

# Une approche incarnée et située du vieillessement cognitif

**Habilitation à diriger des recherches (HDR)  
de l'Université Clermont Auvergne**

École doctorale n° 370, Lettres, Sciences Humaines et Sociales (LSHS)

Spécialité : psychologie cognitive et neuropsychologie

Unité de recherche : Laboratoire de Psychologie Sociale et COgnitive  
(LAPSCO, UMR CNRS 6024)

Référente : Pre Marie IZAUTE

HDR présentée et soutenue à Clermont-Ferrand, le 01 septembre 2020, par

**Guillaume VALLET**

## Composition du jury :

<b>Rémy VERSACE</b> Professeur de psychologie cognitive, Université Lyon 2	Président
<b>Laurence TACONNAT</b> Professeure de psychologie cognitive, Université de Tours	Rapporteuse
<b>Yann COELLO</b> Professeur de psychologie cognitive, Université Lille 3	Rapporteur
<b>Olivier DESRICHARD</b> Professeur de psychologie appliquée, Université de Genève	Rapporteur
<b>Simona BRAMBATI</b> Professeure agrégée, Université de Montréal	Examinatrice
<b>Marie IZAUTE</b> Professeure de psychologie cognitive, Université Clermont Auvergne	Référente

*Nani gigantum humeris insidentes*

« Des nains sur des épaules de géants »

–B. de Chartres

*Aux Tounous...*

## Remerciements

Je remercie chaleureusement les membres de ce jury d'avoir accepté de lire et d'évaluer ce travail, merci pour votre temps et vos avis qui me seront sans aucun doute précieux. J'adresse un remerciement particulier à Marie Izaute pour son rôle de référente, sa bienveillance, sa rigueur et son enthousiasme. Merci d'avoir su prendre du temps pour relire ce travail malgré tes responsabilités et ce temps de crise. Chacun et chacune d'entre vous incarnez pour moi un modèle, une inspiration.

Ce travail d'habilitation à diriger des recherches est d'ailleurs dédié à l'ensemble de mes mentor·e-s. La recherche scientifique s'inscrit dans une (longue) histoire, chargée de ruptures, mais aussi de continuités, de traditions, et de figures emblématiques. Un de ses principes cardinaux est d'ailleurs la communication des résultats à la communauté scientifique. Cette communication permet une évaluation par les pairs, mais surtout elle vise à la construction commune d'un savoir.

Mes travaux ne font pas exception à la règle. Ils ont pu aboutir uniquement grâce au travail de milliers de chercheur·e-s qui m'ont précédé, en psychologie, bien entendu, tout comme dans les sciences connexes. Il est de mon devoir de leur faire honneur et de les remercier ici, modestement et anonymement.

Plus proche de mon parcours, j'adresse mes sincères remerciements à mon premier mentor en psychologie, Rémy Versace. J'ai eu la chance de travailler avec toi depuis ma formation de licence. Tu as su me transmettre l'importance d'une méthodologie expérimentale rigoureuse et créative ainsi que l'intérêt de la maîtrise des statistiques, qui sont toujours deux piliers fondamentaux dans ma pratique. Tu es aussi, et surtout, à l'origine du travail sur la cognition incarnée dans laquelle s'inscrit pleinement cette HDR. Tu as toujours dirigé mes travaux avec écoute et intérêt tout en laissant à tes doctorants la chance d'avancer sur leur propre chemin en autonomie. Je te suis reconnaissant pour cette excellente formation. Je suis très heureux de poursuivre des collaborations scientifiques et des directions de thèse à tes côtés.

J'ai appris la persévérance et l'approche neuropsychologique auprès d'Hélène Beaunieux ou encore le pragmatisme et l'efficacité anglo-saxonne grâce à Martine Simard. Merci à Stéphane Rousset pour son exigence intellectuelle et à Denis Brouillet pour sa culture scientifique et le partage de ses valeurs. J'ai pu apprendre à programmer, réfléchir sur l'intégration multisensorielle et dépasser mes limites sous l'impulsion de David Shore. J'ai eu la confiance de Sven Joubert qui m'a permis notamment de découvrir d'autres facettes de la recherche dans le vieillissement. Mon séjour montréalais a ainsi pu être l'occasion de rencontrer des collègues inspirant·e-s, notamment Simona Brambati qui incarne l'excellence scientifique tout en démontrant une humanité débordante, ou encore Isabelle Rouleau qui sait transmettre sa passion, sa curiosité et dont la sensibilité et la maîtrise clinique sont exemplaires.

J'adresse toute ma reconnaissance et mes remerciements à mes collègues d'alors et de maintenant qui, toutes et tous, ont contribué à mon développement professionnel et parfois aussi personnel. La liste de ces personnes serait trop longue pour qu'elles

soient toutes mentionnées ici. Je salue et je tiens à exprimer ma gratitude envers mes étudiant·e·s déjà encadré·e·s, actuellement sous ma direction et ceux et celles à venir. La transmission du savoir et des compétences est essentielle à mes yeux et j'ai bien conscience que vous m'apportez autant que je peux vous donner. Merci à vous!

Enfin, je tiens à remercier le plus chaleureusement possible mes proches et ma famille en particulier. Un tel travail n'est rendu possible que si le soutien de son entourage est présent. Merci pour votre patience, votre compréhension, et votre amour.

# Table des matières

<b>Préambule</b>	<b>11</b>
<b>1. Contexte épistémologique, cadre théorique et problématique</b>	<b>13</b>
1.1. Du cognitivisme à l'énactivisme . . . . .	14
1.2. Modèle Activation-Intégration . . . . .	16
1.3. Les enjeux du vieillissement cognitif . . . . .	20
1.4. Publications associées . . . . .	24
<b>2. Le vieillissement comme modèle expérimental de l'énaction</b>	<b>27</b>
2.1. Des représentations ancrées et situées . . . . .	27
2.2. Vers une équivalence fonctionnelle perception-mémoire . . . . .	32
2.3. Une nouvelle variable sémantique : la force perceptuelle . . . . .	35
2.4. Aider la simulation perceptive pour améliorer le rappel autobiographique	38
2.5. Sédentarité et cognition . . . . .	45
2.6. Publications associées . . . . .	48
<b>3. Vieillesse : caractérisation et nouvelles perspectives</b>	<b>51</b>
3.1. Moindre distinctivité mnésique dans le vieillissement . . . . .	52
3.2. Menace du stéréotype . . . . .	61
3.3. Âgisme . . . . .	63
3.4. Publications associées . . . . .	65
<b>4. Troubles neurocognitifs : Applications cliniques et nouvelles perspectives</b>	<b>67</b>
4.1. Interprétation incarnée des TNC . . . . .	68
4.2. Vers une approche plus qualitative de la mémoire . . . . .	75
4.3. Vers de nouveaux tests cliniques de la mémoire . . . . .	82
4.4. Menace du stéréotype dans la maladie d'Alzheimer . . . . .	86
4.5. Publications associées . . . . .	88
<b>5. Discussion générale</b>	<b>91</b>
5.1. Rappel de la problématique . . . . .	91
5.2. Moindre distinctivité cognitive dans le vieillissement . . . . .	92
5.3. Défis/projets à venir : donner une place plus centrale au corps . . . . .	95
5.4. Défis/projets à venir : renforcer la dimension contextuelle . . . . .	98
5.5. Conclusion . . . . .	100

<b>Références</b>	<b>103</b>
<b>Annexes</b>	<b>139</b>
<b>A. Projets en cours et à venir</b>	<b>141</b>
<b>B. Etudiant-e-s encadré-e-s</b>	<b>143</b>
B.1. Doctorant-e-s . . . . .	143
B.2. Etudiant-e-s en Master . . . . .	144
B.3. Etudiant-e-s en Licence . . . . .	144

## Liste des tableaux

- 3.1. Illustration des relations entre les cibles et les distracteurs (proches, distants ou non-reliés) de l'Expérience 1 (mots) et 2 (photos). . . . . 52



## Table des figures

1.1. Nombres de publications par années pour les mots-clés "embodied cognition" ou "grounded cognition". . . . .	13
1.2. Modèle Activation-Intégration (Act-In). . . . .	17
1.3. Effet du sommeil sur la généralisation selon Act-In. . . . .	18
1.4. Effet du sommeil sur de nouvelles connaissances selon Act-In. . . . .	20
1.5. Schéma du cadre de recherche proposé dans le cadre de cette habilitation à diriger des recherches. . . . .	22
2.1. Paradigme d'amorçage intersensoriel à long-terme. . . . .	28
2.2. Temps de réaction pour l'amorçage intersensoriel à long-terme (auditivo-visuel et visuo-auditif). . . . .	29
2.3. Temps de réaction pour l'amorçage intersensoriel à long-terme (auditivo-visuel) pour les jeunes adultes et les personnes âgées. . . . .	30
2.4. Paradigme d'amorçage intersensoriel à court-terme. . . . .	31
2.5. Résultats pour le paradigme d'amorçage intersensoriel à court-terme. . . . .	31
2.6. Théorie des systèmes des symboles perceptifs. . . . .	33
2.7. Adaptation de l'illusion d'Ebbinghaus avec une manipulation mnésique. . . . .	34
2.8. Biais de perception de l'illusion d'Ebbinghaus avec une manipulation perceptive ou mnésique. . . . .	35
2.9. Interférence du masque visuelle selon la force perceptuelle visuelle. . . . .	36
2.10. Effet de l'induction de spécificité épisodique (ISE) sur la production de détails internes et externes. . . . .	39
2.11. Illustration du protocole expérimental testant la simulation modale dans l'induction de spécificité épisodique. . . . .	39
2.12. Effet d'interférence du masque visuel dynamique sur la production de détails internes. . . . .	40
2.13. Protocole testant les effets d'une induction de spécificité sur la reconnaissance. . . . .	41
2.14. Temps de réponse en fonction des inductions (classique, contrôle, spécifique ou catégorielle) selon le relation à la cible (distracteur perceptif ou sémantique). . . . .	42
2.15. Protocole testant les effets des inductions le rappel spatial et la catégorisation. . . . .	42
2.16. Taux de bonnes réponses pour le rappel spatial selon le type d'induction (contrôle, spécifique ou catégorielle). . . . .	43

2.17. Temps de réponse pour la tâche de catégorisation selon le type d'induction (contrôle, spécifique ou catégorielle). . . . .	43
2.18. Effet de la sédentarité antérieure sur l'inhibition selon l'activité physique.	47
3.1. Illustration du protocole de reconnaissance manipulant la proximité sémantique ou visuelle des distracteurs. . . . .	53
3.2. Taux de bonnes réponses obtenus par les jeunes adultes et les personnes âgées à tâche de reconnaissance selon la proximité des distracteurs (plan inter). . . . .	54
3.3. Taux de bonnes réponses obtenus par les jeunes adultes et les personnes âgées à tâche de reconnaissance selon la proximité des distracteurs (plan intra). . . . .	54
3.4. Illustration de l'adaptation du jeu Simon pour tester le distinctivité sensorielle. . . . .	57
3.5. Empan moyen obtenu pour tester la distinctivité du jeu Simon adapté. .	58
3.6. Empan moyen pour les jeunes adultes et les personnes âgées obtenues pour la tâche de Simon avec ou sans dégradation visuelle. . . . .	59
4.1. Temps de réaction obtenus par les patient-e-s Alzheimer au paradigme d'amorçage intersensoriel à long-terme et à court-terme. . . . .	70
4.2. Protocole testant l'effet de concrétude dans la DS. . . . .	72
4.3. Scores de détection des intrus par type d'items et par groupe. . . . .	73
4.4. Analyses VBM pour les items concrets pour les patient-e-s. . . . .	75
4.5. Illustration du DMS48. . . . .	76
4.6. Scores de reconnaissance pour le total au DMS48 par groupe. . . . .	77
4.7. Scores par type d'items et délai par groupe au DMS48. . . . .	77
4.8. Illustration du protocole testant la mémoire source. . . . .	79
4.9. Taux de rejets corrects des distracteurs pour (A) la relation entre la cible et les distracteurs (proche, distant et non-relié) par groupe (âgés contrôles, patient-e-s souffrant de troubles cognitifs légers -MCI, patient-e-s Alzheimer -MA) selon leur source (ancien/nouveau) et (B) le groupe selon la relation entre les distracteurs en fonction de leur source. . . . .	81
4.10. Protocole expérimental du test neuropsychologique de mémoire Sémantique-Episodique (SEMEP) . . . . .	85
4.11. Z-Scores des contrôles et des patient-e-s au test SEMEP. . . . .	86
4.12. Protocole testant la menace du stéréotype dans la maladie d'Alzheimer.	87

# Préambule

Ce projet d’habilitation à diriger des recherches se centre sur les approches incarnées et situées de la cognition du vieillissement normal et pathologique (troubles neurocognitifs). Les travaux présentés sont à l’interface de plusieurs sous-disciplines que sont la psychologie cognitive, la neuropsychologie, la psychologie sociale et les neurosciences. Les populations incluses dans les protocoles de recherche sont également plurielles, incluant des jeunes adultes, des personnes âgées sans trouble cognitif ainsi que des patients souffrant de maladie d’Alzheimer ou de démence sémantique.

À des fins de concision, et malgré leur importance, ces différentes sous-disciplines, ainsi que la caractérisation des populations ne seront pas introduites de manière détaillée contrairement aux spécificités utiles à l’argumentation logique de ce travail. Par exemple, les enjeux démographiques et sociétaux relatifs au vieillissement, tels que les poids sanitaire et économique qui peuvent être associés aux fragilités du vieillissement, ne sont pas présentés dans le cadre de ce document. Il en va de même pour les arguments en faveur des approches incarnées qui ne seront évoquées qu’au chapitre suivant.

Dans ce même souci de concision, et surtout de clarté du propos, les différents projets seront présentés selon un principe d’enchaînement logique et théorique et non nécessairement chronologique (voir Annexe A pour le résumé des projets en cours et à venir). Afin de guider le lecteur, un tableau sera introduit en-dessous de chacune des sous-sections correspondant à un projet. Il regroupera le statut (terminé, en cours, à venir), l’association d’un-e étudiant-e contribuant significativement au projet, le financement (aucun, obtenu, demande en cours ou envisagé) et la valorisation scientifique associée au projet en question (voir Annexe B pour la liste des étudiant-e-s encadré-e-s).

Pour conclure ce préambule, nous souhaitons apporter quelques précisions terminologiques. Bien que certains auteurs parlent de *la* cognition incarnée, nous préférons employer l’expression *approches incarnées*, au pluriel, en raison des nombreuses acceptions et théories qui peuvent exister au sein de ce(s) courant(s) (voir Chapitre 1, section 1.1). Toutefois, le/la lecteur-trice pourra rencontrer l’usage de l’expression “la cognition incarnée” afin d’alléger le style de certains passages. Ces expressions seront généralement complétées par l’ajout du terme “située(s)” afin de souligner la dimension contextuelle existante dans ces approches. Il est à noter que cette précision est dispensable lorsque *la* cognition incarnée est envisagée d’un point de vue épistémologique (voir Chapitre 1, section 1.1.2) puisque le caractère situé découle nécessairement d’une considération *incarnée* des représentations mentales.



Le projet porté dans cette habilitation à diriger des recherches s'inscrit dans le cadre des approches incarnées et situées de la cognition, approches qui s'apparentent à l'énaction (ou l'énactivisme). Ces approches connaissent un essor sans précédent dans la recherche scientifique. Non seulement le nombre de publications scientifiques croît de manière quasi exponentielle (voir Figure 1.1), mais surtout les principales (sous)-disciplines concernées par l'énaction (la psychologie dont la psychologie cognitive, les neurosciences, la robotique, la philosophie...) accordent une place de plus en plus importante, voire centrale, à ces approches. Toutefois, ces approches peuvent être employées et conçues de manières très différentes (e.g. Clark, 1999 ; Wilson, 2002). Ainsi, selon les auteurs, la cognition incarnée et située constitue un cadre théorique complémentaire au cadre classique du cognitivisme (e.g. Mahon & Caramazza, 2008 ; Mahon & Hickok, 2016), alors que d'autres défendent une approche radicale en les considérant comme un cadre théorique substitutif au cognitivisme (e.g. Glenberg, Witt, & Metcalfe, 2013 ; voir pour débat Mahon, 2015 ; Glenberg, 2015).

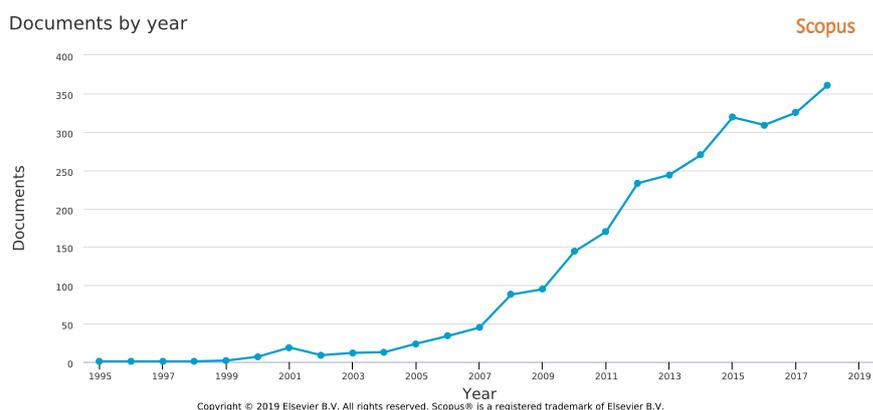


FIGURE 1.1. – Nombre de publications scientifiques par année pour les termes "embodied cognition" ou "grounded cognition" selon la base de données Scopus.

Ce débat pourrait apparaître comme anodin au premier abord. Pourtant, cette question doit être tranchée au préalable, car elle détermine les postulats qui définissent non seulement les forces, mais aussi les limites, des expérimentations proposées. La position défendue dans ce travail sera celle d'une approche "radicale"<sup>1</sup> de la cognition incarnée pour les deux raisons suivantes. En premier lieu, il y a la question de l'acceptation qui doit être faite de ces termes. Le cognitivisme et l'énactivisme ont une telle puissance explicative qu'ils en deviennent très peu falsifiables et donc peu scientifiques (voir Popper, 1959). Ainsi, la cognition incarnée et située et le cognitivisme s'apparentent davantage à des perspectives qu'à des théories (voir la *keynote* d' Hommel, n.d.). Alors que

1. Approche radicale ne veut pas dire extrémiste. Il ne s'agit pas de dénigrer ou de se fermer aux autres approches. Le sens de radical est à prendre ici dans son acception essentialiste et fondamentale, autrement dit dans une inscription épistémologique du terme.

des théories peuvent être complémentaires, des approches (ou des perspectives) seront davantage exclusives. En second lieu, ces approches se distinguent au niveau épistémologique sur la notion clé de *représentation* qui fait de ces approches des paradigmes scientifiques au sens du philosophe Thomas Kuhn. Cette distinction épistémologique sera introduite ci-dessous (voir Versace, Brouillet, & Vallet, 2018, chapitre 1 pour une présentation détaillée).

## 1.1 Du cognitivisme à l'énactivisme

### 1.1.1 Une approche computo-symbolique

L'après-guerre sera marquée par l'essor de nouvelles disciplines et théories qui ont bénéficié des avancées scientifiques nécessaires à la guerre (voir Mounier-Kuhn, 2010 pour l'informatique). Cet essor, combiné à la théorie de l'information (Shannon, 1948), a conduit logiquement à une approche "computationnelle" du traitement de l'information par l'esprit, approche dite computo-symbolique de la cognition ou encore cognitivisme (Fodor, 1975). Selon cette approche, le traitement de l'information opère sur des représentations symboliques (théorie du système de symboles physiques –PSS, Newell, 1980). Il est alors nécessaire d'abstraire ces représentations de leurs composants constitutifs modaux (éléments sensori-moteurs en particulier), aboutissant logiquement à des connaissances dites *amodales* (i.e. privée/absence de leur caractère modale), afin de permettre un traitement davantage propositionnel (Pylyshyn, 1984; voir aussi Piccinini & Scarantino, 2011 pour une présentation des différentes approches de la computation en sciences cognitives). Les règles de traitement de ces symboles seront notamment conceptualisées par Jerry Fodor dans le *langage de la pensée* (1975).

Autre particularité du cognitivisme, le traitement de l'information devrait être effectué de manière spécifique, spécialisé, par des modules distincts (Fodor, 1983). Selon Fodor, ces modules seraient innés et identiques pour chaque individu. En outre, ils seraient dotés de caractéristiques particulières que sont la spécificité de leur domaine, l'indépendance entre eux, la rapidité de traitement et la production de sorties simples ainsi que l'existence d'un substrat neuronal spécifique. Ainsi, le traitement de l'information se retrouve (relativement) indépendant des variations contextuelles et environnementales, une chaise a toujours les mêmes caractéristiques que nous soyons dans notre maison en train de boire du thé ou sur les sommets de l'Himalaya en pleine ascension.

Ces deux postulats conduisent nécessairement à envisager la cognition selon différentes fonctions, dont par exemple l'attention ou la mémoire, qui elles-mêmes peuvent être subdivisées en modules et sous-modules plus spécialisés. En suivant l'exemple de la mémoire (voir Squire, 2004 pour revue), celle-ci peut être notamment divisée en mémoire à long terme et à court terme (e.g. Atkinson & Shiffrin, 1968). Toutefois, la logique cognitiviste amène à considérer davantage une distinction en termes de nature des représentations comme la mémoire procédurale, sémantique et épisodique (e.g. Tulving, 2001).

Cette approche de la cognition a fini par s'imposer dans le milieu scientifique et elle est ainsi devenue dominante et incontestée pendant de nombreuses années (e.g. Bechtel, 2013;

Petri & Mishkin, 1994). Toutefois, les approches alternatives développées parallèlement au cognitivisme à l'époque, en particulier l'énaction, semble revenir sur le devant la scène. L'énaction pourrait alors apparaître comme une sorte d'antithèse du cognitivisme en présupposant un fonctionnement *analogique* de la cognition et une co-construction environnement—individu.

### 1.1.2 Une révolution paradigmatique

Dans la lignée des travaux d'Allan Paivio sur l'imagerie mentale (Paivio, 1971), les approches incarnées et situées pensent la cognition comme un fonctionnement « analogique » (e.g. Iachini, 2011) avec un ancrage nécessaire et central dans le corps et le contexte présent de la personne (voir Glenberg et al., 2013). Ainsi, les connaissances (i.e. les représentations) seraient indissociables de leurs composants sensoriels (voir Noppeney, 2009 pour revue) et moteurs (voir Garagnani & Pulvermüller, 2016 pour revue). C'est cette question de l'ancrage des représentations (i.e. leur nature) qui est la distinction clé entre le cognitivisme et l'énactivisme (e.g. Craik, 1979; Eysenck, 1977). Les représentations sont supposées être les briques élémentaires de la cognition (voir Bault et al., 2011), ce qui conduit à deux visions opposées du fonctionnement cognitif (Varela, Thompson, & Rosch, 1993). Il existe ainsi deux acceptions possibles au concept de représentation, faible et forte. Selon l'acception forte, une représentation s'appuie sur un substrat cognitif et cérébral spécifique (voir la théorie du système de symboles physiques<sup>2</sup> de Newell, 1980; et reprise par Fodor, 1983). Le concept de chaise dépendrait d'une représentation qui est une entité distincte de la cognition ayant un substrat neurologique possiblement identifiable. A l'opposé, le sens faible de « représentation » implique juste que celle-ci soit un objet mental à un moment donné, mais son accès ne présuppose aucunement une existence à part entière de celle-ci (i.e. indépendante). En d'autres termes, le concept de chaise peut être émergent à partir de l'activité du système (cognitif/neuronal).

Ces deux approches de la représentation sont ainsi décrites par Gallina (2011, p. 21) :

[...] les représentations mentales auront été considérées soit comme une entité cognitive dotée d'une signification et inscrite en mémoire sous forme variable selon les auteurs (cognitivisme classique), soit comme un état neuronal singulier, une configuration de connexions acquises ou apprises par le réseau (connexionnisme), ou bien encore comme une activité relationnelle où le sujet et l'objet d'une « visée intentionnelle » co-adviennent (énactionnisme).

D'un point de vue épistémologique, l'opposition par essence entre ces conceptions de la représentation font que les approches incarnées et situées représentent un changement épistémologique majeur (Glenberg, 2015) qui pourrait constituer une *révolution paradigmatique* au sens kuhnien du terme (Kuhn, 1962). Un tel changement de conception de la cognition brise certaines des frontières établies entre les fonctions cognitives : la perception, l'action et la mémoire seraient possiblement confondues, ou du moins s'appuieraient sur des représentations et des processus communs (e.g. Hommel, 2004; Rey,

2. PSS : "Physical symbol system", système de symboles physiques.

Riou, Vallet, & Versace, 2017; Riou, Rey, Vallet, Cuny, & Versace, 2015). Ainsi, les sens et la perception, tout comme la motricité et l'action, deviennent le centre de la cognition et la mémoire joue alors un rôle d'unification du passé, du présent et de l'avenir (Glenberg, 1997; Schacter, 2012). L'étude de la mémoire devient par conséquent une voie privilégiée pour valider et étudier ces approches, par exemple à travers la question de la nature des représentations (voir aussi Versace et al., 2018, chapitre 2).

Les approches incarnées et situées de la cognition s'imposent de plus en plus comme un paradigme scientifique dominant dans de multiples disciplines. Ces approches définissent le fonctionnement psychologique, avec ici un focus particulier sur le fonctionnement cognitif, en contexte. La cognition n'est plus pensée comme une série de traitements abstraits/independants du contexte dans lequel elle opère, mais au contraire comme étant directement ancrée dans ce dernier. L'interdépendance cognition—contexte doit s'entendre non seulement pour le contexte corporel de la personne, « incarnée » signifiant dans le corps, mais aussi dans l'environnement, qu'il soit physique ou social. Cette interdépendance est rendue possible par une approche beaucoup plus dynamique du fonctionnement cognitif, approche qui met en avant les inter-relations entre les fonctions cognitives par exemple.

Ainsi, ces approches permettent de (re)penser la cognition selon un niveau de complexité croissant, incluant davantage de facteurs que les seules représentations et fonctions cognitives, et davantage d'interactions entre celles-ci. Ce niveau d'analyse est en accord avec les progrès scientifiques avec, par exemple, la prise en compte nécessaire des émotions dans le fonctionnement cognitif (e.g. cognition « froide » et « chaude », Davidson, 2000; Pessoa, 2008), ou encore la recherche d'interactions plus fines et complètes entre des (sous)fonctions cognitives (voir par exemple l'évolution des modèles de mémoire avec MNESIS, Eustache, Viard, & Desgranges, 2016). La proposition de modèles théoriques s'inscrivant ouvertement ou non dans une approche incarnée peut se retrouver à un niveau neurobiologique (Fuster, 2009) ou cognitif (Barsalou, Kyle Simmons, Barbey, & Wilson, 2003). Néanmoins, et de manière surprenante, il ne semble pas exister de modèle cognitif qui soit à la fois incarné et situé (voir Brunel, Vallet, Riou, Rey, & Versace, 2015) autre que le modèle *Act-In* (pour Activation-Intégration, Versace et al., 2014). C'est donc ce modèle qui servira de référence dans le cadre de ce travail.

## 1.2 Modèle Activation-Intégration

Le modèle Activation-Intégration (Act-In Versace et al., 2014, voir Figure 1.2) propose d'aborder la cognition incarnée et située sous l'angle de la mémoire (voir Versace et al., 2018, chapitre 2). Le modèle s'inspire des modèles à traces multiples, notamment MINERVA-II (Hintzman, 1984), pour lesquels une nouvelle trace mnésique va se créer pour chaque expérience vécue par un individu. En accord avec l'incarnation, ou l'ancrage des connaissances, ces traces sont définies comme modales (voir Brouillet & Versace, 2019). Ainsi, elles reflèteraient le contenu de l'expérience, essentiellement selon des composants sensori-moteurs. Il s'agirait bien d'un reflet, et non d'une reproduction de l'expérience, puisque ces modèles considèrent que la trace mnésique est la résultante de ce qu'est l'individu (connaissances passées, buts...) et de l'expérience en

cours (la situation). La mémoire n'est donc pas infaillible ni même nécessairement fidèle, car l'émergence d'un souvenir ou d'une connaissance sera différente selon la situation actuelle (voir aussi le côté intrinsèquement situé de la cognition incarnée). Cette interaction individu—environnement, à la base de l'énaction, est bien bi-directionnelle. Autrement dit, la perception elle-même n'est pas objective, mais dépendante au contraire des connaissances antérieures de la personne et de ses buts (voir Riou, 2012).

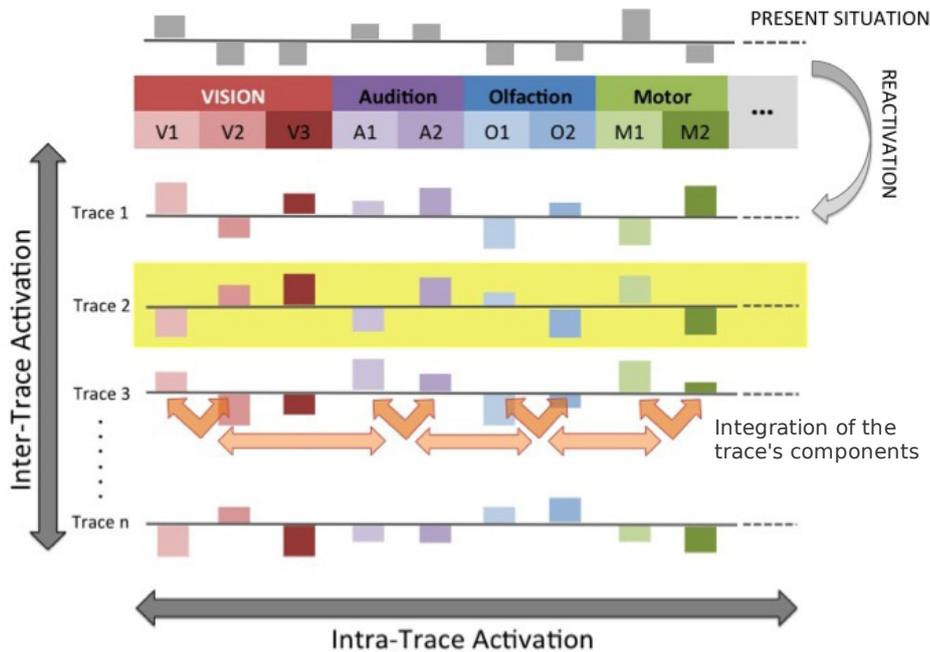


FIGURE 1.2. – Représentation schématique du modèle Activation-Intégration, adaptée de Versace et al. (2014). Chaque événement est associé à une trace qui reflète ses différents composants sensorimoteurs, comme les différentes informations de type visuel (V1 à V3). Une perception (ou un état interne) va entraîner l'activation des composants correspondants. Cette activation va se transmettre aux composants intégrés de la trace (activation intra-trace), mais aussi aux éléments similaires des autres traces mnésiques (activation inter-traces).

En accord avec les aspects plus situés de la cognition, la mémoire est définie par essence comme étant dynamique. Les connaissances (les « représentations ») émergeraient selon un profil d'activation donné (voir les principes du connexionnisme, Anderson, Rosenfeld, & Pellionisz, 1988) selon les composants qui sont largement distribués dans l'ensemble du cerveau (e.g. Hinton, McClelland, & Rumelhart, 1986). Ainsi, la mémoire ne serait pas l'exacte copie d'un événement, figée dans le passé, mais au contraire elle serait adaptative et donc tournée vers l'action (Glenberg, 1997) et le futur (Schacter, 2012).

Act-In propose deux processus pour rendre compte de l'émergence des connaissances, l'activation et l'intégration (voir Reder, Park, & Kieffaber, 2009, pour un modèle de mémoire basé sur ces mêmes processus). La perception (ou la pensée) d'un élément ou d'un événement particulier va se traduire par une activation dans le système pour

les composants de cet élément/événement (principe d'appariement global, voir Brunel, Goldstone, Vallet, Riou, & Versace, 2013 ; Brunel et al., 2015). Cette activation *initiale* va alors se propager en cascade vers les autres composants associés à la trace (e.g. Brunel, Labeye, Lesourd, & Versace, 2009 ; Brunel, Lesourd, Labeye, & Versace, 2010) de manière automatique et interactive.

Cette activation va ainsi se diffuser à travers les différentes traces selon leur(s) point(s) commun(s), activation désignée comme **inter-traces**. La perception d'une image de chat devrait activer l'ensemble des traces mnésiques correspondant à une situation similaire au niveau visuel, soit contenant un ou des chats ou bien des traces relatives au contexte de la photographie (e.g. maison en arrière-plan), etc. Cette activation de multiples événements similaires ou proches va alors permettre l'émergence de connaissances plus catégorielles (i.e. sémantiques), comme le fait que les chats sont des mammifères avec quatre pattes, qu'ils sont assez petits et fluets, etc. Cette généralisation est d'ailleurs renforcée par les effets du sommeil grâce à l'intégration des nouveaux apprentissages aux connaissances plus anciennes (voir Cherdieu, Versace, Rey, Vallet, & Mazza, 2018 et la Figure 1.3). Toutefois, cette activation ne se limitera pas aux composants visuels et l'activation pourra se propager aux autres composantes comme ceux auditifs (le miaulement) ou tactiles (sensation de la fourrure sous les doigts), etc. (voir Chapitre 2, section 2.1). Une telle propagation à travers les composants peut s'observer au niveau d'une seule trace, l'activation d'un composant va se propager aux autres composants associés à cette trace, activation qualifiée d'**intra-trace**. Cette activation plus restreinte, d'une trace ou d'un nombre très limité de traces, aboutira à l'émergence d'une connaissance spécifique (i.e. épisodique).

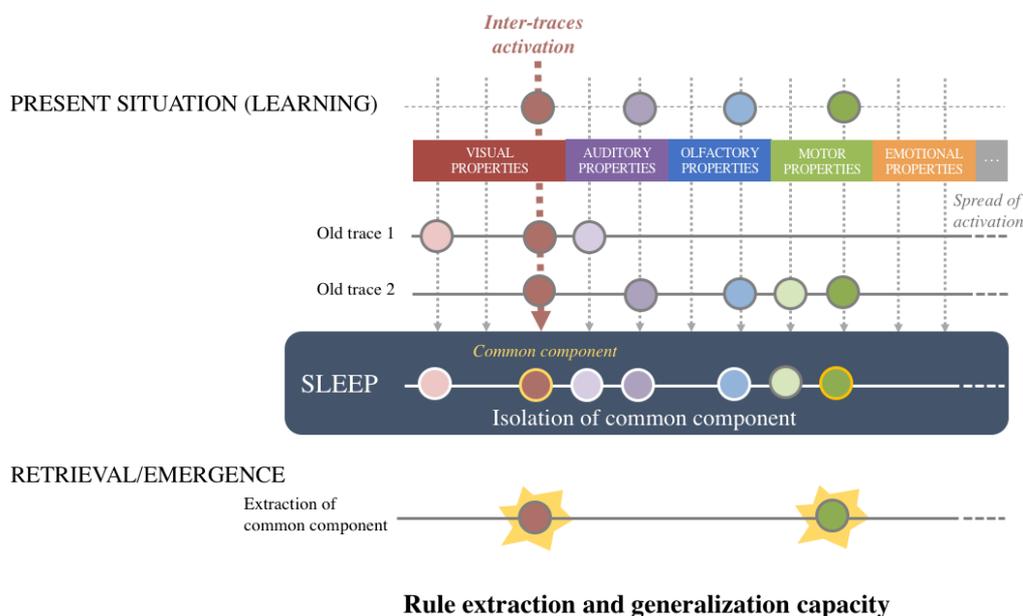


FIGURE 1.3. – Schématisation du processus d'extraction de règle et de généralisation grâce au sommeil selon le modèle Activation-Intégration, adapté de Cherdieu et al. (2018).

Le second processus, l'**intégration**, suppose que la création d'une trace mnésique est davantage que la somme des activations impliquées dans son traitement (e.g. Labeye,

Oker, Badard, & Versace, 2008). Il s'agirait d'intégrer de manière dynamique les différents composants de la trace mnésique, sensori-moteurs bien entendu, mais également contextuels et émotionnels (voir Macri, Pavard, & Versace, 2018), afin d'obtenir une représentation mentale cohérente (« intégrée »). Cette intégration prendrait essentiellement place au moment de la création de la trace ( $\approx$  « encodage ») et lierait ensemble les composants de la trace. La force de cette intégration serait le point clé dans la propagation future de l'activation : une trace fortement intégrée permettrait une propagation de l'activation facilitée (e.g. Brunel et al., 2013).

Le rôle de l'intégration a pu néanmoins être discuté par Vallet (2012a) pour le transposer à l'activation intra/inter-trace(s) (voir Chapitre 5 pour une discussion plus approfondie de la question). L'auteur propose d'utiliser les termes *d'intégration multidimensionnelle*, qui correspondrait à l'activation intra-trace, et *d'intégration intra-dimensionnelle* pour l'activation inter-traces. Le terme de dimensions est ici employé comme désignant un ensemble de composants, comme ceux moteurs et sensoriels, mais aussi ceux émotionnels et contextuels (spatialité, temporalité...). Ces deux formes d'intégration ne sont pas indépendantes l'une de l'autre, mais prendraient place selon des intégrations en cascade, probablement d'abord au sein de chaque dimension puis de plus en plus entre elles. Les intégrations intra-dimensionnelles pourraient également avoir lieu en parallèle selon chaque dimension impliquée.

Au-delà d'un simple changement de terminologie, cette proposition est en accord avec les travaux dans le domaine de la perception multisensorielle (voir Chen & Spence, 2017 pour revue), un « épisode » pourrait se définir par une unité spatiale, temporelle et de contenu (e.g. Radvansky & Zacks, 2017 ; Schapiro, Rogers, Cordova, Turk-Browne, & Botvinick, 2013). Ainsi, la présence concomitante de différents stimuli dans l'environnement devrait aboutir à leur intégration en tant qu'épisode (i.e. trace), mais aussi à leur intégration aux connaissances déjà existantes. Une telle intégration est d'ailleurs cohérente avec les données scientifiques sur le rôle du sommeil sur la mémoire et en accord avec Act-In (voir Cherdieu et al., 2018 et Figure 1.4).

Cette unité ne semble accessible qu'à travers un processus d'intégration (e.g. Eichenbaum, 2017). Ce choix permettrait également de mieux rendre compte de certains phénomènes observés. Par exemple, les patients souffrant de la maladie d'Alzheimer semblent présenter une relative préservation de l'activation des composants (voir les amorçages perceptifs, Fleischman, 2007), sans pourtant accéder à une représentation du souvenir (e.g. Perry, Walker, Grace, & Perry, 1999 ; Verfaellie & Keane, 1997). Il est également supposé l'existence d'un mécanisme d'inhibition réciproque entre ces formes d'intégration, avec une prédominance, par défaut, de l'intégration intra-dimensionnelle, qui pourrait expliquer pourquoi les patients souffrant de démence sémantique présentent une sur-épisodicité (via l'égo-centrisme comportemental et cognitif, voir Bon et al., 2009b). Selon Vallet (2012a, 2011a), la démence sémantique serait caractérisée par un déficit d'intégration intra-dimensionnelle, ce qui favoriserait l'intégration multidimensionnelle et donc l'émergence des connaissances spécifiques. Ce déficit intradimensionnelle se-

rait également à même d'expliquer l'inversion de l'effet de concrétude (voir Chapitre 4, section 4.1.2 ainsi que l'atteinte catégorique spécifique parfois observée dans ce trouble.

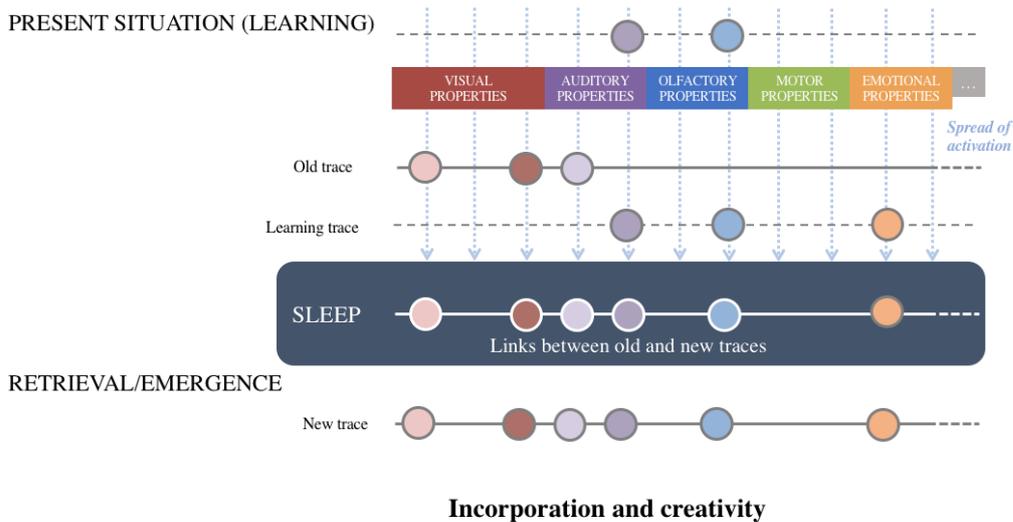


FIGURE 1.4. – Schématisation du processus d'incorporation d'une nouvelle connaissance à des connaissances existantes ainsi qu'à l'émergence de la créativité grâce au sommeil selon le modèle Activation-Intégration, adapté de Cherdieu et al. (2018).

Cette proposition de nomenclature centrée sur l'intégration est issue des travaux menés sur la question du vieillissement normal et pathologique. Pourtant, les approches incarnées et situées demeurent assez méconnues et globalement rejetées dans le domaine de la neuropsychologie et du vieillissement (e.g. Leitan & Chaffey, 2014). Ce constat est d'autant plus étonnant que le vieillissement cognitif, normal mais aussi pathologique, représente une problématique particulièrement adaptée aux postulats de la cognition incarnée et située (voir Rejeski & Gauvin, 2013 ; Vallet, 2015). Ce projet d'habilitation à diriger des recherches se propose par conséquent de se centrer sur le vieillissement cognitif, en particulier mnésique, selon les approches incarnées et situées de la cognition. L'objectif poursuivi sera double avec d'une part une contribution fondamentale en utilisant le vieillissement comme modèle expérimental afin de mieux comprendre la cognition et, d'autre part, une contribution plus clinique avec la proposition de tests neuropsychologiques et de nouvelles prises en charges basées sur ce cadre théorique.

### 1.3 Les enjeux du vieillissement cognitif

Le vieillissement est un phénomène complexe qui se manifeste dans l'ensemble des sphères de l'individu que ce soit au niveau biologique, psychologique ou social. Au sens commun, le vieillissement concerne les personnes âgées, c'est-à-dire les personnes de plus de 60 ans selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS)<sup>3</sup>. Pourtant, le vieillissement désigne un processus qui débute dès la naissance (définition développementale) ou dès la fin de la maturité de l'organisme (définition biologique). Plus particulièrement, le vieillissement biologique, appelé sénescence, débute dès la fin de l'adolescence. Appliqué au fonctionnement cognitif, le vieillissement débiterait alors vers le milieu

3. <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/santé-mentale-et-veillesissement>

de la vingtaine, une fois que les lobes frontaux, supposés être les principaux substrats aux fonctions exécutives, arrivent à maturité (voir Salthouse, 2009). Toutefois, pour l'ensemble de ce travail, les effets de l'âge seront considérés pour des personnes ayant au moins 60 ans (définition de l'OMS) afin de maximiser les effets du vieillissement sur la cognition qui s'accroissent vers 60 et 75 ans (voir Park & Gutches, 2006).

