. R. (1982). Effects of spacing and embellishment on memory for the main points of a text. *Memory & Cognition*, 10(2), 97–102.
- Reder, L. M., Donavos, D. K., & Erickson, M. A. (2002). Perceptual match effects in direct tests of memory: The role of contextual fan. *Memory & Cognition*, 30(2), 312–323.
- Resnick, S. M., Pham, D. L., Kraut, M. A., Zonderman, A. B., & Davatzikos, C. (2003). Longitudinal Magnetic Resonance Imaging Studies of Older Adults: A Shrinking Brain. *The Journal of Neuroscience*, 23(8), 3295–3301.
- Rhodes, S. M., & Donaldson, D. I. (2007). Electrophysiological evidence for the influence of unitization on the processes engaged during episodic retrieval: Enhancing familiarity-based remembering. *Neuropsychologia*, 45(2), 412–424.
- Rhodes, S. M., & Donaldson, D. I. (2008). Association and not semantic relationships elicit the N400 effect: Electrophysiological evidence from an explicit language comprehension task. *Psychophysiology*, 45, 50–59.
- Ribot, T. (1881). *Les maladies de la mémoire*. Paris: Felix Alcan.
- Ritchie, K., & Touchon, J. (2000). Mild cognitive impairment: conceptual basis and current nosological status. *The Lancet*, 355, 225–228.
- Rotello, C. M., & Heit, E. (2000). Associative recognition: A case of recall-to-reject processing. *Memory & Cognition*, 28(6), 907–922.
- Rousset, S. (2000). Les conceptions "système unique" de la mémoire : aspects théoriques. *Revue de Neuropsychologie*, 10(1), 27–51.
- Rugg, M. D. (1990). Event-related brain potentials dissociate repetition effects of high-and low-frequency words. *Memory & Cognition*, 18(4), 367–379.
- Rugg, M. D., Allan, K., & Birch, C. S. (2000). Electrophysiological Evidence for the Modulation of Retrieval Orientation by Depth of Study Processing. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12(4), 664–678.
- Rugg, M. D., & Curran, T. (2007). Event-related potentials and recognition memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(6), 251–257.
- Rugg, M. D., & Doyle, M. C. (1992). Event-Related Potentials and Recognition Memory for Low- and High-Frequency Words. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 4(1), 69–79.
- Rugg, M. D., Mark, R. E., Walla, P., Schloerscheidt, A. M., Birch, C. S., & Allan, K. (1998). Dissociation of the neural correlates of implicit and explicit memory. *Nature*, 392(6676), 595–598.
- Rugg, M. D., Soardi, M., & Doyle, M. C. (1995). Modulation of event-related potentials by the repetition of drawings of novel objects. *Cognitive Brain Research*, 3(1), 17–24.
- Rugg, M. D., & Wilding, E. L. (2000). Retrieval processing and episodic memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(3), 108–115.