Au niveau sociétal et individuel, le vieillissement est typiquement, voire parfois uniquement, associé à une vision décliniste (Flatt, 2012; Rose et al., 2012). Pourtant, cette vision est de plus en plus contestée pour une approche plus positive afin de rendre compte du vieillissement réussi<sup>4</sup> (Cosco, Prina, Perales, Stephan, & Brayne, 2014). Ce changement de considération est essentiel, car le vieillissement n'est pas une fatalité, mais bien un processus qui est multifactoriel (e.g. Reuter-Lorenz & Park, 2014). Ainsi, chacun peut transformer son devenir en agissant au quotidien sur son mode de vie (nutrition, sommeil, activité physique...), et ces actions peuvent être guidées par les recommandations scientifiques, notamment de la psychologie cognitive (voir Hartley et al., 2018). Les approches incarnées et situées représentent une avenue de recherche particulièrement novatrice et pertinente pour (re)penser ces liens entre la santé physique, l'environnement et la cognition des personnes âgées.

Le vieillissement sera envisagé comme le cœur de ce projet d'habilitation à diriger des recherches pour les raisons suivantes. Tout d'abord, le vieillissement normal se situe à l'interface entre la cognition dite normale, auprès des jeunes adultes, et de la cognition dite pathologique, avec les patients souffrant de troubles neurocognitifs mineurs et majeurs. Cette position fait du vieillissement un objet d'étude particulièrement adapté aux approches expérimentales classiquement employées en psychologie cognitive, mais également aux méthodes plus cliniques déployées en neuropsychologie. En outre, ces deux types de méthode peuvent facilement s'intégrer ensemble, et aussi se combiner au sein d'une approche plus neuroscientifique, telle que l'exploration des substrats anatomiques et fonctionnels associés au fonctionnement cognitif étudié.

La problématique du vieillissement normal permet d'envisager trois grands axes de recherche qui sont complémentaires :

- 1) les interactions entre cognition normale et vieillissement normal
- 2) le vieillissement normal *per se*
- 3) les interactions entre vieillissement normal et troubles neurocognitifs<sup>5</sup>

### 1.3.1 Axe 1 : le vieillissement comme modèle expérimental

Le **premier axe** propose d'étudier les interactions entre cognition normale et vieillissement normal. Il peut ainsi s'envisager comme une approche développementale (*lifespan*) allant de l'enfance à la vieillesse. Les questions de recherche qui en découlent sont alors typiquement tournées vers la question de l'évolution de la cognition en fonction du temps et des stades de développement de l'individu à la lumière des approches incarnées et situées. Cette approche développementale offre également l'opportunité de

---

4. Vieillissement réussi ou vieillissement optimal (*successful aging*).

5. Dans la nomenclature du DSM-5, le terme *troubles neurocognitifs* remplace celui de *démences*.

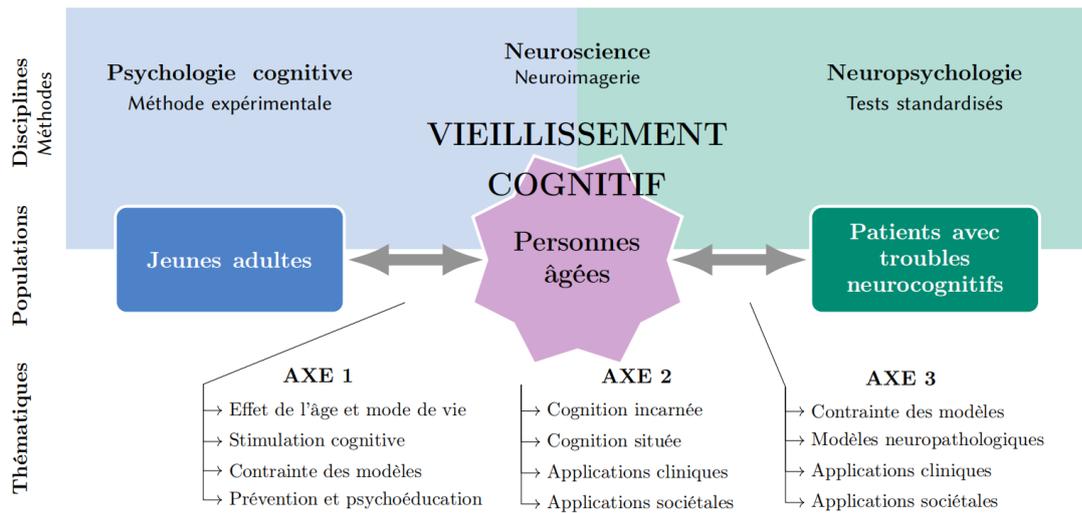


FIGURE 1.5. – Schéma du cadre de recherche proposé dans le cadre de cette habilitation à diriger des recherches.

contraindre les modèles théoriques de la cognition. En effet, ces derniers se doivent de rendre compte de l'ensemble de la cognition normale et si possible des altérations et troubles qui peuvent survenir (voir l'axe 3).

Ce premier axe sera essentiellement traité dans le Chapitre 2 à travers (1) l'étude de la nature des connaissances, chez le jeune adulte et la personne âgée ; (2) les liens entre mémoire et perception ; (3) le développement des apprentissages et de l'acquisition du langage. Les projets de recherche en cours et à venir se concentreront sur la question des mécanismes à l'œuvre dans l'émergence des connaissances, que ce soit des souvenirs autobiographiques ou des connaissances plus conceptuelles (en lien avec les mots), mais aussi des répercussions cognitives du style de vie adopté par les individus avec la problématique de la sédentarité.

### 1.3.2 Axe 2 : le vieillissement cognitif normal

Le **second axe** de recherche se concentre sur une meilleure compréhension du vieillissement cognitif lui-même (voir Chapitre 3). Les thèmes de recherche associés à cet axe peuvent s'appuyer sur les caractéristiques du vieillissement, par exemple les effets biologiques du vieillissement (sénescence), pour comprendre leur fonctionnement cognitif. Au-delà de cette caractérisation du profil cognitif des aînés, les approches incarnées et situées de la cognition offrent également de nouvelles opportunités de recherche. Ainsi, le vieillissement normal s'inscrit naturellement dans ces approches, puisqu'elles soulignent notamment l'importance de la perception et de l'action dans les processus cognitifs. Or, les personnes âgées présentent une altération de leurs systèmes perceptif et moteur, ainsi que des traitements qui en résultent, ce qui devrait logiquement se répercuter au niveau cognitif (voir Vallet, 2015). Une telle intrication des fonctionnements perceptif et cognitif permet d'envisager les difficultés cognitives, notamment mnésiques, selon une moindre distinctivité de la trace mnésique. Cette question peut être abordée à travers l'étude des erreurs de mémoire. À l'inverse, il peut être fait

l'hypothèse qu'une meilleure distinctivité devrait favoriser l'émergence épisodique des connaissances, travaux entrepris récemment.

L'aspect situé, i.e. la prise en compte de l'environnement interne et externe de l'individu, est tout aussi déterminant pour le vieillissement. Ce dernier est fortement associé à des transitions de vie majeures, dont la prise de retraite. Cette dernière n'est pas anodine pour le fonctionnement cognitif de certains individus, notamment selon le niveau socioculturel (e.g. Bonsang, Adam, & Perelman, 2012). Toutefois, les facteurs explicatifs et prédictifs impliqués dans cet effet demeurent à être explorés. Dans un projet international avec le Québec, les effets cognitifs du départ à la retraite seront étudiés selon le statut social (« cols bleus » vs. « cols blancs »). Le vieillissement est également très connoté négativement dans nos sociétés et ces représentations négatives ont des répercussions de mieux en mieux connues au niveau de la société (âgisme, voir Adam, Joubert, & Missotten, 2013), mais également au niveau individuel (par ex. la menace du stéréotype, Mazerolle et al., 2017). Il apparaît déterminant de rentrer ces facteurs en ligne de compte dans l'étude du vieillissement cognitif en raison de leur impact sur la cognition et en particulier la mémoire. De telles questions sont au centre de projets nationaux d'envergure avec l'ANR<sup>6</sup> *Aging* et un projet multicentrique porté par les centres Bien-Vieillir Agirc-Arrco<sup>7</sup>.

### 1.3.3 Axe 3 : le vieillissement cognitif pathologique

Le **troisième axe** de recherche s'inscrit dans une perspective plus clinique et appliquée (voir Chapitre 4). La question des troubles neurocognitifs constitue une problématique centrale pour l'ensemble des pays, problématique actuelle pour les pays dits développés, et problématique émergente pour les pays en voie de développement. En effet, le nombre croissant de personnes souffrant de la maladie d'Alzheimer et de démences apparentées entraîne mécaniquement une augmentation quasi exponentielle des coûts pour les sociétés, tant en termes humain, matériel, qu'économique (e.g. Freund & Smeeding, 2010). Le vieillissement normal représente alors la condition contrôle par excellence en regard des troubles neurocognitifs des personnes atteintes.

Il permet de caractériser le (dys)fonctionnement cognitif tel que présenté pour l'axe 1. Le vieillissement pathologique peut aussi contraindre et étendre les modèles théoriques de la cognition afin qu'ils proposent des mécanismes explicatifs de ces troubles. Ces derniers représentent des modèles expérimentaux de choix pour explorer les substrats neuroanatomiques et neurofonctionnels de la cognition. Là encore, les travaux peuvent être menés d'un point de vue appliqué, avec par exemple le développement de nouveaux tests et protocoles de remédiation et de stimulation de la mémoire. Les approches incarnées et situées permettent justement d'envisager de nouvelles pistes en privilégiant, par exemple, l'intégration multimodale dans l'émergence des souvenirs épisodiques.

Ainsi, la question de l'émergence épisodique selon la question de la distinctivité des traces et de la capacité à simuler modalement les caractéristiques clés de celles-ci est au centre de plusieurs projets en cours. Il semble également intéressant d'utiliser l'ancrage des connaissances sémantiques dans leurs propriétés constitutives pour mieux

6. ANR : agence nationale de la recherche.

7. Centre de prévention Bien-Vieillir : <https://www.centredeprevention.com>

comprendre des maladies comme la démence sémantique caractérisée par une atteinte de ce type de connaissance. Dans la poursuite de travaux initiés en 2017, cet éclairage permettrait d'ouvrir de nouvelles pistes d'exploration des substrats neurofonctionnels par exemple. Enfin, le côté situé peut aussi être considéré au travers la question de la menace du stéréotype et de la stigmatisation dans la maladie d'Alzheimer.

Ce travail d'habilitation à diriger des recherches propose d'approfondir la compréhension du vieillissement cognitif, qu'il soit normal ou pathologique à la lumière des approches incarnées et situées (voir Annexe A pour la liste des projets en cours et à venir). Ces approches permettent non seulement d'apporter un regard neuf sur des problématiques connues, mais surtout d'ouvrir de nouvelles perspectives de recherche fondamentale et clinique. Ce champ est étonnamment peu exploré par les chercheurs, alors que les problématiques du vieillissement cognitif sont en adéquation avec de nombreux postulats de ces approches. Outre l'aspect novateur, ce projet propose de combiner la méthode expérimentale, au cœur du premier axe, avec des approches neuropsychologiques, telles qu'illustrées dans le second et troisième axe. Ainsi, des paradigmes expérimentaux permettent une exploration précise de la cognition des participant·e·s jeunes en santé aux personnes âgées atteintes ou non de troubles neurocognitifs. Les batteries d'évaluations neuropsychologiques permettent quant à elles d'évaluer de manière standardisée des fonctions cognitives d'intérêts. Ces données servent non seulement à définir le profil cognitif des participant·e·s (inclusion/exclusion), mais offrent également une première base d'exploration des liens possibles entre ces fonctions et les tâches expérimentales (analyses corrélationnelles par exemple). Finalement, ces deux approches méthodologiques se combinent aisément aux approches plus neuroscientifiques telles que la neuroimagerie pour une investigation des substrats neuroanatomiques ou neurofonctionnels en corrélation avec les fonctions explorées.

## 1.4 Publications associées

### 1.4.1 Articles scientifiques

- Brunel, L., Goldstone, R. L., **Vallet, G. T.**, Riou, B., & Versace, R. (2013). When seeing a dog activates the bark : Multisensory generalization and distinctiveness effects. *Experimental Psychology*, *60*, 100–112. <https://doi.org/10.1027/1618-3169/a000176>
- Cherdieu, M., Versace, R., Rey, A. E., **Vallet, G. T.**, & Mazza, S. (2018). Sleep on your memory traces : How sleep effects can be explained by Act-In, a functional memory model. *Sleep Medicine Reviews*, *39*, 155–163. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2017.09.001>
- **Vallet, G. T.** (2015). Embodied cognition of aging. *Frontiers in Psychology*, *6*(April), 6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00463>
- **Vallet, G. T.**, Simard, M., Fortin, C., Versace, R., & Mazza, S. (2011). L'altération des connaissances sémantiques est-elle liée à une altération du traitement perceptif? Étude des atteintes catégories-spécifiques dans la démence sémantique. *Gériatrie et Psychologie Neuropsychiatrie Du Vieillissement*, *9*(3), 327–335. <https://doi.org/10.1684/pnv.2011.0276>

- Versace, R., **Vallet, G. T.**, Riou, B., M, L., Labeye, E., & Brunel, L. (2014). ACT-IN : an integrated view of memory mechanisms. *Journal of Cognitive Psychology*, 26(3), 280–306. <https://doi.org/10.1080/20445911.2014.892113>

#### 1.4.2 Chapitre de livre

- Brunel, L., **Vallet, G. T.**, Riou, B., Rey, A. E., & Versace, R. (2015). Grounded conceptual knowledge : Emergence from sensorimotor interactions. In Y. Coello & M. Fischer (Eds.), *Conceptual and Interactive Embodiment : Foundations of Embodied Cognition* (Vol. 2, pp. 108–124). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315751962>



Une approche de la cognition ne peut être validée que si elle est à même de rendre compte de l'ensemble de la cognition, c'est-à-dire à la fois de la cognition « normale » chez l'adulte sans trouble cognitif, mais également dans son développement (approche *lifespan*<sup>1</sup>) ainsi que dans ses dysfonctionnements. Les approches incarnées et situées semblent de nos jours relativement établies dans le cadre du développement de l'enfant (voir Labat, Vallet, Magnan, & Ecalle, 2015 ; Marmeleira & Duarte Santos, 2019), alors que le nombre de travaux s'inscrivant ouvertement dans ces approches dans le vieillissement est quasiment nul (e.g. Vallet, 2015).

Ce constat pousse en premier lieu à s'assurer que les postulats centraux à la cognition incarnée sont vérifiables, tout d'abord dans la cognition dite normale chez le jeune adulte, puis dans le vieillissement sans trouble cognitif associé. Une telle démonstration s'avère nécessaire pour échafauder des hypothèses novatrices concernant le vieillissement sans (voir Chapitre 3) ou avec (voir Chapitre 4) la présence de troubles cognitifs. Le vieillissement est alors utilisé comme modèle expérimental permettant d'une part de tester la validité de ces approches incarnées et situées et d'autre part de contraindre ces modèles.

## 2.1 Des représentations ancrées et situées

**Statut :** Terminé      **Financement :** Allocation doctorale (G. Vallet)  
**Etudiant-e-s :** Aucun-e      **Valorisation :** 4 articles

Les approches incarnées et situées de la cognition placent les composants sensoriels et moteurs au cœur du traitement cognitif en postulant que les connaissances seraient modales (voir Chapitre 1, section 1.2). Pourtant, il est très difficile de directement tester la nature des représentations et cet ancrage sensori-moteur supposé. Cette question peut tout de même être abordée grâce au paradigme d'amorçage dans lequel la présentation précédente d'un stimulus (amorçage) vient influencer le traitement d'un stimulus subséquent (cible), en particulier grâce aux formes intersensorielles des amorçages.

Les effets d'amorçages intersensoriels, dans lesquels les amorces et les cibles sont dans des modalités sensorielles différentes, sont typiquement interprétés selon une activation sémantique (e.g. Kirsner & Dunn, 1985 ; Chen & Spence, 2018). Par exemple, l'identification d'un son comme un miaulement activerait le concept associé en mémoire sémantique, ici *chat*, qui lui-même activera les représentations associées, comme la forme visuelle prototypique d'un chat. À l'inverse, les approches incarnées et situées postulent une (co-)activation directe, et de nature perceptive, entre les percepts (voir le modèle Act-In, Chapitre 1, section 1.2).

---

1. *Lifespan* : tout au long de la vie ou vie entière.

Ces interprétations opposées ont été testées dans un paradigme dit d'amorçage à long-terme intersensoriel (modalités visuelles et auditives, Vallet, Brunel, & Versace, 2010). Lors d'une phase d'étude, de jeunes adultes devaient catégoriser en vivant/non vivant des photographies (Exp. 1) ou des sons (Exp. 2) d'animaux (fauves, oiseaux, etc.) ou d'objets typiquement sonores (instruments de musique, véhicules, etc.), les amorces. Particularité de ce paradigme, un masque sensoriel sans signification était présenté en même temps que l'amorce pour la moitié des stimuli (voir Figure 2.1), soit auditif (Exp. 1, bruit blanc) ou visuel (Exp. 2, carrés de couleurs). Une fois l'ensemble des amorces traitées, une courte pause de quelques minutes était proposée aux participant·e-s avant de débiter la phase test. Là encore, la tâche consistait à catégoriser les stimuli en vivant/non vivant, mais cette fois présenté sous forme de sons (Exp. 1 pour des amorces visuelles) ou de photographies (Exp. 2 pour des amorces auditives). Un tiers des stimuli correspondait à ceux présentés sans le masque dans la première phase (*anciens non masqués*), un tiers aux stimuli présentés avec le masque dans la première phase (*anciens masqués*) et le dernier tiers à des stimuli jamais présentés (*nouveaux*).

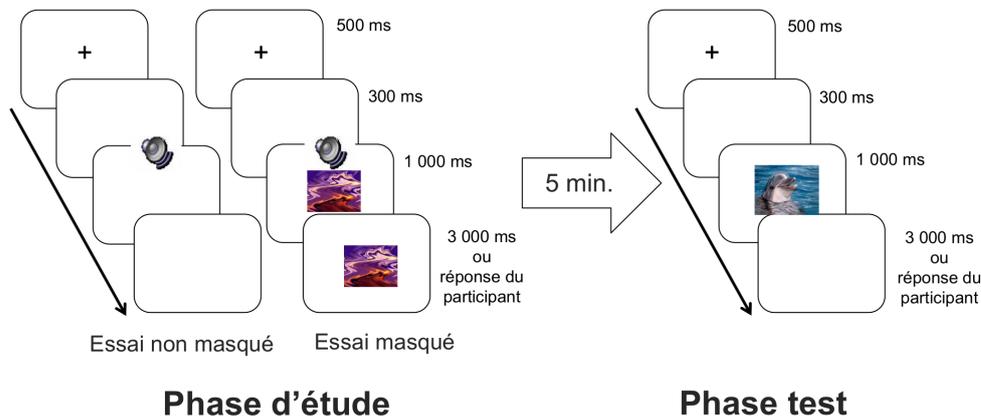


FIGURE 2.1. – Illustration du paradigme d'amorçage à long-terme auditivo-visuel adapté de Vallet et al. (2010, 2011). Durant la phase d'étude, les participant·e-s catégorisaient des sons comme représentant des animaux ou des objets. La moitié des sons était présentée avec un masque visuel abstrait. La même tâche de catégorisation était employée pour la phase test, mais cette fois pour des photographies. Les images pouvaient correspondre à un son entendu en première phase (condition 'anciens' et 'anciens masqués') ou non (condition 'nouveaux').

Les résultats confirment l'existence d'un effet d'amorçage intersensoriel, puisque les items dans la condition *anciens non masqués* sont traités plus rapidement que les items dans la condition *nouveaux* (voir Figure 2.2). Plus important, cet effet d'amorçage n'est pas observé lorsque les items nouveaux sont comparés à ceux anciens masqués, et ceux malgré l'absence d'effet du masque dans la première phase. L'interprétation proposée est que le masque sonore (ou visuel) vient empêcher l'(la) (co)-activation supposée automatique de la « représentation » auditive (ou visuelle) provoquée par le traitement de l'amorce. Ces données suggèrent que cette co-activation des composants sensoriels de la trace mnésique survient au moins pour les modalités auditives et visuelles. Toutefois, ce principe d'interférence a également permis d'étendre ces conclusions à la modalité

olfactive (Riou et al., 2015), et d'autres travaux soutiennent un ancrage des connaissances dans l'ensemble des modalités sensorielles, dont l'intéroception (voir section 2.3 et Lynott, Connell, Brysbaert, Brand, & Carney, 2020).

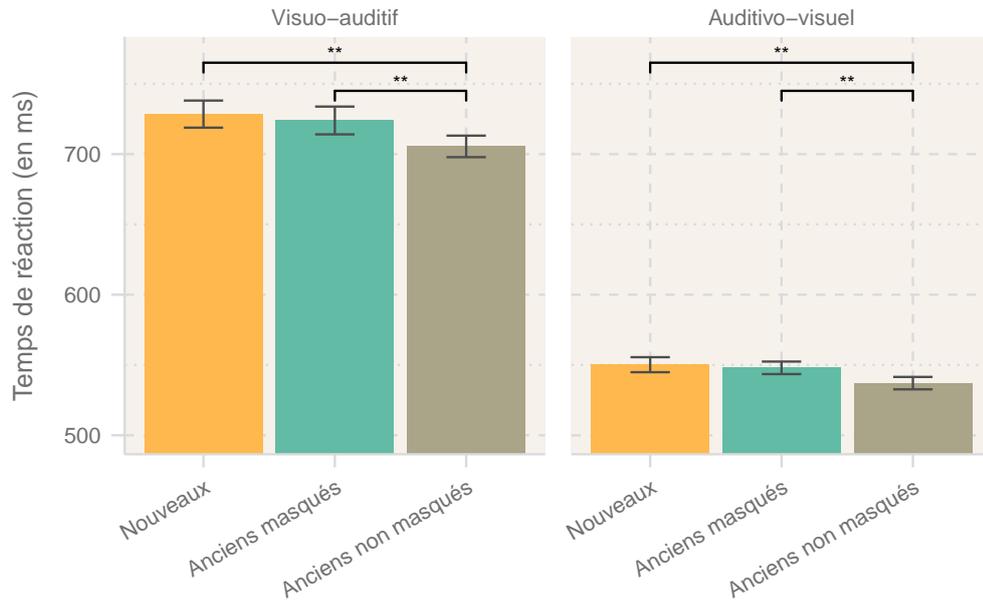


FIGURE 2.2. – Temps de réaction (en ms) obtenus lors de la phase test selon les différentes conditions expérimentales (items nouveaux, anciens masqués et anciens non masqués) pour l'amorçage visuo-auditif (Exp. 1) et auditivo-visuel (Exp. 2). Les barres représentent les erreurs standards corrigées pour un plan intra-participant (Morey, 2008).

Des résultats similaires ont pu être observés dans le vieillissement normal pour l'amorçage auditivo-visuel (Vallet et al., 2011b), choisis en raison de la moindre variance des résultats constatée dans ce sens chez les jeunes adultes (voir Figure 2.3). Les personnes âgées présentent des temps de réponse allongés par rapport aux jeunes adultes, marquant un ralentissement psycho-moteur classiquement attendu pour cette population (voir Salthouse, 1996), mais aucune interaction entre le groupe et la condition expérimentale. Ainsi, les personnes âgées présenteraient bien un effet d'amorçage inter-sensoriel préservé (pour une discussion sur des résultats contradictoires dans le vieillissement, voir Vallet et al., 2012b), mais surtout les données sont en faveur d'un ancrage des connaissances dans le vieillissement normal.

Néanmoins, ce paradigme ne permet pas d'exclure totalement une hypothèse attentionnelle selon laquelle le masque aurait perturbé le traitement de l'amorce malgré l'absence d'effet visible du masque en phase d'étude. Il semblait alors nécessaire de différencier l'effet du masque selon la congruence sémantique. En effet, les approches incarnées et situées de la cognition prédisent que le masque sensoriel ne devrait interférer que lorsque l'amorce et la cible sont associées au sein d'une ou plusieurs traces mnésiques (voir le modèle Act-In, section 1.2). Cette association devrait donc s'observer lorsqu'il existe une congruence sémantique entre l'amorce et la cible (« miaou » – chat) et non en cas d'incongruence sémantique catégorielle (« miaou » – guitare), ou plus finement encore en cas d'incongruence sémantique intracatégorielle (« miaou » – cheval).

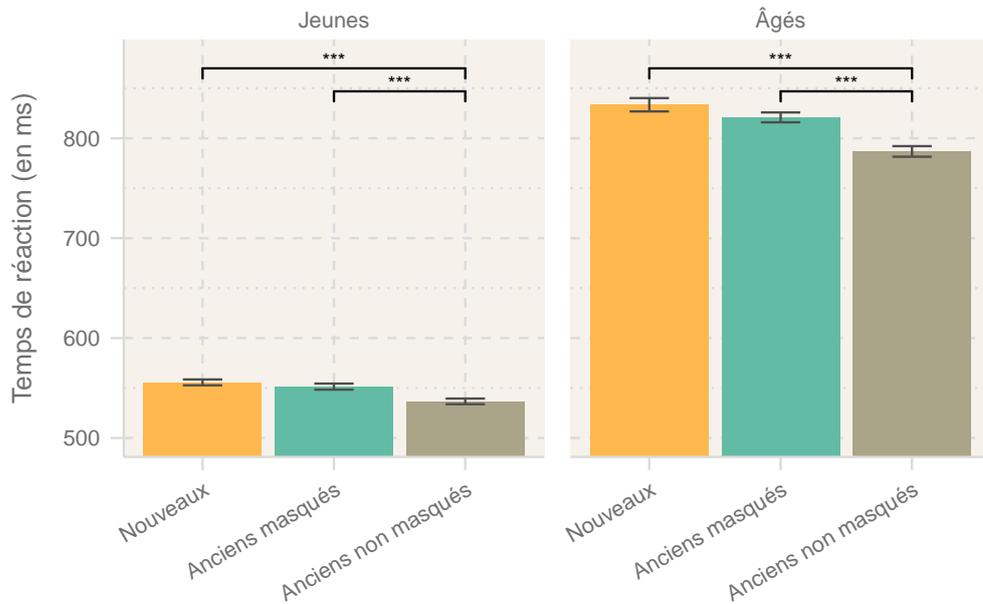


FIGURE 2.3. – Temps de réaction (en ms) obtenus lors de la phase test (cibles visuelles) selon les différentes conditions expérimentales (items nouveaux, anciens masqués et anciens non masqués) chez les jeunes adultes et les personnes âgées. Les barres représentent les erreurs standards corrigées pour un plan intra-participant.

Dans une nouvelle expérience, des participant·e-s devaient à nouveau catégoriser des photographies en vivant/non vivant, mais cette fois dans un paradigme d’amorçage dit à court-terme (Vallet et al., 2013b, voir Figure 2.4). Contrairement au paradigme précédent, ces images étaient directement précédées d’un son, congruent ou non avec le concept représenté. Tout comme précédemment, un masque sensoriel, ici visuel, était affiché simultanément à la présentation de la moitié des amorces auditives. Les résultats obtenus auprès de jeunes adultes et de personnes âgées en santé (voir Figure 2.5) confirment bien l’existence d’un amorçage intersensoriel.

Les photographies dont le son correspondant était entendu auparavant sont traitées plus rapidement que celles présentées avec un son incongruent. Point crucial de cette expérimentation, une interaction entre le masque et la congruence sémantique est constatée. Le masque visuel affiché avec les amorces conduit à une facilitation du traitement de l’image associée **uniquement** lorsque la cible et l’amorce sont incongruentes sémantiquement<sup>2</sup>. À l’inverse, le masque semble bien perturber l’effet d’amorçage lorsque la cible et l’amorce sont congruentes. Cette inversion de l’effet du masque permet de rejeter de manière convaincante une interprétation purement attentionnelle de l’interférence du masque sensorielle observée dans l’expérience précédente et présente. En effet, un tel effet attentionnel devrait se traduire par des résultats similaires, quelle que soit la congruence sémantique.

Là encore, au-delà d’un ralentissement attendu, les personnes âgées présentent un profil de résultat très similaire à celui observé chez les jeunes adultes. Cet effet d’interfé-

2. La facilitation est tendancielle chez les jeunes adultes, mais l’effet est significatif chez les personnes âgées.

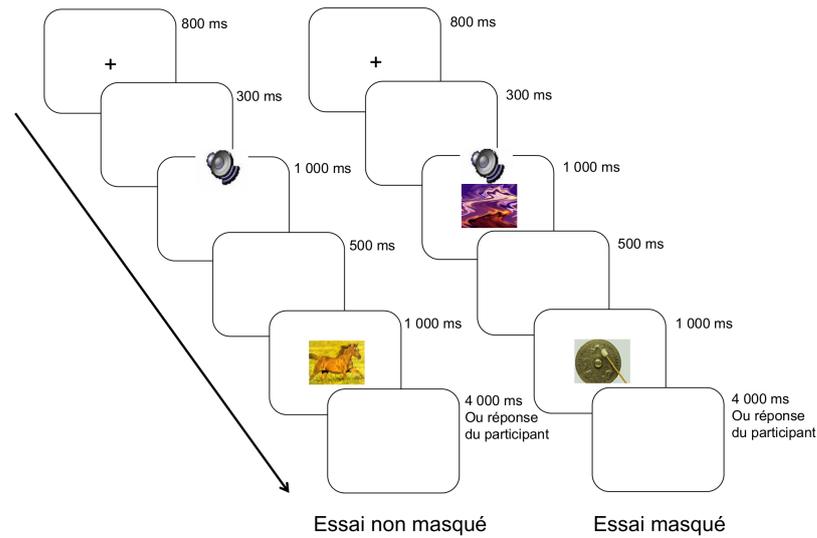


FIGURE 2.4. – Illustration du paradigme d’amorçage à court terme adapté de Vallet et al. (2013). À chaque essai, un son était entendu comme amorce et associé pour moitié avec la présentation d’un masque visuel abstrait. Puis, une photographie (cible) était présentée 500 ms après. Les participant-e-s devaient catégoriser ces images comme représentant des animaux ou des objets. L’amorce pouvait correspondre à la cible (condition ‘congruent’) ou non (condition ‘incongruent’).

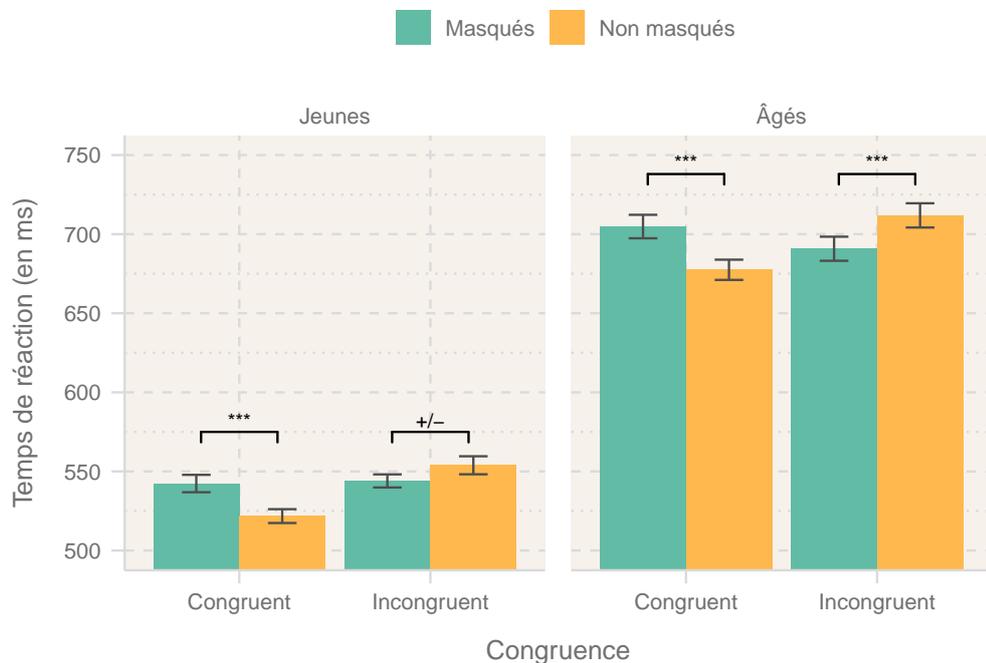


FIGURE 2.5. – Temps de réaction (en ms) selon la congruence sémantique entre les amorces sonores et les cibles visuelles et en fonction de la présence d’un masque visuel ou non pour les jeunes adultes et les personnes âgées. Les barres représentent les erreurs standards corrigées pour un plan intra-participant.

rence spécifique à la congruence sémantique d'un masque sensoriel sans signification est un argument fort en faveur d'un ancrage sensoriel des connaissances. Ces études semblent être les seules à avoir testé cette question de l'ancrage des connaissances dans le vieillissement. Cet ancrage est pourtant la pierre fondamentale de la construction incarnée et située dans la cognition dans le vieillissement, puisqu'il représente la base nécessaire à l'explication des liens perception-cognition rapportés dans cette population (e.g. Roberts & Allen, 2016, voir Chapitre 3). Avant d'explorer plus avant cette question de l'interdépendance perception-cognition dans le vieillissement, il apparaît pertinent d'étudier cette problématique dans la cognition normale chez le jeune adulte. Il est à noter que cette interdépendance est une conséquence directe d'une acception faible du sens de *représentation* (voir Chapitre 1, section 1.1.2).

## 2.2 Vers une équivalence fonctionnelle perception-mémoire

<b>Statut :</b>	Terminé	<b>Financement :</b>	Aucun
<b>Etudiant-e-s :</b>	Aucun-e	<b>Valorisation :</b>	4 articles

L'effet d'interférence d'un masque sensoriel sans signification est logiquement interprété selon un principe de simulation modale pour les approches incarnées et situées de la cognition (Barsalou, 2008). Selon la théorie des systèmes des symboles perceptifs<sup>3</sup> (Barsalou, 1999 ; Barsalou et al., 2003), l'accès à une connaissance, ici conceptuelle, nécessite la simulation (recréation) des états perceptivo-moteurs associés à cette connaissance (voir Figure 2.6). Cette simulation aurait lieu dans des *simulateurs conceptuels* qui sont eux-mêmes modaux. Autrement dit, la perception d'un stimulus se décompose selon ses caractéristiques sensorielles et/ou motrices, caractéristiques qui seront *capturées* par des aires associatives de plus haut niveau, des aires supramodales (Damasio, 1989 ; Simmons & Barsalou, 2003). L'accès ultérieur à une connaissance ne serait alors possible que par la réinstauration de ces états dans ces aires. À force d'être confrontées à de multiples exemplaires, ces aires seraient capables de générer de nombreux états sensori-moteurs et deviendront ainsi des simulateurs conceptuels. La notion de simulation, i.e. la réactivation des états perceptifs, moteurs et introspectifs, est alors centrale à l'explication de l'émergence des connaissances (Barsalou, 2008, 2015). Elle rend également la distinction entre encodage et récupération plus caduque (Kent & Lamberts, 2008).

Ainsi, le traitement d'un percept, par exemple le miaulement d'un chat, conduirait à la (co-)activation directe et automatique des autres caractéristiques associées à cette connaissance, par exemple ici la forme visuelle typique d'un chat (Versace, Labeye, Badard, & Rose, 2009 ; Versace et al., 2014). Puisque cette activation est modale, i.e. sensori-dépendante dans notre exemple, cette activation n'est possible que par la simulation sensorielle de ces caractéristiques. Cette simulation prenant place dans les aires modales dédiées du cerveau (voir pour synthèse Xue, 2018), la présentation concomitante d'une information sensorielle, tel un masque visuel abstrait, de même nature que la caractéristique à simuler (visuelle pour la forme d'un chat) devrait interférer avec cette simulation.

---

3. PSS : "perceptual symbol systems", systèmes des symboles perceptifs, en opposition à l'hypothèse défendue par Newell (1980) Fordor (1983).

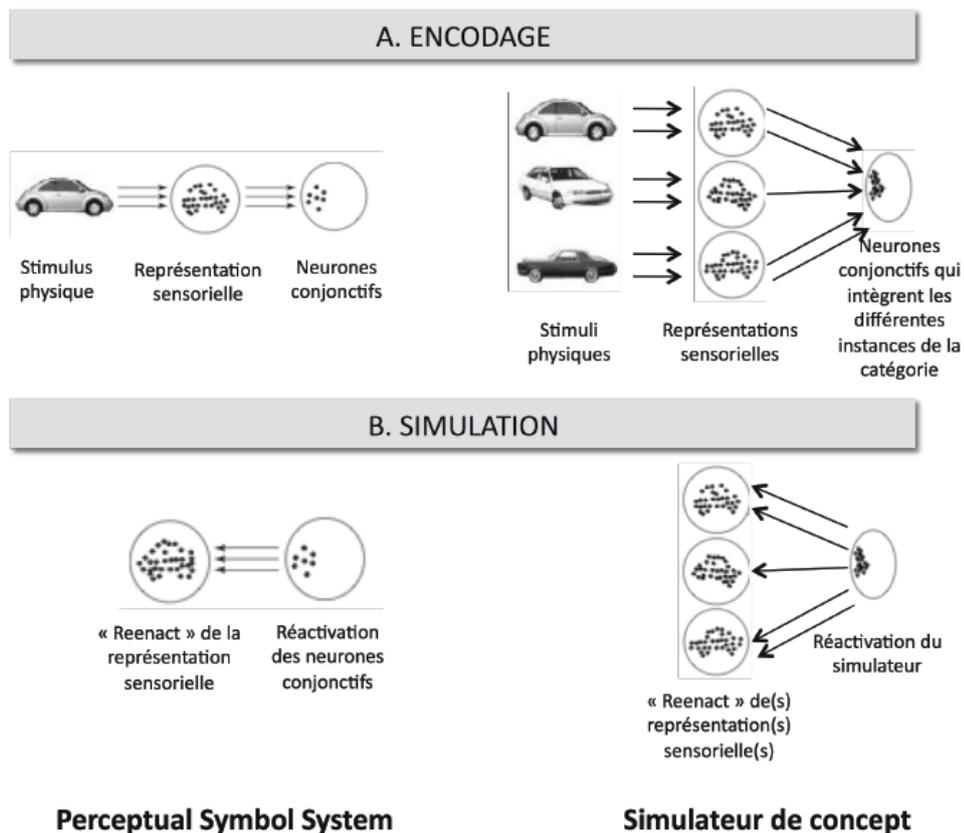


FIGURE 2.6. – Illustration de la théorie des systèmes des symboles perceptifs ('Perceptual Symbol System'), adaptée de Barsalou (2003).

Il est alors nécessaire de repenser les liens entre perception et cognition, ou du moins entre perception et mémoire (e.g. Heurley & Ferrier, 2015). Ainsi, si les connaissances demeurent directement dépendantes de leurs propriétés constitutives, il n'y a aucune raison pour que les « représentations » mnésiques soient de natures différentes de celles perceptives (voir Amsel, Urbach, & Kutas, 2014; Rey, Riou, & Versace, 2014; Riou, Lesourd, Brunel, & Versace, 2011). Cette logique poussée à peine plus avant amène à envisager un partage des ressources et des processus entre perception et mémoire. Une telle hypothèse peut être mise à l'épreuve en cherchant à influencer, ou à reproduire, des phénomènes typiquement perceptifs avec des stimuli mnésiques (e.g. Riou et al., 2011), l'idée étant de tester si le caractère présent/absent, c'est-à-dire perceptif/mnésique conduit aux mêmes profils de résultats.

Cette idée a notamment été éprouvée grâce à l'illusion d'Ebbinghaus (e.g. Rey et al., 2014). Cette illusion repose sur la différence de contexte entre deux ronds dont la taille doit être comparée, alors qu'ils sont de taille identique. Un des ronds est présenté seul (la référence) alors que l'autre (la cible) est entouré d'autres ronds (les inducteurs) dont la taille peut être plus grande ou plus petite que celle du rond cible et du référent. Puisque la taille des ronds environnant la cible semble influencer notre perception de la taille de la cible elle-même, il est attendu que cet effet puisse être reproduit en manipulant une différence de taille réactivée en mémoire. Ainsi, la présentation d'items ayant physiquement une taille identique à celle de la cible (perceptivement identique),

mais dont une association préalable était effectuée avec une taille grande ou petite, devrait produire la même illusion d'Ebbinghaus (voir Figure 2.7).

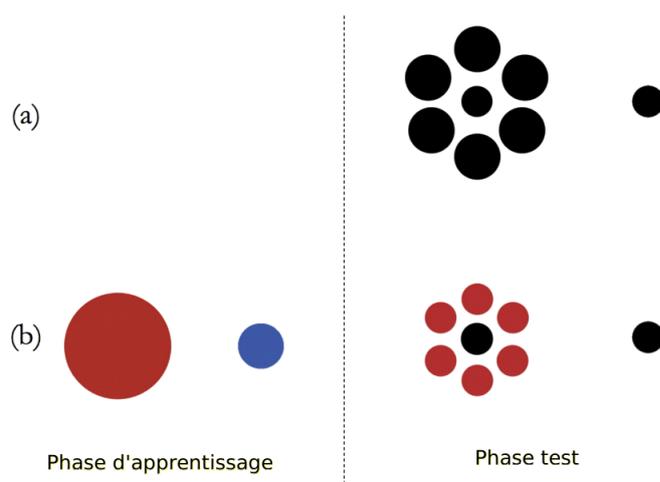


FIGURE 2.7. – Illustration du protocole expérimental de Rey et al. (2014). (a) Illusion d'Ebbinghaus classique. (b) Une taille (grand ou petit) est associée implicitement à une couleur lors d'une phase d'apprentissage. Lors de la phase test, les inducteurs de cette couleur entourant le rond cible sont présentés à la même taille que cette dernière. Les participant-e-s doivent déterminer lequel des deux ronds, cible ou référence, est le plus grand (ou le plus petit).

Les analyses psychophysiques (voir Figure 2.8) indiquent bien un biais perceptif pour l'illusion d'Ebbinghaus. La taille (perceptive) des inducteurs (grande ou petite) vient modifier le point d'égalité subjective des participant-e-s dans la comparaison entre la cible et la référence. Le principal résultat est toutefois la reproduction de ce biais perceptif lors d'une manipulation mnésique. Ainsi, alors que les inducteurs sont affichés à la même taille perceptive que la cible, les participant-e-s perçoivent cette cible comme plus petite, ou plus grande, que le rond de référence. Le processus d'évaluation de la taille apparaît alors similaire, ou du moins basé sur des représentations similaires, pour la perception et la mémoire suggérant une équivalence fonctionnelle entre ces « fonctions » cognitives (A. E. Rey et al., 2015b). Il est tout de même notable que la taille d'effet est bien moindre pour la manipulation mnésique comparativement à celle perceptive. Cette différence semble cohérente avec l'hypothèse d'une priorité, ou du moins d'une prépondérance, du traitement perceptif par rapport au traitement mnésique. Il est essentiel pour l'individu de réagir en premier lieu au monde environnant plutôt qu'à des stimulations internes (e.g. Nairne & Pandeirada, 2016 ; Hutchins, 2010).

L'ancrage des connaissances et l'équivalence fonctionnelle entre la perception et la mémoire conduisent à définir les connaissances conceptuelles non plus seulement à travers des variables psycholinguistiques et sémantiques, comme la fréquence ou l'âge d'acquisition (e.g. Ferrand et al., 2010), mais aussi selon le poids de chacune des modalités dans ces connaissances. Ainsi, il semble relativement évident que certaines connaissances sont davantage visuelles (e.g. fourmi) ou auditives (alarme) alors que d'autres devraient être multimodales par essence (chien).