- Rugg, M. D., & Yonelinas, A. P. (2003). Human recognition memory: a cognitive neuroscience perspective. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(7), 313–319.
- Salthouse, T. A. (2011). Neuroanatomical substrates of age-related cognitive decline. *Psychological Bulletin*, 137(5), 753–784.
- Salthouse, T. A. (1996). The Processing-Speed Theory of Adult Age Differences in Cognition, *Psychological Review*, 103(3)26, 403-428.
- Sanquist, T.F., Rohrbaugh, J.W., Syndulko, K., & Lindsley, D.B., (1980). Electrocortical signs of levels of processing perceptual analysis and recognition memory. *Psychophysiology*, 17(6)
- Schacter, D. L., Koutstaal, W., & Norman, K. A. (1997). False memories and aging. *Trends in Cognitive Sciences*, 1(6), 229–236.
- Schaie K.W. (1996). *Intellectual development in adulthood: the Seattle longitudinal study*. New York: Cambridge university press.
- Schloerscheidt, A., & Rugg, M. D. (2004). The impact of change in stimulus format on the electrophysiological indices of recognition. *Neuropsychologia*, 42(4), 451–466.
- Schutter, D.J., Leitner, C., Kenemans, J.L. & van Honk, J. (2006). Electrophysiological correlates of cortico-subcortical interaction: a cross-frequency spectral EEG analysis. *Clin Neurophysiol.*, 117(2), 381-7
- Schweinberger, S. R. (1996). How Gorbachev Primed Yeltsin: Analyses of Associative Priming in Person Recognition by Means of Reaction Times and Event-Related Brain Potentials, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 22(6), 1383-1407.
- Scoville, W. B., & Milner, B. (1957). Loss of recent memory after bilateral hippocampal lesions. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiat.* 20, 11-21.
- Slotnick, S. D. (2013). The nature of recollection in behavior and the brain: *NeuroReport*, 24(12), 663–670.
- Slotnick, S. D., & Dodson, C. S. (2005). Support for a continuous (single-process) model of recognition memory and source memory. *Memory & Cognition*, 33(1), 151–170.
- Smith, C. N., Wixted, J. T., & Squire, L. R. (2011). The Hippocampus Supports Both Recollection and Familiarity When Memories Are Strong. *Journal of Neuroscience*, 31(44), 15693–15702.
- Snodgrass, J.G. & Vanderwart, M. (1980). A standardized set of 260 pictures: norms for name agreement, image agreement, familiarity, and visual complexity. *Journal of Experimental Psychology: human learning and memory*, 6(2), 174-215
- Squire, L. R., & Zola-Morgan, S. (1985). The Neuropsychology of Memory: New Links between Humans and Experimental Animals. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 444(1 Memory Dysfun), 137–149.
- Squire, Larry R., Wixted, J. T., & Clark, R. E. (2007). Recognition memory and the medial temporal lobe: a new perspective. *Nature Reviews Neuroscience*, 8(11), 872–883.

- Stretch, V., & Wixted, J. T. (n.d.). On the Difference Between Strength-Based and Frequency-Based Mirror Effects in Recognition Memory, 18.
- Stróžak, P., Abedzadeh, D., & Curran, T. (2016). Separating the FN400 and N400 potentials across recognition memory experiments. *Brain Research*, 1635, 41–60.
- Stróžak, P., Bird, C. W., Corby, K., Frishkoff, G., & Curran, T. (2016). FN400 and LPC memory effects for concrete and abstract words: FN400 and LPC for concrete and abstract words. *Psychophysiology*, 53(11), 1669–1678.
- Taconnat, L., & Isingrini, M. (2004). Cognitive Operations in the Generation Effect on a Recall Test: Role of Aging and Divided Attention. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 30(4), 827–837.
- Tiberghien, G., Cauzinille, E., & Mathieu, J. (1979). Pre-decision and conditional search in long-term recognition memory. *Acta Psychologica*, 43(4), 329–343.
- Tibon, R., Gronau, N., Scheuplein, A.-L., Mecklinger, A., & Levy, D. A. (2014). Associative recognition processes are modulated by the semantic unitizability of memoranda. *Brain and Cognition*, 92, 19–31.
- Troyer, A. K., Hafliger, A., Cadieux, M. J., & Craik, F. I. M. (2006). Name and Face Learning in Older Adults: Effects of Level of Processing, Self-Generation, and Intention to Learn. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 61(2), P67–P74.
- Tulving, E. (1972). Episodic and semantic memory. In E. Tulving, & W. Donaldson (Eds). *Organization of memory* (pp381-403). New York: Plenum.
- Tulving, E. (1982). Synergetic ecphory in recall and recognition. *Canadian journal of psychology*, 36(2), 130-147
- Tulving, E. (1985). Memory and consciousness. *Canadian psychological*, 26(1), 1-12
- Tulving, E. (1995). Organization of memory: Quo vadis? In M. S. Gazzaniga (Ed.), *The cognitive neurosciences* (pp. 839-853). Cambridge, MA, US: The MIT Press.
- Tulving, E. (2001). Episodic memory and common sense: how far apart? *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 356(1413), 1505–1515.
- Umanath, S., & Marsh, E. J. (2014). Understanding How Prior Knowledge Influences Memory in Older Adults. *Perspectives on Psychological Science*, 9(4), 408–426.
- Van der Linden, M. & Hupet, M. (1994). *Le vieillissement cognitif*. Paris, France : Presses universitaires de France.
- Verghese, J., Buschke, H., Viola, L., Katz, M., Hall, C., Kuslansky, G., & Lipton, R. (2002). Validity of Divided Attention Tasks In Predicting Falls in Older Individuals: A Preliminary Study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50(9), 1572–1576.
- Versace, R., Labeye, É., Badard, G., & Rose, M. (2009). The contents of long-term memory and the emergence of knowledge. *European Journal of Cognitive Psychology*, 21(4), 522–560.

- Versace, R., Vallet, G. T., Riou, B., Lesourd, M., Labeye, É., & Brunel, L. (2014). Act-In: An integrated view of memory mechanisms. *Journal of Cognitive Psychology*, 26(3), 280–306.
- Versace, R., Nevers, B., & Padovan, C. (2002). *La mémoire dans tous ses états*. Marseille: Solal.
- Voss, J. L. (2006). Fluent Conceptual Processing and Explicit Memory for Faces Are Electrophysiologically Distinct. *Journal of Neuroscience*, 26(3), 926–933.
- Voss, J. L., & Federmeier, K. D. (2011). FN400 potentials are functionally identical to N400 potentials and reflect semantic processing during recognition testing: Why the “F” in FN400? *Psychophysiology*, 48(4), 532–546.
- Voss, J. L., Lucas, H. D., & Paller, K. A. (2010). Conceptual priming and familiarity: different expressions of memory during recognition testing with distinct neurophysiological correlates. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(11), 2638–2651.
- Voss, J. L., Lucas, H. D., & Paller, K. A. (2012). More than a feeling: Pervasive influences of memory without awareness of retrieval. *Cognitive Neuroscience*, 3(3–4), 193–207.
- Voss, J. L., & Paller, K. A. (2009). An electrophysiological signature of unconscious recognition memory. *Nature Neuroscience*, 12(3), 349–355.
- Wagner, A. D., & Gabrieli, J. D. (1998). On the relationship between recognition familiarity and perceptual fluency: Evidence for distinct mnemonic processes. *Acta Psychologica*, 98(2), 211–230.
- Wagner, A. D., Gabrieli, J. D. E., & Verfaellie, M. (1997). Dissociations Between Familiarity Processes in Explicit Recognition and Implicit Perceptual Memory, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 23(2), 305–323.
- Wahlin, A., Backman, L., Mantyla, T., Herlitz, A., Viitanen, M., & Winblad, B. (1993). Prior Knowledge and Face Recognition in a Community-Based Sample of Healthy, Very Old Adults. *Journal of Gerontology*, 48(2), P54–P61.
- Wang, W., & Yonelinas, A. P. (2012). Familiarity is related to conceptual implicit memory: An examination of individual differences. *Psychonomic Bulletin & Review*, 19(6), 1154–1164.
- Warren, L. R. (1980). Evoked potential correlates of recognition memory. *Biological Psychology*, 11(1), 21–35.
- Warrington, E. K., & Shallice, T. (1969). The selective impairment of auditory verbal short-term memory. *Brain*, 92(4), 885–896.
- West, R. L. (1996). An Application of Prefrontal Cortex Function Theory to Cognitive Aging. *Psychological Bulletin*, 120(2), 272–292.
- Whittlesea, B. W. A. (1989). Selective attention, variable processing, and distributed representation: preserving particular experiences of general structures. In R.G.M. Morris (Ed.), *Parallel distributed processing: implications for psychology and neurobiology*, Oxford, England: University Press.