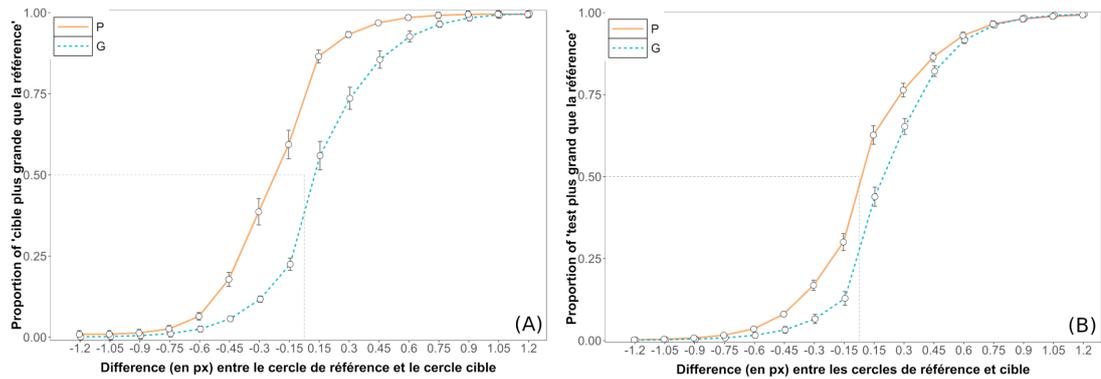


FIGURE 2.8. – Proportion de réponses 'cible plus grande que la référence' selon la différence (en pixel) entre ces deux ronds pour (A) l'illusion d'Ebbinghaus classique (perceptif) et (B) la version mnésique où les inducteurs sont préalablement associés à une taille grande (G) ou petite (P), mais présentés de taille identique à la cible.

## 2.3 Une nouvelle variable sémantique : la force perceptuelle

**Statut :** En cours et à venir      **Financement :** Prévu  
**Etudiant-e-s :** Aucun-e              **Valorisation :** 1 article

### 2.3.1 Projets passés et en cours

Si certaines connaissances peuvent être définies par certaine(s) modalité(s), il est probable qu'il existe également tout un continuum au sein de chacune de celle(s)-ci. Autrement dit, même pour des connaissances typiquement visuelles, certaines devraient être plus fortement associées que d'autres à cette modalité, et par extension être plus sensibles à l'effet d'interférence d'un masque visuel (voir A. E. Rey et al., 2015a).

Suivant cette hypothèse, le principe d'interférence perceptuelle due à un masque a été adapté pour tester la simulation modale visuelle lors du traitement de mots (Rey et al., 2017). Une association arbitraire entre un son (aiguë ou grave) et un masque visuel, ou un stimulus contrôle (carré de couleur homogène, gris), a été créée durant une première phase. Les participant-e-s avaient pour consigne de catégoriser les sons en aigu ou grave tout en gardant les yeux ouverts. Quelques minutes plus tard, les participant-e-s devaient catégoriser des mots selon qu'ils représentent un concept vivant/non-vivant. En même temps que le mot était présenté, le son aigu ou grave utilisé dans la première phase était diffusé.

Il est supposé que le son, grâce à l'association précédente, va réactiver le masque ou le stimulus contrôle (voir Brunel et al., 2009) et donc interférer avec la simulation des propriétés visuelles des mots. Les résultats indiquent un effet d'interférence dans le traitement des mots dont le son associé au masque est diffusé simultanément à la présentation des mots. Cette interférence est là encore en faveur d'une simulation nécessaire et automatique des propriétés visuelles des connaissances (voir Barsalou, 2008). Plus important ici, l'effet d'interférence est modulée par la force perceptuelle visuelle. Plus les concepts sont associés à une expérience visuelle forte, plus le masque réactivé exerce une interférence importante (voir Figure 2.9).

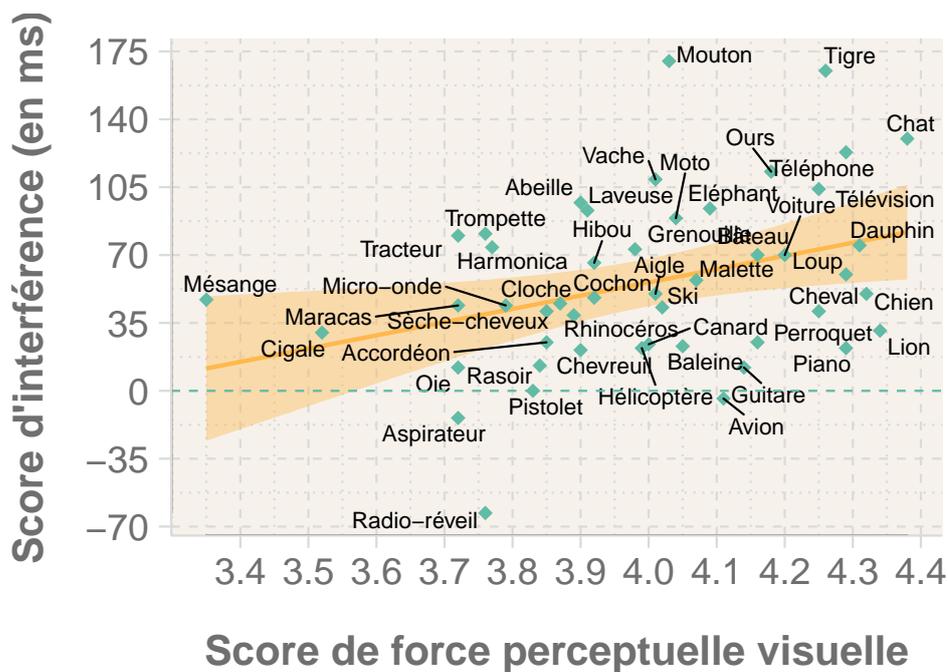


FIGURE 2.9. – Effet d'interférence du masque visuel réactivé en fonction de la force perceptuelle visuelle des mots, graphique adapté de Rey et al. (2017). Le ruban orangé représente l'erreur standard.

Récemment, Connell et Lynott ont proposé d'évaluer ce degré d'ancrage à travers la force d'expérience perceptuelle (ou force perceptuelle) (Connell & Lynott, 2012 ; Lynott & Connell, 2013). Le construit associé à cette variable va au-delà de la concrétude ou de l'imageabilité en insistant non pas sur le concept *per se*, mais sur l'expérience sensorielle (ou perceptive) que la personne a vis-à-vis de ce concept (Connell & Lynott, 2012). Ainsi, la force perceptuelle visuelle désigne à quel point une connaissance, par exemple *chien*, est associée à une expérience visuelle forte. Non seulement cette connaissance est facilement imageable (et concrète) comme peut l'être la connaissance *lion*, mais il est quasiment certain que les individus vivants dans nos sociétés ont rencontré dans leur vie quotidienne beaucoup plus souvent des chiens que des lions. Par conséquent, la force perceptuelle visuelle associée à *chien* devrait être plus importante que celle de *lion*.

Cette nouvelle variable s'avère non seulement suffisamment distincte des autres variables sémantiques habituellement utilisées (âge d'acquisition, fréquence subjective, etc., voir Connell & Lynott, 2014), mais semble même capable de mieux expliquer le traitement lexical des mots que l'imageabilité et la concrétude (Connell & Lynott, 2012). Il semble donc pertinent d'établir des normes de force perceptuelle afin de tenir compte de l'ancrage relatif des connaissances. En outre, il apparaît nécessaire de distinguer les différentes modalités, plutôt que d'utiliser une mesure globale comme le *SER* (*Sensory Experience Rating*<sup>4</sup>, Bonin, Méot, Ferrand, & Bugajska, 2015), car leurs contributions au traitement langagier semblent être en partie spécifiques (Speed & Majid, 2019). En français, ce travail a débuté pour la modalité visuelle et auditive pour un corpus de près de 3 000 mots auprès de la population québécoise (Chedid et al., 2019).

4. *Sensory Experience Rating (SER)* : évaluation de l'expérience sensorielle.

### 2.3.2 Projets à venir

Un travail conséquent de normalisation a été entrepris par l'équipe anglaise de Connell et Lynott et vient d'aboutir à la publication de normes de près de 40 000 mots dans de multiples dimensions (normes de Lancaster, Lynott et al., 2020), dont les cinq sens aristotéliens et l'interoception (voir Connell, Lynott, & Banks, 2018). Avant de poursuivre ce travail de normalisation pour les autres modalités en français, il semblerait plus judicieux de vérifier si une différence culturelle ou langagière existe bien.

Ainsi, nous sommes en train de constituer un consortium international regroupant le Québec avec Simona Brambati et Maximiliano Wilson, la Belgique avec Isabelle Simoes Loureiro et la France avec Ludovic Ferrand, Norbert Maïonchi-Pino et moi-même. Les membres de ce consortium se sont déjà réunis de manière partielle à deux reprises. Nous avons décidé de mener lors d'une première étape une étude exploratoire transculturelle. Pour ce projet, nous allons recueillir des normes sur les cinq sens aristotéliens, l'interoception et l'interaction entre le corps et les objets (Xue, Marmolejo-Ramos, & Pei, 2015) pour 150 concepts déjà utilisés dans des paradigmes d'amorçage sémantique (Loureiro & Lefebvre, 2016) en Belgique, en France et au Québec auprès de jeunes adultes et de personnes âgées en santé. Le recueil devrait démarrer au printemps 2020. Les données obtenues permettront (1) de vérifier si oui ou non il existe une différence culturelle (entre pays francophones) et langagière (français vs. anglais avec les normes de Lancaster) et (2) de tester l'hypothèse d'un moindre ancrage sensori-moteur des connaissances auprès des personnes âgées (Costello & Bloesch, 2017).

L'objectif à moyen terme est de s'appuyer sur ces données pour déposer des demandes de subventions nationales et internationales à l'automne 2020 ou au printemps 2021. Selon si les normes francophones apparaissent différentes des normes anglaises, un travail de normalisation sera envisagé. Après cela, nous prévoyons d'explorer (1) comment cet ancrage des connaissances pourrait se modifier avec l'âge selon une approche vie entière (voir Labat et al., 2015), mais aussi (2) d'ouvrir des applications plus cliniques. Cet ancrage pourrait être à même d'expliquer une partie des difficultés rencontrée par des populations ciblées comme les enfants dyslexiques ou les patient·e·s souffrant de troubles neurocognitifs (voir Chapitre 4, section 4.1.2) lors de la lecture, de l'apprentissage de l'écrit ou encore dans la production de discours.

Une approche neuroscientifique est elle aussi envisagée afin d'établir des cartes d'activation en IRMf (Imagerie par Résonance Magnétique fonctionnelle) du traitement de mot isolé qui serviront à alimenter un algorithme d'apprentissage automatique<sup>5</sup>. En effet, une des difficultés majeures rencontrées dans ce domaine concerne le traitement du langage en particulier le langage naturel (voir Wilks, 2018). Alors que la prise en compte des dimensions sensorimotrices dans le langage demeure marginale au niveau l'intelligence artificielle, leur pertinence semble bien admise en robotique (voir Zhong, Peniak, Tani, Ogata, & Cangelosi, 2019). Ces données pourraient également servir à mieux caractériser les atteintes langagières des patient·e·s cérébrolésés selon les régions et les réseaux atteints. Il serait attendu que des patient·e·s ayant une atteinte des ré-

---

5. Apprentissage automatique : *machine learning*.

gions occipitales et pariétales, comme dans l'atrophie corticale postérieure, présentent des difficultés plus marquées pour exprimer des relations spatiales, alors qu'une atteinte de la voie visuelle ventrale, comme dans la démence sémantique altère l'expression des caractéristiques visuelles dans le langage (voir Chapitre 4, section 4.1.2).

## 2.4 Aider la simulation perceptive pour améliorer le rappel autobiographique

**Statut :** En cours et à venir  
**Etudiant-e-s :** 1 doctorant

**Financement :** Allocation doctorale (R. Purkart)  
**Valorisation :** 2 articles

### 2.4.1 Projet en cours

L'implication des composants perceptifs dans l'accès aux connaissances apparaît ainsi valable pour les traitements catégoriels (i.e. sémantiques). Cette implication est historiquement prédite pour les souvenirs épisodiques, puisqu'ils devraient permettre de revivre le souvenir (reviviscence par l'échoporie, Tulving, 1982). Il en va de même pour les approches incarnées et situées de la cognition (voir Brunel et al., 2013), d'ailleurs de nombreux travaux montrent la (ré-)activation des aires sensori-motrices lors de la reviviscence (e.g. Waldhauser, Braun, & Hanslmayr, 2016 ; Wheeler, 2000).

Cette logique de reviviscence est au cœur de méthode visant à améliorer le rappel épisodique comme l'entretien cognitif. L'entretien cognitif est une méthode issue du domaine psycholégal, développée afin d'améliorer la quantité et la qualité des éléments épisodiques d'un souvenir chez des témoins oculaires (voir Memon, Meissner, & Fraser, 2010 pour une méta-analyse). Parmi les différentes techniques utilisées dans cet entretien, la simulation mentale des événements apparaît centrale (Bramão, Karlsson, & Johansson, 2017). En 2014, l'équipe de Daniel Schacter a adapté cette méthode pour l'employer comme une induction de spécificité épisodique (ISE, Madore, Gaesser, & Schacter, 2014). La réalisation préalable de cet entretien adapté, portant sur une vidéo test, apparaît à même d'améliorer la quantité de détails « épisodiques » lors d'un rappel d'un souvenir autobiographique subséquent, détails dits internes à l'événement selon la méthode de cotation de l'interview autobiographique (Levine, Svoboda, Hay, Winocur, & Moscovitch, 2002).

Le doctorant Rudy PURKART, recruté en septembre 2017, a ainsi d'abord adapté et validé l'ISE en langue française (Purkart et al., 2019a, voir Figure 2.10) pour pouvoir employer ce paradigme selon une approche incarnée et située. Une des premières étapes a consisté à tester l'hypothèse de la simulation modale dans l'efficacité de l'ISE (Purkart et al., 2019b). Selon les approches incarnées et situées, la reviviscence devrait correspondre à la (re-)simulation des états perceptifs associés à l'expérience à revivre (voir le modèle Act-In Versace et al., 2014). Il était supposé que cette simulation serait un des mécanismes centraux à l'effet de l'ISE.

Les participant-e-s visionnaient deux fois 10 courtes vidéos de scènes de la vie quotidienne (sans son) avec pour consignes de retenir au mieux les détails de ces vidéos. Après cette phase d'apprentissage, la moitié des participant-e-s recevaient l'induction

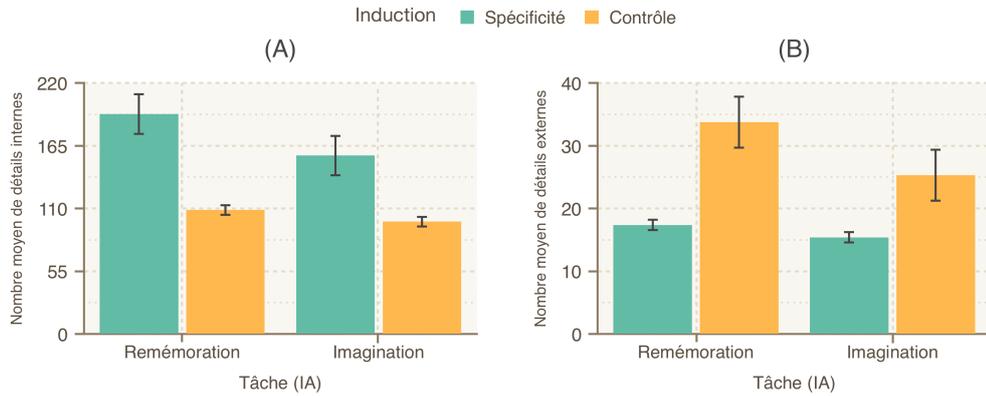


FIGURE 2.10. – Effet de l’induction de spécificité épisodique (ISE) par rapport à une induction contrôle sur (A) le nombre de détails internes (détails spécifiques) et (B) externes (généralités ou détails non spécifiques) des souvenirs autobiographiques ou des scènes imaginées par les participant-e-s. Les barres représentent les erreurs standards.

de spécificité épisodique (*ESI*<sup>6</sup>) et l’autre moitié complétait une tâche contrôle (ordonnancement de chiffres). Enfin, ils devaient rappeler le contenu des 10 vidéos en étant exposés à un masque visuel dynamique (*DVN*<sup>7</sup>) pour la moitié des rappels ou à un carré gris contrôle (voir la Figure 2.11). La production verbale des participant-e-s était enregistrée afin de pouvoir transcrire, puis coter, ces discours selon la méthode de l’interview autobiographique.

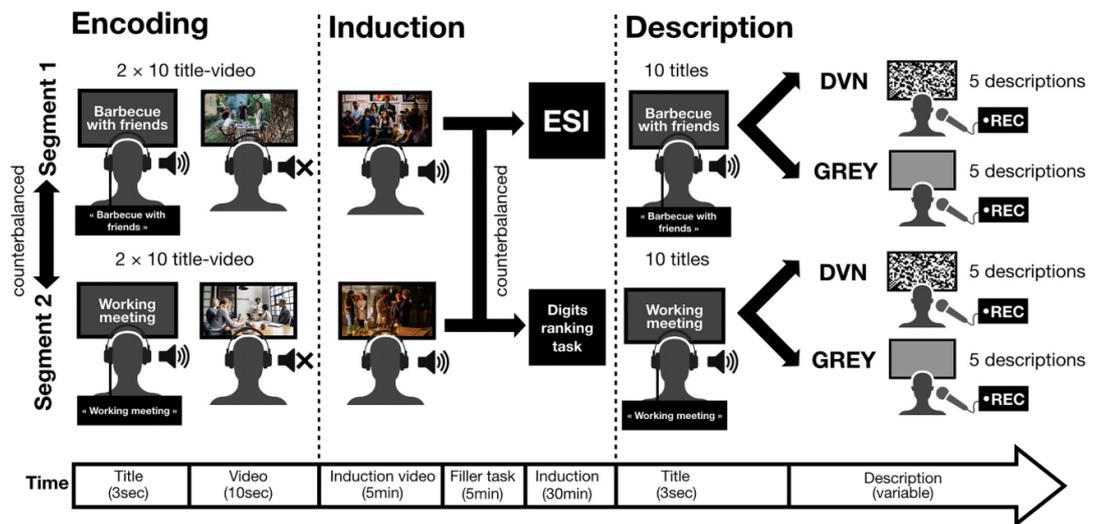


FIGURE 2.11. – Les participant-e-s visionnent deux fois 10 courtes vidéos (sans son) avant de compléter l’induction de spécificité épisodique (‘ESI’) ou une tâche contrôle (ordonnancement de chiffres). Enfin, ils devaient rappeler le contenu des 10 vidéos en étant exposés soit à un masque visuel dynamique (‘DVN’) ou à un carré gris contrôle (contrôle).

En premier lieu, les résultats répliquent l’effet bénéfique de l’ISE sur la production du nombre de détails internes relatés par rapport à une induction contrôle. Toutefois, l’amélioration due à l’ISE n’est plus significative lorsque les participant-e-s visionnaient

6. *ESI* : *Episodic Specificity Induction*.

7. *DVN* : *Dynamic Visual Noise*.

le DVN durant le rappel des scènes visuelles. Il est à noter que ces analyses prennent en covariable le score des individus à l'OSIQ (*Object-Spatial Imagery Questionnaire*, Blajenkova, Kozhevnikov, & Motes, 2006). Ce questionnaire permet de différencier l'imagerie *objet*, qui correspond à l'imagerie de l'apparence des objets qui compose une scène, de celle *spatiale*, pour les relations spatiales entre les objets d'une scène. Les capacités d'imagerie spatiale reflèteraient alors la facilité avec laquelle une personne est à même d'invoquer des imageries mentales détaillées (Kan, Barsalou, Solomon, Minor, & Thompson-Schill, 2003).

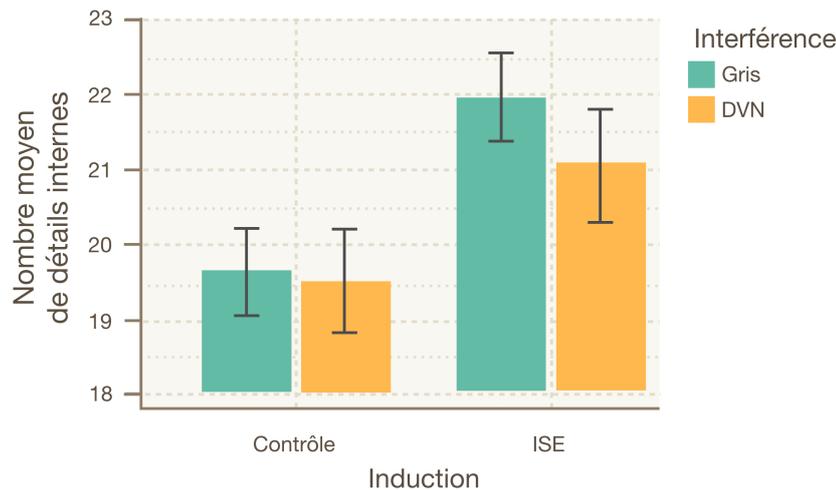


FIGURE 2.12. – Nombre de détails internes moyens (spécifique à l'épisode) selon l'induction (contrôle ou de spécificité épisodique) en fonction de l'interférence par un masque visuel dynamique ('DVN') ou un carré gris ('grey'). Les barres représentent les barres d'erreur standard.

Ainsi, la simulation visuelle serait bien impliquée dans les effets bénéfiques de l'ISE, mais selon les capacités d'imageries des individus. L'interprétation de cette simulation demeure toutefois à être précisée. Ces données sont cohérentes avec le chevauchement des activations entre mémoire rétrospective, prospective et l'imagination (Zheng, Luo, & Yu, 2014) et avec le fait que l'ISE puissent produire les mêmes effets à partir d'un événement réellement perçu au préalable ou une tâche d'imagination (Madore, Jing, & Schacter, 2018). En accord avec les approches incarnées et situées, l'ISE pourrait agir comme une sorte d'amorçage, pré-activant la simulation modale, et donc les aires sensorielles, lors de la re-visualisation mentale des détails de la vidéo d'induction (voir Brunel et al., 2009), ou alors selon une approche cognitiviste, l'ISE pourrait orienter les stratégies utilisées par les participant-e-s et les inciter à recourir à la simulation mentale durant en phase test (voir Thakral, Madore, Devitt, & Schacter, 2019).

Cette question de l'interprétation pourrait être indirectement abordée à travers la transposition de l'ISE aux principes d'Act-In. Selon ce modèle (voir Chapitre 1, section 1.2), l'émergence des connaissances dépendrait de l'activation inter- et intra-trace(s). Favoriser la simulation de propriétés génériques et communes à plusieurs concepts devrait donc permettre de faciliter le traitement catégoriel, là où favoriser la simulation détaillée d'un exemplaire donné devrait faciliter le traitement épisodique (supposé être un des mécanismes à l'œuvre dans l'ISE).

Ces hypothèses ont pu être testées récemment dans un protocole proposant une adaptation de l'ISE (voir Figure 2.13). Cette étude a cherché à évaluer si la nature de l'induction pouvait moduler la performance en reconnaissance. Ainsi, une série de scènes comportant chacune 6 stimuli visuels congruents (e.g. scène *ferme* avec des poules, de la paille, etc.) étaient présentées. Un apprentissage incident était réalisé en s'assurant que les items étaient *a minima* traité grâce à une décision de taille (« combien d'items de la scène peuvent rentrer dans une boîte à chaussures ? »). Il s'en suivait une phase d'induction qui a varié selon l'expérience. Dans la première expérience (Exp. 1A), les participant·e·s recevaient soit l'ISE classique soit une induction contrôle, alors que dans la seconde expérience, les participant·e·s recevaient une induction adaptée afin de cibler une émergence catégorielle ou une émergence spécifique (Exp. 1B). Pour l'induction catégorielle, les participant·e·s devaient générer pour chacun des items d'une liste le maximum d'objets sémantiquement associés leur venant spontanément à l'esprit (e.g., poêle, casserole, marmite...), alors que pour l'induction de spécificité, il était demandé aux personnes d'imaginer de manière détaillée des propriétés sensorielles (e.g. imaginer une poêle avec sa forme, la taille, sa couleur, son manche, etc.). Enfin, dans la phase de reconnaissance oui/non, les cibles étaient mêlées à des distracteurs sémantiques (e.g. scène *ferme* avec un tracteur) ou perceptifs (deux images différentes de poules).

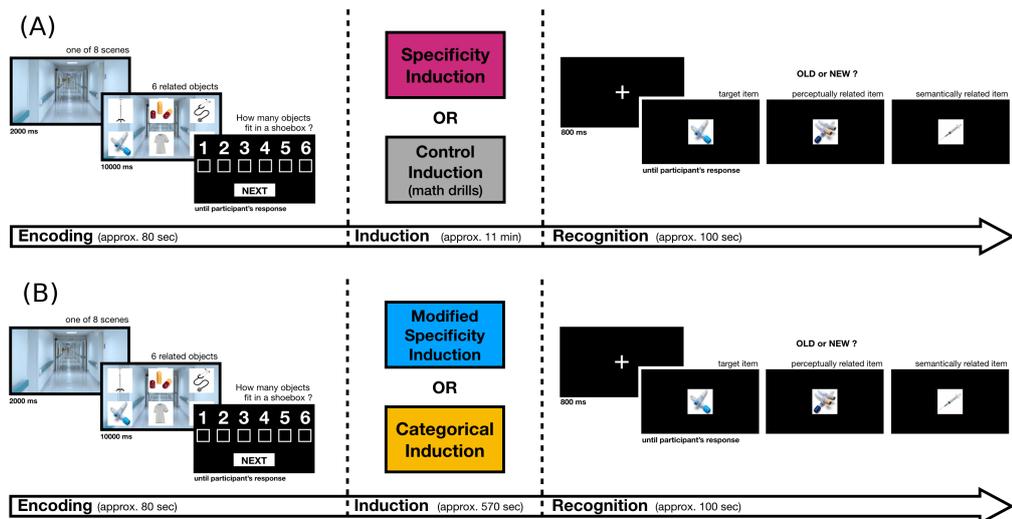


FIGURE 2.13. – Illustration du protocole expérimental afin de tester la performance de reconnaissance selon la proximité sémantique ou perceptuelle entre des distracteurs et les cibles est influencés par (A) l'induction classique de spécificité épisodique vs. une condition contrôle (Exp. 1A) ou (B) une induction spécialisée catégorielle ou spécifique (Exp. 1B)

Les résultats obtenus sont non significatifs concernant le taux de bonne réponse. Par contre, les temps de réponse mettent en avant un ralentissement des réponses pour correctement rejeter les distracteurs perceptifs suivant une induction de spécificité (voir Figure 2.14). Il semble bien que ce soit un ralentissement et non une accélération des réponses suivant une induction catégorielle puisque le même profil de réponse est observé suivant l'ISE classique par rapport à une condition contrôle. L'explication de ce ralentissement reste spéculative, mais les auteurs émettent l'hypothèse d'une simulation perceptuelle renforcée qui conduirait les individus à vérifier plus précautionneusement

les ressemblances ou les différences entre les cibles et les distracteurs perceptifs dans une situation d'ambiguïté perceptive. Il est également envisagé que la tâche de reconnaissance ne soit pas suffisamment sensible pour qu'un bénéfice de la simulation des propriétés sensorimotrices apporte un bénéfice sur la performance.

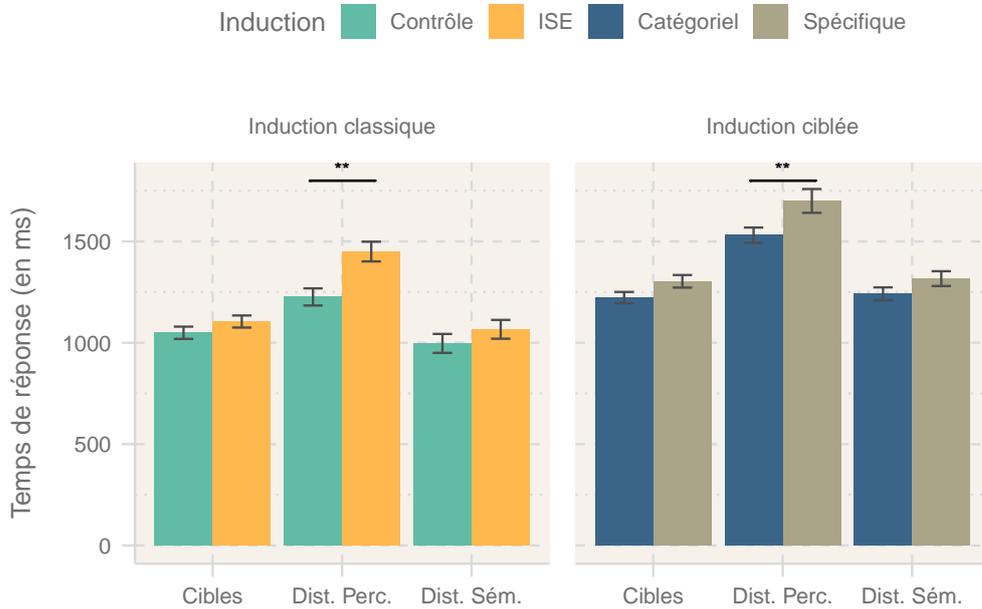


FIGURE 2.14. – Temps de réponse (en ms) obtenus pour les bonnes reconnaissances des cibles et le bon rejet des distracteurs perceptifs (Dist. Perc.) et sémantiques (Dist. Sém.) suite à une induction classique (induction de spécificité épisodique - ISE vs. contrôle, Exp. 1A) ou ciblée (catégoriel vs. spécifique, Exp. 1B). Les barres représentent les erreurs standards.

Partant de cette hypothèse, les auteurs ont proposé une nouvelle expérimentation dans laquelle, en plus de cette tâche de reconnaissance, une tâche de rappel de la localisation de l'item était ajoutée. Il semblait aussi pertinent d'évaluer les effets de l'induction catégorielle sur une tâche dédiée de catégorisation (voir Figure 2.15). Selon Act-In, il est attendu que l'adéquation entre l'induction (visant la spécificité ou la généralisation) et la tâche (rappel spatial spécifique ou catégorisation sémantique) conduise à une amélioration des performances alors que l'inverse devrait se traduire par une dégradation de ces performances.

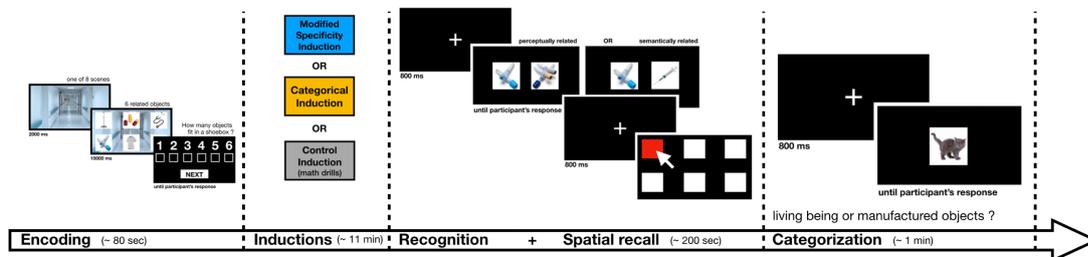


FIGURE 2.15. – Illustration du protocole expérimental testant l'adéquation entre le type d'induction, spécifique ou catégoriel, et la tâche de rappel spatial et de catégorisation.

Les résultats obtenus répliquent une nouvelle fois le ralentissement constaté dans les

expériences précédentes dans la tâche de reconnaissance. Par contre, pour la tâche spatiale un effet délétère de l'induction catégorielle est constaté par rapport à l'induction de spécificité et la condition contrôle (voir Figure 2.16).

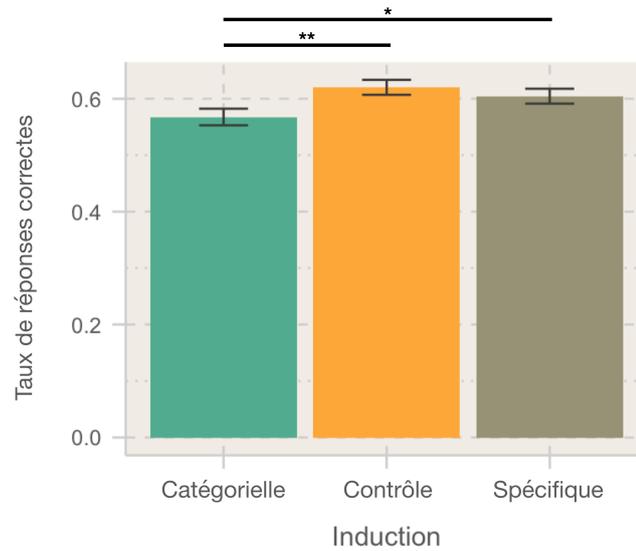


FIGURE 2.16. – Taux de réponses correctes pour le rappel de l'emplacement de l'item lors de la phase d'apprentissage selon l'induction, de spécificité, catégorielle ou contrôle. Les barres représentent les barres d'erreur standard.

A l'inverse, cette même induction catégorielle semble avoir facilité la catégorisation (TR plus rapides) des photographies comme représentant des concepts items vivants ou non-vivants (voir Figure 2.17). Toutefois, cette même amélioration des temps de réponse est constatée suite à l'induction de spécificité. Ce dernier résultat reste cohérent avec le modèle Act-In puisque les deux inductions reposent sur une simulation mentale de différents composants, dont ceux visuels, et que la catégorisation de photographie fait probablement appel à ce même processus.

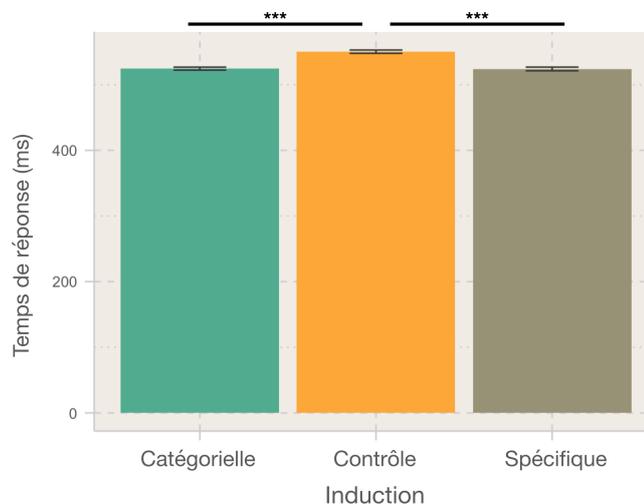


FIGURE 2.17. – Temps de réponse (en ms) obtenus pour catégoriser en vivant/non-vivants des photographies selon l'induction de spécificité, catégorielle ou contrôle. Les barres représentent les barres d'erreur standard.

### 2.4.2 Projets à venir

Ainsi, il semble difficile de retrouver un bénéfice comportemental de l'ISE dans une tâche de reconnaissance classique. Toutefois, lorsque la tâche est rendue plus complexe, plus exigeante dans la simulation des composants de la trace (comme retrouver l'emplacement spatial d'un item), une certaine tendance semble se dessiner. Afin de confirmer cette piste, Rudy PURKART a travaillé en collaboration avec Jordan MILLE (voir le Chapitre 3 section 3.1.2) afin de développer un paradigme commun basé sur la réalisation d'actions par des personnages de jeu vidéo (SIMS 4©). Le protocole développé se veut plus écologique que l'association simple de stimuli à un contexte en proposant de courtes vidéos mettant en scène un personnage réalisant une action spécifique. L'intérêt de créer ces scènes à partir d'un jeu est de pouvoir contrôler finement les éléments présents dans les vidéos et de pouvoir jouer sur des caractéristiques du personnage qui ne seraient pas réalistement modifiables.

Ainsi, le matériel a été constitué pour former des blocs d'actions similaires ("ramasser quelque chose" avec une déclinaison d'objets au sol) réalisées par des personnes faiblement distincts les uns des autres (peau de même couleur, gabarit similaire, etc.) ou au contraire fortement distincts (peau de différentes couleurs : verte, bleue, rouge, blanche ; gabarit différent, etc.). La tâche choisie a été adaptée afin de maximiser la simulation sensorimotrice des actions. Pour ce faire, les participant-e-s entendaient dans un casque l'action énoncée (par ex. « ramasser une peluche »), un écran gris était présenté puis un personnage était flashé pendant 1 seconde avant que l'écran gris soit de nouveau présenté. Dans le cadre de ce projet, ce protocole a été adapté afin qu'une induction contrôle ou l'ISE soit proposé entre une série de blocs d'action (encodage) et une phase test. Les premiers résultats sont en faveur d'un effet bénéfique de l'ISE, mais uniquement lorsque les personnages sont faiblement distincts. Autrement dit, les bénéfices d'une induction de spécificité ne seraient observables que pour les conditions les plus difficiles, ce qui rejoint l'hypothèse principale du travail de Jordan MILLE d'une moindre distinctivité cognitive dans le vieillissement (voir le Chapitre 3 section 3.1.2). Il reste à déterminer dans quelle mesure cet effet est purement "mnésique" ou relève d'une différence de stratégies de réponse selon la difficulté perçue ou réelle de la tâche.

Ces résultats pour le fonctionnement cognitif normal chez le jeune adulte sont encourageants pour des applications plus cliniques. Ainsi, il a pu être montré que l'ISE avait des effets bénéfiques similaires chez les personnes âgées ne souffrant pas de trouble cognitif (e.g. Madore et al., 2014). Par contre, aucune donnée ne semble publiée concernant l'utilisation de l'ISE auprès de populations cliniques. Pourtant, la réinstanciation du contexte (Bramão et al., 2017) devrait permettre d'améliorer le rappel de souvenirs autobiographiques (voir Ernst, Blanc, De Seze, & Manning, 2015 pour une idée similaire dans la sclérose en plaques). Un projet ciblant les personnes souffrant de trouble cognitif léger (*MCI*<sup>8</sup>) est donc en cours. L'objectif de ce projet est double : (1) tester si l'ISE peut effectivement améliorer la qualité, et possiblement la quantité, du rappel de souvenirs autobiographiques chez des patient-e-s présentant des difficultés de mémoire ; (2) contraster les atteintes spécifiques des formes amnésiques et exécutives du

---

8. *MCI* : *Mild cognitive impairment* ou trouble cognitif léger (parfois abrégé TCL en français).

MCI pour évaluer l'hypothèse exécutive des bénéfices de l'ISE. En effet, l'explication dominante proposée pour rendre compte de l'ISE est que cette induction modifie les stratégies de rappel en mémoire des participant·e·s (e.g. Thakral et al., 2019), alors que l'effet d'interférence du masque dynamique exposé ci-dessus serait plutôt en faveur d'une hypothèse mnésique et incarnée (voir Purkart et al., 2019b).

Parmi les autres pistes plus conventionnelles pour améliorer le fonctionnement cognitif, notamment des personnes âgées, l'activité physique apparaît comme une solution maintenant bien établie (voir Northey, Cherbuin, Pumpa, Smee, & Rattray, 2018 pour une revue et une méta-analyse récente). En accord avec les approches incarnées et situées de la cognition, les ressources énergétiques disponibles semblent directement influencer la perception et les capacités d'action des individus (voir Masters et al., 2019; Witt, 2017). Cette interdépendance devrait logiquement se vérifier dans le sens inverse, une moindre activité physique devrait entraîner un appauvrissement cognitif (e.g. Willey et al., 2016). Cette problématique est toutefois nettement moins étudiée, là où pourtant l'augmentation des comportements sédentaires devrait signifier un risque de déclin cognitif non négligeable.

## 2.5 Sédentarité et cognition

<b>Statut :</b>	<b>En cours et à venir</b>	<b>Financement :</b>	Aucun
<b>Etudiant-e-s :</b>	1 master	<b>Valorisation :</b>	1 article

### 2.5.1 Projets en cours

L'être humain a drastiquement changé son mode de vie pour devenir de plus en plus sédentaire. Ainsi, la position assise prédomine dans nos sociétés, au détriment d'une activité physique et d'une dépense énergétique régulière. La sédentarité désigne tout comportement en position assise ou allongée qui implique une dépense énergétique inférieure ou égale à 1,5 MET (*Metabolic Equivalent of Task*, Tremblay et al., 2017).

Ce changement n'est pas sans conséquence puisqu'être assis durant plus de 7 h par jour est associé à une augmentation du risque de mortalité, toutes causes confondues (e.g. Ku, Steptoe, Liao, Hsueh, & Chen, 2018). Ces risques sont bien connus au niveau de la santé physique, mais demeurent peu étudiés au niveau de la santé mentale. Par exemple, les comportements sédentaires semblent à même d'augmenter l'anxiété et la dépression (e.g. Blough & Loprinzi, 2018), et pourraient accélérer le déclin cognitif dû à l'âge (e.g. Vancampfort et al., 2018).

En outre, les résultats apparaissent en partie contradictoires quant aux possibles répercussions cognitives de la sédentarité (voir Falck, Davis, & Liu-Ambrose, 2017, pour revue). Ces contradictions pourraient provenir de la trop grande hétérogénéité des populations étudiées, de l'absence du contrôle du niveau d'activité physique des participant·e·s, mais aussi et surtout du manque de considération de l'accumulation des comportements sédentaires à travers les années (voir Magnon, Vallet, & Auxiette, 2018). Ainsi, la plupart des études ciblant cette problématique n'envisagent la sédentarité que sur la période présente ou récente de l'individu (la semaine actuelle jusqu'à l'année écoulée), ou

alors ces études ont recours à des interventions ciblant l'activité physique sans contrôler pour le niveau de sédentarité.

Pourtant, les recherches menées dans le domaine de l'activité physique indiquent justement la nécessité d'un entraînement de plusieurs mois pour observer des effets dans le vieillissement (voir Kirk-Sanchez & McGough, 2014). Ces données suggèrent que non seulement il devrait en aller de même pour des interventions luttant contre la sédentarité, mais aussi et surtout que l'accumulation de ces comportements pourrait aboutir à des résultats différents qu'une observation cantonnée à la situation actuelle.

Cette hypothèse a été testée récemment auprès d'une cinquantaine d'étudiant·e·s afin de cibler une population homogène, particulièrement sédentaire (e.g. Moulin & Irwin, 2017). Un nouveau questionnaire développé pour l'occasion a permis d'estimer le niveau de sédentarité actuelle et antérieure des participant·e·s (questionnaire PASS - Physical Activity and Sedentariness Survey). À partir de ces informations, un ratio de sédentarité a été calculé afin de tenir compte du temps de sommeil, des périodes de vie associées à moins ou à plus de sédentarité, etc. En outre, puisque l'activité physique est à même d'influencer le fonctionnement cognitif, le niveau d'activité physique a également été estimé. Enfin, les participant·e·s complétaient un test d'inhibition cognitive (*Go/No-go task*, Gomez, Ratcliff, & Perea, 2007), de flexibilité mentale (*Plus-Minus test*, Spector & Biederman, 1976) et de mise à jour en mémoire de travail (*2-back task*, Conway et al., 2005) selon les composantes isolées par Miyake et al. (2000).

Les analyses statistiques ne révèlent aucun effet de la sédentarité, actuelle ou antérieure, sur la cognition. Toutefois, les analyses de modération, prenant en compte le niveau d'activité physique (voir Figure 2.18), indiquent l'existence d'une relation négative entre le niveau de sédentarité antérieure et l'inhibition cognitive, seulement chez les étudiant·e·s ayant un faible niveau d'activité physique.

Ainsi, l'accumulation de comportements sédentaires, et non le niveau actuel de sédentarité, semble bien associée à une moindre performance pour l'inhibition cognitive. Cet effet n'est observable que chez les personnes qui pratiquent le moins d'activité physique. Ces données soulignent l'importance de considérer la sédentarité davantage comme un mode de vie, et non seulement comme un comportement à un moment donné. De tels résultats laissent aussi imaginer que l'accumulation répétée de comportements sédentaires au fil des ans devrait renforcer ces possibles liens avec la cognition. L'application de ce protocole est donc logiquement envisagée chez les personnes âgées.