- Wiegand, I., Bader, R., & Mecklinger, A. (2010). Multiple ways to the prior occurrence of an event: An electrophysiological dissociation of experimental and conceptually driven familiarity in recognition memory. *Brain Research*, 1360, 106–118.
- Wilding, E. L., & Rugg, M. D. (1997). Event-related potentials and the recognition memory exclusion task. *Neuropsychologia*, 35(2), 119–128.
- Wixted, J. T. (2007). Dual-process theory and signal-detection theory of recognition memory. *Psychological Review*, 114(1), 152–176.
- Wixted, J. T., & Stretch, V. (2004). In defense of the signal detection interpretation of remember/know judgments. *Psychonomic Bulletin & Review*, 11(4), 616–641.
- Wolk, D. A., Mancuso, L., Klot, D., Arnold, S. E., & Dickerson, B. C. (2013). Familiarity-based memory as an early cognitive marker of preclinical and prodromal AD. *Neuropsychologia*, 51(6), 1094–1102.
- Woroch, B., & Gonsalves, B. D. (2010). Event-related potential correlates of item and source memory strength. *Brain Research*, 1317, 180–191.
- Xue, G., Dong, Q., Chen, C., Lu, Z., Mumford, J. A., & Poldrack, R. A. (2010). Greater neural pattern similarity across repetitions is associated with better memory. *Science*, 330(6000), 97–101.
- Yonelinas, Andrew P. (1994). Receiver-operating characteristics in recognition memory: evidence for a dual-process model. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20(6), 1341.
- Yonelinas, A. P. (1997). Recognition memory ROCs for item and associative information: The contribution of recollection and familiarity. *Memory & Cognition*, 25(6), 747–763.
- Yonelinas, A.P. (1999). The contribution of recollection and familiarity to recognition and source-memory judgments: a formal dual-process model and analysis of receiver operating characteristics. *Journal of experimental psychology: learning, memory and cognition*, 25(6), 1415-1434
- Yonelinas, A. P. (2001). Components of episodic memory: the contribution of recollection and familiarity. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 356(1413), 1363–1374.
- Yonelinas, A. P. (2001). Consciousness, control, and confidence: The 3 Cs of recognition memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(3), 361–379.
- Yonelinas, A. P. (2002). The Nature of Recollection and Familiarity: A Review of 30 Years of Research. *Journal of Memory and Language*, 46(3), 441–517.
- Yonelinas, A. P., Aly, M., Wang, W.-C., & Koen, J. D. (2010). Recollection and familiarity: Examining controversial assumptions and new directions. *Hippocampus*, 20(11), 1178–1194.
- Yonelinas, A. P., Kroll, N. E. A., Dobbins, I. G., & Soltani, M. (1999). Recognition memory for faces: When familiarity supports associative recognition judgments. *Psychonomic Bulletin & Review*, 6(4), 654–661.

- Yonelinas, A. P., & Parks, C. M. (2007). Receiver operating characteristics (ROCs) in recognition memory: A review. *Psychological Bulletin*, 133(5), 800–832.
- Yonelinas, A. P., Widaman, K., Mungas, D., Reed, B., Weiner, M. W., & Chui, H. C. (2007). Memory in the aging brain: Doubly dissociating the contribution of the hippocampus and entorhinal cortex. *Hippocampus*, 17(11), 1134–1140.
- Zimmer, H. D., & Ecker, U. K. H. (2010). Remembering perceptual features unequally bound in object and episodic tokens: Neural mechanisms and their electrophysiological correlates. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 34(7), 1066–1079.

ANNEXES

Liste des abréviations

ADH : *Associative Deficit Hypothesis*

CS : Composante sémantique (dans étude 3)

DPHMA : *Dual-process hypothesis of memory and aging*

EEG : Electroencéphalographie

EVSD : *Equal-variance signal detection model*

FR : Fausses Reconnaissances

FN400 : *Fontal N400*

IRMf : Imagerie par Résonance Magnétique fonctionnelle

LPC : *Late Positive Component*,

LTM : Lobe temporal médian

MEG : Magnétoencéphalographie

PDP : Procédure de Dissociation des Processus

PEs : Potentiels évoqués

RK : paradigme Remember / Know

ROC : Caractéristiques opérantes du récepteur

TDS : théorie de détection du signal

UVSD : *Unequal-variance signal detection model*

VF : visage familier

VNF : visage non familier

Valorisation des travaux de recherche

• Publications

- Tinard, S., Baier, S. & Guillaume, F. Associative-Strength and associative change impacts on behavioral and ERP correlates of Familiarity and Recollection. (article soumis)
- Guillaume, F., Tinard, S., Harakka, M., Baier, S. & Etienne, Y. An ERP investigation of the item-scene incongruity at encoding on the subsequent recognition of the item. (article soumis)
- Tinard, S. & Guillaume, F. Age-related Differences in the Impact of Prior Knowledge on Recognition Performance: a Face Recognition Study. *Experimental Aging research* (article accepté)
- Guillaume, F., Baier, S., Bourgeois, M., & Tinard, S. (2017). Format change and semantic relatedness effects on the ERP correlates of recognition: old pairs, new pairs, different stories. *Experimental Brain Research*, 235(4):1-13
- Guillaume, F., Tinard, S., Baier, S., & Dufau, S. (2016). An ERP Investigation of Object-Scene Incongruity: The Early Meeting of Knowledge and Perception. *Journal of Psychophysiology*, 1–10

• Communication orale

- Tinard, S., & Guillaume, F. (2017, Mars). Repeated exposure to abstract visual shapes: effects on recognition memory. Oral communication presented at the workshop *Cognitive neuroscience of memory: Recollection, Familiarity and Novelty detection*, Liège, Belgique.