### 2.5.2 Projets à venir

La prise en compte de la sédentarité passée apparaît novatrice, en particulier dans le domaine de la psychologie. Toutefois, une telle exploration nécessite de valider le questionnaire que nous avons développé à cette fin. Pour ce faire, nous planifions une étude de validation du construit en comparant les résultats de ce nouveau questionnaire à ceux d'un questionnaire déjà établi sur la question de la sédentarité actuelle (SIT-Q, Lynch et al., 2014), ainsi qu'une étude de la fidélité temporelle de l'outil en proposant un test-retest espacé d'au moins une semaine. Si l'accord éthique le permettait, nous

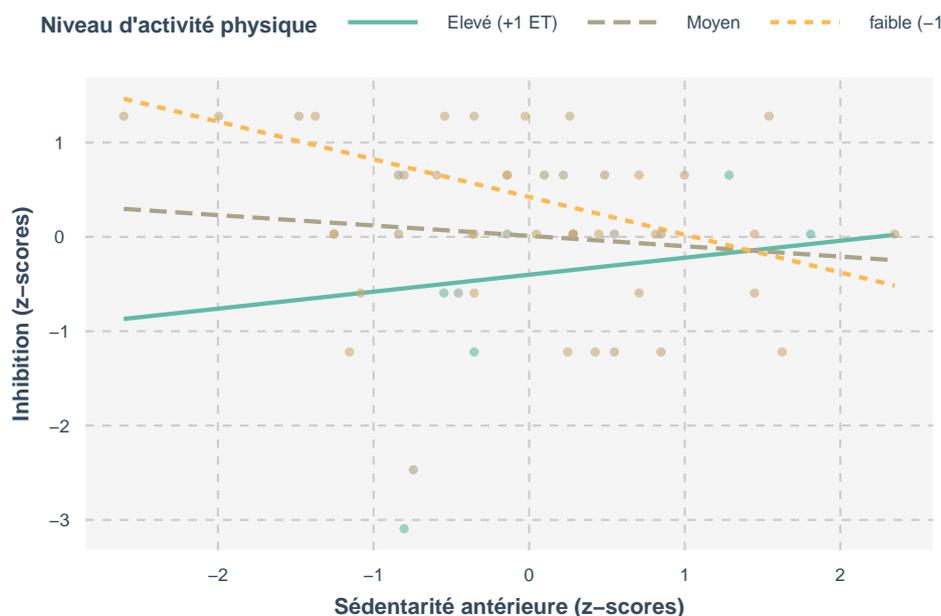


FIGURE 2.18. – Modération de l’activité physique sur la relation entre le niveau de sédentarité antérieure et l’inhibition cognitive. Seule la relation pour le faible niveau d’activité physique est significative.

souhaiterions proposer aux participant-e-s de porter un actimètre durant cette période inter-tests afin d’obtenir des mesures objectives concernant leur sédentarité.

L’intérêt de considérer la sédentarité antérieure est particulièrement saillant pour des personnes plus âgées, puisqu’elles auront très probablement accumulé davantage de comportements sédentaires que de plus jeunes adultes. Ainsi, avec une étudiante en master d’orthophonie, nous comptons évaluer l’impact de cette accumulation de comportements sédentaires sur le fonctionnement cognitif auprès de personnes de 60 ans et plus. Cette étude visera également à spécifier si le type d’activité sédentaire module ces possibles effets. En effet, il serait logique qu’un individu passant beaucoup de temps sédentaires en réalisant des activités intellectuelles stimulantes développe davantage de réserve cognitive (see Tucker & Stern, 2011) qui viendrait contrecarrer les effets délétères de la sédentarité (pour le principe protecteur de la réserve cognitive, voir la méta-analyse de Opdebeeck, Martyr, & Clare, 2016). Cette exploration est rendue possible par l’inclusion de questions portant sur le type d’activité sédentaire réalisé par l’individu au sein du questionnaire PASS.

A plus long terme, la validation de cette hypothèse d’un effet délétère de la sédentarité sur la cognition selon le type d’activité entreprise, aboutirait à des protocoles d’interventions visant à diminuer les comportements sédentaires. Il semblerait alors spécialement pertinent de cibler le milieu du travail (voir Magnon et al., 2018) rendant particulièrement utile la collaboration avec Frédéric Dutheil, PU-PH associé au LAPSCO, médecin du sport et du travail. Outre les aspects cognitifs, il est envisagé d’étudier les effets d’une telle intervention sur le stress physiologique (niveau de cortisol par exemple) et psychologique (échelles de stress) ainsi que sur la santé cardio-vasculaire en général (étude de la variabilité de la fréquence cardiaque).

## 2.6 Publications associées

### 2.6.1 Articles scientifiques

- Chedid, G., Wilson, M. A., Bedetti, C., Rey, A. E., **Vallet, G. T.**, & Brambati, S. M. (2019). Norms of conceptual familiarity for 3,596 French nouns and their contribution in lexical decision. *Behavior Research Methods*, *51*, 2238–2247. <https://doi.org/10.3758/s13428-018-1106-8>
- Chedid, G., Brambati, S. M., Bedetti, C., Rey, A. E., Wilson, M. A., & **Vallet, G. T.** (2019). Visual and auditory perceptual strength norms for 3,596 French nouns and their relationship with other psycholinguistic variables. *Behavior Research Methods*, *5*, 2094–2105. <https://doi.org/10.3758/s13428-019-01254-w>
- Magnon, V., **Vallet, G. T.**, & Auxiette, C. (2018). Sedentary behavior at work and cognitive functioning : A systematic review. *Frontiers in Public Health*, *6*, 239. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2018.00239>
- Purkart, R., **Vallet, G. T.**, & Versace, R. (2019). Améliorer la remémoration d'évènements autobiographiques et l'imagination d'évènements futurs grâce à l'Induction de spécificité épisodique : adaptation et validation en Français. *L'Année Psychologique*, *119*(1), 25–53. <https://doi.org/10.3917/anpsy1.191.0025>
- Purkart, R., Versace, R., & **Vallet, G. T.** (2019). “Does it improve the mind’s eye ?” : Sensorimotor simulation in episodic event construction. *Frontiers in Psychology*, *10*(June). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01403>
- Rey, A. E., **Vallet, G. T.**, Riou, B., Lesourd, M., & Versace, R. (2015). Memory plays tricks on me : Perceptual bias induced by memory reactivated size in Ebbinghaus illusion. *Acta Psychologica*, *161*, 104–109. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2015.08.011>
- Rey, A. E., Riou, B., **Vallet, G. T.**, & Versace, R. (2017). The automatic visual simulation of words : A memory reactivated mask slows down conceptual access. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, *71*(1), 14–22. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1037/cep0000100>
- Riou, B., Rey, A. E., **Vallet, G. T.**, Cuny, C., & Versace, R. (2015). Perceptual processing affects the reactivation of a sensory dimension during a categorization task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *68*, 1223–1230. <https://doi.org/10.1080/17470218.2014.978876>
- **Vallet, G. T.**, Simard, M., Versace, R., & Mazza, S. (2013). The perceptual nature of audiovisual interactions for semantic knowledge in young and elderly adults. *Acta Psychologica*, *143*(2013), 253–260. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2013.04.009>
- **Vallet, G. T.**, Simard, M., & Versace, R. (2011). Sensory-dependent knowledge in young and elderly adults : Arguments from the cross-modal priming effect. *Current Aging Science*, *4*(2), 137–149. <https://doi.org/10.2174/1874609811104020137>
- **Vallet, G. T.**, Simard, M., & Versace, R. (2010). A Disconnection syndrome in Alzheimer disease : Arguments from sensory-dependant memory models. *pJour-*

*nal of the International Neuropsychological Society*, 16(S2), 5–6. <https://doi.org/10.1017/S1355617710001062>

- **Vallet, G. T.**, Riou, B., Versace, R., & Simard, M. (2011). The Sensory-dependent nature of audio-visual interactions for semantic knowledge. In C. Hoelscher, T. F. Shipley, & L. Carlson (Eds.), *Proceedings of the 33rd Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 2077–2082). Boston, MA : Cognitive Science Society.
- **Vallet, G. T.**, Brunel, L., & Versace, R. (2010). The Perceptual nature of the cross-modal priming effect : Arguments in favor of a sensory-based conception of memory. *Experimental Psychology*, 57(5), 376–382. <https://doi.org/10.1027/1618-3169/a000045>

### 2.6.2 Chapitre d’ouvrage

- **Vallet, G. T.**, Simard, M., & Versace, R. (2012). Exploring the contradictory results on the cross-modal priming effect in normal aging : a critical review of the literature. In N. Hsu, & Z. Schutt (Eds.) *Psychology of priming* (pp. 101–122). Hauppauge : Nova Science Publishers.



Le chapitre précédent a permis d'étayer l'hypothèse d'un ancrage des connaissances, en l'occurrence dans leurs propriétés sensorielles, tant chez le jeune adulte que chez la personne âgée. Cet ancrage, à la lumière du principe de simulation modale (Barsalou, 2008), suppose des liens étroits entre perception et cognition (voir Heurley & Ferrier, 2015 pour la mémoire). Au-delà de l'équivalence fonctionnelle entre ces fonctions, les approches incarnées et situées supposent une interdépendance forte, un bon fonctionnement sensoriel devrait être associé à un bon fonctionnement cognitif.

Une telle association est supposée se retrouver quelle que soit la population, mais elle devrait être d'autant plus visible que le fonctionnement sensoriel, ou cognitif, est altéré. En effet, si le fonctionnement sensoriel ou cognitif est optimal, ce qui est attendu pour de jeunes adultes en santé, alors le manque de variance pourrait empêcher de capturer statistiquement l'association entre les fonctionnements sensoriel et cognitif. En raison de l'altération sensorielle présente avec l'avancée en âge, le vieillissement normal représente à nouveau un modèle expérimental tout désigné. Il est alors notable que cette hypothèse de liens étroits entre perception et cognition a trouvé ses premiers appuis expérimentaux dans les années 1960 à travers l'étude du vieillissement (e.g. Schaie, Baltes, & Strother, 1964).

À partir du milieu des années 1990 (e.g. Baltes & Lindenberger, 1997 ; Salthouse, Hancock, Meinz, & Hambrick, 1996 ; Stevens, Cruz, Marks, & Lakatos, 1998), cette problématique rencontre un essor qui demeure d'actualité pour le vieillissement normal (voir Humes & Young, 2016 pour une revue dans le vieillissement normal) et pathologique (voir par ex. Loughrey, Kelly, Kelley, Brennan, & Lawlor, 2018). Cette association est retrouvée à la fois dans des études corrélationnelles transversales et longitudinales (voir Li & Lindenberger, 2002). Les travaux de l'équipe de Lindenberger, au Max Planck Institute en Allemagne, ont ainsi montré que l'acuité visuelle et auditive combinée permettait d'expliquer près de la moitié de la variance observée pour les tests d'intelligence (Lindenberger & Baltes, 1994). Les capacités visuelles et auditives seraient potentiellement de meilleurs prédicteurs de l'intelligence que les variables purement socio-biographiques (Lindenberger & Baltes, 1997). Au-delà de ces modalités dominantes chez l'être humain, la sensibilité tactile expliquerait environ 20% de la variance observée dans les tests d'intelligence (Li, Jordanova, & Lindenberger, 1998).

Toutefois, les approches incarnées et situées mettent davantage l'accent sur l'amélioration de la simulation modale associée que sur le fonctionnement sensoriel périphérique qui peut facilement être compensé (lunettes, prothèses auditives...) (voir communication orale de Mille, Purkart, Versace, Izaute, & Vallet, 2019 et Mille & Vallet, en révision). Ainsi, une entrée sensorielle appauvrie pourrait bien diminuer la distinctivité de l'information perceptivement présente, mais elle ne devrait pas moduler la capacité des individus à simuler des informations perceptivement absentes (et donc mnésiques). A

l'inverse, une altération perceptive, c'est-à-dire centrale et non périphérique au niveau nerveux, devrait impacter non seulement le traitement d'une information perceptive (même en cas d'une information sensorielle parfaite), mais également mnésique (au moment de la simulation modale nécessaire à son accès et à son traitement).

Concernant le vieillissement, l'atteinte sensorielle semble avérée (Cavazzana et al., 2018 ; Nusbaum, 1999), tandis que les données sur la perception restent plus complexes. Pour exemple dans le domaine visuel, la perception de très bas niveau (presque au niveau sensoriel) est altérée (voir Owsley, 2011 pour revue). Par contre, les capacités d'identification et de traitements visuels plus conceptuels de l'information sont préservées (e.g. Ebaid & Crewther, 2019 ; Norman et al., 2006). Cependant, l'augmentation de la complexité des tâches est associée à une baisse de performances des personnes âgées comparativement aux jeunes adultes (e.g. Norman et al., 2017). Plus particulièrement, les travaux issus des modèles animaux ont conduit à reconsidérer le rôle du cortex périrhinal, cortex adjacent à l'hippocampe (e.g. Bussey, Saksida, & Murray, 2002). Ce cortex jouerait un rôle très spécifique dans la perception visuelle de haut niveau afin de distinguer deux informations perceptivement très proches (ambigües) et serait particulièrement sensible à la sénescence (e.g. Ryan et al., 2012). Fait encore plus notable dans ce travail, cette capacité *perceptive* serait directement associée aux capacités mnésiques, tant en reconnaissance qu'en rappel libre (voir Burke et al., 2018). Cet état des lieux laisse imaginer que la performance mnésique des personnes âgées est dépendante de la distinctivité visuelle des stimuli (voir Nairne, 2006).

### 3.1 Moindre distinctivité mnésique dans le vieillissement

#### 3.1.1 Distinctivité et erreurs de mémoire

**Statut :** En cours      **Financement :** Bourse postdoctorale (G. Vallet)  
**Etudiant-e-s :** Aucun-e      **Valorisation :** 4 communications

Le cortex périrhinal ayant un rôle dans le traitement de la distinctivité visuelle, son altération dans le vieillissement devraient se traduire par une difficulté particulière à discriminer en mémoire deux stimuli proches perceptivement (e.g. Yeung, Ryan, Cowell, & Barense, 2013). Cette hypothèse a été testée dans un paradigme classique de reconnaissance (voir Figure 3.1). Des jeunes adultes et des personnes âgées ont dû apprendre une série de 16 mots (Exp. 1) ou de 16 photographies présentées en noir et blanc (Exp. 2) affichée sur l'écran d'un ordinateur chacun-e 4 secondes. Quelques minutes plus tard, les participant-e-s complétaient une tâche de reconnaissance oui/non dans laquelle le type de distracteurs était manipulé (voir le Tableau 3.1).

Tableau 3.1. – Illustration des relations entre les cibles et les distracteurs (proches, distants ou non-reliés) de l'Expérience 1 (mots) et 2 (photos).

Relation Cible–Distracteur	Expérience 1 (Mots)	Expérience 2 (Photos)
Proche	framboise–banane	'agrafeuse'–'agrafeuse 2'
Distant	framboise–confiture	'agrafeuse'–'coupe ongle'
Non-relié	framboise–marteau	'agrafeuse'–'imprimante'

Les distracteurs pouvaient être non reliés (Exp. 1 : deux catégories sémantiques diffé-

rentes; Exp. 2 : deux images sans proximité visuelle) aux cibles (*hits*), être reliés de manière éloignée (Exp. 1 : deux catégories sémantiques relativement proches; Exp. 2 : formes similaires pour des concepts différents) ou proches (Exp. 1 : même catégorie sémantique; Exp. 2 : deux exemplaires différents d'un même concept).

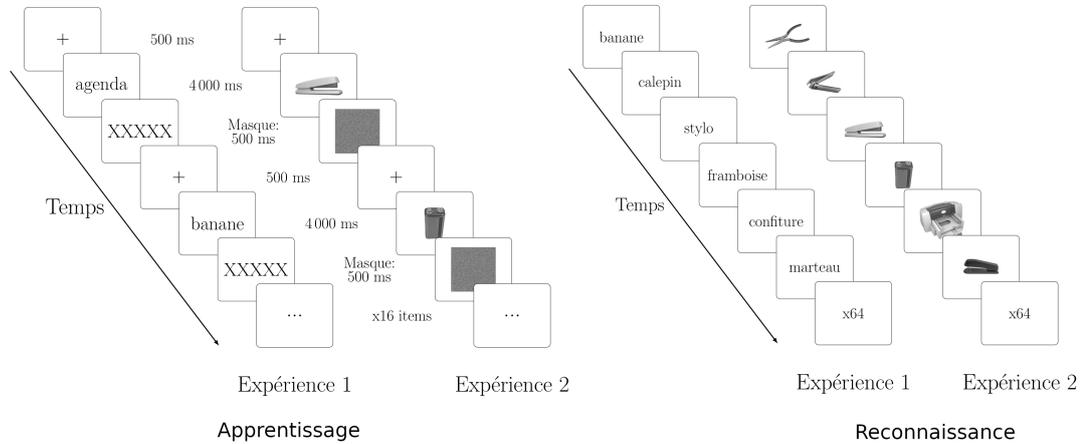


FIGURE 3.1. – Illustration du paradigme de reconnaissance dans lequel la proximité sémantique (Exp. 1) ou sémantique-visuelle (Exp. 2) était manipulée. Lors de la phase d'apprentissage, des jeunes adultes et des personnes âgées ont d'abord appris une série de mots (Exp. 1.) ou de photographies (Exp. 2). Quelques minutes plus tard, ils devaient décider pour une série de mots (ou de photographie, Exp. 2) si oui ou non ils avaient dû apprendre cet item. Les distracteurs pouvaient être proches, reliés ou non-reliés aux cibles.

Pour l'Expérience 1, les résultats indiquent que les jeunes adultes et les personnes âgées tendent à réussir aussi bien la tâche (tendance à  $p = 0,07$  pour l'effet du groupe) et, *a priori*, de manière similaire (absence d'interaction entre le groupe et le type d'items). Les analyses posthoc révèlent que les cibles sont aussi bien traitées que leurs distracteurs proches, mais ces deux types d'items sont moins bien traités que les distracteurs éloignés ou non reliés. Ainsi, ces derniers sont presque parfaitement rejetés, alors que les cibles et les distracteurs sont correctement reconnus/rejetés à hauteur de 90% environ. Pour l'Expérience 2, les analyses révèlent cette fois une interaction entre le groupe et le type d'items. Pour les jeunes adultes, les résultats sont similaires à ceux observés dans l'Expérience 1. Pour les personnes âgées, le traitement des cibles et des distracteurs est là aussi similaire entre les deux expériences. Par contre, la performance chute (environ 80%) pour les distracteurs proches. Autrement dit, les personnes âgées semblent particulièrement sensibles à une proximité visuelle forte (voir Figure 3.2).

Il est important de souligner que cette différence de résultats ne semble pas imputable à la seule difficulté de la tâche, puisque les deux expériences ont été prétestées pour présenter une difficulté équivalente. Ce fait est confirmé par les résultats des deux expériences où le taux de bonne reconnaissance des cibles est quasi identique. De même, les résultats ne semblent pas dépendre de la seule variabilité interindividuelle entre les expériences due à un plan expérimental en interparticipant·e-s, car les résultats ont pu

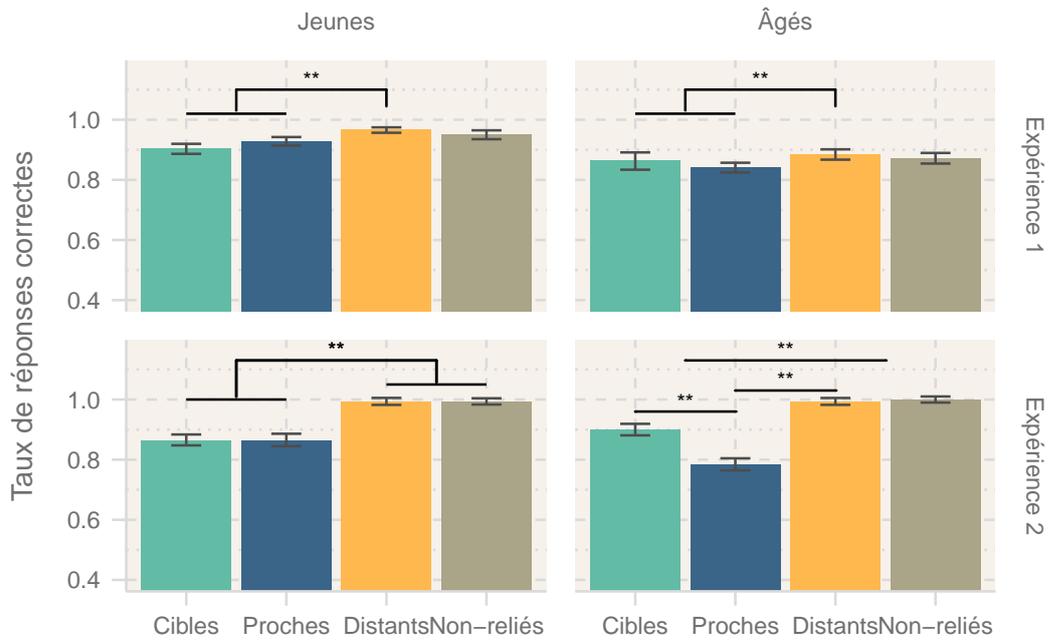


FIGURE 3.2. – Taux de bonnes réponses obtenus pour l’Expérience 1 (mots) et 2 (photographies) pour les jeunes adultes et les personnes âgées selon les différentes conditions expérimentales (cibles, distracteurs proches, distracteurs distants et distracteurs non-reliés). Les barres représentent les erreurs standards corrigées pour un plan intra-participant.

être répliqués dans une version intraparticipant·es du plan expérimental, où l’ordre des expériences était contrebalancé (voir les résultats pour l’Exp. 3, Figure 3.3).

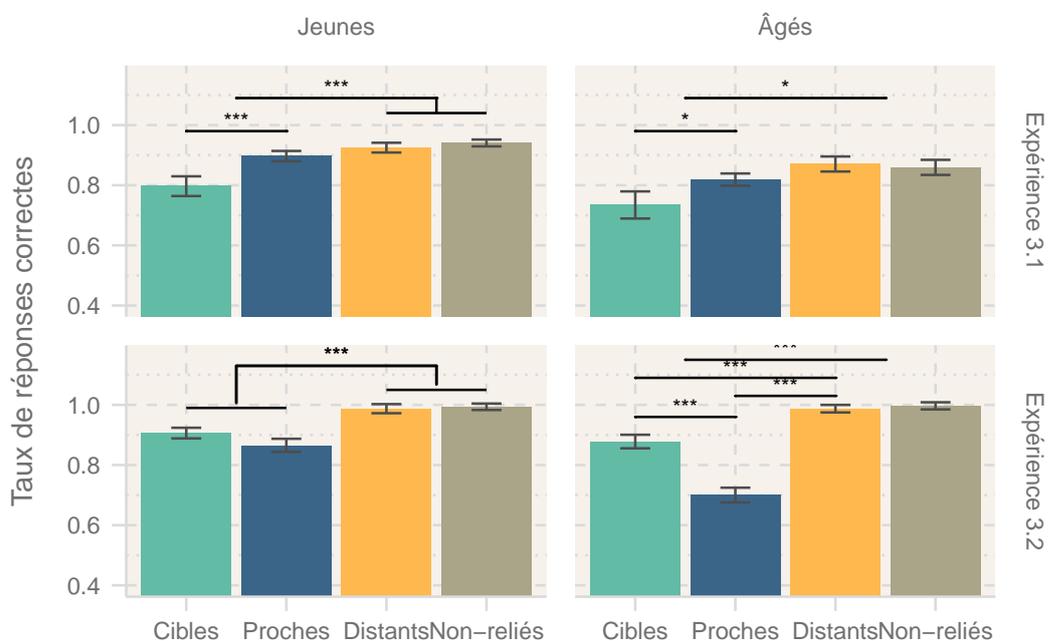


FIGURE 3.3. – Taux de bonnes réponses obtenus lors de la réplique des Expériences 1 et 2 en intra-participant. Expérience 3.1 (mots) et 3.2 (images) pour les jeunes adultes et les personnes âgées selon les différentes conditions expérimentales (cibles, distracteurs proches, distracteurs distants et distracteurs non-reliés). Les barres représentent les erreurs standards corrigées pour un plan intra-participant.

Les personnes âgées apparaissent vulnérables à la proximité visuelle contrairement à celle sémantique, même dans une tâche de reconnaissance. Un tel profil a pu être constaté dans d'autres études (e.g. Burnside, Hope, Gill, & Morcom, 2017; Wilson, Potter, & Cowell, 2018), notamment vis-à-vis de la robustesse des traitements plus sémantiques (voir Fraundorf, Hourihan, Peters, & Benjamin, 2019 pour une méta-analyse en reconnaissance). Cette sensibilité visuelle pourrait également signifier qu'il soit possible d'inverser cet effet d'interférence en manipulant la distinctivité des items. Plus une image est spécifique perceptiblement, plus elle a de chance d'être récupérée en mémoire, même à long terme (Vogt & Magnussen, 2007). En outre, il a pu être montré que cette spécificité n'a pas besoin d'être portée par des images uniquement, mais bien par des propriétés visuelles, y compris pour des mots (Ensor, Surprenant, & Neath, 2019). Ainsi, en accord avec un modèle comme Act-In, la distinctivité visuelle devrait jouer un rôle clé dans l'émergence des connaissances et possiblement constituer un facteur explicatif du vieillissement cognitif.

### 3.1.2 Distinctivité et cognition

**Statut :** En cours et à venir      **Financement :** Fonds Région/FEDER  
**Etudiant-e-s :** 2 doctorants      **Valorisation :** 4 communications

### 3.1.3 Projets en cours

La distinctivité de la trace mnésique apparaît comme une caractéristique essentielle dans l'émergence des connaissances spécifiques (Brunel et al., 2013), en particulier pour les personnes âgées (Vallet et al., 2016). Elle serait même un très bon prédicteur des capacités cognitives des aînés (Ritchie, Tucker-Drob, & Deary, 2014). Cette distinctivité peut être interprétée dans Act-In comme une caractéristique de la trace mnésique facilitant son émergence (« sa récupération ») en différenciant cette trace par rapport aux autres traces mnésiques potentiellement activées par la situation. Il est alors envisageable de travailler sur cette distinctivité pour améliorer le fonctionnement mnésique des individus.

### Projet ViMaCC, axes 2 et 3

Cette piste est en cours d'exploration dans le projet ViMaCC (Vieillesse, Maladies Chroniques et stimulation Cognitive), projet lauréat de l'appel à projets de la Région Auvergne-Rhône-Alpes 2017 et financé par les FEDER (Fonds Européens de Développement Régional). Ce projet vise au développement d'un module cognitif (Axe 1) et d'un module de gestion du stress (Axe 2) et enfin à une validation clinique auprès de personnes âgées souffrant d'une maladie chronique, mais sans trouble cognitif (Axe 3). Cette validation consistera à tester les effets du module cognitif et d'un module d'activité physique (proposée par la start'up E-Ajeo santé), de manière isolée ou conjointe. L'Axe 2 et 3 seront conduits par Valentin MAGNON qui a débuté sa thèse en septembre 2019.

Puisque le travail pour les axes 2 et 3 vient seulement de commencer cette année universitaire, les principes généraux seront simplement introduits. Ainsi, Valentin MAGNON est en train de piloter une expérimentation auprès de jeunes adultes et de personnes âgées en santé afin d'évaluer les effets d'un exercice de respiration lente et profonde

(temps d'expiration supérieur au temps d'inspiration) sur le stress physiologique (évalué à travers la variabilité de la fréquence cardiaque, Thayer, Ahs, Fredrikson, Sollers, & Wager, 2012) et psychologique (questionnaires). A notre connaissance, une telle expérimentation n'a jamais été réalisée auprès de personnes âgées. L'objectif secondaire de cette étude, à partir du modèle neuroviscéral (Thayer, Hansen, Saus-Rose, & Johnsen, 2009), est d'explorer dans quelle mesure la variabilité de la fréquence cardiaque, et donc le stress actuel et chronique, pourrait être un prédicteur du traitement émotionnel (e.g. Quintana, Guastella, Outhred, Hickie, & Kemp, 2012) et possiblement mnésique.

À moyen terme, le travail de thèse de Valentin sera d'évaluer l'efficacité des modules d'activité physique et cognitive, séparément ou conjointement. S'inscrivant dans une approche incarnée et située, les principales hypothèses défendues se focaliseront sur l'existence de plus grands bénéfices, à la fois quantitativement, mais aussi qualitativement à travers la question du transfert, des interventions sur les capacités physiques et physiologiques (activité physique et respiration lente et profonde) par rapport à la stimulation cognitive seule. Il est également attendu que les effets synergiques entre les modules soient d'autant plus importants qu'un entraînement à la respiration lente et profonde aura eu lieu précédemment.

### Axe 1

Jordan MILLE, doctorant recruté en octobre 2018, conduit quant à lui l'Axe 1. Il a abordé cette problématique à l'aide du jeu de société Simon Pocket©. Ce jeu est composé de quatre cases associant une couleur unique, un son particulier et une position spatiale. Le jeu débute par l'activation d'une case, par exemple le jaune, associée à un son spécifique. Le joueur doit alors appuyer à son tour sur cette case. En cas de réussite, cette même case sera de nouveau activée ainsi qu'une seconde (qui peut être la même ou une case différente). Le jeu consiste alors à reproduire les séquences les plus longues possibles selon une présentation incrémentale. Un échec conduit à débiter une nouvelle séquence démarrant à 1.

Ce jeu offre un habillage ludique à une tâche d'attention et de mémoire qui est en réalité assez élaborée. Dans sa version commerciale, le jeu requiert de bonnes capacités de mémoire de travail (e.g. Gendle & Ransom, 2006), mais semble aussi dépendre, au moins partiellement, des capacités d'apprentissage implicite de séquences (e.g. Humes & Floyd, 2005 ; Pisoni & Cleary, 2004). De par sa nature, le jeu Simon Pocket permet d'envisager de manipuler les caractéristiques des cases pour jouer sur la distinctivité de celles-ci.

Ainsi, une première expérience a été conduite auprès de jeunes adultes afin de déterminer quel(s) composant(s), visuel et/ou auditif, étai(en)t le/les plus saillant(s) pour la réalisation de la tâche (au-delà de la question de la spatialité). Pour ce faire, la *modalité* distinctive (visuelle, auditive ou audiovisuelle) ainsi que le *niveau de distinctivité* (faible vs. élevé) ont été manipulés (voir Figure 3.4). Une présentation bimodale est assurée dans chacune des conditions, mais soit la variation entre les items était unimodale – visuelle selon la couleur avec un bruit blanc ; auditive selon la fréquence avec un masque

visuel– ou bimodale (le son et la couleur variaient). La distinctivité visuelle s’effectuait au niveau des couleurs, soit des couleurs distinctes (rouge, vert, jaune, bleu) soit des nuances de gris. Pour la distinctivité auditive, soit des fréquences éloignées étaient présentées (en Hz, 175, 300, 425, 550), soit au contraire des fréquences très proches (338, 346, 354, 362).

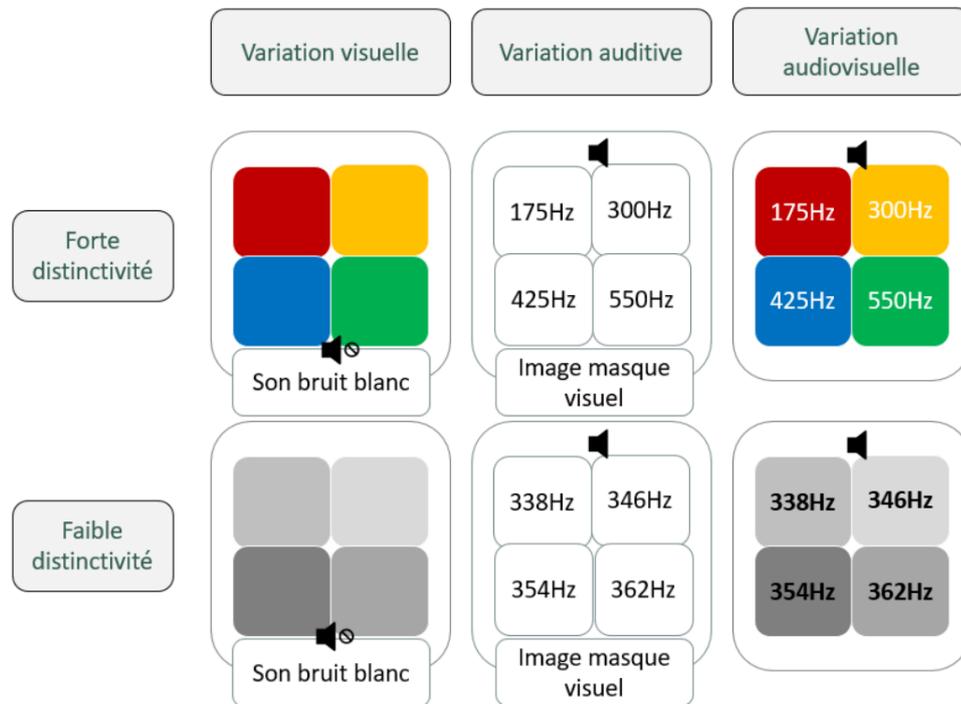


FIGURE 3.4. – Illustration de la manipulation de la distinctivité (faible vs. forte) selon la modalité de présentation (visuelle, auditive ou audiovisuelle) dans le paradigme adapté du jeu Simon Pocket.

Afin d’éviter toute influence des stratégies d’apprentissage d’une présentation incrémentale des essais, il a été décidé de présenter la tâche comme une tâche d’empan complexe plus classique (modification de la position spatiale des items à chaque essai), le tout dans une nouvelle séquence. Pour une condition donnée, les participant·e·s devaient reproduire une séquence de longueur variant entre 4 et 6 items d’affilées. En cas d’échec, une nouvelle présentation dans la même condition était proposée avec une case en moins à reproduire. À l’inverse, en cas de réussite, une case supplémentaire était activée dans la séquence à reproduire. Un essai expérimental se terminait lorsque deux échecs consécutifs (pour une même longueur d’empan) étaient atteints si au moins un essai était réussi auparavant. Les contrôles expérimentaux incluaient le fait qu’une même case ne pouvait pas être activée deux fois de suite et que les mêmes séquences spatiales étaient proposées dans toutes les conditions expérimentales. Le côté plus écologique de la tâche était aussi assuré par le fait que les participant·e·s répondaient grâce à un écran tactile.

Les analyses posthoc révèlent une interaction entre la modalité et la distinctivité (voir Figure 3.5). Une différence significative de la distinctivité n’est observée que pour la condition visuelle, mais une tendance apparaît également pour la condition bimodale. Ainsi, les bonnes performances sont retrouvées dans la condition visuelle faiblement

distinctive (carrés gris présentés avec un bruit blanc), tandis que les meilleures performances sont observées dans la condition bimodale hautement distinctive (carrés de différentes couleurs chacun associé à un son tonal spécifique). Ces données suggèrent qu’au-delà de la question de la spatialité, la distinctivité dans un paradigme adapté du jeu Simon Pocket serait principalement portée par la modalité visuelle et non celle auditive. La multimodalité semble tout de même apporter un avantage supplémentaire à la bonne réalisation de la tâche, puisque les meilleures performances sont obtenues dans la condition audiovisuelle fortement distincte.

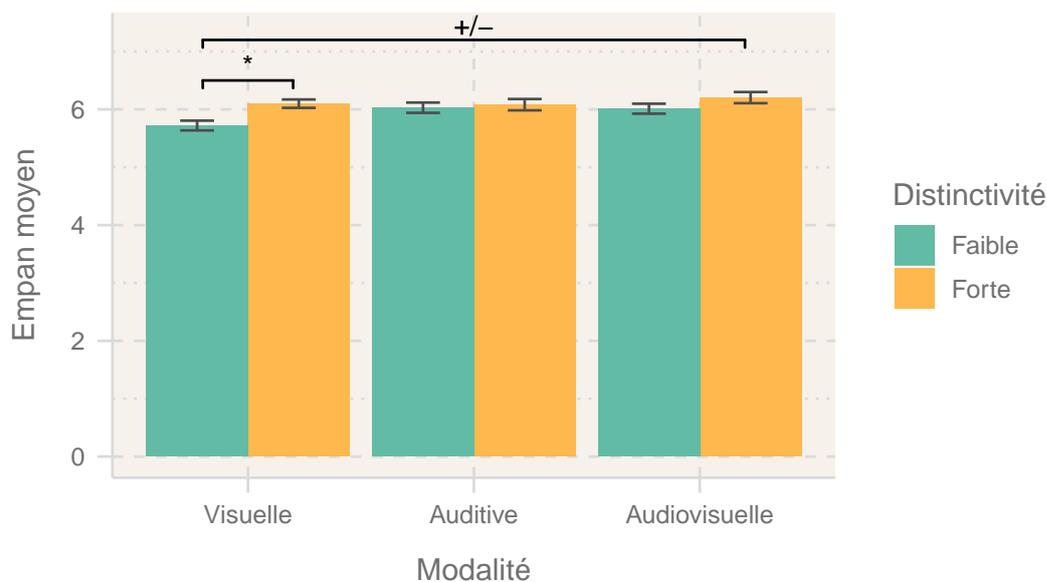


FIGURE 3.5. – Empan moyen obtenu lors de l’adaptation du jeu Simon Pocket selon la modalité de présentation (visuelle, auditive ou audiovisuelle) et la distinctivité (faible vs. forte). Les barres représentent les erreurs standards corrigées pour un plan intraparticipant.

Une expérience contrôle a été menée afin de s’assurer que l’effet de distinctivité visuelle ne provenait pas simplement de la possibilité de répéter le nom des couleurs, répétition impossible ou improbable pour les niveaux de gris. Ce protocole a été adapté pour ne garder que la condition visuelle hautement et faiblement distincte avec l’ajout d’une tâche de suppression articulatoire (répéter “ba-ba-ba” pendant toute la tâche). Tels qu’attendus, les résultats ont répliqué l’effet de la distinctivité visuelle, malgré la suppression articulatoire.

Une fois la modalité visuelle isolée, il semblait pertinent de tester dans quelle mesure la distinctivité est à même de rendre compte de l’effet de l’âge. Ainsi, une seconde expérience a été élaborée dans laquelle la distinctivité a été manipulée, non seulement à travers les caractéristiques intrinsèques des items (e.g. leur couleur), mais aussi selon un principe de dégradation visuelle extrinsèque aux stimuli. L’hypothèse était que le vieillissement entraîne une dégradation de la qualité de la simulation, principalement visuelle, des connaissances. Ainsi, la dégradation de la présentation des stimuli pourrait simuler cette dégradation perceptive supposée du vieillissement chez de jeunes adultes. Puisque des items fortement distinctifs intrinsèquement devraient être facilement perçus, et donc émerger aisément en mémoire, il était attendu que cette dégradation im-

pacte davantage la performance des participant·e·s lorsque les items sont faiblement distincts les uns des autres.

Trente jeunes adultes et trente personnes âgées ont participé à une expérience dans laquelle ils portaient, un bloc sur deux, des lunettes simulant une cataracte avancée (vision floue, 6/120). Le même principe de l'adaptation du jeu Simon décrite ci-dessus a été utilisé. Pour chaque série, les participant·e·s étaient confronté·e·s à des photographies en noir et blanc ou en couleurs, ainsi qu'à la présentation concomitante du son congruent (« miaou » pour l'activation de la case représentant une photographie de chat), d'un son tonal spécifique ou d'aucun son. Le recours à des images significantes semblait nécessaire afin d'apporter suffisamment d'éléments visuels permettant de distinguer un item d'un autre en condition noir et blanc et vue dégradée. Ce choix permettait également d'être plus écologique et de tendre vers un dispositif expérimental plus ludique pour le futur module de stimulation cognitive.

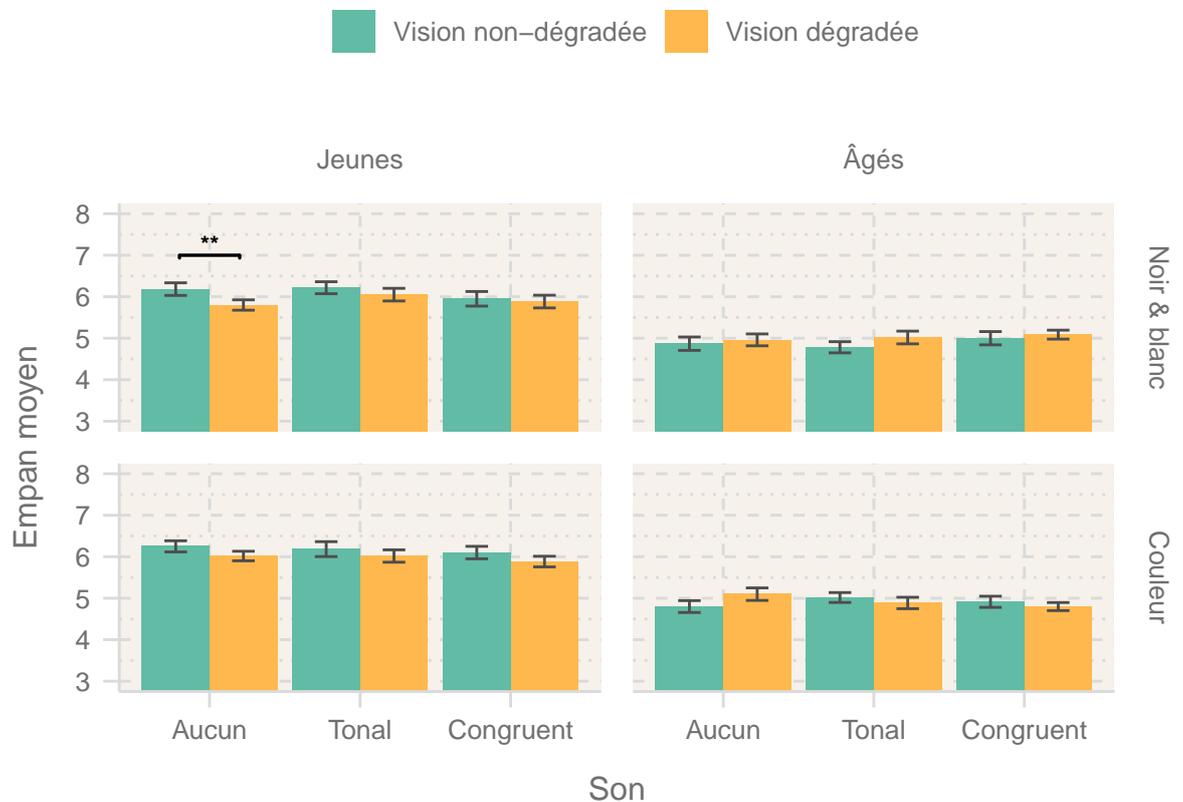


FIGURE 3.6. – Empan moyen obtenu par les jeunes adultes et les personnes âgées lors de la tâche de Simon adapté selon la modalité de présentation visuelle (noir et blanc vs. couleur), le son (aucun, son tonal ou son congruent avec la photographie), et la réalisation de la tâche en condition visuelle dégradée ou non. Les barres représentent les erreurs standards corrigées pour un plan intraparticipant.

Les résultats obtenus sont complexes et en partie inattendus (voir Figure 3.6). Ainsi, seuls le facteur groupe et l'interaction entre le groupe et la dégradation ressortent significatifs de l'analyse. Pour les jeunes adultes, un effet principal de la dégradation est obtenu (moins bonnes performances lorsqu'ils portent les lunettes simulant la cataracte), mais indépendamment de la distinctivité visuelle. La Figure 3.6 suggère tout de même

que la différence de performance selon la dégradation est essentiellement portée par les photographies en noir et blanc lorsqu'aucun son n'est associé. Un tel effet serait alors plus en accord avec les hypothèses *a priori* mentionnées ci-dessus. Cependant, aucune différence significative n'est observée pour le groupe des personnes âgées. Des analyses supplémentaires sont envisagées pour déterminer s'il existe des sous-groupes de participant·e-s âgés qui pourraient présenter des performances très différentes en raison de leur âge (déclin accéléré après 70 par ex., Park & Gutchess, 2006), ou de leur niveau exécutif (e.g. Troyer, Graves, & Cullum, 1994). De même, les débriefings avec les participant·e-s ont permis d'émettre une hypothèse d'une différence stratégique entre les groupes d'âge (voir Taconnat & Lemaire, 2014). Ainsi, les personnes âgées auraient possiblement recours à une stratégie de récapitulation verbale des items là où les jeunes adultes emploieraient davantage une stratégie spatiale (voir expérience contrôle ci-dessus). Cette hypothèse est en cours d'exploration cette année en proposant une version non spatialisée de la tâche. Ainsi, les items à retenir sont présentés les uns après les autres (i.e. de manière séquentielle) et non selon l'affichage de la matrice. Le rappel se fait quant à lui à partir de la présentation simultanée de l'ensemble des items présent lors de l'essai. La personne doit alors cliquer sur chaque item dans l'ordre qu'il/elle pense correspondre à la séquence vue précédemment. Toutefois, la survenue de la pandémie COVID19 a conduit à l'arrêt prématuré des passations.

#### 3.1.4 Projets à venir

Au-delà de l'adaptation du jeu Simon, Jordan MILLE et Rudy PURKART (voir le protocole au Chapitre 2 section 2.4) ont développé un paradigme où des blocs d'actions similaires ("ramasser quelque chose" avec une déclinaison d'objets comme peluche, voiture) étaient réalisés par des personnages faiblement distincts les uns des autres (peau de même couleur, gabarit similaire, etc.) ou fortement distincts (peau de différentes couleurs : verte, bleue, rouge, blanche ; gabarit différent, etc.). Dans le cadre du projet ViMaCC, l'intérêt était spécifiquement porté sur cette distinctivité (faible vs. forte). La principale hypothèse défend l'idée que le vieillissement se caractérise par une moins bonne simulation sensorielle en raison de l'altération sensorielle et perceptive de haut niveau (voir introduction de ce chapitre). Ainsi, il serait possible de simuler les effets du vieillissement chez le jeune adulte en venant interférer avec cette simulation de haut niveau, typiquement en ayant recours à un masque sensoriel (voir Chapitre 2, section 2.1). Quant au vieillissement, il est attendu que ce masque interfère moins que chez les jeunes adultes. Ainsi, durant la moitié des reconnaissances à effectuer, les participant·e-s voyaient le personnage flashé entre deux stimuli contrôles (carré gris) et pour l'autre moitié entre deux masques visuels dynamiques.

Les premiers résultats obtenus auprès des jeunes adultes laissent entrevoir un effet d'interférence du masque dynamique dans la condition la plus distincte. Toutefois, la présence de performances au niveau du hasard pour la condition faiblement distincte empêche toute conclusion dans cette condition. Le protocole a alors été modifié afin de créer une condition encore plus hautement distinctive qui sera comparée à l'actuelle condition forte distinctivité. Là encore, les passations ont dû être interrompues en raison de la survenue de la pandémie.

À moyen terme, il est prévu d'appliquer ce principe de distinctivité dans d'autres types de tâches, notamment perceptives et attentionnelles. Par exemple, une adaptation du jeu des 7 erreurs pourrait favoriser un travail de repérage de différences perceptives dont les niveaux de difficulté seraient variables. Il reste à savoir si la distinctivité peut être entraînée comme un processus ou si un travail plus métacognitif, comme la mise en place de stratégies explicites, est nécessaire. Dans le premier cas de figure, la réalisation d'exercices présentant une difficulté croissante selon une moindre distinctivité devrait suffire à améliorer la performance cognitive dans les tâches utilisées ainsi que dans celles non testées (généralisation et transfert). Dans le second cas, l'amélioration ne devrait être effective que pour les tâches proposées, par un effet d'entraînement, mais ne pourrait se généraliser et se transférer à la vie quotidienne qu'au prix d'un apprentissage de stratégies. Ces dernières pourraient consister à apprendre à repérer des éléments distinctifs d'une situation ou à penser aux détails multisensoriels d'une scène (voir aussi le Chapitre 2 section 2.4). Cette question renvoie à l'importance des variations stratégiques dans le vieillissement (Taconnat & Lemaire, 2014) dont le contexte de présentation des tâches et les consignes (e.g. Desrichard & Köpetz, 2005). Il apparaît d'ailleurs essentiel de prendre en compte ce contexte, notamment social (Hess, 2005), dans l'étude du vieillissement cognitif.

## 3.2 Menace du stéréotype

**Statut :** En cours  
**Etudiant-e-s :** Aucun-e

**Financement :** Aucun  
**Valorisation :** 1 communication

La prise en compte des dimensions sociales et contextuelles de l'individu conduit à reconsidérer l'interprétation faite de certains résultats de la littérature. Ainsi, le vieillissement est le plus souvent porteur d'images négatives : maladies, isolement et solitude, rides, etc. (e.g., North & Fiske, 2015 ; voir aussi le modèle SCM Cuddy, Fiske, & Glick, 2008). Ces stéréotypes négatifs ne sont cependant pas toujours fondés et quand ils le sont, les phénomènes demeurent généralement surestimés (e.g. Adam et al., 2017). Pourtant, l'impact de ces représentations est bien réel, notamment à travers la menace du stéréotype. Ainsi, la menace du stéréotype est un phénomène bien connu de la psychologie sociale selon lequel une personne risque de se comporter selon le ou les stéréotypes qui pèsent sur elle (voir Spencer, Logel, & Davies, 2016 pour une revue récente sur la question).

Appliqué au vieillissement normal, il a pu être montré que l'activation des stéréotypes liés à l'âge, en particulier ceux négatifs comme la lenteur, les difficultés de mémoire ou encore l'isolement, conduit à une baisse significative de la performance cognitive des individus, en particulier pour leur mémoire épisodique (voir pour revue Lamont, Swift, & Abrams, 2015 ; et Armstrong, Gallant, Li, Patel, & Wong, 2017 pour une méta-analyse), y compris dans son versant prospectif (Zuber, Ihle, Blum, Desrichard, & Kliegel, 2019). Cet effet se constate lors d'une induction explicite ou implicite des stéréotypes (Hess, Hinson, & Statham, 2004) ainsi pour des tâches de rappel libre et de reconnaissance (e.g. Lamont et al., 2015). L'effet pourrait se porter principalement sur l'encodage (Krendl, Ambady, & Kensinger, 2015), mais d'autres travaux suggèrent

plutôt un impact sur la récupération en mémoire (Wong & Gallo, 2018). Ces contradictions pourraient en partie s'expliquer par les nombreux facteurs qui viennent modérer cet effet de la menace (Barber, 2017). Par exemple, l'effet est beaucoup plus important pour les personnes âgées les plus jeunes et les plus éduquées (Hess, Hinson, & Hodges, 2009). Il semble également que la plainte de mémoire ou encore le sentiment d'auto-efficacité mnésique puisse médiatiser l'effet de la menace du stéréotype sur la mémoire des personnes âgées (e.g., Bouazzaoui et al., 2016).

Alors que l'effet de la menace du stéréotype est maintenant bien établi pour les tâches de reconnaissance et de rappel libre, il n'est pas clair s'il vient aussi jouer sur le type d'erreurs que pourrait commettre une personne âgée dans ces tâches. L'explication la plus soutenue dans la littérature concernant l'effet de la menace serait celle d'une baisse des ressources attentionnelles disponibles. Les individus menacés alloueraient une partie de leurs ressources à penser à ces stéréotypes ce qui diminuerait leurs performances (e.g. Mazerolle, Régner, Morisset, Rigalleau, & Huguet, 2012). Ainsi, toute tâche nécessitant des ressources attentionnelles devrait être impactée négativement par cette menace. C'est également l'explication dominante dans le domaine des erreurs de mémoire (e.g. Devitt & Schacter, 2016). La menace du stéréotype devrait donc entraîner davantage de fausses reconnaissances. Pourtant, les études présentées ci-dessus (voir section 3.1.1) suggèrent un rôle central des composantes sensorielles au lieu d'une variation stratégique. Ainsi, il serait intéressant d'appliquer ces paradigmes de menace à l'étude des types d'erreurs commises afin de déterminer dans quelle mesure cette menace produira ou non des effets similaires selon la relation entre la cible et le distracteur. Il serait attendu chez les personnes âgées que la menace n'ait que peu, voire aucun effet pour les distracteurs perceptivement proches si c'est bien l'ancrage des connaissances qui explique les résultats obtenus précédemment (voir Figure 3.3). Par contre, la menace pourrait impacter négativement la performance pour les autres types de distracteurs.

Ce travail a été entamé en 2016 et a conduit à la présentation de données préliminaires en congrès (voir Vallet, Rouleau, Huguet, & Joubert, 2018). Malheureusement, les résultats ne sont pour le moment pas interprétables en raison d'un manque d'effet de la menace. Parmi les principales hypothèses pouvant expliquer cette absence de menace, une étude indique que les personnes âgées en condition de menace commettent moins d'erreur qu'en condition sans menace (Wong & Gallo, 2016). Néanmoins, cette explication ne semble pas suffisante, car la proportion de fausses reconnaissances demeure similaire à la condition sans menace, les participant·e·s âgés reconnaissant moins bien également les cibles. Ce serait donc davantage un recours à des stratégies plus conservatrices qui serait à l'œuvre. Le contexte de passation apparaît alors comme un meilleur candidat, la réalisation des passations à domicile pourrait avoir supprimé l'effet de menace via une situation moins stressante (e.g. Neupert, Almeida, Mroczek, & Spiro, 2006 ; Schlemmer & Desrichard, 2018 ; Sindi, Fiocco, Juster, Pruessner, & Lupien, 2013). Ainsi, ce travail serait à poursuivre dans des conditions expérimentales plus contrôlées et elles-mêmes menaçantes. Ce setting expérimental sera disponible dans quelques années avec la mise en place d'une nouvelle plateforme d'expérimentation au LAPSCO.

Cette problématique de la menace du stéréotype ne se limite pas aux personnes âgées en santé et doit être étendue aux personnes souffrant de trouble cognitif léger. Ainsi, et manière très surprenante, la littérature ne rapporte pas d'études expérimentales sur la question (Régner et al., 2016), alors que les effets d'une telle menace pourraient fausser le diagnostic de trouble cognitif léger (Mazerolle et al., 2017). Cette hypothèse est actuellement explorée dans le cadre de l'ANR Aging, portée par Isabelle Régner d'Aix-Marseille université. Ce projet regroupe différent-e-s universités et laboratoires, dont le LAPSCO. Les objectifs principaux visent (1) à déterminer quelle peut être la part de la menace du stéréotype dans la performance cognitive obtenue par des personnes âgées vues en consultation mémoire, (2) évaluer le taux de faux positifs qui pourrait en découler dans le diagnostic de trouble cognitif léger, (3) proposer un matériel standardisé pour diminuer, voire idéalement annuler, cet effet de la menace et (4) explorer les substrats neurofonctionnels associés à cette menace.

Les facteurs individuels comme l'âge ou l'adhésion aux stéréotypes du vieillissement seront pris en compte (voir Barber, 2017). Cette adhésion aux stéréotypes (Hess et al., 2004) renvoie à la question des représentations du vieillissement, dont la peur de développer une maladie d'Alzheimer (e.g. Fresson, Dardenne, Geurten, & Meulemans, 2017). Ces représentations sont à considérer tout au autant que la menace du stéréotype dans la performance cognitive des personnes âgées (Marquet, Missotten, & Adam, 2016 ; Marquet, Missotten, Dardenne, & Adam, 2019), mais également au-delà.

### 3.3 Âgisme

<b>Statut :</b>	<b>En cours et à venir</b>	<b>Financement :</b>	Aucun
<b>Etudiant-e-s :</b>	Aucun-e	<b>Valorisation :</b>	1 article

#### 3.3.1 Projets en cours

La section précédente a mis en lumière les stéréotypes négatifs associés à l'âge et leurs possibles conséquences sur la performance des personnes âgées. Malheureusement, ces préjugés ne se limitent pas aux personnes elles-mêmes, mais se généralisent à l'ensemble de la population. Là encore, des effets délétères peuvent être constatés en raison de cette représentation biaisée, phénomène désigné sous le nom d'âgisme. L'âgisme est défini comme toute forme de discrimination ou de ségrégation en raison de l'âge de la personne concernée (Butler, 1969).

Loin d'être anodin, l'âgisme a de très nombreuses conséquences, tant médicales, psychologiques (Adam et al., 2013) qu'économiques (Levy, 2018). Par exemple, il a pu être montré que les traitements chirurgicaux, comme la reconstruction mammaire suite à un cancer (Madan, Cooper, Gratzner, & Beech, 2006), et psychologiques, comme la proposition d'une prise en charge pour des idées suicidaires (Uncapher & Areán, 2000), était moins souvent proposée si le patient était présenté comme une personne âgée au lieu d'une personne plus jeune. D'ailleurs, les personnes vieillissantes adhérant à ces croyances (voir Levy, 2009 pour synthèse) rapportent une moins bonne santé et une diminution de leur espérance de vie pouvant aller jusqu'à 7,5 années! (Levy, Slade, Kunkel, & Kasl, 2002).

Il apparaît donc nécessaire de lutter contre ces représentations négatives, tant pour les personnes elles-mêmes que pour leurs interactions avec des proches âgés (voir les recommandations de l’OMS par exemple). Une des méthodes recommandées est alors de recourir à la psychoéducation, c’est-à-dire d’informer les personnes concernées sur le phénomène et ses conséquences (voir le modèle PEACE<sup>1</sup> proposé par Levy, 2018).

Ce travail d’information est particulièrement utile pour les personnes vieillissantes, en raison du poids supplémentaire de la menace du stéréotype évoquée dans la section précédente, mais également auprès de la population générale et des (futurs) professionnels de santé. Ainsi, les infirmier·ière·s en oncologie semblent particulièrement à même de présenter un plus haut niveau d’âgisme que la population générale (Schroyen, Adam, Jerusalem, & Missotten, 2015 ; Schroyen, Missotten, Jerusalem, Gilles, & Adam, 2016). Il en va de même pour les étudiant·e·s (Allan & Johnson, 2009), notamment en psychologie (voir Marquet, Vallet, Adam, & Missoten, n.d.).

### 3.3.2 Projets à venir

Suivant ce principe d’information, une collaboration a été entreprise avec le centre de prévention « Bien Vieillir Agirc-Arrco » de Clermont-Ferrand. Ces centres proposent aux adhérents des mutuelles partenaires un bilan gratuit ainsi que des cycles de conférences et des ateliers ciblés sur la prévention de la santé (nutrition, sommeil, activité physique...), à partir de 50 ans. Nous avons développé de concert avec l’équipe du centre de Clermont-Ferrand un livret psychoéducatif sur les représentations du vieillissement dont les effets devraient être évalués auprès de personnes d’âge médian et âgées, mais également auprès des étudiant·e·s en psychologie.

L’hypothèse principale envisagée propose que les représentations du vieillissement seront moins négatives après la lecture du livret par rapport à avant cette lecture (plan expérimental pré-post), une fois la plainte mnésique (i.e. impression subjective d’un trouble de mémoire, plainte associée à une vision plus négative du vieillissement) et la désirabilité sociale (i.e. la tendance à répondre en accord avec les normes sociales afin de délivrer une image positive de soi-même) contrôlées. Les passations ont débuté, mais elles ont été suspendues en raison de la pandémie du COVID19.

Ce projet a également reçu un avis très favorable de la part de la direction de ces centres de prévention. Ces derniers ont pour particularité de réaliser des projets d’envergure nationale, menés sur les 17 centres répartis en France, sur une problématique donnée. Pour l’année à venir, la lutte contre l’âgisme fait partie des thématiques finalistes pour le choix de la prochaine étude à venir. La décision du comité quant au thème retenu devrait être communiquée à l’automne.

---

1. *Positive Education about Aging and Contact Experiences* : éducation positive sur le vieillissement et expériences de contact intergénérationnel.

## 3.4 Publications associées

### 3.4.1 Articles scientifiques

- Marquet, M., **Vallet, G. T.**, Adam, S., & Missoten, P. (en révision). Ageism among psychology students : A comparative analysis between Belgium and Quebec (Canada).
- Mille, J. & **Vallet G. T.** (en révision). Liens entre déclin sensoriel et cognitif dans le vieillissement normal : Revue de la littérature et apports des approches incarnées et situées de la cognition.

### 3.4.2 Présentations orales ou par affiches

- **Vallet, G. T.**, Simard, M., Macoir, J., Hudon, C., & Bier, N. (2013, octobre). Quand la mémoire dérape : Différenciation des profils mnésiques dans le vieillissement. 11ème Journée Scientifique du Réseau Québécois de Recherche sur le Vieillissement, Québec, Canada.
- **Vallet, G. T.**, Rouleau, I., Macoir, J., & Joubert, S. (2015, septembre). Erreurs de mémoire et vieillissement : Des souvenirs en basse résolution ? Poster présenté à la 13ème Journée de la Recherche du Réseau Québécois de Recherche sur le Vieillissement (RQRV), Montréal, Canada.
- **Vallet, G. T.**, Rouleau, I., Macoir, J. et Joubert, S.. (2015, septembre). False memory in aging : visual similarity impacts more healthy elderly adults than semantic proximity. Figshare : <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.1538609.v3>
- **Vallet, G. T.**, Rouleau, I., Macoir, J., & Joubert, S. (2016, septembre). Erreurs de mémoire et vieillissement : Des souvenirs en basse résolution ? Journées d'Étude du Vieillissement Cognitif, Bordeaux, France.
- **Vallet, G. T.**, Rouleau, I., Huguet, P., & Joubert, S. (2018, mars). Erreurs de mémoire et vieillissement : Effet de la menace du stéréotype sur le type d'erreurs. Figshare : <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.12098178>.
- Mille, J., Purkart, R., Versace, R., Izaute, M., & **Vallet, G. T.** (2019, septembre). Les approches incarnées et situées comme cadre interprétatif des liens entre déclin sensoriel et cognitif dans le vieillissement. 60ème congrès de la Société Française de Psychologie (SFP), Poitiers, France.
- Mille, J., Silvert, L., Versace, R., Izaute, M., & **Vallet, G. T.** (2019, septembre). Physical distinctiveness in the Simon game : A spatial sequence recall task. Poster présenté au 21th meeting of the European Society for Cognitive Psychology (ESCOP), Tenerife, Spain.
- Mille, J., Purkart, R., Versace, R., Izaute, M., & **Vallet, G. T.** (2020, mai). Mais qui a fait quoi ? Effet de masquage perceptif sur les fausses associations personnage-action en mémoire. Poster présenté au 1 er colloque du groupe de recherche sur la mémoire (GDR), Toulouse, France.
- Magnon, V., Mondillon, L., Picq, S., Dutheil, F., & **Vallet, G. T.** (2020, juillet). Les bienfaits psychologiques et physiologiques de la respiration lente et profonde dans le vieillissement normal. Poster présenté au 11ème Congrès de l'Association Francophone de Psychologie de la Santé (AFPSA), Paris, France.



# Troubles neurocognitifs : Applications cliniques et nouvelles perspectives

## Chap. 4

Le vieillissement constitue une problématique à la fois fondamentale et clinique. Le chapitre précédent s'est ainsi centré sur ces deux aspects avec un focus portant sur le vieillissement normal, défini ici comme étant sans trouble cognitif. Toutefois, l'avancée en âge est également associée à une plus grande vulnérabilité des personnes aux maladies notamment au niveau neurologique. Ainsi, l'âge constitue le premier facteur de risque de développer un trouble neurocognitif majeur (TNC) en particulier la maladie d'Alzheimer (MA, voir Ballard et al., 2011 ; Riedel, Thompson, & Brinton, 2016). Pour rappel, le terme de TNC remplace celui de « démence » dans la version 5 du DSM. Ce lien entre vieillissement normal et MA est d'autant plus logique que l'atteinte neuropathologique de la MA, à savoir l'accumulation de plaques amyloïdes et la dégénérescence neurofibrillaire, est également présente dans le vieillissement cognitif normal (voir Dupont-Sévigny et al., 2020 ; Joannette et al., 2020). La MA est caractérisée au niveau cognitif par une atteinte progressive de la mémoire épisodique (e.g. Tromp, Dufour, Lithfous, Pebayle, & Després, 2015), ce qui en fait un sujet d'étude saillant pour les travaux exposés jusqu'à maintenant.

La recherche scientifique semble être dans une relative impasse concernant la prise en charge de la MA, que ce soit au niveau pharmacologique (e.g. Cummings, 2018 ; Gauthier et al., 2016) ou comportemental (e.g. Horr, Messinger-Rapport, & Pillai, 2015 ; Huntley, Gould, Liu, Smith, & Howard, 2015). Ainsi, nombreux sont les chercheurs à demander et proposer une approche radicalement différente de la maladie (e.g. Fotuhi, Hachinski, & Whitehouse, 2009 ; Van der Linden & Juillerat Van der Linden, 2018) et de ses prises en charge (Morley, Berg-Weger, & Lundy, 2018 ; Zeisel, Reisberg, Whitehouse, Woods, & Verheul, 2016). Parmi les pistes les plus prometteuses, les interventions ciblant le mode de vie des patient·e·s (e.g. Kivipelto, Mangialasche, & Ngandu, 2018) sont mises en avant (voir Klimova, Valis, & Kuca, 2017 pour une méta-analyse). Ainsi, les approches incarnées et situées sont toutes désignées pour offrir un cadre théorique adéquat permettant de guider la mise en place de ce type d'interventions.

Au-delà des prises en charge de ces patient·e·s, ces approches semblent à même de pouvoir caractériser autrement les troubles cognitifs observés dans les TNC et ainsi offrir de nouvelles perspectives cliniques, tel que le développement de nouveaux tests de mémoire, et théoriques avec la (ré)interprétation des troubles cognitifs selon des processus et non plus des systèmes (voir Vallet, 2015).

## 4.1 Interprétation incarnée des TNC

**Statut :** Terminé      **Financement :** Allocation doctorale (G. Vallet)  
**Etudiant-e-s :** Aucun-e      **Valorisation :** 2 articles

Les approches cognitivistes de la cognition aboutissent nécessairement à une vision modulaire des fonctions et sous-fonctions cognitives (voir Versace et al., 2009 et la section 1.1.1 du Chapitre 1). Ainsi, l'étude des dissociations cliniques, dont la fameuse dissociation entre le patient H.M. et K.F., amène à considérer les atteintes cognitives comme étant spécifiques à un (sous-)système mnésique particulier (Warrington, 1982 ; mais voir Chater, 2003 pour discussion). Dans l'exemple cité précédemment, H.M., suite à une résection bilatérale des hippocampes en raison de crises d'épilepsie pharmaco-résistantes, présente une atteinte « spécifique » de la mémoire épisodique, alors que les autres formes de mémoire semblent relativement préservées (voir Squire & Wixted, 2010). À l'inverse, K.F., en raison d'un accident de la route, présente un déficit très marqué pour la mémoire à court terme (i.e. mémoire de travail) avec une préservation de sa mémoire épisodique (Shallice & Warrington, 1970).

Ces exemples concernent la dissociation potentielle entre mémoire à long-terme et à court-terme. Une autre dissociation clinique est fréquemment rapportée dans le domaine du vieillissement pathologique, opposant la MA caractérisée par une atteinte massive des connaissances épisodiques et de la DS caractérisée une atteinte massive des connaissances sémantiques (e.g. Nestor, Fryer, & Hodges, 2006). L'interprétation en termes de dissociation de systèmes mnésiques résiste malgré tout aux critiques d'interdépendance parfois supposée entre ces systèmes (voir Graham, Simons, Pratt, Patterson, & Hodges, 2000). Ainsi, une explication incarnée de cette dissociation entre MA et DS semble essentielle pour assoir la validité de ces approches dans le champ de la neuropsychologie du vieillissement (voir Vallet et al., 2012a).

### 4.1.1 Maladie d'Alzheimer

L'approche par dissociation, et la double dissociation en particulier, est potentiellement limitée (e.g., Dunn, 2003 ; Ranganath & Blumenfeld, 2005 ; Ryan & Cohen, 2003). En effet, une dissociation de performances n'est pas suffisante pour conclure à une indépendance de (sous-)systèmes, tout comme ne l'est pas l'existence de substrats en apparence distincts selon le type de connaissances (voir Burianova, McIntosh, & Grady, 2010 ; Meteyard, Cuadrado, Bahrami, & Vigliocco, 2012). Autrement dit, la spécificité des régions cérébrales impliquées dans un traitement particulier (e.g. traitement épisodique par l'hippocampe) ne signifie pas pour autant que ces régions constituent le substrat neurofonctionnel du processus impliqué (e.g. hippocampe comme siège de la mémoire épisodique). Appliqué à la mémoire, différencier des régions cérébrales par type de connaissance n'équivaut pas à dissocier des catégories sémantiques selon ces régions (e.g. Handjaras et al., 2016). Il semble au contraire plus pertinent de raisonner en termes d'émergence de concepts selon des propriétés spécifiques (e.g. Martin, 2007) tel que de composantes motrices pour les outils, perceptives pour certains animaux, etc.

Cette émergence résulterait de l'activation distribuée de propriétés (voir Fuster, 2009) ce qui pose la question de la coopération cérébrale. Plusieurs auteurs militent justement

pour repenser les études de cas historiques comme une déconnexion cérébrale davantage que comme une atteinte focale (Thiebaut de Schotten et al., 2015). Concernant la MA, l'atteinte neuropathologique (i.e.  $\beta$ -amyloïde et DNF) se retrouve essentiellement dans les aires associatives en épargnant globalement les aires sensorielles primaires (e.g. Arnold, Hyman, Flory, Damasio, & Van Hoesen, 1991). Un tel profil d'atteinte suggère que ces patient·e·s devraient souffrir d'un trouble marqué dans l'intégration multisensorielle (e.g. Festa et al., 2005 ; Parra et al., 2010), en lien avec la charge bêta-amyloïde du cerveau (Hedden et al., 2009). D'ailleurs, un test d'intégration multisensorielle constituerait un outil sensible et spécifique dans le dépistage de la MA précoce (Murray et al., 2018).

Cette approche davantage connexionniste de la MA a conduit certains chercheurs à proposer et explorer une hypothèse de déconnexion cérébrale (Delbeuck, Van der Linden, & Collette, 2003). Celle-ci s'expliquerait par une moindre connectivité cortico-corticale, notamment entre les régions hippocampiques et les aires plus externes du cerveau (e.g. Gili et al., 2011 ; Rémy, Vayssière, Saint-Aubert, Barbeau, & Pariente, 2015). Cette altération structurelle se constaterait également au niveau fonctionnel (e.g. Stoub, Stebbins, Leurgans, Bennett, & Shah, 2006 ; Stam, Jones, Nolte, Breakspear, & Scheltens, 2007), expliquant certains phénomènes d'incongruence multimodale (absence d'effet McGurk<sup>1</sup>) dans la MA (Delbeuck, Collette, & Van der Linden, 2007 ; Festa, Katz, Ott, Tremont, & Heindel, 2017). Cette hypothèse de déconnexion apparaît très pertinente pour les approches incarnées et situées de la cognition, puisqu'elle permet d'imaginer que ces patient·e·s auront une moindre propagation de l'activation mnésique d'une trace entre les composants de cette dernière (voir la propagation intratrace proposée par Act-In, Versace et al., 2014, Chapitre 1 section 1.2). Autrement dit, ces patient·e·s ne devraient pas présenter d'amorçage intersensoriel malgré ce qui pourrait être attendu par la littérature. En effet, les amorçages de répétition, et par extension les amorçages de nature perceptif comme le suggère l'effet du masque chez les adultes âgés, sont reconnus préservés (voir Fleischman, 2007), tout comme les tâches peu complexes comme celle de catégorisation utilisée dans ce protocole (e.g. Goldstone & Hendrickson, 2010).

Ce profil de résultats a justement été obtenu dans les paradigmes d'amorçage intersensoriel à court et long terme décrit précédemment (voir Chapitre 2 section 2.1) et rapporté dans l'article de Vallet et al. (2013a). Ainsi, aucune différence statistique n'apparaît pour les patient·e·s MA entre les conditions expérimentales de l'amorçage intersensoriel à long terme, suggérant non seulement une absence d'amorçage, mais également une absence d'effet spécifique du masque présenté dans la phase précédente (voir Figure 4.1). Bien entendu, une absence d'effet ne peut pas s'interpréter en l'état, néanmoins les résultats d'analyses bayésiennes (BayesFactor, e.g. Rouder, Morey, Speckman, & Province, 2012) menées de façon complémentaire indiquent que les données sont modérément en faveur de l'hypothèse nulle ( $BF_{O1} = 0,20$ ). En outre, une différence significative entre les conditions est bien observée dans l'étude à court terme.

---

1. Effet McGurk : illusion auditive créée par une incongruence entre la perception visuelle de l'articulation d'une syllabe (/ga/) et l'écoute de la prononciation d'une autre syllabe (/ba/).

Contrairement à l'interaction entre le masque et la congruence sémantique rapportée dans le vieillissement normal (et chez le jeune adulte), les patient-e-s MA présentent uniquement un effet principal du masque. La présentation du masque semble faciliter le traitement de l'image cible subséquente, indépendamment du lien sémantique entraîné entre l'amorce sonore et cette cible.

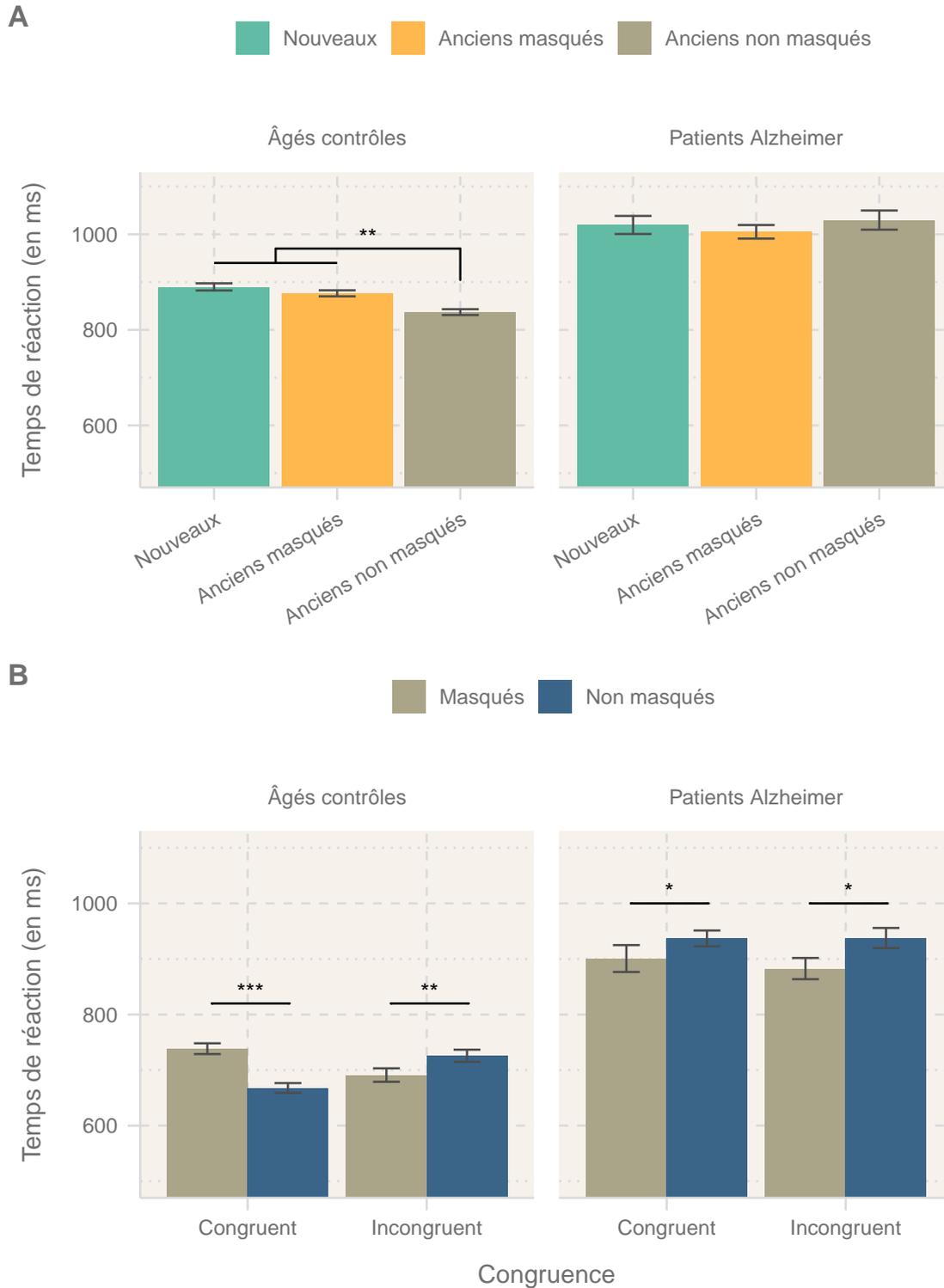


FIGURE 4.1. – Temps de réactions (en ms) pour l'amorçage à long-terme (A) et à court-terme (B) chez les personnes âgées et les patient-e-s Alzheimer. Les barres représentent les erreurs standards corrigés pour un plan intra-participant.

Ainsi, le masque semble faire office d'amorçage visuel non spécifique, ce qui serait cohérent avec l'hypothèse d'une préservation des amorçages de répétition. Le masque aurait pu pré-activer les aires visuelles, qui font office de simulateur modal pour la représentation visuelle associée au concept, et ainsi faciliter le traitement subséquent de la photographie prototypique (voir Brunel et al., 2009). L'absence d'effet d'amorçage intersensoriel dans les deux expériences serait quant à lui plutôt en faveur d'une hypothèse de déconnexion entre les aires sensorielles en raison de l'altération de la communication entre les aires cérébrales des patient·e·s MA (e.g. Stoub et al., 2006). Il est toutefois notable que la communication entre ces aires demeure possible pour des informations très intégrées entre elles (Balota, Watson, Duchek, & Ferraro, 1999 ; voir aussi Festa et al., 2017). Ce dernier résultat est encourageant puisqu'il suggère que ces patient·e·s pourraient tout de même accéder à certains souvenirs si ceux-ci sont très fortement intégrés.

Ces données dans la MA semblent compatibles avec le modèle Act-In et suggèrent un rôle particulier pour l'activation intra-trace, ou de l'intégration multidimensionnelle, dans l'émergence des connaissances spécifiques (épisode). Act-In permet également d'envisager les déficits dans l'émergence des connaissances catégorielles (sémantiques), toujours selon l'activation, mais cette fois inter-traces (ou intégration intradimensionnelle).

#### 4.1.2 Démence sémantique

La DS constitue la condition expérimentale classiquement opposée à la MA pour dissocier les déficits de mémoire épisodique et sémantique. Ces patient·e·s présentent une atteinte relativement sélective des connaissances sémantiques, alors que leurs connaissances épisodiques apparaissent particulièrement bien préservées. Selon les études, un égocentrisme cognitif (Bon et al., 2009a) possiblement expliqué par sur-épisode (Westmacott, Black, Freedman, & Moscovitch, 2004) serait présent. Les patient·e·s DS ayant tendance à ramener chaque élément de la conversation à un ou des souvenirs personnels. Pour ce travail, il est particulièrement notable que ces personnes présenteraient une meilleure intégration que les contrôles (Viskontas et al., 2011) ce qui pourrait être mis en relation avec l'intégration nécessaire à l'émergence de connaissances spécifiques.

L'atteinte sémantique constatée chez ces patient·e·s n'est toutefois pas homogène ou globale. Une grande hétérogénéité semble exister entre les patient·e·s, mais lorsque la littérature rapporte l'existence d'une atteinte catégorie-spécifique, celle-ci est en défaveur des connaissances « vivantes » par rapport aux autres connaissances (e.g. Capitani, Laiacina, Mahon, & Caramazza, 2003 ; Merck et al., 2013). Un tel constat pourrait s'expliquer dans Act-In par un déficit spécifique dans l'activation/intégration des composantes sensorielles des traces (Simmons & Barsalou, 2003 ; Vallet et al., 2011a), en particulier celles visuelles (voir Barense et al., 2010b). En effet, les animaux se caractérisaient davantage par des propriétés sensorielles (e.g. leur cri) et en particulier celles visuelles (la plupart des animaux ont des yeux, des pattes, des oreilles ou des antennes...). Ce partage de propriétés sensorielles les rendrait alors moins spécifiques les uns par rapport aux autres (voir Taylor, Devereux, & Tyler, 2011).

Cette hypothèse se retrouve renforcée par l'étude de l'effet de concrétude. Ainsi, il est établi que les connaissances concrètes (objets, animaux...) sont plus facilement mémorisées et rappelées que des connaissances abstraites (concepts théoriques comme miséricorde ou sérendipité). Cet effet de concrétude pourrait s'expliquer par la théorie du double codage (Paivio, 1990) stipulant que les connaissances concrètes bénéficient à la fois d'un encodage « sémantique » (l'étiquette lexicale), mais aussi d'un encodage perceptif (i.e. la représentation visuelle associée). A contrario, les connaissances abstraites ne pourraient être encodées que de manière « sémantique ». Cet effet est retrouvé dans la plupart des populations, normales, mais aussi pathologiques. Cependant, un effet inverse de concrétude est rapporté dans la DS (e.g. Bonner et al., 2009) possiblement en lien avec une atrophie des régions temporales ventrales (Cousins, Ash, Olm, & Grossman, 2018).

Cette question de la concrétude a pu être explorée récemment à travers un paradigme de jugement d'exclusion sémantique (voir Figure 4.2) combiné à une exploration en neuroimagerie (IRM). Cette étude a comparé les performances de 10 patient·e·s DS, 9 patient·e·s MA et de 16 personnes âgées contrôles.

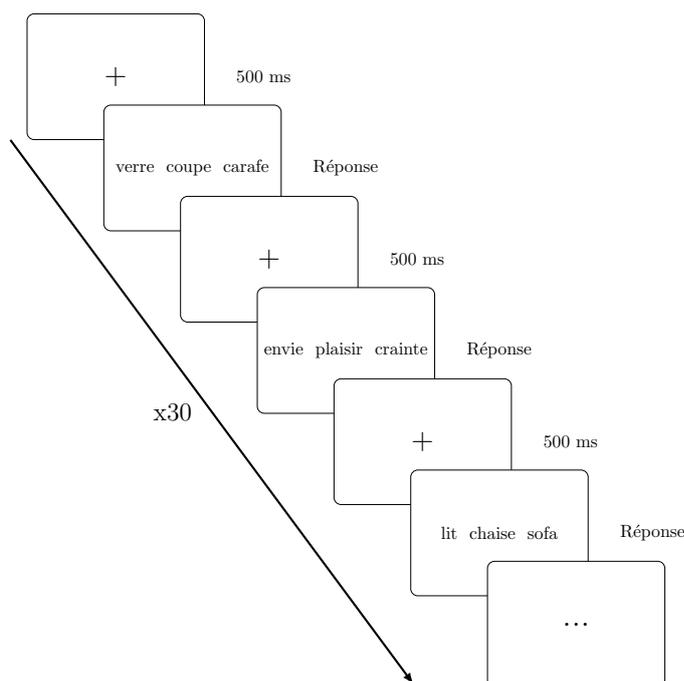


FIGURE 4.2. – Illustration du protocole testant l'effet de concrétude inverse dans la démence sémantique. Des triplettes de mots sont présentées à l'écran et les participants doivent déterminer quel est l'intrus. Les mots peuvent être concrets, abstraits-émotionnels ou abstraits (non émotionnels).

Les résultats montrent une différence de profil significative entre les groupes (voir Figure 4.3). Chez les personnes âgées contrôles, l'effet de concrétude habituellement constaté n'est pas retrouvé. Une explication possible de cette particularité serait la difficulté notable de cette tâche puisque la performance est seulement de l'ordre de 80% pour

cette condition (contre des performances supérieures à 90% habituellement, e.g. Bonner et al., 2009 ; Papagno, Capasso, & Miceli, 2009). Par contre, les items « émotionnels » sont significativement mieux traités, ce qui pourrait traduire un effet bénéfique de l'émotion (voir Kousta, Vinson, & Vigliocco, 2009).

Chez les patient·e·s MA, aucune différence n'est observée entre les conditions, en accord avec l'hypothèse d'un émoussement émotionnel dans cette maladie (Giffard, Laisney, Desgranges, & Eustache, 2015). Enfin, les patient·e·s DS présentent les moins bonnes performances de l'ensemble des participants, comme logiquement attendus. Il est également retrouvé une atteinte majorée pour les items concrets par rapport aux autres conditions. Fait notable pour cette étude, la performance pour les items « émotionnels » se situe entre celle observée pour les items concrets et abstraits.

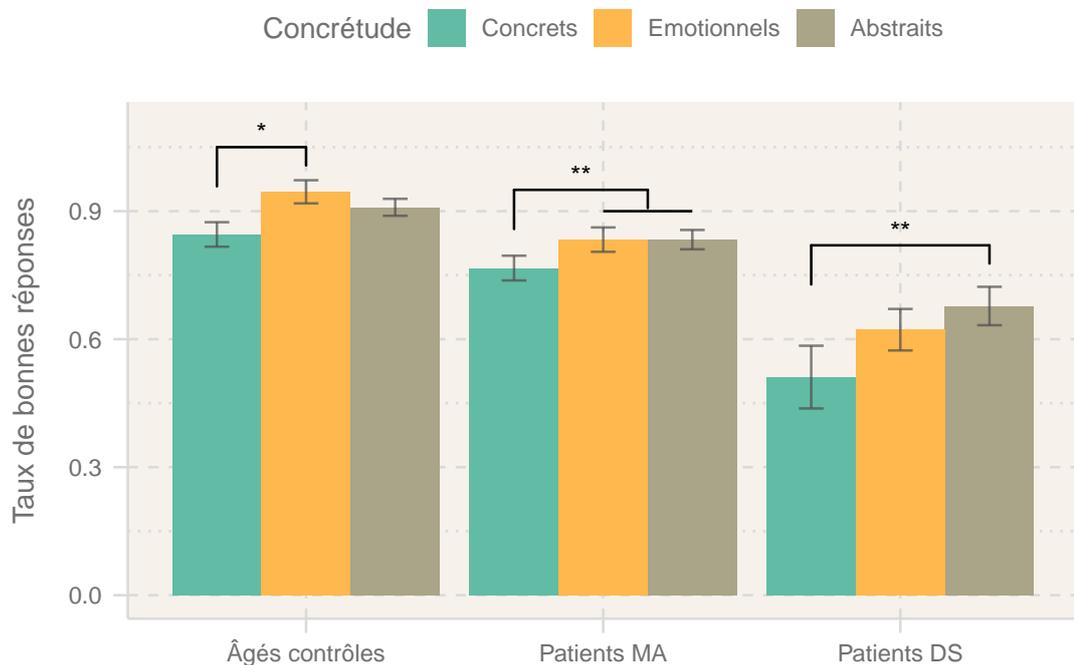


FIGURE 4.3. – Taux de bonnes réponses dans la tâche de détection d'intrus selon le niveau de concrétude des mots (concrets, abstraits-émotionnels, abstraits non émotionnels) pour les personnes âgées contrôles, les patient·e·s souffrant de la maladie d'Alzheimer (MA) et les patient·e·s souffrant de démence sémantique (DS). Les barres représentent les erreurs standards corrigées pour un plan intra-participant.