• Communications affichées

- Tinard, S., Baier, S. & Guillaume, F. (2018, May). Associative-strenght impact on behavioral and ERP correlates of familiarity and recollection. Poster session presented at the International meeting of Psychonomic Society, Amsterdam, Pays-Bas
- Tinard, S., & Guillaume, F. (2017, April). Age-related differences in the impact of prior knowledge on recognition performance: a face-recognition study. Poster session presented at the *CNRS transdisciplinary school: TRANSMEM*, Porquerolles, France
- Tinard, S., Bourgeois, M., & Guillaume, F. (2016, July). Perceptual and Semantic properties both modulate the mid-frontal old-new effect. Poster session presented at the *6th International Conference On Memory*, Budapest, Hungary

• Enseignement au département de psychologie cognitive

- CM et TD « Élaboration d'expériences » - L3
- TD de psychologie cognitive – L2 et L1
- TD de statistiques – L1

Résumé

Les modèles à deux processus de la mémoire de reconnaissance postulent l'intervention de deux mécanismes indépendants, la familiarité et la récollection, là où les modèles à un processus envisagent un continuum. Aujourd'hui, les théories à deux processus sont les plus largement acceptées grâce à la découverte de deux composantes électrophysiologiques qui reflèteraient les processus de familiarité et de récollection, respectivement la FN400 et la LPC. Cependant, l'indépendance de ces deux composantes est sujette à débat. L'objectif principal de cette thèse a donc été d'examiner la nature de ces processus et de leurs corrélats neuronaux afin de tester leur indépendance présumée. Pour ce faire, nous avons étudié l'influence des informations perceptives (études 1 et 2), sémantiques (études 1, 2, 3 et 4), associatives (études 1 et 2), ainsi que la répétition à l'encodage (étude 3), et l'effet de l'âge (étude 4), sur les processus de récollection, de familiarité et leurs corrélats respectifs en couplant les données ROC et EEG. Les résultats vont dans le sens d'une conception de la familiarité reflétée par la FN400 comme étant multi-déterminée et permettent de préciser le caractère conditionné et hiérarchique dans le traitement des informations : perceptives, sémantiques puis associatives. Nos données indiquent en revanche que la récollection et la LPC serait principalement influencée par des informations sémantiques et associatives et ensuite, dans un second temps, par des informations perceptives. Dans leur ensemble, ces résultats sont en faveur du modèle de redondance, suggérant que la familiarité et la récollection dépendent d'un processus commun, multi-déterminé et dynamique.

Mot clés : récollection, familiarité, FN400, LPC, sémantique, perceptif

Abstract

Dual-process models of recognition postulate that two independent processes sustained recognition (familiarity and recollection) while single process models consider the familiarity and the recollection as the ends of a continuum reflecting a common process. For now, dual-process models are the most accepted, due to electrophysiological evidences of two distinct components, FN400 and LPC, which have been linked to familiarity and recollection, respectively. However, a debate is growing concerning the independence of these components. The main objective of this thesis was to investigate familiarity, recollection and their neural correlates' nature. To this end, we studied the influence of perceptual (study 1 and 2), semantic (all study), associative information (study 1 and 2), the repetition (study 3) and the age-related effect (study 4) on familiarity, recollection and corresponding neural correlates using ROC and EEG data. Results support the view that familiarity, as reflected by FN400, is multi-determined but allow to specify the conditioned the hierarchy in the information's processing: perceptual then semantic and then associative. Recollection, as reflected by the LPC, would also be multi-determined, but was mainly influenced by semantic and associative information and then, in a secondary way, by perceptual information. Taken together, present data support the redundancy model suggesting that familiarity and recollection depend on a common, multi-determined and dynamic process.

Key words: recollection, familiarity, FN400, LPC, semantic, perceptual