Selon les approches incarnées et située de la cognition, ce profil de résultat dans la DS semble cohérent avec l'hypothèse d'un ancrage différencié entre les connaissances concrètes et abstraites. Ces dernières pourraient être en partie s'enraciner dans les émotions (voir Connell et al., 2018 ; Kousta, Vigliocco, Vinson, Andrews, & Del Campo, 2011 ; Vigliocco et al., 2014), mais la différence entre la condition abstraite et émotionnelle est plutôt en faveur d'un ancrage des connaissances abstraites dans d'autres composantes que celles purement sensorimotrices (e.g. Crutch, Troche, Reilly, & Ridgway, 2013 ; Zdrzilova & Pexman, 2013). Selon Crutch & Warrington (2005, voir aussi 2010), les connaissances abstraites seraient dépendantes de leur associativité à d'autres informations, alors que les connaissances concrètes s'appuieraient davantage sur leurs

similitudes perceptives. Les auteurs ont ainsi montré que les connaissances abstraites dépendraient davantage de l'association de ce type de concepts avec de multiples autres concepts contrairement aux connaissances concrètes qui seraient davantage dépendantes des similarités perceptives. L'atteinte marquée des connaissances concrètes dans la DS, suivie par les connaissances émotionnelles, suggère un degré d'altération relative à l'ancrage des connaissances. Plus les connaissances seraient ancrées dans des composantes sensorielles, plus ces connaissances risqueraient d'être altérées (cf. Vallet et al., 2011a).

Cette hypothèse ne semble pas suffisante pour rendre compte de la réalité clinique, puisque les patient·e·s DS ne perdent pas nécessairement l'ensemble des connaissances les plus concrètes, mais plus particulièrement celles dépendantes des propriétés visuelles (e.g. Pulvermüller et al., 2010). Ce profil d'atteinte est cohérent l'altération du cortex périrhinal dans cette maladie (e.g. Barense et al., 2010b). Il serait alors envisageable, selon un modèle comme Act-In, que ce soit la propagation de l'activation, ou l'intégration, de la dimension visuelle qui soit précocement altérée. La propagation de la maladie aux régions connexes, dont le lobe temporal externe, devrait alors toucher la dimension auditive, etc.

Cette hypothèse est à contraster avec la principale théorie soutenue dans la littérature concernant l'atteinte sémantique « centrale » et globale dans la DS, c'est-à-dire d'une atteinte des connaissances sémantiques dans leur nature. Plus particulièrement, l'atrophie cérébrale particulièrement marquée pour le lobe temporal antérieur dans la DS a conduit à l'hypothèse d'un « hub amodal » (Ralph, Jefferies, Patterson, & Rogers, 2017). Le pôle temporal antérieur serait une zone de convergence (un hub) des informations sensorielles, motrices, émotionnelles, etc. et constituerait alors le substrat des connaissances sémantiques, amodales (abstraites) par nature. Dans sa version originelle (Patterson, Nestor, & Rogers, 2007), ce modèle ne pouvait que très difficilement rendre compte des troubles catégories-spécifiques, et par extension du gradient rapporté dans cette étude. La version actuelle semble par contre à même d'expliquer un tel profil grâce à une vision plus connexionniste du modèle (Ralph et al., 2017).

Il demeure que ce modèle prédit une implication forte du lobe temporal antérieur, quelle que soit la condition expérimentale ici testée (concrets, émotionnels, abstraits, mais voir Garagnani & Pulvermüller, 2016 pour une proposition de multiples hubs). Les analyses de *Voxel-Based Morphometry* (VBM) réalisée entre le volume de matière grise de l'ensemble des patient·e·s et leur performance dans la condition concrète (voir Figure 4.4) révèlent une corrélation significative au niveau du lobe temporal antérieur gauche et la partie antérieure de l'hippocampe gauche, alors qu'aucune corrélation significative n'est constatée pour les abstraits (voir Cousins, York, Bauer, & Grossman, 2016 pour des résultats similaires). Ainsi, ces données de neuroimagerie seraient davantage en accord avec une vision plus incarnée selon laquelle la DS est associée à une altération du traitement perceptif visuel (Bonner et al., 2009).

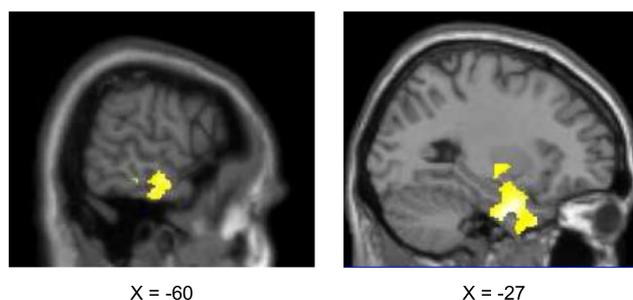


FIGURE 4.4. – Corrélations positives observées entre la performance pour juger de l'intrus de mots concrets et le volume de matière grise dans la partie médiane (A) and latérale (B) du lobe temporal antérieur gauche (patient-e-s souffrant de démence sémantique et de la maladie d'Alzheimer). Coupe sur l'axe sagittal avec  $X=-60$  correspondant au temporal gauche latéral externe et  $X=-27$  au temporal gauche interne.

## 4.2 Vers une approche plus qualitative de la mémoire

### 4.2.1 Force de la trace mnésique

**Statut :** Terminé      **Financement :** Bourse postdoctorale (G Vallet)  
**Etudiant-e-s :** Aucun-e      **Valorisation :** 1 article

L'altération épisodique caractéristique de la MA est souvent mise en relation avec l'atteinte précoce des régions hippocampiques chez ces patient-e-s (Fjell, McEvoy, Holland, Dale, & Walhovd, 2015). Plus spécifiquement, la région périrhinale serait particulièrement sensible au début de la MA (e.g. Hoesen, Hyman, & Damasio, 1991). La littérature sur les modèles animaux indique que des tâches d'appariement visuel différé ("Visual delayed matching-to-sample task") seraient les plus dépendantes du fonctionnement de ces régions (e.g. Meunier, Bachevalier, Mishkin, & Murray, 1993). Il semble alors pertinent de proposer ce type de tâche à des patient-e-s MA (Barbeau et al., 2004), ce qui permettrait d'obtenir un marqueur sensible de la MA débutante (Didic et al., 2013).

Suivant ce principe, le test de mémoire DMS-48 ("Delayed Matching-to-Sample 48 items, Barbeau et al., 2004) repose sur un apprentissage incident de 48 images en couleur. Le/la participant-e doit simplement décider si l'image présentée comporte plus de trois couleurs. Après cela, une série de trois tâches de reconnaissance à choix forcé est proposée, à deux minutes, une heure et une semaine d'intervalle. Pour ces tests, une paire d'images est présentée, et la personne doit déterminer laquelle de ces deux images était celle déjà vue en phase d'apprentissage. Les images de la reconnaissance peuvent appartenir à trois conditions différentes (voir Figure 4.5), images uniques (la cible et le distracteur correspondent à deux connaissances sémantiques différentes), images doubles (deux exemplaires d'une même connaissance) ou images abstraites (la cible et le distracteur correspondent à deux formes abstraites, sans signification).

La principale variable dépendante de ce test réside dans l'analyse du pourcentage (ou score) de bonnes reconnaissances aux différents temps de mesure. De manière tout à fait surprenante, aucune étude publiée n'avait cependant pris en compte la relation entre la cible et son distracteur. Pourtant, il serait attendu que la tâche soit plus ardue lorsque

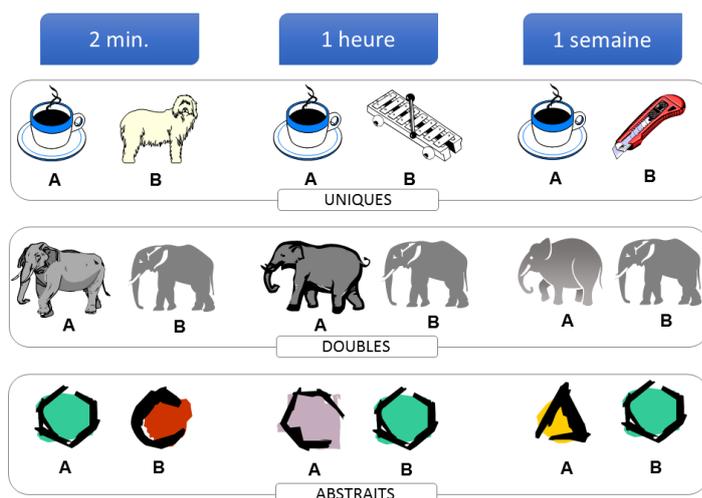


FIGURE 4.5. – Illustration des trois conditions expérimentales du DMS-48 (unique, double et abstrait) des tâches de reconnaissance proposée à 2 minutes, 1 heure et 1 semaine d'intervalle.

les cibles sont présentées avec un distracteur proche, en particulier dans le vieillissement (voir Chapitre 3, section 3.1.1). Il est également envisageable que les stimuli abstraits, ici de nature visuelle, soient encore plus difficiles à reconnaître en raison de l'absence d'une identification sémantique possible. Ces niveaux de difficulté devraient en plus être de plus en plus marqués selon le niveau d'atteinte de la mémoire épisodique. Ces hypothèses ont ainsi été testées auprès de 16 patient·e·s MCI amnésiques (aMCI) et 16 patient·e·s MA débutante comparés à 16 personnes âgées contrôles, aux différents temps de mesure (Vallet et al., 2016).

En accord avec les données déjà existantes, l'analyse du pourcentage global de bonne reconnaissance montre que la performance des patient·e·s MA est très inférieure à celle des MCI qui elle-même est légèrement inférieure à celle des contrôles (voir Figure 4.6). La proximité de performance entre les patient·e·s aMCI et les contrôles pourrait s'expliquer dans cette étude par la faible atteinte cognitive des patient·e·s (MMSE moyen de 28/30 contre 29/30 pour les contrôles).

Cependant, il est possible de suivre une analyse plus qualitative, en tenant compte de la relation entre la cible et son distracteur, ce qui permet d'obtenir un tableau de résultats encore plus riche (voir Figure 4.7). Concernant les patient·e·s MA, il apparaît que l'altération de la performance mnésique n'est pas massive pour un délai court lorsque la cible et le distracteur sont très différents. L'écart de performance vis-à-vis des autres groupes se creuse au dernier délai d'une semaine dans cette condition. Cependant, la performance obtenue par ces patient·e·s par rapport à celle des autres groupes se creuse dès 1 heure pour la condition double et même immédiatement (délai de 2 min.) pour la condition abstrait. Quant aux patient·e·s aMCI, leurs performances restent très comparables à celles des personnes âgées contrôles sauf dans la condition abstraite ce qui semble également en faveur d'un gradient de performance selon la difficulté de la condition.

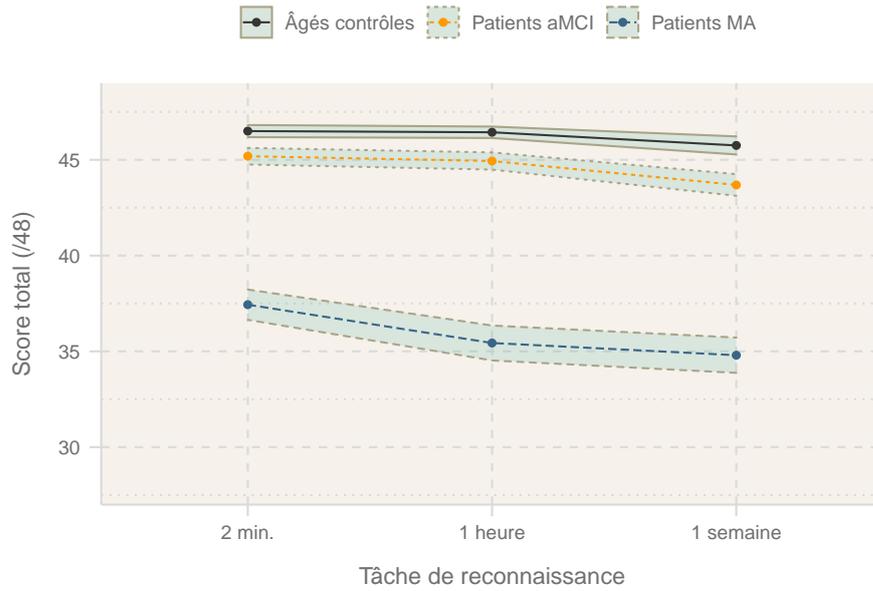


FIGURE 4.6. – Scores totaux pour les tâches de reconnaissance à 2 minutes, 1 heure et 1 semaine pour les âgés contrôles, les patient-e-s souffrant de trouble cognitif léger amnésique (aMCI) et les patient-e-s souffrant de la maladie d’Alzheimer (MA). Les bandeaux gris représente l’erreur standard corrigée pour un plan intra-participant.

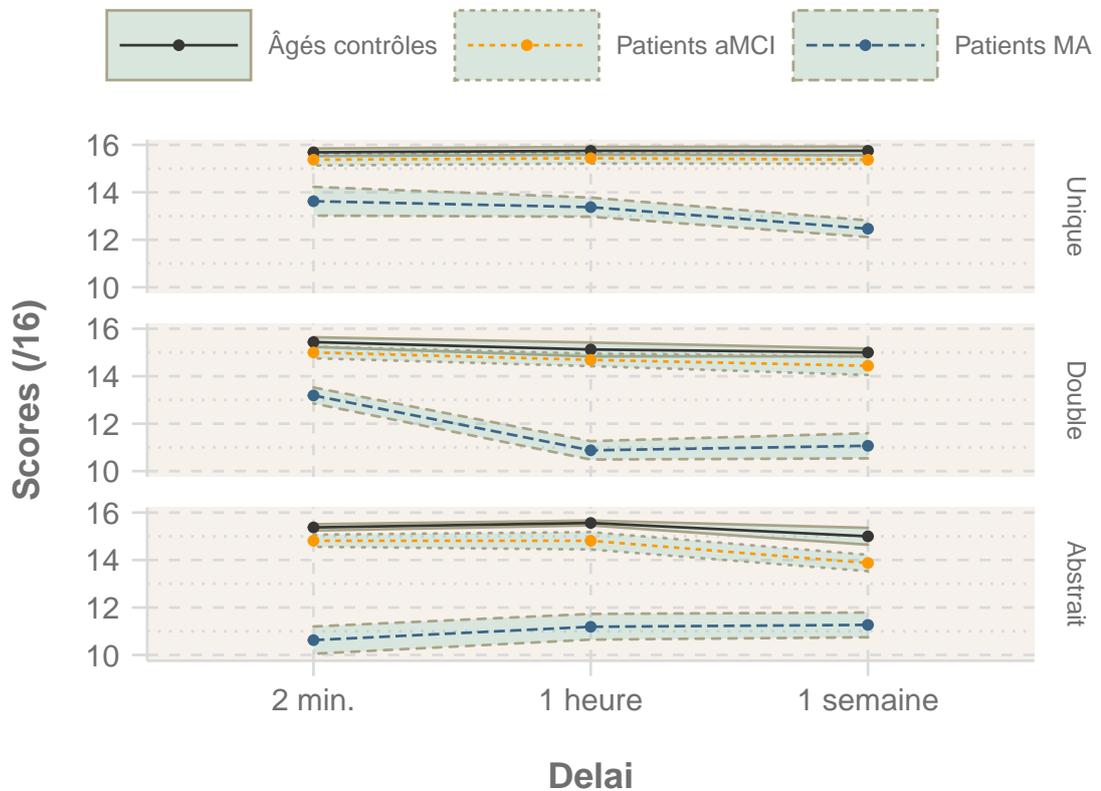


FIGURE 4.7. – Scores (/16) par condition (unique, double, abstrait) pour les tâches de reconnaissance à 2 minutes, 1 heure et 1 semaine pour les âgés contrôles, les patient-e-s souffrant de trouble cognitif léger amnésique (aMCI) et les patient-e-s souffrant de la maladie d’Alzheimer (MA). Les bandeaux gris représente l’erreur standard corrigée pour un plan intra-participant.

Le profil de résultats semble particulièrement interprétable selon une hypothèse assez ancienne de la force de la trace (Van der Linden & Bruyer, 1991 ; voir aussi Rohrer, 1996). Selon cette dernière, les patient·e·s amnésiques n'auraient pas une perte des connaissances mnésiques *per se*, mais plutôt une moindre force des traces mnésiques. Ainsi, des participants contrôles présenteraient des résultats similaires aux patient·e·s lorsque la difficulté de la tâche est manipulée par exemple à travers le nombre d'items ou le délai. Transposée à cette étude, les patient·e·s aMCI et MA affichent bien un profil d'altération mnésique selon la difficulté de la condition. Il est nécessairement plus facile de discriminer, même par un vague sentiment de familiarité, une tasse d'un chien (condition unique), alors que la tâche est beaucoup plus compliquée pour deux exemplaires de chien (condition double). La condition abstraite serait la condition la plus difficile en raison du caractère *abstrait* des stimuli (voir l'effet de concrétude mentionné plus haut, section 4.1.2), mais aussi parce que la plupart des essais abstraits correspondaient à une situation « double » (deux formes très proches de couleurs différentes).

Cette difficulté croissante a pour corrolaire que la trace mnésique doit être d'autant plus « forte » afin d'être « récupérer » en mémoire. Selon un modèle comme Act-In, ce principe se transpose en termes d'activation et d'intégration. La reconnaissance du bon exemplaire de chien implique que l'activation des propriétés de l'image du chien (i.e. perception de l'image), suffise à activer spécifiquement cette connaissance et non de multiples traces similaires. Si la trace mnésique n'est pas suffisamment « forte », c'est-à-dire si les différents composants de cette trace ne sont pas suffisamment intégrés, alors l'activation ne sera pas spécifique entraînant une plus grande chance de confusion entre les réponses.

Cette étude souligne l'intérêt d'une approche plus qualitative des tests de mémoire afin de mieux discriminer des populations cliniques (aMCI et MA) de personnes sans difficulté mnésique. Alors que les patient·e·s aMCI ne présentent pas d'atteinte de la cognition globale, les résultats mettent en avant une faiblesse particulière pour la condition expérimentale la plus difficile (abstrait à une semaine). À l'inverse, les patient·e·s MA présentent une baisse de performance plus rapidement (dès 2 min.) dans la condition la plus difficile, mais également une difficulté notable à 1 semaine pour la condition la plus facile (condition unique). Un tel profil évoquerait alors un possible déficit d'intégration des composants selon Act-In. Néanmoins, le test du DMS-48 n'a pas été pensé pour considérer cette hypothèse de la force de la trace et bien que les trois conditions soient équilibrées en termes de nombre de stimuli, les items abstraits sont parfois présentés en situation double ou unique. Cette relation entre la cible et le distracteur pourrait donc être davantage contrôlée et l'intégration plus directement manipulée.

#### 4.2.2 Mémoire de source et type de distracteurs

**Statut :** **En cours**      **Financement :** Bourse postdoctorale (G Vallet)  
**Etudiant·e·s :** Aucun·e      **Valorisation :** 2 communications

La mémoire de source renvoie à la capacité de retrouver les informations contextuelles associées à un souvenir (Johnson, Hashtroudi, & Lindsay, 1993), capacité étroitement associée au fonctionnement des hippocampes (Mitchell & Johnson, 2009 ; Rugg et al.,

2012). Ainsi, puisque les régions hippocampiques sont particulièrement touchées avec la MA, il apparait logique que cette mémoire contextuelle soit altérée dans la cette maladie (El Haj & Antoine, 2018; voir El Haj & Kessels, 2013 pour revue). Cette capacité semble d'ailleurs contribuer spécifiquement aux répercussions fonctionnelles sur les activités de la vie quotidienne dans le MCI, au-delà de la mémoire du contenu (Schmitter-Edgecombe, Woo, & Greeley, 2009). Pourtant, elle serait tout autant altérée dans le MCI et MA, contrairement à la familiarité qui serait préservée dans le MCI (e.g. Westerberg et al., 2006). D'un autre côté, le traitement de la nouveauté semble à même de différencier le MCI de la MA (voir Bastin, Delhay, Moulin, & Barbeau, 2019 pour revue), ainsi il serait envisageable que la source puisse différencier ces populations selon la nouveauté des distracteurs.

Cette hypothèse a été explorée à travers l'adaptation du paradigme de fausses reconnaissances présenté au Chapitre 3, section 3.1.1. Trente personnes âgées contrôles, 21 patient·e-s MCI et 9 patient·e-s MA ont dû apprendre 15 mots, présentés les uns après les autres. Ces mots étaient toujours accompagnés d'un distracteur, non à apprendre (voir Figure 4.8). Les distracteurs pouvaient être non reliés (deux catégories sémantiques différentes) aux cibles (*hits*), être reliés de manière éloignée (deux catégories sémantiques relativement proches) ou proches (même catégorie sémantique). Quelques minutes après l'apprentissage, une tâche de reconnaissance « oui/non » était proposée dans laquelle les mots pouvaient correspondre aux cibles à apprendre, aux distracteurs non à apprendre ou encore à de nouveaux distracteurs (qui pouvaient entretenir les mêmes liens que ceux décrits précédemment avec les cibles).

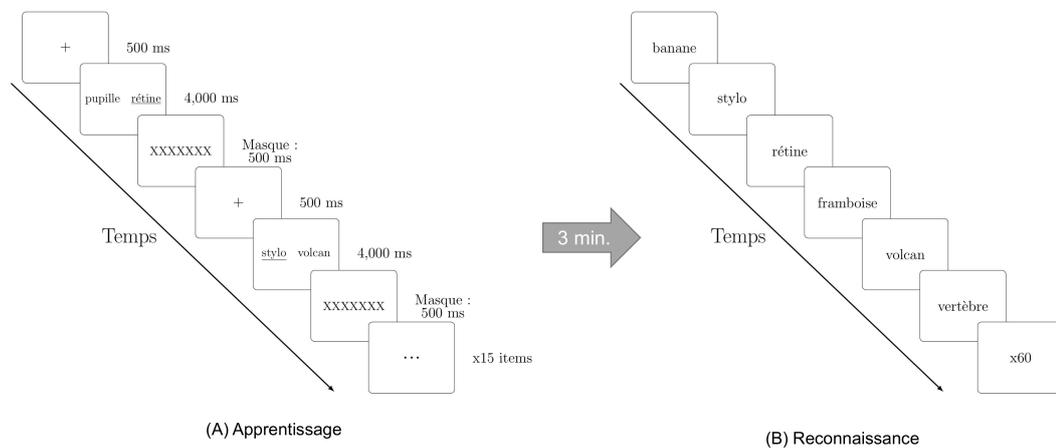


FIGURE 4.8. – Illustration des phases (A) d'apprentissage et (B) de reconnaissance de l'étude de la mémoire de source. Les participant·e-s devaient mémoriser 15 mots cibles (soulignés) présentés avec un distracteur. Lors de la reconnaissance, ils/elles devaient décider si oui ou non le mot présenté était à apprendre. Les cibles étaient mélangées à des distracteurs de l'apprentissage ou nouveaux partageant ou non un lien sémantique proche ou éloigné.

En raison de la complexité des données, les mêmes résultats seront exceptionnellement présentés sous deux formes différentes (Figure 4.9) pour le rejet correct des distracteurs avec (A) la relation entre la cible et les distracteurs par groupe selon leur source (an-

ancien/nouveau) et (B) les groupes selon la relation entre la cible et les distracteurs en fonction de leur source.

La graphique (A) met en avant pour les distracteurs nouveaux le fait que pour les personnes âgées contrôles et les patient·e·s MCI, les distracteurs proches sont significativement moins bien rejetés que ceux distants et non-reliés, alors que pour les patient·e·s MA aucune différence significative entre les conditions n'apparaît (voir Bastin et al. (2019)). Cet effet pourrait provenir d'un biais de réponse plus libéral chez les patient·e·s MA (Budson, Wolk, Chong, & Waring, 2006). Toutefois, les résultats pour les distracteurs anciens ne permettent pas de corroborer cette hypothèse puisque dans cette situation, les patient·e·s MA présentent un gradient de performances selon la distance entre les distracteurs et les cibles. Ainsi, les patient·e·s MA pourraient bénéficier d'une familiarité sans remémoration (voir Kapogiannis & El Haj, 2018 ; Pierce, Sullivan, Schacter, & Budson, 2005). Alors que les patient·e·s MCI présentent un profil de réponses similaire à celui des personnes âgées contrôles pour les nouveaux distracteurs, ces patient·e·s affichent de moins bonnes capacités de discrimination des distracteurs lorsqu'ils sont anciens.

Quant au graphique (B), il indique, pour les distracteurs nouveaux et proches, que les personnes âgées contrôles ont de meilleures performances que les patient·e·s MCI et MA, dont les performances sont relativement similaires. Par contre, une différence entre tous les groupes est constatée pour les distracteurs distants et non reliés (contrôles > MCI > MA), ce qui semble cohérent avec l'hypothèse de la force de la trace présentée ci-dessus (voir section 4.2.1). À l'inverse de ce qui était observé pour les distracteurs nouveaux, les distracteurs anciens et proches conduisent à des performances similaires entre les patient·e·s MCI et les contrôles par rapport aux patient·e·s MA qui sont plus affectés par cette proximité. Ce même profil vaut pour les distracteurs distants, alors qu'il n'y a aucune différence entre les groupes pour les distracteurs anciens non reliés. Les patient·e·s MCI n'apparaissent pas plus sensibles à la proximité sémantique que les personnes âgées contrôles, uniquement lorsque le distracteur a été présenté lors de l'apprentissage. La tâche semble suffisamment facile pour correctement rejeter un stimulus ancien qui n'avait rien en commun avec la cible à apprendre, même pour les patient·e·s MA débutant.

Les résultats semblent donc prometteurs quant à la capacité à différencier les groupes de patient·e·s MCI et de patient·e·s MA selon la source et le type d'erreur. Toutefois, une limite importante demeure le faible échantillon de patient·e·s MA inclus dans l'étude. C'est pourquoi une étudiante en master 2 de neuropsychologie à l'Université Lyon 2 devait réaliser son mémoire de recherche sur cette question en 2019-2020. Les passations n'ont pu avoir lieu en raison de la pandémie COVID19.

Au-delà de cette limite statistique, ces résultats suggèrent que la source d'un distracteur influence spécifiquement la performance mnésique des individus selon leur degré d'atteinte de leur mémoire. Il faut tout de même noter que dans le cadre de cette étude, la source en mémoire n'est pas testée de manière explicite, ce qui aurait pu faire écho aux modèles de la métamémoire (e.g. Isingrini, Perrotin, & Souchay, 2008 ; Sastoque et

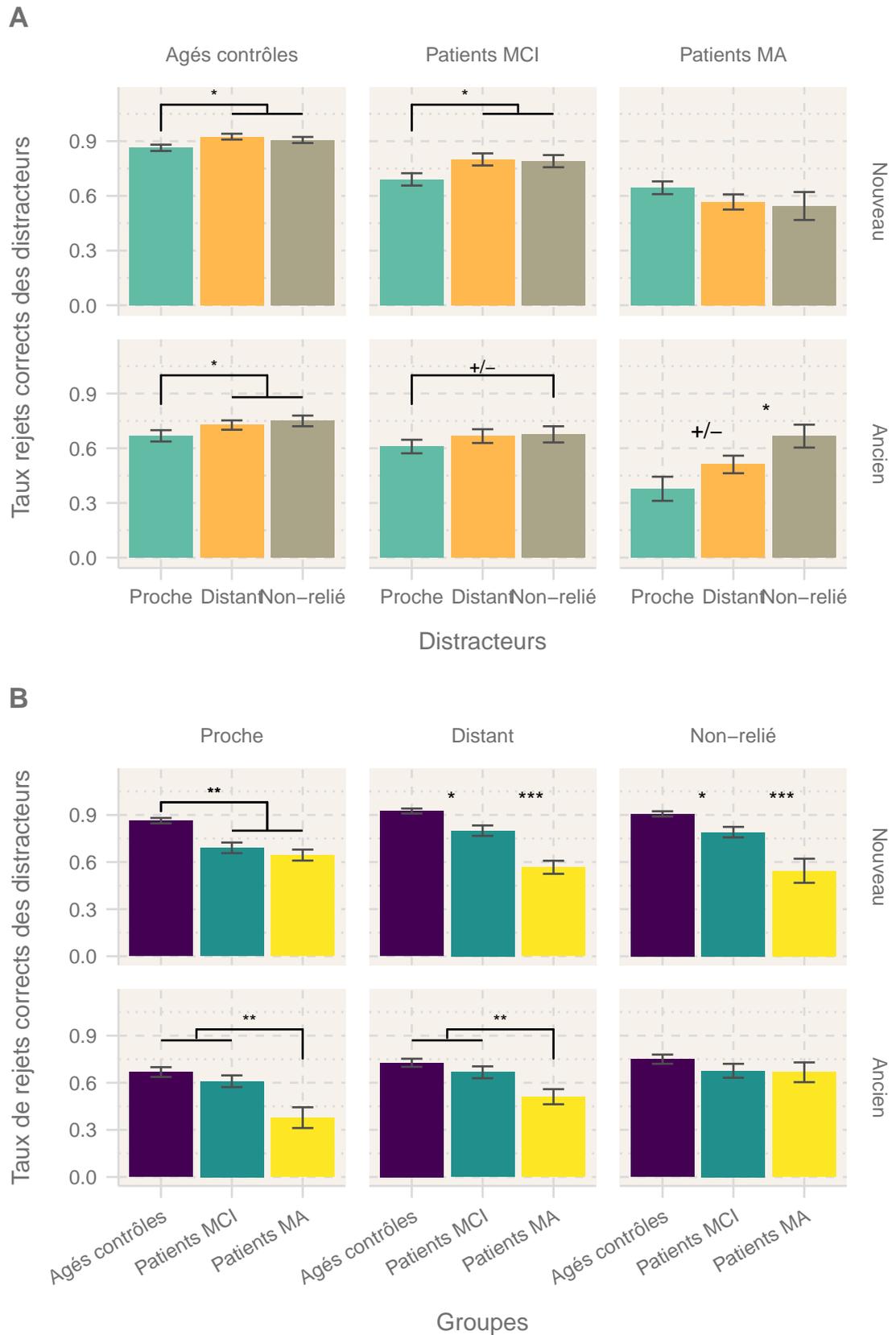


FIGURE 4.9. – Taux de rejets corrects des distracteurs pour (A) la relation entre la cible et les distracteurs (proche, distant et non-relié) par groupe (âgés contrôles, patient-e-s souffrant de troubles cognitifs légers -MCI, patient-e-s Alzheimer -MA) selon leur source (ancien/nouveau) et (B) le groupe selon la relation entre les distracteurs en fonction de leur source.

al., 2019). Au contraire, la source pourrait être entendue ici comme l'intégration d'une information à son contexte (voir Naveh-Benjamin & Mayr, 2018 pour le vieillissement normal), capacité soustendue *a priori* par les hippocampes. Il apparaît alors particulièrement pertinent d'inclure cette notion d'intégration aux évaluations cliniques de la mémoire (Buschke, 2014).

### 4.3 Vers de nouveaux tests cliniques de la mémoire

#### 4.3.1 Memory Binding Test

**Statut :** A venir      **Financement :** Aucun  
**Etudiant-e-s :** 1 master      **Valorisation :** Aucune

Cette approche expérimentale de la source des distracteurs semble donc prometteuse puisqu'elle permettrait de distinguer les différentes populations cliniques. Toutefois, il reste à implémenter ce type de paradigme dans la pratique clinique où les tests papier-crayon restent majoritairement employés. Parmi ces tests, l'un des plus connus et utilisés en France est sans aucun doute le RL/RI-16 items (Rappel Libre/Rappel indicé-16 items, Van Der Linden et al., 2004; voir Sarazin et al., 2007) adapté du "Free and Cued Selective Reminding Test" (Buschke, 1984). Le principal intérêt de ce test est de contrôler l'encodage de l'information verbale. Ce contrôle s'effectue par la vérification (et le ré-apprentissage en cas d'échec) du bon apprentissage des quatre planches de quatre mots introduits par un indice catégoriel (« quel est le poisson ? » pour *hareng*). Les tâches de rappels libres servent alors à évaluer davantage le rappel stratégique, alors que les rappels indicés et la reconnaissance testeront plutôt le *stockage*. D'ailleurs, l'usage d'un rappel indicé apparaît tout à fait pertinent comme marqueur de la conversion MCI à MA (e.g. Grande et al., 2018; Ivanoiu et al., 2005). Enfin, la proposition d'un rappel différé (libre et indicé) donne une indication de la consolidation en mémoire ou de l'oubli accéléré (voir Carlesimo, Fadda, Bonci, & Caltagirone, 1993).

Ce test est principalement employé dans les consultations mémoire pour dépister les troubles de mémoire de personnes âgées. Son usage est moins habituel auprès de plus jeunes adultes en raison de sa facilité. Dans ce cas, des tests comme le California Verbal Learning Test (CVLT, Delis, 2000) ou le Rey Auditory Verbal Learning Test (RAVLT, Rey, 1964) apparaissent plus sensibles que le RL/RI-16 (voir Drolet et al., 2014). Cette meilleure sensibilité pourrait provenir de l'usage d'une seconde liste qui produit de l'interférence (pro-active et rétro-active) à laquelle les patient-e-s MCI seraient particulièrement sensibles (e.g. Crocco, Curiel, Acevedo, Czaja, & Loewenstein, 2014).

En résumé, le RL/RI-16 est sensible pour détecter la MA, mais sa sensibilité pourrait être améliorée par l'ajout d'une seconde liste. En prenant en compte les résultats évoqués précédemment, il serait pertinent de travailler sur cette seconde liste selon un principe d'intégration mnésique. Ces éléments sont ainsi repris par Buschke lors de sa proposition d'adaptation de son test en 2014 (Buschke, 2014). Le test d'intégration mnésique<sup>2</sup>, connu initialement sous le nom du test de capacité de mémoire<sup>3</sup>, est composé d'une double liste de mots appartenant aux mêmes catégories sémantiques. Le test

2. "Memory binding test" : test d'intégration en mémoire ou test d'intégration mnésique.

3. "Memory capacity test" : test de capacité de mémoire.

suit globalement la même logique que le RL/RI sauf que la seconde liste à apprendre est présentée immédiatement après l'apprentissage de la première liste. Pour chaque rappel (libre ou indicé), le/la participant-e est invité à rappeler les items des deux listes. Ce test s'est montré valide et fidèle (Buschke et al., 2017) et présente une bonne sensibilité et une bonne spécificité clinique (e.g. Gramunt et al., 2016). Il est à même de différencier les patient-e-s MCI des personnes âgées sans trouble cognitif, ainsi que ces patient-e-s des personnes souffrant de la MA (Buschke et al., 2017). Cette bonne sensibilité du test a pu être mise en lien avec la charge  $\beta$ -amyloïde des personnes âgées avec et sans trouble cognitif (Papp et al., 2015) ce qui renforce sa plausibilité en tant qu'indicateur indirect de ces changements neurobiologiques.

Malgré ces forces, le test souffre d'au moins deux lacunes, étonnantes étant donné sa structure particulière, que sont l'absence de reconnaissance et l'absence d'évaluation de la source des items. Ainsi, il n'est jamais demandé à la personne de rappeler sélectivement une liste ou l'autre, ce qui permettrait d'évaluer des effets d'interférence par exemple, ou de juger à quelle liste appartient tel ou tel mot, ce qui permettrait d'évaluer la mémoire de source. Un tel ajout, spécifiquement pour la mémoire de source, semble particulièrement pertinent avec les données présentées dans la section précédente, et pourrait être évalué aisément dans une tâche de reconnaissance. L'indice de discriminabilité en reconnaissance semble d'ailleurs être un des meilleurs prédicteurs de la conversion des patient-e-s MCI vers une MA à 24 mois (Russo, Campos, Vázquez, Sevlever, & Allegri, 2017).

Nous avons ainsi proposé une adaptation de ce test en français en ajoutant également une tâche de reconnaissance combinée à une tâche de source. Les passations pour la validation française sont actuellement menées par une étudiante en M2 de neuropsychologie à l'Université Lyon 2. Une adaptation québécoise est prévue pour l'année à venir et la validation clinique pourrait démarrer également dans un ou deux ans en fonction des accords éthiques. Néanmoins, ce test reste un test développé au sein d'une approche cognitive ce qui le contraint dans certaines de ces mesures. Un modèle comme Act-In permet d'envisager le développement de tests construits selon les principes des approches incarnées et situées.

#### 4.3.2 Repenser l'évaluation de la mémoire

<b>Statut :</b>	Terminé	<b>Financement :</b>	Bourse (post)doctorale (G Vallet)
<b>Etudiant-e-s :</b>	Aucun-e	<b>Valorisation :</b>	1 article

Les approches incarnées et situées de la cognition ne font pas de différence de nature entre les types de connaissances mnésiques. Les connaissances sémantiques et épisodiques reposeraient sur des traces mnésiques similaires (voire identiques), et leur « nature » sémantique ou épisodique dépendrait alors des processus d'activation/intégration impliqués au moment de l'accès à la connaissance. L'activation d'un faible nombre de traces conduirait à une émergence spécifique (i.e. épisodique), alors qu'à l'inverse, l'activation d'un grand nombre de traces produirait un savoir plus catégoriel (sémantique). Cette absence de distinction de nature conduit logiquement à évaluer ces types de

connaissance selon un même matériel, contrairement aux pratiques neuropsychologiques courantes (tests différents utilisant du matériel différent).

Il semble également pertinent de suivre une approche plus qualitative de la mémoire, tel que mentionné précédemment (voir section 4.2.1). La prise en compte des erreurs de mémoire serait ainsi à même de mieux caractériser le vieillissement normal (Graves et al., 2018) ou pathologique (Rouleau, Imbault, Laframboise, & Bedard, 2001). Puisque les personnes âgées présentent une sensibilité particulière à la proximité visuelle (voir Chapitre 3, section 3.1), l'usage d'un matériel visuel devrait permettre de d'objectiver la difficulté à différencier des items déjà présentés d'autres items non à apprendre. Inversement, l'ajout d'une propriété distinctive devrait contrebalancer cette difficulté, tel que le principe d'isolation sensorielle le permet (voir Hunt, 2006 ; Oker & Versace, 2010). Les troubles mnésiques plus conséquents dans le vieillissement pathologique, de nature épisodique dans la MA et sémantique dans la DS, devraient également être objectivés et dissociés dans ce type de paradigme.

Ces hypothèses ont été explorées auprès de jeunes adultes, de personnes âgées sans trouble cognitif, de patient·e·s souffrant de la MA et de quelques patient·e·s atteints de la DS dans un test de mémoire SEMantique/EPisodique (SEMEP Vallet et al., 2017). Le test neuropsychologique du Pyramid and Palm Tree Test (PPTT Howard & Patterson, 1992) a servi de base afin de proposer un matériel visuel dessiné simple, en noir et blanc. Dans une première phase, les participants devaient compléter une double tâche, d'abord une tâche d'appariement sémantique et ensuite une tâche de mémorisation de la bonne réponse de cet appariement. Trente-deux planches tirées du PPTT présentant trois images organisées en pyramide étaient présentées à tour de rôle. L'image du haut servait de référence et le participant devait trouver laquelle des deux images du bas allait le mieux avec cette dernière. Un quart de ces planches étaient en condition « isolée », c'est-à-dire qu'un fond jaune était ajouté à chacune des trois images constituant la planche A chaque fois, il était demandé à la personne d'apprendre la bonne réponse de cette association, réponse corrigée en cas d'erreur. Après une tâche distractive de décompte à rebours de 20 secondes, les personnes devaient ensuite effectuer un rappel libre des items à apprendre. Il s'en suivait une nouvelle tâche distractive (similaire à la précédente), puis une tâche de reconnaissance oui/non associée à une tâche de dénomination. Les images présentées pouvaient correspondre aux cibles (la bonne association à apprendre de la première phase), à une image présentée en première phase, mais non à apprendre (erreur de *confusion*) ou à une image jamais présentée (erreur d'*intrusion*). Ce même principe de cotation était appliqué pour les tâches de rappels libres.

Les consignes spécifiaient clairement et explicitement qu'il ne fallait répondre « oui » que pour les images correspondant à la bonne association de la première phase. Finalement, environ 15 minutes après cette tâche, les participant·e·s effectuaient un nouveau rappel libre. Pour résumer, le SEMEP propose deux tâches sémantiques que sont l'appariement et la dénomination ainsi que deux tâches épisodiques que sont le rappel libre (immédiat et différé) et la reconnaissance (voir Figure 4.10).

Les résultats sont conformes aux données de la littérature avec une performance légè-

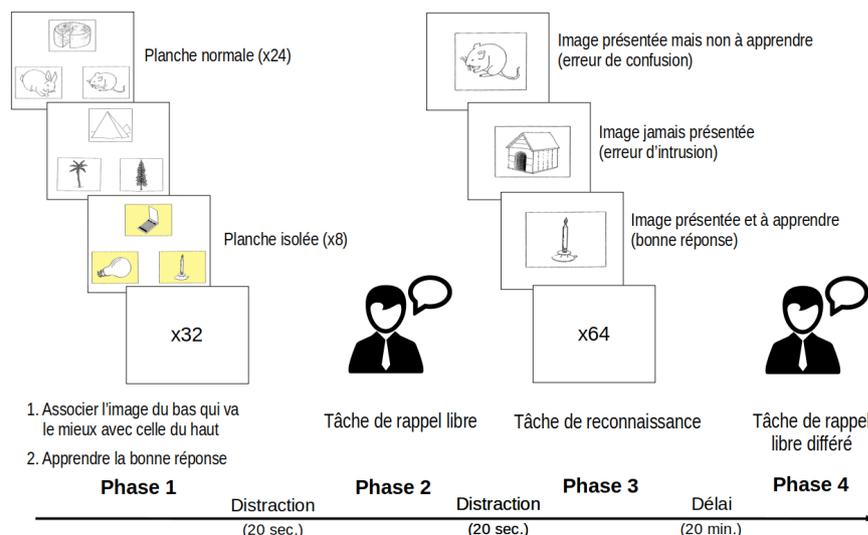


FIGURE 4.10. – Illustration du protocole expérimental du test de mémoire Sémantique-Episodique (SEMEP). Dans une première phase, les participants doivent déterminer quelle image va le mieux avec le modèle présenté en haut pour chaque planche et apprendre la bonne réponse. Ils effectuent ensuite une tâche de rappel libre et une reconnaissance (oui/non), avant de finir par une tâche de rappel libre différé (délai d'environ 20 minutes).

rement amoindrie pour les personnes âgées par rapport aux jeunes adultes, une chute drastique de la performance dans les tâches épisodiques pour les patient·e·s MA et d'une atteinte marquée et spécifique pour les tâches sémantiques pour les patient·e·s DS. L'analyse plus qualitative selon le type d'erreur apporte des nuances intéressantes. Ainsi, les personnes âgées, souffrant ou non de troubles cognitifs, commettent davantage d'erreurs de confusion que les jeunes adultes, marquant un effet non spécifique de l'âge sur la qualité des traces mnésiques. Les personnes âgées sans trouble cognitif bénéficient de manière quasi identique aux jeunes adultes de l'isolation visuelle et rappellent ainsi proportionnellement plus ces items que les autres groupes de patient·e·s. Les patient·e·s MA sont, quant à eux, les seuls à présenter des erreurs d'intrusion significatives indiquant une dégradation importante de leurs capacités mnésiques. Enfin, les patient·e·s DS ont la baisse de performance la plus importante pour les deux tâches sémantiques, alors que leurs performances pour les tâches épisodiques, en particulier la reconnaissance, restent bonnes.

Ainsi, un test neuropsychologique développé selon les approches incarnées et situées de la cognition semble tout à fait à même de discriminer différentes populations clinique (MA et DS) de personnes âgées contrôles. Ce test permet également de caractériser les profils cognitifs de ces groupes en soulignant les points communs et les différences. La moindre distinctivité en mémoire semble partagée par tous les groupes de personnes âgées, alors qu'un déficit d'intégration en mémoire semble spécifique à la MA et que des troubles d'appariement et de dénomination seraient spécifiques à la DS. L'intérêt d'un tel test est de pouvoir s'appuyer sur un même matériel pour tester des aspects épisodiques et sémantiques de la mémoire tout en ajoutant une approche plus qualita-



FIGURE 4.11. – Z-Scores pour la performance des personnes âgées contrôles, les patient-e-s souffrant de la maladie d’Alzheimer (MA) et les patient-e-s souffrant de démence sémantique (DS) par rapport à la performance des jeunes adultes aux tâches sémantiques et épisodiques.

tive des erreurs de mémoire. Toutefois, et comme pour les personnes âgées sans trouble cognitif, l’interprétation de ce type de tests reste à nuancer selon le contexte de passation. La menace du stéréotype en lien avec l’âge (voir Chapitre 3, section 3.2) devrait logiquement s’appliquée pour les personnes souffrant de TNC, d’autant plus qu’elles sont souvent stigmatisées (Cavayas, Raffard, & Gély-Nargeot, 2012).

#### 4.4 Menace du stéréotype dans la maladie d’Alzheimer

**Statut :** A venir      **Financement :** France Alzheimer  
**Etudiant-e-s :** Aucun      **Valorisation :** Aucune

L’ANR Aging présentée dans le chapitre précédent vise à évaluer l’impact de la menace du stéréotype dans le diagnostic de MA probable. Ainsi, les consignes employées habituellement dans le cadre des évaluations neuropsychologiques seraient à même d’entraîner une baisse significative des scores obtenus aux principaux tests de cognition globale (MMSE et MoCA, Mazerolle et al., 2017). Un tel constat questionne la survenue de faux positif dans l’établissement d’un diagnostic probable de MA (Régner et al., 2016).

Néanmoins, une fois ce diagnostic posé, la menace du stéréotype ne s’arrête pas, voire même s’amplifie puisque la MA est particulièrement stigmatisée (Cavayas et al., 2012). Cette menace sur la performance cognitive des âgées pourrait dépendre, du moins partiellement, du stress de la personne. En effet, le stress physiologique et psychologique est connu pour jouer un rôle clé dans le fonctionnement cognitif et psychologique (Marin et al., 2011). Il joue vraisemblablement également un rôle significatif dans les modi-

fications cérébrales dues au vieillissement (Lupien, McEwen, Gunnar, & Heim, 2009) et rejoint les facteurs de risque de la MA (Rothman & Mattson, 2010). Cependant, ce stress est invoqué, mais non mesuré dans les travaux de référence concernant la MA, alors que ce dernier pourrait accélérer le déclin cognitif (Peavy et al., 2009). Ces données convergent vers la nécessité d'effectuer une mesure objective du stress physiologique en lien avec la menace du stéréotype afin de déterminer dans quelle mesure ces deux facteurs peuvent contribuer à une moindre performance lors de l'évaluation et éventuellement à une accélération du déclin cognitif dans les mois qui suivent.

Un tel projet a reçu en 2017 le soutien de l'association France Alzheimer afin d'évaluer dans quelle mesure la menace du stéréotype pourrait diminuer la performance cognitive des patient·e·s souffrant de MA débutante et pourrait accélérer leurs déclin·s sur 6 mois. L'objectif est aussi de déterminer dans quelle mesure le stress physiologique, évalué par le niveau de cortisol et la variabilité de la fréquence cardiaque, et psychologique, évalué par des questionnaires, peut modérer voire médiatiser cet effet.

Un total de 48 patient·e·s MA et de 48 personnes âgées contrôles seront répartis aléatoirement dans deux groupes, avec et sans menace (voir Figure 4.12). Le groupe avec menace recevra les consignes habituelles (et standard) des tests neuropsychologiques, alors que le groupe sans menace verra une vidéo présentant les effets de la menace et expliquant comment éviter ses effets (vidéo issue de l'ANR Aging). Des mesures objectives du stress seront obtenues par prélèvements salivaires et grâce à une montre et une ceinture thoracique mesurant l'activité cardiaque. Ces mesures compléteront la batterie de tests neuropsychologiques évaluant les fonctions cognitives.

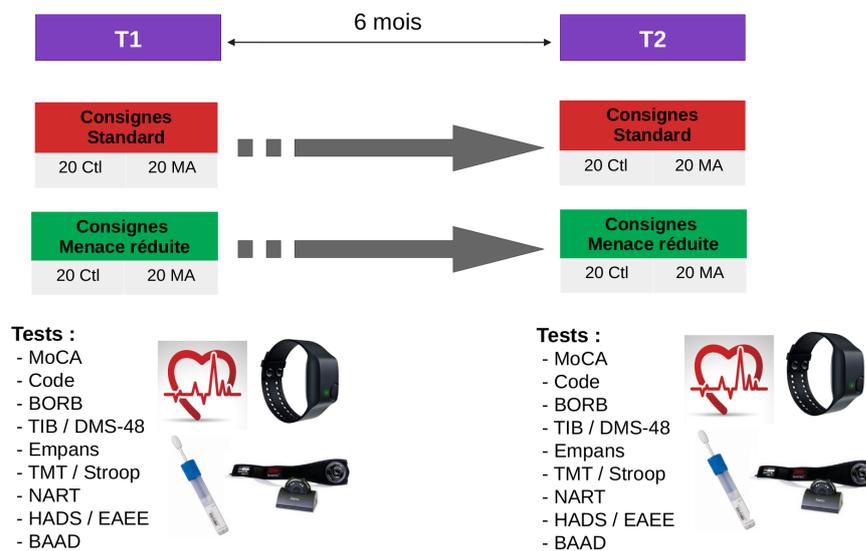


FIGURE 4.12. – Illustration du protocole proposé pour évaluer les effets de la menace du stéréotype dans la maladie d'Alzheimer débutante selon le niveau de stress des patient·e·s. Ctl= âgés contrôles; MA= patients Alzheimer; MoCA= Montréal Cognitive Assessment; BORB= Birmingham Object Recognition Battery; TIB= test d'intégration mnésique; DMS48= Delayed Matching Sample 48; TMT= Trail Making Test; HAD= Hospital Anxiety and Depression; EAEE = Echelle d'Anxiété d'Evaluation Etat; BAAD= Beliefs about aging and Alzheimer Questionnaire.

La subvention obtenue permettra de payer un·e étudiant·e pour effectuer les passations. Le projet n'a malheureusement pas pu démarrer en raison de la longue mise en place de la demande éthique avec le CHU de Clermont-Ferrand. La demande RIPH (Recherches Impliquant la Personne Humaine) de niveau 2 devrait bientôt être soumise à un Comité de Protection des Personnes (CPP).

## 4.5 Publications associées

### 4.5.1 Articles scientifiques

- Dupont-Sévigny, P., Bocti, C., Joannette, M., Lavallée, M.M., Nikelski, J., **Vallet, G. T.**, Chertkow, H., & Joubert, S. (2020). Amyloid burden and white matter hyperintensities mediate age-related cognitive differences. *Neurobiology of Aging*, 86, 16–26. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2019.08.025>
- Joannette, M., Bocti, C., Sévigny-Dupont, P., Lavallée, M.M., Nikelski, J., **Vallet, G. T.**, Chertkow, H., & Joubert, S. (2020). Education as a moderator of the relationship between episodic memory and amyloid load in normal aging. *Journal of Gerontology : Biological Sciences*. <https://doi.org/10.1093/gerona/glz235>
- Bier, N., Bottari, C., **Vallet, G. T.**, Carignan, M., Paquette, G., Brambati, S., ... Rodriguez-blazquez, C. (2019). Posterior cortical atrophy : Impact on daily living activities and exploration of a cognitive rehabilitation approach. *Cogent Psychology*, 6(00), 1–17. <https://doi.org/10.1080/23311908.2019.1634911>
- Drolet, V., **Vallet, G. T.**, Imbeault, H., Lecomte, S., Limoges, F., Joubert, S., & Rouleau, I. (2014). Comparaison des performances à l'épreuve des 15 mots de Rey et au RL/RI 16 dans le vieillissement normal et la démence de type Alzheimer. *Geriatric et Psychologie Neuropsychiatrie du Vieillissement*, 12(2), 218–226. <https://doi.org/10.1684/pnv.2014.0469>
- Joubert, S., **Vallet, G. T.**, Montembeault, M., Boukadi, M., Laforce, R., Rouleau, I., & Brambati, S. M. (2017). Comprehension of concrete and abstract words in the semantic variant of primary progressive aphasia and in Alzheimer's disease : a behavioral and neuroimaging study. *Brain and Language*, 170, 93–102. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2017.04.004>
- **Vallet, G. T.**, Hudon, C., Bier, N., Macoir, J., Versace, R., & Simard, M. (2017). A SEMantic and EPisodic Memory Test (SEMEP) Developed within the Embodied Cognition Framework : Application to Normal Aging, Alzheimer's Disease and Semantic Dementia. *Frontiers in Psychology*, 8, 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01493>
- **Vallet, G. T.**, Rouleau, I., Benoit, S., Langlois, R., Barbeau, E. J., & Joubert, S. (2016). Alzheimer's disease and memory strength : Gradual decline of memory traces as a function of their strength. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 3395, 1–13. <https://doi.org/10.1080/13803395.2016.1147530>
- **Vallet, G. T.**, Hudon, C., Simard, M., & Versace, R. (2013). The disconnection syndrome in the Alzheimer's disease : The cross-modal priming example. *Cortex*, 49, 2402–2415. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2012.10.010>
- **Vallet, G. T.**, Simard, M., Fortin, C., Versace, R., & Mazza, S. (2011). L'altération des connaissances sémantiques est-elle liée à une altération du traitement

perceptif? Étude des atteintes catégories-spécifiques dans la démence sémantique. *Gériatrie et Psychologie Neuropsychiatrie du Vieillissement*, 9(3), 327–335. <https://doi.org/10.1684/pnv.2011.0276>



### 5.1 Rappel de la problématique

Les approches incarnées et situées de la cognition offrent un paradigme scientifique (voir section 1.1.2) permettant d'envisager le fonctionnement cognitif de manière dynamique (Versace et al., 2018). La cognition émergerait alors de l'interaction entre l'individu et son environnement. Les postulats nécessaires à cette émergence placent les composants sensori-moteurs au cœur des représentations mentales (e.g. Brunel et al., 2015) et donnent un rôle central au contexte, qu'il soit interne ou externe à la personne (e.g. Barsalou, Dutriaux, & Scheepers, 2018; Gao, Ping, & Chen, 2019; mais voir Goldman & Vignemont, 2009).

Ces deux éléments font du vieillissement un modèle expérimental tout désigné pour ces approches. En effet, le vieillissement biologique se caractérise par des altérations sensorielles et motrices (e.g. Borzuola et al., 2020; Correia et al., 2016), alors que le statut de personnes âgées est quant à lui très fortement connoté socialement (North & Fiske, 2015). En outre, la prise en charge des personnes âgées, souffrant ou non de troubles cognitifs, apparaît de plus en plus être dans une impasse (e.g. Cummings, 2018; Horr et al., 2015). Le renouveau apporté par un changement paradigmatique pourrait alors ouvrir de nouvelles perspectives cliniques en s'orientant vers des prises en charge plus intégratives (Shetty & Youngberg, 2018). Malgré ce constat, très peu de travaux sont entrepris dans le domaine du vieillissement cognitif incarné (voir Vallet, 2015).

Le travail proposé au sein de cette habilitation à diriger des recherches s'inscrit dans le modèle Act-In (voir section 1.2) et s'est centré autour de trois axes que sont (1) les interactions entre cognition normale et vieillissement normal (Chapitre 2), (2) le vieillissement cognitif normal *per se* (Chapitre 3) et (3) les interactions entre vieillissement normal et les troubles neurocognitifs (Chapitre 4). Le point de départ, fondation essentielle au reste des travaux proposés, fut de mettre à l'épreuve un des postulats fondamentaux des approches incarnées et situées quant à la nature des connaissances (voir section 2.1). Les expérimentations menées corroborent l'hypothèse de connaissances ancrées dans leurs propriétés sensorielles, à la fois chez le jeune adulte en santé et chez les personnes âgées cognitivement saines. Un tel ancrage est le présupposé de liens étroits en perception et mémoire (voir section 2.2) et fait de la force perceptuelle une variable pertinente dans l'étude du langage et des concepts sémantiques (voir section 2.3).

Ces liens prennent aussi une importance particulière dans le vieillissement normal (voir section 3.1). En effet, les altérations sensorielles et perceptives rapportées chez les personnes âgées constitueraient une piste privilégiée d'explication des difficultés mnésiques également présentes dans cette population (section 3.1.1). Ce lien étroit serait tout aussi central dans les troubles neurocognitifs en raison d'une possible déconnexion cérébrale entre les aires corticales dans la MA (voir section 4.1.1) et d'un éventuel déficit d'activation/intégration intra-dimensionnelle (ici visuelle) dans la DS (voir section 4.1.2). Au-delà de ces liens, et de l'illustration de leur importance à travers ces trois axes, une

des principales thèses de ce travail est de défendre l'idée d'une moindre distinctivité cognitive dans le vieillissement cognitif.

## 5.2 Moindre distinctivité cognitive dans le vieillissement

### 5.2.1 Distinctivité et vieillissement normal

L'idée d'une dégradation de l'information dans le vieillissement n'est certainement pas nouvelle, puisque des théories proposant un abaissement du ratio signal sur bruit chez les personnes âgées sont anciennes (e.g. Salthouse & Lichty, 1985) et populaires (voir par ex. le modèle de la neuromodulation, Li, Lindenberger, & Sikström, 2001). Ces travaux partent du traitement physiologique de l'information et généralisent cette dégradation à l'ensemble des processus cognitifs. L'hypothèse défendue dans ce travail propose d'ajouter un niveau plus cognitif à cette dégradation, en considérant le traitement perceptif de haut niveau, en particulier celui des composants visuels.

Ainsi, de nombreux travaux menés depuis les années 2010 indiquent que les personnes âgées sont particulièrement sensibles à la proximité visuelle entre plusieurs stimuli, tant au niveau de la perception (e.g. Scheerer & F Marrone, 2014; Ryan et al., 2012) que de la mémoire (e.g. Burke, Wallace, Nematollahi, Uprety, & Barnes, 2010; Barnes, Burke, & Ryan, 2012). La structure clé qui sous-tendrait ces deux phénomènes serait le cortex périrhinal. Ce dernier est reconnu pour son rôle dans la perception de haut niveau, en particulier pour le traitement des similarités et des caractéristiques visuelles conjointes (*Conjunctive representation*, voir par ex. Bussey & Saksida, 2007; Suzuki, 2009), ainsi que dans la reconnaissance (e.g. Nelson, Olarte-Sánchez, Amin, & Aggleton, 2016; Watson & Lee, 2013). Ce serait l'altération du cortex périrhinal dans le vieillissement normal (e.g. Raz et al., 2005) qui pourrait alors expliquer les difficultés croissantes avec l'âge pour discriminer visuellement deux stimuli proches ou pour les reconnaître ultérieurement (e.g. Burke et al., 2011, 2018).

L'apport des approches incarnées et situées de la cognition est alors de mettre en avant le principe de simulation modale (voir Barsalou et al., 2003). Puisque la perception et la mémoire seraient fonctionnellement équivalentes (voir section 2.2), il est attendu que les mêmes régions cérébrales sous-tendent un traitement perceptif et mnésique similaire. Cette simulation implique que le cortex périrhinal ne traite pas seulement la proximité visuelle pour du matériel visuel, mais que son implication se retrouve pour l'ensemble des stimuli impliquant des propriétés visuelles (Wright, Randall, Clarke, & Tyler, 2015), dont des mots (Liuzzi et al., 2019). Autrement dit, les personnes âgées souffriraient d'une difficulté plus prononcée dans la perception, et par extension dans la simulation, des propriétés visuelles fines. Cette altération qualitative de la représentation se traduirait par un manque de spécificité « épisodique » dans le vieillissement cognitif (voir Greene & Naveh-Benjamin, 2020). Une telle difficulté va bien au-delà de l'altération sensorielle périphérique (vue, audition...), puisqu'elle permet d'expliquer pourquoi l'ensemble des connaissances puisse être touché.

Une altération *seulement* sensorielle ne devrait, en effet, avoir de répercussions que sur les souvenirs formés à partir de cette modalité altérée, alors que ceux plus anciens,

créés sans altération sensorielle, devraient rester préservés. À l'inverse, une hypothèse *centrale*, à travers le principe de simulation modale permet d'expliquer pourquoi l'ensemble des souvenirs émerge de manière dégradée (e.g. McCabe, Roediger III, McDaniel, & Balota, 2009 ; Piolino, Clarys, Tacconat, Isingrini, & Eustache, 2006). Sans contester l'existence d'une dégradation généralisée de l'information dans le vieillissement en raison d'une altération neurophysiologique (e.g. Li & Rieckmann, 2014), l'ajout d'un niveau plus cognitif spécifie quant à lui le tableau observable dans le vieillissement. Ce serait alors la mémoire qui serait particulièrement concernée par cette altération (voir l'hypothèse associative dans le vieillissement, Old & Naveh-Benjamin, 2008). Toutefois, cette particularité ne limite pas la portée cognitive de cette altération, puisque les approches incarnées et situées donnent un rôle central aux connaissances mnésiques dans le fonctionnement cognitif (voir Chapitre 3 de Versace et al., 2018). Par contre, une telle hypothèse pose la question des composants essentiels aux connaissances, puisque ce serait le traitement visuel qui serait concerné. Selon le principe de la force perceptuelle (voir section 2.3), non seulement toutes les connaissances ne reposent pas de manière équivalente sur les différents composants sensori-moteurs, mais cet ancrage peut également varier d'un individu à l'autre (voir Lynott et al., 2020).

Cette hypothèse est également une piste explicative plausible quant à la préservation, voire l'amélioration, du traitement catégoriel chez les personnes âgées (voir Park & Gutchess, 2006). Selon le modèle Act-In, les connaissances émergent selon la dynamique d'activation intra et inter-traces. Si les caractéristiques visuelles sont altérées, il serait cohérent que les traces associées soient moins distinctes les unes des autres (i.e. manque de spécificité), ce qui entraînerait une plus grande activation inter-traces. Par exemple, une tasse à café rouge légèrement ébréchée devrait réactiver moins de traces en mémoire qu'une tasse à café rouge intacte, car cette dernière possède une spécificité visuelle. Si la simulation perceptive est dégradée dans le vieillissement, cette petite particularité visuelle pourrait ne plus être traitée et ce serait donc comme si l'individu percevait une tasse intacte. Logiquement, un individu devrait avoir été davantage confronté à des expériences avec une tasse à café intacte qu'avec une tasse ébréchée. Ainsi, une connaissance plus catégorielle, moins spécifique, émergerait en raison de cette difficulté de simulation visuelle.

Cette hypothèse est au centre du projet ViMaCC, en particulier pour le développement du module de stimulation cognitive (voir section 3.1.2). Elle est également à l'origine du projet de postdoctorat mené au CRIUGM (voir section 3.1.1) et du développement du test de mémoire SEMEP (voir section 4.3.2). Une telle hypothèse est également à même d'être appliquée aux troubles neurocognitifs majeurs, notamment en raison de l'altération des régions périrhinales qui est encore plus prononcée que celle rapportée dans le vieillissement normal (Barense et al., 2010b ; Delhay, Bahri, Salmon, & Bastin, 2019). Ce constat pourrait impliquer un traitement encore moins spécifique dans ces populations.

### 5.2.2 Distinctivité et troubles neurocognitifs

Le modèle Act-In propose de rendre compte de l'émergence des connaissances surtout à partir de la propagation de l'activation en intra- et inter-traces. Le rôle de l'intégra-

tion est alors essentiellement défini lors de la (re-)création des traces. En 2012, nous avons proposé de rendre compte de l'émergence des connaissances surtout selon un principe d'intégration des activations (Vallet et al., 2012a, voir aussi la section 1.2). Cette hypothèse semblait plus à même d'expliquer les déficits observés dans la MA et la DS.

### Maladie d'Alzheimer

Concernant la MA, la difficulté cardinale associée à la maladie est le manque de spécificité dans l'émergence des souvenirs (i.e. atteinte épisodique). Cette spécificité ne semble possible qu'à travers une intégration des différents composants d'un événement afin de conduire à une remémoration (e.g. Schoemaker et al., 2017). L'intégration peut se rapprocher ici du concept d'*unitization* (unification) qui est définie comme la création d'une représentation unifiée à partir d'éléments singuliers de différentes natures (Graf & Schacter, 1989). Ce processus peut être considéré comme une intégration inter-dimensionnelle (par opposition à une intégration intra-dimensionnelle pour la DS). Une étude récente a ainsi montré que les difficultés des personnes souffrant de MA portaient sur l'unification des représentations en lien avec l'altération du cortex périrhinal, mais également des hippocampes (Delhaye et al., 2019). D'ailleurs, ces deux structures joueraient un rôle très particulier dans le traitement visuel (voir Leal & Yassa, 2018) en distinguant les propriétés communes (périrhinal) ou spécifiques (hippocampe).

Les hippocampes apparaissent centraux pour la remémoration et sont très étroitement connectés aux régions adjacentes, dont le cortex périrhinal (Tomparry, Duncan, & Davachi, 2016). Ainsi, les travaux menés dans le vieillissement normal suggèrent que l'intégration des composants visuels, associés à une plus grande activation des hippocampes, mais non des cortex périrhinaux, est essentielle à l'émergence d'une remémoration plutôt qu'une simple familiarité avec l'événement (Memel & Ryan, 2018). Ainsi, les personnes MA souffriraient d'une moins bonne distinctivité perceptive/mnésique, mais l'atteinte caractéristique des hippocampes dans la MA (e.g. Pini et al., 2016) ajouterait une atteinte qualitativement différente de celle rapportée dans le vieillissement. Les patient·e·s MA présentent en effet un déficit dans la remémoration, mais également dans la familiarité des souvenirs (voir Schoemaker, Gauthier, & Pruessner, 2014 pour revue). Cette revue indique que ces deux déficits se retrouveraient aussi majoritairement dans le MCI.

Cette perspective intégrative expliquerait également pourquoi les patient·e·s MA ne bénéficieraient pas de la réduction de l'interférence perceptive, contrairement aux personnes âgées contrôles, alors qu'elles seraient toujours capables de rappeler du matériel simple ne nécessitant pas une intégration spécifique (Kapogiannis & El Haj, 2018). Autrement dit, l'activation serait en partie préservée là où l'intégration serait spécifiquement touchée.

Ce profil est cohérent avec les résultats rapportés dans nos travaux (voir sections 4.2.1, 4.2.2 et 4.3.2). En particulier, une différence qualitative semble bien se dessiner entre l'atteinte mnésique constatée dans le vieillissement normal et la MA. Par exemple, les

personnes souffrant de MA semblent négativement impactées par l'ajout d'une information sensorielle là où les personnes âgées en bénéficient (voir section 4.3.2). Une telle difficulté est également rapportée par d'autres équipes de recherche (Simon, Bastin, Salmon, & Willems, 2018). Quant aux performances des patient·e·s MCI, ils se situeraient quant à elles davantage vers les performances des personnes âgées (section 4.2.1), mais avec une altération qualitative (Fidalgo, Changoor, Page-Gould, Lee, & Barense, 2016) qui s'apparenterait davantage à celle observée dans la MA (section 4.2.2). Selon certaines études en neuroimagerie, l'hippocampe pourrait jouer un rôle plus spécifique dans le traitement des scènes (intégration de multiples dimensions dont celles spatiales) alors que le cortex périrhinal serait impliqué dans le traitement des objets (Barense et al., 2010a ; Burke et al., 2018). Cette différence fait écho aux atteintes de la MA et de la DS plus marquées respectivement pour les hippocampes et les cortex périrhinaux (Lee et al., 2006).

### Démence sémantique

Quant à la DS, l'implication du cortex périrhinal dans les troubles sémantiques a pu être controversée dans les années 2000 (e.g. Murray & Bussey, 1999 ; Simons, Graham, & Hodges, 1999). Toutefois, son implication semble se confirmer depuis les années 2010 (e.g. Davies, Halliday, Xuereb, Kril, & Hodges, 2009) en lien avec le traitement des composants visuels de haut niveau (Barense et al., 2010b ; Price, Bonner, Peelle, & Grossman, 2017). Ainsi, au niveau comportemental, les personnes souffrant de DS présentent un effet inverse de concrétude (voir section 4.1.2). Les connaissances pour les nombres, les verbes et les outils semblent davantage préservées que pour les animaux (Merck et al., 2013), les couleurs (Shebani et al., 2017) ou les autres types d'objets (Silveri, Brita, Liperoti, Piludu, & Colosimo, 2018). Cette dernière étude montre que ce profil est valable pour le début de la maladie puisque lorsque les lésions s'étendent au-delà du lobe temporal des difficultés pour le traitement des outils peuvent apparaître. Ces données sont en accord avec notre hypothèse d'un déficit d'intégration intra-dimensionnelle, ici visuelle, pour le début de la DS (voir Vallet et al., 2011a ; voir aussi Wright et al., 2015). Une telle atteinte expliquerait également les effets d'hyper-amorçage constatés dans cette population (e.g. Laisney et al., 2011) sauf pour la condition visuelle (Merck, Jonin, Laisney, Vichard, & Belliard, 2014).

En résumé, les régions temporales médiales apparaissent comme le dénominateur commun entre ces trois populations. Les personnes âgées présentent une altération du cortex périrhinal par rapport aux jeunes adultes, mais cette atteinte est particulièrement majorée dans les TNC. Les hippocampes seraient plus particulièrement atrophiés dans la MA, alors que ce serait le cortex périrhinal pour la DS. En plus de cette différence quantitative de l'atteinte de ces structures, leurs répercussions, à travers la connectivité structurelle, diffère également (Bejanin et al., 2017).

### 5.3 Défis/projets à venir : donner une place plus centrale au corps

La majorité des travaux publiés et rapportés au sein de cette HDR s'inscrivent dans l'axe 1 et 3, les publications des données dédiées spécifiquement au vieillissement normal

*per se* restent un peu en retrait (voir les publications associées des Chapitres 2, 3 et 4). Ce constat peut s'expliquer par la nécessité de valider certains des postulats centraux aux approches incarnées et situées de la cognition au vieillissement normal et à la recherche d'une possible application de ces approches aux troubles neurocognitifs majeurs (voir Vallet, 2015). Ainsi, les projets en cours et à venir vont tout d'abord se centrer sur le vieillissement cognitif lui-même avec en priorité la publication des travaux déjà menés dans cette perspective. L'objectif sera de défendre cette hypothèse d'une moindre distinctivité dans le vieillissement normal, puis de poursuivre la mise à l'épreuve de cette hypothèse dans le vieillissement normal, mais aussi pathologique.

Cette orientation est essentiellement dans la continuité des travaux effectués durant la thèse de doctorat et le postdoctorat. Néanmoins, l'intégration au LAPSCO et dans l'équipe 3 spécialisée dans le stress a ouvert de nouvelles perspectives qui constituent les principaux axes à venir.

Par définition, les approches incarnées et situées donnent au corps une place centrale dans la cognition. Jusqu'à présent, la majorité des travaux conduits ont abordé cette problématique à travers l'ancrage des connaissances dans les propriétés sensorielles. Ainsi, les aspects corporels demeurent relativement secondaires. Un des prochains défis que nous souhaiterions relever serait d'étudier plus spécifiquement la contribution du fonctionnement physiologique dans le fonctionnement cognitif.

### 5.3.1 Action et motricité, les oubliées ?

Les approches incarnées et situées sont intrinsèquement tournées vers l'action selon un principe de boucle perception-action (e.g. Glenberg, 1997 ; Brouillet, 2020). Cette spécificité de l'incarnation met en avant les capacités d'action des individus selon leur perception (e.g. Coutte, Camus, Heurley, & Brouillet, 2017 ; Wamain, Corveleyn, Ott, & Coello, 2019), mais aussi selon leurs capacités d'action (voir Laitin, Tymoski, Tenhundfeld, & Witt, 2019) dont leurs paramètres physiologiques (Schnall, Zadra, & Proffitt, 2010).

L'ancrage moteur des connaissances a d'ailleurs pu être montré par d'autres chercheurs et chercheuses (e.g. Dutriaux & Gyselinck, 2016), y compris dans le vieillissement (Dutriaux, Nicolas, & Gyselinck, 2020). Cet ancrage est d'autant plus important pour ce travail que la sénescence se caractérise tout autant par des altérations sensorielles que motrices (e.g. Vandervoort, 2002). Ainsi, ce tableau global expliquerait pourquoi les personnes âgées sont « moins incarnées » que les jeunes adultes, dans ce sens qu'elles font moins appel aux informations sensorielles et motrices dans leur traitement cognitif (voir Costello & Bloesch, 2017).

Cet ancrage moteur des représentations semble particulièrement prévalent pour le traitement des verbes dits d'action. Ainsi, le traitement explicite ou implicite de verbes d'action active des régions cérébrales similaires à celles impliquées dans la réalisation de ces actions ou leur imagination (e.g. Pulvermüller & Fadiga, 2015). Par conséquent, une atteinte motrice, telle que retrouvée dans la maladie Parkinson, devrait logiquement se répercuter sur la production, la compréhension ou l'utilisation de verbes d'actions.

(voir Cotelli, Manenti, Brambilla, & Borroni, 2018 ; Gallese & Cuccio, 2018 ; Nisticò et al., 2019 pour revue).

La considération des aspects moteurs et de l'action dans la cognition, et par extension dans le vieillissement cognitif, apparaît donc essentielle (e.g. Hommel & Kibele, 2016), toutefois, de nombreux travaux sur la question existent et dépendent de compétences que nous maîtrisons moins. Nous avons donc fait le choix d'orienter cet axe vers deux thématiques moins explorées que sont la sédentarité et la variabilité de la fréquence cardiaque.

### 5.3.2 Sédentarité et cognition

Le rôle du corps dans la cognition est fréquemment étudiée à travers l'activité physique (voir Audiffren & André, 2019). Ainsi, la pratique d'activité physique est associée à une meilleure performance cognitive (Hötting & Röder, 2013), y compris chez les personnes âgées sans (Kramer & Colcombe, 2018) ou avec trouble cognitif (Jia, Liang, Xu, & Wang, 2019). A l'inverse, les effets du manque d'activation physiologique sur la cognition sont moins connus. Il ne s'agit pas ici de parler d'inactivité physique (voir par ex. Engeroff et al., 2019 pour le vieillissement), mais plutôt de sédentarité (voir section 2.5). Rappelons que la sédentarité doit être dissociée de l'inactivité physique en raison des différences physiologiques associées (Panahi & Tremblay, 2018). Très étudiées au niveau médical, les conséquences psychologiques, dont celles cognitives, demeurent mal comprises (Falck et al., 2017).

Les premières explorations conduites auprès de jeunes adultes indiquent un possible effet délétère de l'accumulation de comportements sédentaires sur le fonctionnement exécutif (ici sur l'inhibition) lorsque le niveau d'activité physique est faible. Ces résultats laissent supposer qu'une plus grande accumulation de comportements sédentaires, notamment avec l'âge, se traduit par des effets plus marqués sur la cognition. Des études dans le monde du travail et dans le vieillissement normal sont donc programmées (voir section 2.5.2).

Une limite importante de ces études tient à leur nature corrélationnelle. Il sera nécessaire d'envisager des études davantage interventionnelles afin de s'assurer d'une possible causalité entre sédentarité et cognition. Une autre piste pertinente serait l'intégration de paramètres physiologiques comme la capacité respiratoire ( $VO_2$ max Ando, Piaggi, Bogardus, & Krakoff, 2019) ou encore la capacité cardiaque (Miyagi, Sasawaki, & Shio-tani, 2019). Les futures études pourront ainsi s'appuyer sur du matériel dédié acquis récemment, comme des actimètres ou des montres mesurant l'activité cardiaque.

### 5.3.3 Variabilité de la fréquence cardiaque et cognition

Ce type de matériel est également au centre du projet ViMaCC pour l'axe 2 et 3 (voir section 3.1.2). Ainsi, l'axe 2 doit aboutir à la création d'exercices de gestion du stress qui sont basés sur la respiration lente et profonde (Russo et al., 2017). Ce type d'exercice est de plus en plus reconnu pour ses effets psychologiques à travers une modulation de l'activité nerveuse parasympathique et de la variabilité de la fréquence cardiaque (voir par ex. Zaccaro et al., 2018 pour une revue systématique). La variabilité de la fréquence cardiaque apparaît justement de plus en plus comme un indicateur

physiologique pertinent dans l'étude de la cognition (voir Forte & Casagrande, 2019 pour une méta-analyse). Ainsi, les études conduites au sein de cet axe 2 viseront à tester le possible impact cognitif de la modulation de la variabilité de la fréquence cardiaque. Une première étude débutée cette année évalue la contribution de cette variabilité dans le traitement émotionnel et mnésique.

Il est également envisagé de donner un rôle central à ce paramètre dans l'axe 3 qui consiste en la validation clinique des modules développés par et pour le logiciel Santé'Up (application développée par E-Ajeo Santé, voir section 3.1.2). Les différents groupes envisagés, qui bénéficieront d'une intervention ciblant l'activité physique et/ou cognitive, auront aussi des exercices de respiration lente et profonde. Parmi les différentes mesures prises, la variabilité de la fréquence cardiaque sera utilisée comme un prédicteur de l'efficacité de ces interventions.

#### 5.3.4 Variabilité de la fréquence cardiaque et stress

La variabilité de la fréquence cardiaque est établie comme un indicateur fiable du niveau de stress physiologique et psychologique d'un individu (voir Kim, Cheon, Bai, Lee, & Koo, 2018 pour une méta-analyse). Cette mesure est ainsi devenue centrale pour le projet MalStress (voir section 4.4) qui vise à évaluer le rôle modérateur, voire médiateur, du stress dans la relation entre la menace du stéréotype et le fonctionnement cognitif de patient·e·s MA débutante. Il est attendu que le stress soit un des facteurs explicatifs des effets délétères de la menace provoquée par les consignes standards d'évaluation de la cognition (et de la mémoire en particulier) sur le niveau de performance cognitive de ces patient·e·s, voire également d'un déclin accéléré. Ce dernier projet fait écho à un deuxième défi pour les années à venir, la prise en compte plus appuyée du contexte, en particulier social, dans le fonctionnement cognitif.

### 5.4 Défis/projets à venir : renforcer la dimension contextuelle

L'ajout de la dimension corporelle dans les travaux en cours et à venir est sans aucun doute un avancement nécessaire à une meilleure compréhension de la cognition selon les approches incarnées et situées (voir Ianì, 2019). Néanmoins, cette considération conduit également à élargir encore davantage le périmètre des recherches en incluant le contexte (e.g. Wilson & Golonka, 2013). Ainsi, et comme l'illustrent les travaux d'Anna Borghi, le corps est non seulement une interface entre la cognition et l'action, mais il joue aussi un rôle central dans les interactions sociales (voir Borghi & Cimatti, 2010 ; Borghi et al., 2019). Parmi ces possibles influences du social sur l'individu, la menace du stéréotype est un des phénomènes les plus étudiés.

#### 5.4.1 Menace du stéréotype

Les effets de ce type de menace sur les performances mnésiques des personnes âgées sont bien établis (Lamont et al., 2015), pourtant il n'existe pas encore d'application au vieillissement pathologique (Régner et al., 2016). Ainsi, le projet MalStress (voir section 4.4) s'inscrit dans la lignée du projet ANR quant à l'étude de l'influence de la menace du stéréotype sur la frontière entre le vieillissement normal et les troubles neurocognitifs. L'objectif principal est d'étudier dans quelle mesure cette menace vient impacter le fonctionnement cognitif des patient·e·s MA. L'intérêt de ce projet est alors

d'articuler comment des modifications physiologiques, à travers la question du stress, viennent modifier ou prédire un phénomène social, ici la menace du stéréotype.

Sans aller dans le vieillissement pathologique, une étude appliquée au vieillissement normal a également été entamée pour tester des effets plus qualitatifs de cette menace sur les erreurs de mémoire (voir section 3.2). Toutefois, les résultats ne sont pour le moment pas interprétables en raison de l'absence, a priori, d'une menace effective. Ce constat pourrait renvoyer à la complexité du phénomène de par les nombreux facteurs influençant la survenue et l'intensité de cette menace (e.g. Hess et al., 2009). Ainsi, l'étude de la menace du stéréotype révèle une partie de la complexité de la prise en compte du contexte social dans le fonctionnement cognitif. Il semble essentiel de mieux contrôler le contexte de passation (Shewach, Sackett, & Quint, 2019), puisque des passations à domicile sont certainement moins menaçantes que celles réalisées en laboratoire (e.g. Schlemmer & Desrichard, 2018). De même, l'évaluation de l'âge subjectif (Marquet et al., 2019) pourrait être un indicateur de l'internalisation de la menace qui pourrait avoir un effet plus anxiogène (e.g. Bouazzaoui et al., 2020). Cette question de l'internalisation de la menace peut être rapprochée de l'autostigmatisation qui peut survenir avec l'âgisme (Nelson, 2005 ; Sargent-Cox, 2017).

#### 5.4.2 Âgisme

Les conséquences sociales de l'âgisme vont au-delà du périmètre de ce travail (voir Swift, Abrams, Lamont, & Drury, 2017). Par contre, les répercussions sanitaires et psychologiques (voir Adam et al., 2013) rejoignent les axes 2 et 3 de cette HDR. Ainsi, il nous apparaît essentiel de lutter contre l'âgisme, tant au niveau pédagogique dans les enseignements en psychologie qu'en recherche pour développer et éprouver des interventions pour lutter contre ce phénomène (voir section 3.3).

Les projets dans ce domaine viennent d'être entrepris. Toutefois, l'enthousiasme des équipes du centre Bien-Vieillir de Clermont-Ferrand ainsi que l'intérêt suscité par ces projets au niveau de la fédération de ces centres sont très encourageants. De par l'internalisation possible de ces représentations, l'étude de l'âgisme rejoint celle de la menace du stéréotype. Il est probable qu'une partie des facteurs impliqués dans l'une de ces problématiques soit commune à l'autre. Travailler sur cette thématique revêt alors un intérêt scientifique tout autant que militant.

#### 5.4.3 Axe transversal cognition incarnée et socialement située

Notre manque d'expertise dans le domaine de la psychologie sociale pourrait constituer une limite importante quand à la bonne réalisation des projets évoqués dans ce défi. Néanmoins, le LAPSCO étant un laboratoire de psychologie sociale et cognitive, de nombreux chercheurs et chercheuses de la structure possèdent cette expertise. Les collaborations engagées avec ces membres assurent donc la viabilité des projets et offrent de nouveaux regards, cognitif ou social, sur des problématiques fondamentales ou cliniques en lien avec le vieillissement.

C'est ainsi une excellente opportunité pour mettre en place des échanges scientifiques enrichissants et fructueux. Cette démarche a donc été poursuivie et devrait aboutir à la mise en place d'un nouvel axe transversal pour le laboratoire, axe proposé pour le

prochain quadriennal. Cet axe, « cognition incarnée et socialement située », devrait favoriser la mise en place de collaborations entre chercheurs/chercheuses afin de conduire des travaux expérimentaux originaux et innovants. Alors qu'une partie non négligeable des travaux menés en psychologie sociale semble faire naturellement écho aux approches incarnées et situées (voir Chapitre 4 de Versace et al., 2018), une des critiques majeures de cette application reste le manque de modèles théoriques forts (voir Lakens, 2014). L'ambition d'un tel axe est d'offrir un espace de réflexion et un cadre théorique étendu afin de tendre vers un ou des modèles théoriques intégrant pleinement les différentes dimensions/champs de la psychologie. L'organisation actuelle du LAPSCO en trois équipes apparaît particulièrement adéquate pour articuler des travaux empiriques intégrant nativement des aspects de psychologie cognitive (équipe 1), de psychologie sociale (équipe 2) et de santé (équipe 3).

## 5.5 Conclusion

Ce travail d'habilitation à diriger des recherches demeure modeste de part sa contribution quantitative à la littérature scientifique qui est particulièrement conséquente dans le domaine de la psychologie. Le nombre de publications concernant la mémoire ou le vieillissement cognitif est extrêmement élevé, et, comme souligné dans l'introduction générale, le nombre même d'articles s'inscrivant dans une approche incarnée connaît une croissance quasi exponentielle. Toutefois, la contribution théorique se veut originale, innovante et nouvelle. En effet, les travaux portant spécifiquement sur le vieillissement dans une perspective incarnée et située sont quant à eux rares et même extrêmement rare pour le vieillissement normal.

Nous espérons que l'ensemble des résultats rapportés dans ce document convaincra, si nécessaire, le lecteur de la pertinence et de la richesse d'une telle problématique. Ces travaux ne sont qu'au début d'un mouvement qui pourrait, voire devrait, prendre de l'ampleur dans les années à venir en raison (1) du vieillissement démographique mondial (2) des enjeux sanitaires, économiques, mais aussi sociétaux qui y sont associés et (3) du manque de perspectives cliniques quant à la prise en charge de ces personnes, en particulier celles connaissant un vieillissement cognitif pathologique.

Nous sommes également convaincus que ce travail s'inscrit dans une évolution scientifique plus globale, qui va au-delà de la question paradigmatique des approches incarnées ou non de la cognition. L'accumulation des connaissances scientifiques, couplée à l'essor de modèles théoriques de plus en plus précis, permet de complexifier notre approche de l'esprit humain. Cette complexité passe par la prise en compte simultanée d'un nombre croissant de facteurs. Ainsi, il semble de plus en plus absurde d'étudier une fonction cognitive indépendamment des autres ou du contexte. En ce sens, les approches incarnées et situées pourraient constituer un cadre théorique particulièrement adéquat puisqu'elles intègrent, par nature, ce côté multidimensionnel, contextuel et dynamique de la cognition.

L'évolution des travaux conduits jusqu'à présent et de ceux envisagés à l'avenir reflète cette montée en complexité avec une ouverture sur la dimension corporelle et le contexte

social en plus de la défense d'une hypothèse d'une moindre distinctivité cognitive dans le vieillissement. Ces axes ne sont pas voués à rester indépendants les uns des autres et trouvent des problématiques regroupant ces enjeux. Ainsi, nous co-portons avec Benjamin Boller un projet franco-qubécois sur les effets cognitifs de la prise de retraite. Plusieurs études ont pu rapporter un impact négatif de la retraite sur le fonctionnement cognitif (e.g. Bonsang et al., 2012; Mazzonna & Peracchi, 2017), même si les capacités cognitives de certains retraités demeurent équivalentes à celles de travailleurs de même âge. Cette différence pourrait provenir du type d'activité, stimulant cognitivement ou non (Fisher et al., 2014), ou encore d'autres facteurs comme l'activité physique et les relations sociales (Amano, Park, & Morrow-Howell, 2018).

Un plan transversal puis longitudinal a été proposé afin d'étudier de manière multifactorielle cet impact. Ce projet de recherche visera alors à étudier 1) le lien entre l'état des capacités cognitives avant la prise de retraite et la planification des activités occupationnelles à la retraite, 2) le lien entre l'état du fonctionnement cognitif à la retraite, la sédentarité et la pratique d'activités occupationnelles cognitivement stimulantes, 3) les effets de la prise de retraite sur les capacités cognitives en considérant le rôle du stress et 4) les effets de caractéristiques culturelles et de politiques publiques en termes de retraite (Québec vs. France) sur ces capacités.

En conclusion, nous espérons que cette synthèse, intitulée « Une approche incarnée et située du vieillissement cognitif » aura permis d'illustrer la pertinence, voire la nécessité, de suivre une approche du vieillissement selon une perspective incarnée et située. Les travaux effectués et planifiés s'inscrivent dans une approche de plus en plus holistique du fonctionnement cognitif, en particulier de la personne âgée. Ce choix de population répond à des raisons théoriques, mais aussi à des enjeux sociétaux et sanitaires. Les recherches menées se veulent ainsi engagées afin de lutter contre cette vision purement décliniste du vieillissement et afin d'aboutir à des prises en charge globales de la personne en prenant en compte non seulement les spécificités cognitives de ces personnes, mais également les capacités physiques, leur état santé physique et psychologique ainsi que leur situation sociale et leurs représentations d'eux-mêmes.



## Références

- Adam, S., Joubert, S., & Missotten, P. (2013). L'âgisme et le jeunisme : conséquences trop méconnues par les cliniciens et chercheurs! *Revue de Neuropsychologie*, *5*, 4–8. <https://doi.org/10.1684/nrp.2013.0248>
- Adam, S., Missotten, P., Flamion, A., Marquet, M., Clesse, A., Piccard, S., ... Schroyen, S. (2017). Vieillir en bonne santé dans une société âgiste. *Neurologie-Psychiatrie-Gériatrie*, *17*(102), 389–398. <https://doi.org/10.1016/j.npg.2017.05.001>
- Allan, L. J., & Johnson, J. A. (2009). Undergraduate attitudes toward the elderly : The role of knowledge, contact and aging anxiety. *Educational Gerontology*, *35*(1), 1–14. <https://doi.org/10.1080/03601270802299780>
- Amano, T., Park, S., & Morrow-Howell, N. (2018). The association between cognitive impairment and patterns of activity engagement among older adults. *Research on Aging*, *40*(7), 645–667. <https://doi.org/10.1177/0164027517728553>
- Amsel, B. D., Urbach, T. P., & Kutas, M. (2014). Empirically grounding grounded cognition : The case of color. *NeuroImage*. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.05.025>
- Anderson, J. A., Rosenfeld, E., & Pellionisz, A. (1988). Neurocomputing. In J. A. Anderson, A. Pellionisz, & E. Rosenfeld (Eds.), *Neurocomputing : Foundations of research* (pp. 673–695).
- Ando, T., Piaggi, P., Bogardus, C., & Krakoff, J. (2019). VO2max is associated with measures of energy expenditure in sedentary condition but does not predict weight change. *Metabolism*, *90*, 44–51. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2018.10.012>
- Armstrong, B., Gallant, S. N., Li, L., Patel, K., & Wong, B. I. (2017). Stereotype threat effects on older adults' episodic and working memory : A meta-analysis. *The Gerontologist*, *57*, 193–205. <https://doi.org/10.1093/geront/gnx056>
- Arnold, S. E., Hyman, B. T., Flory, J., Damasio, A. R., & Van Hoesen, G. W. (1991). The topographical and neuroanatomical distribution of neurofibrillary tangles and neuritic plaques in the cerebral cortex of patients with alzheimer's disease. *Cerebral Cortex*, *1*(1), 103–116. <https://doi.org/10.1093/cercor/1.1.103>
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory : A proposed system and its control processes. In K. Spence & J. Spence (Eds.), *The psychology of learning and*

*motivation : Advances in research and theory* (Vol. 2, pp. 89–195). New-York : Academic Press.

Audiffren, M., & André, N. (2019). The exercise-cognition relationship : A virtuous circle. *Journal of Sport and Health Science*, 8, 339–347. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2019.03.001>

Ballard, C. G., Gauthier, S., Corbett, A., Brayne, C., Aarsland, D., & Jones, E. (2011). Alzheimer's disease. *Lancet*, 377(9770), 1019–1031. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)61349-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)61349-9)

Balota, D. A., Watson, J. M., Duchek, J. M., & Ferraro, F. R. (1999). Cross-modal semantic and homograph priming in healthy young, healthy old, and in Alzheimer's disease individuals. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 5, 626–640. <https://doi.org/10.1017/S1355617799577060>

Baltes, P. B., & Lindenberger, U. (1997). Emergence of a powerful connection between sensory and cognitive functions across the adult life span : A new window to the study of cognitive aging? *Psychology and Aging*, 12, 12–21.

Barbeau, E. J., Didic, M., Tramonì, E., Felician, O., Joubert, S., Sontheimer, A., ... Poncet, M. (2004). Evaluation of visual recognition memory in MCI patients. *Neurology*, 62(8), 1317–1322. <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000120548.24298.db>

Barber, S. J. (2017). An Examination of Age-Based Stereotype Threat About Cognitive Decline : Implications for Stereotype-Threat Research and Theory Development. *Perspectives on Psychological Science*, 12(1), 62–90. <https://doi.org/10.1177/1745691616656345>

Barensè, M. D., Henson, R. N., Lee, A. C., & Graham, K. S. (2010a). Medial temporal lobe activity during complex discrimination of faces, objects, and scenes : Effects of viewpoint. *Hippocampus*, 20(3), 389–401.

Barensè, M. D., Rogers, T. T., Bussey, T. J., Saksida, L. M., & Graham, K. S. (2010b). Influence of conceptual knowledge on visual object discrimination : Insights from Semantic Dementia and MTL amnesia. *Cerebral Cortex*, 20, 2568–2582. <https://doi.org/10.1002/hipo.20641>

Barnes, C. A., Burke, S. N., & Ryan, L. (2012). Characterizing cognitive aging of recognition memory and related processes in animal models and in humans. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 4, 15. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2012.00015>

Barsalou, L. W. (1999). Perceptual symbol systems. *The Behavioral and Brain Sciences*, 22, 577–609. <https://doi.org/10.1017/S0140525X99002149>

Barsalou, L. W. (2008). Grounded cognition. *Annual Review of Psychology*, 59, 617–645. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.59.103006.093639>

Barsalou, L. W. (2015). Situated conceptualization : Theory and applications. In *Perceptual and emotional embodiment* (pp. 19–45). Routledge.

- Barsalou, L. W., Dutriaux, L., & Scheepers, C. (2018). Moving beyond the distinction between concrete and abstract concepts. *Philosophical Transactions of the Royal Society B : Biological Sciences*, *373*(1752), 20170144. <https://doi.org/10.1098/rstb.2017.0144>
- Barsalou, L. W., Kyle Simmons, W., Barbey, A. K., & Wilson, C. D. (2003). Grounding conceptual knowledge in modality-specific systems. *Trends in Cognitive Sciences*, *7*(2), 84–91. Retrieved from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1364661302000293>
- Bastin, C., Delhaye, E., Moulin, C., & Barbeau, E. (2019). Novelty processing and memory impairment in Alzheimer’s disease : A review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2019.02.021>
- Bault, N., Chambon, V., Maïonchi-Pino, N., Pénicaud, F., Putois, B., Roy, J., & others. (2011). *Peut-on se passer de représentations en sciences cognitives ?* BruxellesDe Boeck9782804163877.
- Bechtel, W. (2013). *Philosophy of mind : An overview for cognitive science*. Psychology Press.
- Bejanin, A., Desgranges, B., La Joie, R., Landeau, B., Perrotin, A., Mézenge, F., ... Chételat, G. (2017). Distinct white matter injury associated with medial temporal lobe atrophy in Alzheimer’s versus semantic dementia. *Human Brain Mapping*, *38*(4), 1791–1800. <https://doi.org/10.1002/hbm.23482>
- Blajenkova, O., Kozhevnikov, M., & Motes, M. A. (2006). Object-spatial imagery : A new self-report imagery questionnaire. *Applied Cognitive Psychology*, *20*(2), 239–263. <https://doi.org/10.1002/acp.1182>
- Blough, J., & Loprinzi, P. D. (2018). Experimentally investigating the joint effects of physical activity and sedentary behavior on depression and anxiety : A randomized controlled trial. *Journal of Affective Disorders*, *239*, 258–268. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2018.07.019>
- Bon, L., Belliard, S., Eustache, F., & Desgranges, B. (2009a). Behavioural egocentrism in semantic dementia : Effect of deficits in theory of mind or cognitive egocentrism? *Revue de Neuropsychologie*, *1*(2), 133–149.
- Bon, L., Belliard, S., Eustache, F., & Desgranges, B. (2009b). L’égocentrisme comportemental dans la démence sémantique : Conséquence d’un trouble de la théorie de l’esprit et/ou de l’égocentrisme cognitif? *Revue de Neuropsychologie*, *1*(2), 133–149.
- Bonin, P., Méot, A., Ferrand, L., & Bugäiska, A. (2015). Sensory experience ratings (SERs) for 1,659 French words : Relationships with other psycholinguistic variables and visual word recognition. *Behavior Research Methods*, *47*(3), 813–825. <https://doi.org/10.3758/s13428-014-0503-x>
- Bonner, M. F., Vesely, L., Price, C., Anderson, C., Richmond, L., Farag, C., ... Grossman, M. (2009). Reversal of the concreteness effect in semantic dementia. *Cognitive Neuropsychology*, *26*(6), 568–579. <https://doi.org/10.1080/02643290903512305>

- Bonsang, E., Adam, S., & Perelman, S. (2012). Does retirement affect cognitive functioning? *Journal of Health Economics*, *31*(3), 490–501. <https://doi.org/10.1016/j.jhealeco.2012.03.005>
- Borghini, A. M., Barca, L., Binkofski, F., Castelfranchi, C., Pezzulo, G., & Tummolini, L. (2019). Words as social tools : Language, sociality and inner grounding in abstract concepts. *Physics of Life Reviews*, *29*, 120–153. <https://doi.org/10.1016/j.plrev.2018.12.001>
- Borghini, A. M., & Cimatti, F. (2010). Embodied cognition and beyond : Acting and sensing the body. *Neuropsychologia*, *48*(3), 763–773. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.10.029>
- Borzuola, R., Giombini, A., Torre, G., Campi, S., Albo, E., Bravi, M., ... Macaluso, A. (2020). Central and peripheral neuromuscular adaptations to ageing. *Journal of Clinical Medicine*, *9*(3), E741. <https://doi.org/10.3390/jcm9030741>
- Bouazzaoui, B., Fay, S., Guerrero-Sastoque, L., Semaine, M., Isingrini, M., & Taconnat, L. (2020). Memory age-based stereotype threat : Role of locus of control and anxiety. *Experimental Aging Research*, *46*(1), 39–51. <https://doi.org/10.1080/0361073X.2019.1693009>
- Bouazzaoui, B., Follenfant, A., Ric, F., Fay, S., Croizet, J.-C., Atzeni, T., & Taconnat, L. (2016). Ageing-related stereotypes in memory : When the beliefs come true. *Memory*, *24*(5), 659–668. <https://doi.org/10.1080/09658211.2015.1040802>
- Bramão, I., Karlsson, A., & Johansson, M. (2017). Mental reinstatement of encoding context improves episodic remembering. *Cortex*, *94*, 15–26. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2017.06.007>
- Brouillet, D. (2020). Enactive memory. *Frontiers in Psychology*, *11*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00114>
- Brouillet, D., & Versace, R. (2019). The nature of the traces and the dynamics of memory. *Psychology and Behavioral Sciences*, *8*(6), 151.
- Brunel, L., Goldstone, R. L., Vallet, G. T., Riou, B., & Versace, R. (2013). When seeing a dog activates the bark : Multisensory generalization and distinctiveness effects. *Experimental Psychology*, *60*, 100–112. <https://doi.org/10.1027/1618-3169/a000176>
- Brunel, L., Labeye, E., Lesourd, M., & Versace, R. (2009). The sensory nature of episodic memory : Sensory priming effects due to memory trace activation. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory and Cognition*, *35*, 1081–1088. <https://doi.org/10.1037/a0015537>
- Brunel, L., Lesourd, M., Labeye, E., & Versace, R. (2010). The sensory nature of knowledge : Sensory priming effects in semantic categorization. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *63*, 955–964. <https://doi.org/10.1080/17470210903134369>
- Brunel, L., Vallet, G. T., Riou, B., Rey, A., & Versace, R. (2015). Grounded conceptual

knowledge : Emergence from sensorimotor interactions. In Y. Coello & M. Fischer (Eds.), *Conceptual and interactive embodiment : Foundations of embodied cognition* (Vol. 2, pp. 108–124). <https://doi.org/10.4324/9781315751962>

Budson, A., Wolk, D., Chong, H., & Waring, J. (2006). Episodic memory in Alzheimer's disease : separating response bias from discrimination. *Neuropsychologia*, *44*, 2222–2232. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.05.024>

Burianova, H., McIntosh, A. R., & Grady, C. L. (2010). A common functional brain network for autobiographical, episodic, and semantic memory retrieval. *Neuroimage*, *49*(1), 865–874. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.08.066>

Burke, S. N., Gaynor, L. S., Barnes, C. A., Bauer, R. M., Bizon, J. L., Roberson, E. D., & Ryan, L. (2018). Shared Functions of Perirhinal and Parahippocampal Cortices : Implications for Cognitive Aging. *Trends in Neurosciences*, *41*(6), 349–359. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2018.03.001>

Burke, S. N., Wallace, J. L., Hartzell, A. L., Nematollahi, S., Plange, K., & Barnes, C. A. (2011). Age-associated deficits in pattern separation functions of the perirhinal cortex : A cross-species consensus. *Behavioral Neuroscience*, *125*(6), 836–847. <https://doi.org/10.1037/a0026238>

Burke, S. N., Wallace, J. L., Nematollahi, S., Uprety, A. R., & Barnes, C. A. (2010). Pattern separation deficits may contribute to age-associated recognition impairments. *Behavioral Neuroscience*, *124*(5), 559. <https://doi.org/10.1037/a0020893>

Burnside, K., Hope, C., Gill, E., & Morcom, A. M. (2017). Effects of perceptual similarity but not semantic association on false recognition in aging. *PeerJ*, *5*, e4184. <https://doi.org/10.7717/peerj.4184>

Buschke, H. (1984). Cued recall in amnesia. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *6*, 433–440.

Buschke, H. (2014). Rationale of the memory binding test. In L. G. Nilsson & N. Ohta (Eds.), *Dementia and memory* (pp. 69–85). Psychology Press.

Buschke, H., Mowrey, W. B., Ramratan, W. S., Zimmerman, M. E., Loewenstein, D. A., Katz, M. J., & Lipton, R. B. (2017). Memory binding test distinguishes amnesic mild cognitive impairment and dementia from cognitively normal elderly. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *32*(1), 29–39. <https://doi.org/10.1093/arclin/acw083>

Bussey, T. J., & Saksida, L. M. (2007). Memory, perception, and the ventral visual-perirhinal-hippocampal stream : Thinking outside of the boxes. *Hippocampus*, *908*, 898–908. <https://doi.org/10.1002/hipo>

Bussey, T. J., Saksida, L. M., & Murray, E. A. (2002). Perirhinal cortex resolves feature ambiguity in complex visual discriminations. *The European Journal of Neuroscience*, *15*, 365–374. <https://doi.org/10.1046/j.0953-816x.2001.01851.x>

Butler, R. N. (1969). Age-ism : another form of bigotry. *The Gerontologist*, 9, 243–246. [https://doi.org/doi:10.1093/geront/9.4\\_Part\\_1.243](https://doi.org/doi:10.1093/geront/9.4_Part_1.243)

Capitani, E., Laiacona, M., Mahon, B., & Caramazza, A. (2003). What are the facts of semantic category-specific deficits? A critical review of the clinical evidence. *Cognitive Neuropsychology*, 20, 213–261. <https://doi.org/10.1080/02643290244000266>

Carlesimo, G. A., Fadda, L., Bonci, A., & Caltagirone, C. (1993). Differential rates of forgetting from long-term memory in Alzheimer's and multi-infarct dementia. *International Journal of Neuroscience*, 73(1-2), 1–11.

Cavayas, M., Raffard, S., & Gély-Nargeot, M.-C. (2012). Stigmatisation dans la maladie d'Alzheimer, une revue de la question. *Gériatrie et Psychologie Neuropsychiatrie Du Vieillessement*, 10(3), 297–305.

Cavazzana, A., Röhrborn, A., Garthus-Niegel, S., Larsson, M., Hummel, T., & Croy, I. (2018). Sensory-specific impairment among older people. An investigation using both sensory thresholds and subjective measures across the five senses. *PloS One*, 13(8), e0202969. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202969>

Chater, N. (2003). How much can we learn from double dissociations? *Cortex*, 39, 167–169. [https://doi.org/10.1016/s0010-9452\(08\)70093-5](https://doi.org/10.1016/s0010-9452(08)70093-5)

Chedid, G., Brambati, S., Bedetti, C., Rey, A., Wilson, M., & . (2019). Visual and auditory perceptual strength norms for 3,596 French nouns and their relationship with other psycholinguistic variables. *Behavior Research Methods*, 51, 2094–2105. <https://doi.org/10.3758/s13428-019-01254-w>

Chen, Y.-C., & Spence, C. (2017). Assessing the role of the 'unity assumption' on multisensory integration : A review. *Frontiers in Psychology*, 8, 445. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00445>

Chen, Y.-C., & Spence, C. (2018). Dissociating the time courses of the cross-modal semantic priming effects elicited by naturalistic sounds and spoken words. *Psychonomic Bulletin & Review*, 25(3), 1138–1146. <https://doi.org/10.3758/s13423-017-1324-6>

Cherdiou, M., Versace, R., Rey, A., Vallet, G., & Mazza, S. (2018). Sleep on your memory traces : How sleep effects can be explained by Act-In, a functional memory model. *Sleep Medicine Reviews*, 39, 155–163. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2017.09.001>

Clark, A. (1999). An embodied cognitive science? *Trends in Cognitive Sciences*, 3(9), 345–351. [https://doi.org/10.1016/s1364-6613\(99\)01361-3](https://doi.org/10.1016/s1364-6613(99)01361-3)

Connell, L., & Lynott, D. (2012). Strength of perceptual experience predicts word processing performance better than concreteness or imageability. *Cognition*, 125(3), 452–465. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2012.07.010>

Connell, L., & Lynott, D. (2014). I See/Hear what you mean : Semantic activation in visual word recognition depends on perceptual attention. *Journal of Experimental*

*Psychology : Human Perception and Performance*, 143, 527–533. <https://doi.org/10.1037/a0034626>

Connell, L., Lynott, D., & Banks, B. (2018). Interoception : The forgotten modality in perceptual grounding of abstract and concrete concepts. *Philosophical Transactions of the Royal Society B : Biological Sciences*, 373(1752), 1–9. <https://doi.org/10.1098/rstb.2017.0143>

Conway, A. R., Kane, M. J., Bunting, M. F., Hambrick, D. Z., Wilhelm, O., & Engle, R. W. (2005). Working memory span tasks : A methodological review and user's guide. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12(5), 769–786.

Correia, C., Lopez, K. J., Wroblewski, K. E., Huisingh-Scheetz, M., Kern, D. W., Chen, R. C., ... Pinto, J. M. (2016). Global sensory impairment in older adults in the United States. *Journal of the American Geriatrics Society*, 64(2), 306–313. <https://doi.org/10.1111/jgs.13955>

Cosco, T. D., Prina, A. M., Perales, J., Stephan, B. C., & Brayne, C. (2014). Operational definitions of successful aging : A systematic review. *International Psychogeriatrics*, 26(3), 373–381.

Costello, M. C., & Bloesch, E. K. (2017). Are older adults less embodied? A review of age effects through the lens of embodied cognition. *Frontiers in Psychology*, 8, 267. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00267>

Cotelli, M., Manenti, R., Brambilla, M., & Borroni, B. (2018). The role of the motor system in action naming in patients with neurodegenerative extrapyramidal syndromes. *Cortex*, 100, 191–214. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2017.05.011>

Cousins, K. A., Ash, S., Olm, C. A., & Grossman, M. (2018). Longitudinal changes in semantic concreteness in semantic variant Primary Progressive Aphasia (svPPA). *eNeuro*, 5(6). <https://doi.org/10.1523/eneuro.0197-18.2018>

Cousins, K. A., York, C., Bauer, L., & Grossman, M. (2016). Cognitive and anatomic double dissociation in the representation of concrete and abstract words in semantic variant and behavioral variant frontotemporal degeneration. *Neuropsychologia*. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2016.02.025>

Coutte, A., Camus, T., Heurley, L., & Brouillet, D. (2017). Integration of action and size perception through practice. *Perception*, 46(10), 1194–1201. <https://doi.org/10.1177/0301006617715378>

Craik, F. I. M. (1979). Human memory. *Annual Review of Psychology*, 30, 63–102.

Crocco, E., Curiel, R. E., Acevedo, A., Czaja, S. J., & Loewenstein, D. A. (2014). An evaluation of deficits in semantic cueing and proactive and retroactive interference as early features of Alzheimer's disease. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, 22(9), 889–897. <https://doi.org/10.1016/j.jagp.2013.01.066>

Crutch, S. J., Troche, J., Reilly, J., & Ridgway, G. R. (2013). Abstract conceptual fea-

ture ratings : the role of emotion, magnitude, and other cognitive domains in the organization of abstract conceptual knowledge. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7(May), 186. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00186>

Crutch, S. J., & Warrington, E. K. (2005). Abstract and concrete concepts have structurally different representational frameworks. *Brain*, 128(3), 615–627. <https://doi.org/10.1093/brain/awh349>

Crutch, S. J., & Warrington, E. K. (2010). The differential dependence of abstract and concrete words upon associative and similarity-based information : Complementary semantic interference and facilitation effects. *Cognitive Neuropsychology*, 27(1), 46–71. <https://doi.org/10.1080/02643294.2010.491359>

Cuddy, A. J., Fiske, S. T., & Glick, P. (2008). Warmth and competence as universal dimensions of social perception : The stereotype content model and the BIAS map. *Advances in Experimental Social Psychology*, 40, 61–149. [https://doi.org/10.1016/s0065-2601\(07\)00002-0](https://doi.org/10.1016/s0065-2601(07)00002-0)

Cummings, J. (2018). Lessons learned from alzheimer disease : Clinical trials with negative outcomes. *Clinical and Translational Science*, 11(2), 147–152.

Damasio, A. R. (1989). The brain binds entities and events by multiregional activation from convergence zones. *Neural Computation*, 1, 123–132. <https://doi.org/10.1162/neco.1989.1.1.123>

Davidson, R. J. (2000). Cognitive neuroscience needs affective neuroscience (and vice versa). *Brain and Cognition*, 42(1), 89–92.

Davies, R. R., Halliday, G. M., Xuereb, J. H., Kril, J. J., & Hodges, J. R. (2009). The neural basis of semantic memory : Evidence from semantic dementia. *Neurobiology of Aging*, 30(12), 2043–2052. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2008.02.005>

Delbeuck, X., Collette, F., & Van der Linden, M. (2007). Is Alzheimer’s disease a disconnection syndrome ? Evidence from a crossmodal audio-visual illusory experiment. *Dementia*, 45(14), 3315–3323. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2007.05.001>

Delbeuck, X., Van der Linden, M., & Collette, F. (2003). Alzheimer’s Disease as a Disconnection Syndrome ? *Neuropsychology Review*, 13(2), 79–92. <https://doi.org/10.1023/A:1023832305702>

Delhaye, E., Bahri, M. A., Salmon, E., & Bastin, C. (2019). Impaired perceptual integration and memory for unitized representations are associated with perirhinal cortex atrophy in Alzheimer’s disease. *Neurobiology of Aging*, 73, 135–144. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2018.09.021>

Delis, D. C. (2000). *California verbal learning test*. San Antonio, TX :Psychological Corp.

Desrichard, O., & Köpetz, C. (2005). A threat in the elder : The impact of task-instructions, self-efficacy and performance expectations on memory performance in

the elderly. *European Journal of Social Psychology*, 35(4), 537–552. <https://doi.org/10.1002/ejsp.249>

Devitt, A. L., & Schacter, D. L. (2016). False memories with age : neural and cognitive underpinnings. *Neuropsychology*. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2016.08.030>

Didic, M., Felician, O., Barbeau, E. J., Mancini, J., Latger-Florence, C., Tramon, E., & Ceccaldi, M. (2013). Impaired visual recognition memory predicts Alzheimer’s disease in amnesic mild cognitive impairment. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 35(5-6), 291–299. <https://doi.org/10.1159/000347203>

Drolet, V., Vallet, G. T., Imbeault, H., Lecomte, S., Limoges, F., Joubert, S., & Rouleau, I. (2014). Comparaison des performances à l’épreuve des 15 mots de Rey et au RL/RI 16 dans le vieillissement normal et la démence de type Alzheimer. *Gériatrie et Psychologie Neuropsychiatrie Du Vieillissement*, 12(2), 218–226. <https://doi.org/10.1684/pnv.2014.0469>

Dunn, J. C. (2003). The elusive dissociation. *Cortex*, 39, 177–179. [https://doi.org/10.1016/s0010-9452\(08\)70096-0](https://doi.org/10.1016/s0010-9452(08)70096-0)

Dupont-Sévigny, P., Bocti, C., Joannette, M., Lavallée, M., Nikelski, J., Vallet, T., G., ... Joubert, S. (2020). Amyloid burden and white matter hyperintensities mediate age-related cognitive differences. *Neurobiology of Aging*, 86, 16–26. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2019.08.025>

Dutriaux, L., & Gyselinck, V. (2016). Learning is better with the hands free : The role of posture in the memory of manipulable objects. *PloS One*, 11(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159108>

Dutriaux, L., Nicolas, S., & Gyselinck, V. (2020). Aging and posture in the memory of manipulable objects. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 1–11. <https://doi.org/10.1080/13825585.2019.1708252>

Ebaid, D., & Crewther, S. G. (2019). Visual information processing in young and older adults. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 11, 116. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2019.00116>

Eichenbaum, H. (2017). On the integration of space, time, and memory. *Neuron*, 95(5), 1007–1018. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2017.06.036>

El Haj, M., & Antoine, P. (2018). Context memory in Alzheimer’s disease : The “who, where, and when”. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 33(2), 158–167.

El Haj, M., & Kessels, R. P. (2013). Context memory in Alzheimer’s disease. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders Extra*, 3(1), 342–350. <https://doi.org/10.1159/000354187>

Engeroff, T., Vogt, L., Fleckenstein, J., Füzéki, E., Matura, S., Pilatus, U., ... others. (2019). Lifespan leisure physical activity profile, brain plasticity and cognitive function

in old age. *Aging & Mental Health*, 23(7), 811–818. <https://doi.org/10.1080/13607863.2017.1421615>

Ensor, T. M., Surprenant, A. M., & Neath, I. (2019). Increasing word distinctiveness eliminates the picture superiority effect in recognition : Evidence for the physical-distinctiveness account. *Memory & Cognition*, 47(1), 182–193. <https://doi.org/10.3758/s13421-018-0858-9>

Ernst, A., Blanc, F., De Seze, J., & Manning, L. (2015). Using mental visual imagery to improve autobiographical memory and episodic future thinking in relapsing-remitting multiple sclerosis patients : A randomised-controlled trial study. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 33(5), 621–638. <https://doi.org/10.3233/rnn-140461>

Eustache, F., Viard, A., & Desgranges, B. (2016). The mnesis model : Memory systems and processes, identity and future thinking. *Neuropsychologia*, 87, 96–109. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2016.05.006>

Eysenck, M. (1977). *Human memory : theory, research, and individual differences*. Oxford : Pergamon Press.

Falck, R. S., Davis, J. C., & Liu-Ambrose, T. (2017). What is the association between sedentary behaviour and cognitive function? A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 51(10), 800–811. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095551>

Ferrand, L., New, B., Brysbaert, M., Keuleers, E., Bonin, P., Méot, A., ... Pallier, C. (2010). The french lexicon project : Lexical decision data for 38,840 french words and 38,840 pseudowords. *Behavior Research Methods*, 42(2), 488–496. <https://doi.org/10.3758/brm.42.2.488>

Festa, E., Insler, R., Salmon, D. P., Paxton, J., Hamilton, J., & Heindel, W. (2005). Neocortical disconnectivity disrupts sensory integration in Alzheimer's disease. *Neuropsychology*, 19, 728–738. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.19.6.728>

Festa, E. K., Katz, A. P., Ott, B. R., Tremont, G., & Heindel, W. C. (2017). Dissociable effects of aging and mild cognitive impairment on bottom-up audiovisual integration. *Journal of Alzheimer's Disease*, 59(1), 155–167. <https://doi.org/10.3233/jad-161062>

Fidalgo, C. O., Changoor, A. T., Page-Gould, E., Lee, A. C., & Barense, M. D. (2016). Early cognitive decline in older adults better predicts object than scene recognition performance. *Hippocampus*, 26(12), 1579–1592. <https://doi.org/10.1002/hipo.22658>

Fisher, G. G., Infurna, F. J., Grosch, J., Stachowski, A., Faul, J. D., & Tetrick, L. E. (2014). Mental work demands, retirement, and longitudinal trajectories of cognitive functioning. *Journal of Occupational Health Psychology*, 19(2), 231. <https://doi.org/10.1037/a0035724>

Fjell, A. M., McEvoy, L., Holland, D., Dale, A. M., & Walhovd, K. B. (2015). What is normal in normal aging? Effects of aging, amyloid and Alzheimer's disease on the

- cerebral cortex and the hippocampus. *Progress in Neurobiology*, 117, 20–40. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2014.02.004>. What
- Flatt, T. (2012). A new definition of aging? *Frontiers in Genetics*, 3, 148. <https://doi.org/10.3389/fgene.2012.00148>
- Fleischman, D. A. (2007). Repetition priming in aging and Alzheimer’s disease : An integrative review and future directions. *Cortex*, 43, 889–897.
- Fodor, J. (1975). *The language of thought* (T. Crowell, Ed.). New-York.
- Fodor, J. A. (1983). *The modularity of mind*. MIT press.
- Forte, G., & Casagrande, M. (2019). Heart rate variability and cognitive function : A systematic review. *Frontiers in Neuroscience*, 13, 710. <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.00710>
- Fotuhi, M., Hachinski, V., & Whitehouse, P. J. (2009). Changing perspectives regarding late-life dementia. *Nature Reviews. Neurology*, 5, 649–658. <https://doi.org/10.1038/nrneuro.2009.175>
- Fraundorf, S. H., Hourihan, K. L., Peters, R. A., & Benjamin, A. S. (2019). Aging and recognition memory : A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 145(4), 339–371. <https://doi.org/10.1037/bul0000185>
- Fresson, M., Dardenne, B., Geurten, M., & Meulemans, T. (2017). The effect of stereotype threat on older people’s clinical cognitive outcomes : Investigating the moderating role of dementia worry. *The Clinical Neuropsychologist*, 31(8), 1306–1328. <https://doi.org/10.1080/13854046.2017.1307456>
- Freund, D., & Smeeding, T. M. (2010). The future costs of health care in ageing societies : Is the glass half full or half empty? *Ageing in Advanced Industrial States*, 3, 173–193. <https://doi.org/10.1007/978-90-481-3553-0>
- Fuster, J. M. (2009). Cortex and memory : emergence of a new paradigm. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21(11), 2047–2072. <https://doi.org/10.1162/jocn.2009.21280>
- Gallese, V., & Cuccio, V. (2018). The neural exploitation hypothesis and its implications for an embodied approach to language and cognition : Insights from the study of action verbs processing and motor disorders in Parkinson’s disease. *Cortex*, 100, 215–225. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2018.01.010>
- Gallina, J.-M. (2011). Les Représentations : un enjeu pour les sciences cognitives. In N. Bault, V. Chambon, N. Maïonchi-Pino, F.-X. Pénicaud, B. Putois, & J.-M. Roy (Eds.), *Peut-on se passer de représentations en sciences cognitives ?* (pp. 13–30). Bruxelles : De Boeck.
- Gao, Q., Ping, X., & Chen, W. (2019). Body influences on social cognition through interoception. *Frontiers in Psychology*, 10, 2066. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02066>

Garagnani, M., & Pulvermüller, F. (2016). Conceptual grounding of language in action and perception : A neurocomputational model of the emergence of category specificity and semantic hubs. *European Journal of Neuroscience*, *43*(6), 721–737. <https://doi.org/10.1111/ejn.13145>

Gauthier, S., Albert, M., Fox, N., Goedert, M., Kivipelto, M., Mestre-Ferrandiz, J., & Middleton, L. T. (2016). Why has therapy development for dementia failed in the last two decades? *Alzheimer's & Dementia*, *12*(1), 60–64.

Gendle, M. H., & Ransom, M. R. (2006). Use of the electronic game SIMON as a measure of working memory span in college age adults. *Journal of Behavioral and Neuroscience Research*, *4*, 1–7.

Giffard, B., Laisney, M., Desgranges, B., & Eustache, F. (2015). An exploration of the semantic network in Alzheimer's disease : Influence of emotion and concreteness of concepts. *Cortex*, *69*, 201–211. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2015.05.020>

Gili, T., Cercignani, M., Serra, L., Perri, R., Giove, F., Maraviglia, B., ... Bozzali, M. (2011). Regional brain atrophy and functional disconnection across Alzheimer's disease evolution. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, *82*(1), 58–66. <https://doi.org/10.1136/jnnp.2009.199935>

Glenberg, A. (1997). What memory is for? *The Behavioral and Brain Sciences*, *20*, 1–19.

Glenberg, A. M. (2015). Few believe the world is flat : How embodiment is changing the scientific understanding of cognition. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, *69*(2), 165–171. <https://doi.org/10.1037/cep0000056>

Glenberg, A. M., Witt, J. K., & Metcalfe, J. (2013). From the revolution to embodiment : 25 years of cognitive psychology. *Perspectives on Psychological Science*, *8*(5), 573–585. <https://doi.org/10.1177/1745691613498098>

Goldman, A., & Vignemont, F. de. (2009). Is social cognition embodied? *Trends in Cognitive Sciences*, *13*(4), 154–159. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2009.01.007>

Goldstone, R., & Hendrickson, A. T. (2010). Categorical perception. *Wiley Interdisciplinary Reviews : Cognitive Science*, *1*, 69–78. <https://doi.org/10.1002/wcs.026>

Gomez, P., Ratcliff, R., & Perea, M. (2007). A model of the go/no-go task. *Journal of Experimental Psychology : General*, *136*(3), 389–413. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.136.3.389>

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 se-

semantic memory. *Neuropsychologia*, 38(3), 313–324. [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(99\)00073-1](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(99)00073-1)

Gramunt, N., Sánchez-Benavides, G., Buschke, H., Lipton, R. B., Masramon, X., Gisbert, J. D., ... Molinuevo, J. L. (2016). Psychometric properties of the memory binding test : Test-retest reliability and convergent validity. *Journal of Alzheimer's Disease*, 50(4), 999–1010. <https://doi.org/10.3233/JAD-150776>

Grande, G., Vanacore, N., Vetrano, D. L., Cova, I., Rizzuto, D., Mayer, F., ... others. (2018). Free and cued selective reminding test predicts progression to Alzheimer's disease in people with mild cognitive impairment. *Neurological Sciences*, 39(11), 1867–1875. <https://doi.org/10.1007/s10072-018-3507-y>

Graves, L. V., Van Etten, E. J., Holden, H. M., Delano-Wood, L., Bondi, M. W., Corey-Bloom, J., ... Gilbert, P. E. (2018). Refining CVLT-II recognition discriminability indices to enhance the characterization of recognition memory changes in healthy aging. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 25(5), 767–782.

Greene, N. R., & Naveh-Benjamin, M. (2020). A specificity principle of memory : Evidence from aging and associative memory. *Psychological Science*, 31(3), 316–331. <https://doi.org/10.1177/0956797620901760>

Handjaras, G., Ricciardi, E., Leo, A., Lenci, A., Cecchetti, L., Cosottini, M., ... Pietrini, P. (2016). How concepts are encoded in the human brain : A modality independent, category-based cortical organization of semantic knowledge. *Neuroimage*, 135, 232–242. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.04.063>

Hartley, A., Angel, L., Castel, A., Didierjean, A., Geraci, L., Hartley, J., ... others. (2018). Successful aging : The role of cognitive gerontology. *Experimental Aging Research*, 44(1), 82–93.

Hedden, T., Van Dijk, K. R., Becker, J. A., Mehta, A., Sperling, R. A., Johnson, K. A., & Buckner, R. L. (2009). Disruption of functional connectivity in clinically normal older adults harboring amyloid burden. *Journal of Neuroscience*, 29(40), 12686–12694. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.3189-09.2009>

Hess, T. M. (2005). Memory and aging in context. *Psychological Bulletin*, 131(3), 383–406. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.131.3.383>

Hess, T. M., Hinson, J. T., & Hodges, E. A. (2009). Moderators of and mechanisms underlying stereotype threat effects on older adults' memory performance. *Experimental Aging Research*, 35(2), 153–177. <https://doi.org/10.1080/03610730802716413>

Hess, T. M., Hinson, J. T., & Statham, J. A. (2004). Explicit and implicit stereotype activation effects on memory : Do age and awareness moderate the impact of priming ? *Psychology and Aging*, 19(3), 495. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.19.3.495>

Heurley, L. P., & Ferrier, L. P. (2015). What are memory-perception interactions

for? Implications for action. *Frontiers in Psychology*, 6(JAN), 8–11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00553>

Hinton, G., McClelland, J. L., & Rumelhart, D. (1986). Distributed representations. In H. McClelland & D. Rumelhart (Eds.), *Parallel distributed processing* (Vol. 63, pp. 77–109). <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100344>

Hintzman, D. (1984). MINERVA 2 : A simulation model of human memory. *Behavior Research Methods*, 16, 96–101.

Hoesen, G. W. van, Hyman, B. T., & Damasio, A. R. (1991). Entorhinal cortex pathology in Alzheimer's disease. *Hippocampus*, 1(1), 1–8. <https://doi.org/10.1002/hipo.450010102>

Hommel, B. (2004). Event files : Feature binding in and across perception and action. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(11), 494–500. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2004.08.007>

Hommel, B. (n.d.). *Where is embodiment going? Embodied cognition 2.0*. 17<sup>th</sup> Meeting of ESCOP (European Society for Cognitive Psychology), San Sebastian, Spain. Vidéo disponible à <https://vimeo.com/35396398>.

Hommel, B., & Kibele, A. (2016). Down with retirement : Implications of embodied cognition for healthy aging. *Frontiers in Psychology*, 7, 1184. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01184>

Horr, T., Messinger-Rapport, B., & Pillai, J. A. (2015). Systematic review of strengths and limitations of randomized controlled trials for non-pharmacological interventions in mild cognitive impairment : focus on Alzheimer's disease. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 19(2), 141–153.

Hötting, K., & Röder, B. (2013). Beneficial effects of physical exercise on neuroplasticity and cognition. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 37(9), 2243–2257. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.04.005>

Howard, D., & Patterson, K. (1992). *The Pyramids and Palm Trees Test : A test for semantic access from words and pictures*. Bury St Edmunds : Thames Valley Test Company.

Humes, L. E., & Floyd, S. S. (2005). Measures of working memory, sequence learning, and speech recognition in the elderly. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 48(1), 224–235. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2005/016\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2005/016))

Humes, L. E., & Young, L. A. (2016). Sensory-cognitive interactions in older adults. *Ear and Hearing*, 37(Suppl 1), 52–61. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000303>

Hunt, R. R. (2006). *Distinctiveness and memory* (R. R. Hunt & J. B. Worthen, Eds.). New York, NY : Oxford University Press.

Huntley, J., Gould, R., Liu, K., Smith, M., & Howard, R. (2015). Do cognitive inter-

- ventions improve general cognition in dementia? A meta-analysis and meta-regression. *BMJ Open*, 5(4), e005247. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2014-005247>
- Hutchins, E. (2010). Cognitive Ecology. *Topics in Cognitive Science*, 2(4), 705–715. <https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2010.01089.x>
- Iachini, T. (2011). Mental imagery and embodied cognition : A multimodal approach. *Journal of Mental Imagery*, 35(3-4), 1–28.
- Iani, F. (2019). Embodied memories : Reviewing the role of the body in memory processes. *Psychonomic Bulletin & Review*, 26(6), 1747–1766. <https://doi.org/10.3758/s13423-020-01720-z>
- Isingrini, M., Perrotin, A., & Souchay, C. (2008). Aging, metamemory regulation and executive functioning. *Progress in Brain Research*, 169, 377–392.
- Ivanou, A., Adam, S., Van der Linden, M., Salmon, E., Juillerat, A.-C., Mulligan, R., & Seron, X. (2005). Memory evaluation with a new cued recall test in patients with mild cognitive impairment and Alzheimer’s disease. *Journal of Neurology*, 252(1), 47–55. <https://doi.org/10.1007/s00415-005-0597-2>
- Jia, R.-X., Liang, J.-H., Xu, Y., & Wang, Y.-Q. (2019). Effects of physical activity and exercise on the cognitive function of patients with Alzheimer disease : A meta-analysis. *BMC Geriatrics*, 19(1), 181. <https://doi.org/10.1186/s12877-019-1175-2>
- Joannette, M., Bocti, C., Sévigny-Dupont, P., Lavallée, M., Nikelski, J., Vallet, G., ... Joubert, S. (2020). Education as a moderator of the relationship between episodic memory and amyloid load in normal aging. *Journal of Gerontology : Biological Sciences*. <https://doi.org/10.1093/gerona/glz235>
- Johnson, M. K., Hashtroudi, S., & Lindsay, D. S. (1993). Source monitoring. *Psychological Bulletin*, 114(1), 3–28.
- Kan, I. P., Barsalou, L. W., Solomon, K. O., Minor, J. K., & Thompson-Schill, S. L. (2003). Role of mental imagery in a property verification task : fMRI evidence for perceptual representations of conceptual knowledge. *Cognitive Neuropsychology*, 20(3), 525–540. <https://doi.org/10.1080/02643290244000257>
- Kapogiannis, D., & El Haj, M. (2018). Beneficial effect of minimal interference on item memory but not on source memory in Alzheimer’s disease. *Current Alzheimer Research*, 15(11), 1070–1076. <https://doi.org/10.2174/1567205015666180711105242>
- Kent, C., & Lamberts, K. (2008). The encoding–retrieval relationship : Retrieval as mental simulation. *Trends in Cognitive Sciences*, 12(3), 92–98. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2007.12.004>
- Kim, H.-G., Cheon, E.-J., Bai, D.-S., Lee, Y. H., & Koo, B.-H. (2018). Stress and heart rate variability : A meta-analysis and review of the literature. *Psychiatry Investigation*, 15(3), 235. <https://doi.org/10.30773/pi.2017.08.17Co>

- Kirk-Sanchez, N. J., & McGough, E. L. (2014). Physical exercise and cognitive performance in the elderly : Current perspectives. *Clinical Interventions in Aging, 9*, 51. <https://doi.org/10.2147/CIA.S39506>
- Kirsner, K., & Dunn, J. (1985). The perceptual record : A common factor in repetition priming and attribute retention. *Attention and Performance XI*, 547–565.
- Kivipelto, M., Mangialasche, F., & Ngandu, T. (2018). Lifestyle interventions to prevent cognitive impairment, dementia and alzheimer disease. *Nature Reviews Neurology, 1*. <https://doi.org/10.1038/s41582-018-0070-3>
- Klimova, B., Valis, M., & Kuca, K. (2017). Cognitive decline in normal aging and its prevention : A review on non-pharmacological lifestyle strategies. *Clinical Interventions in Aging, 12*, 903–910. <https://doi.org/10.2147/cia.s132963>
- Kousta, S.-T., Vigliocco, G., Vinson, D. P., Andrews, M., & Del Campo, E. (2011). The representation of abstract words : Why emotion matters the representation of abstract words : Why emotion matters. *Journal of Experimental Psychology : General, 140*(1), 14–34. <https://doi.org/10.1037/a0021446>
- Kousta, S.-T., Vinson, D. P., & Vigliocco, G. (2009). Emotion words, regardless of polarity, have a processing advantage over neutral words. *Cognition, 112*(3), 473–481. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2009.06.007>
- Kramer, A. F., & Colcombe, S. (2018). Fitness effects on the cognitive function of older adults : A meta-analytic study—revisited. *Perspectives on Psychological Science, 13*(2), 213–217. <https://doi.org/10.1177/1745691617707316>
- Krendl, A. C., Ambady, N., & Kensinger, E. a. (2015). The dissociable effects of stereotype threat on older adults' memory encoding and retrieval. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition, 4*(2), 103–109. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2015.02.001>
- Ku, P.-W., Steptoe, A., Liao, Y., Hsueh, M.-C., & Chen, L.-J. (2018). A cut-off of daily sedentary time and all-cause mortality in adults : A meta-regression analysis involving more than 1 million participants. *BMC Medicine, 16*(1), 74. <https://doi.org/10.1186/s12916-018-1062-2>
- Kuhn, T. (1962). *La structure des révolutions scientifiques*. Paris : Flammarion.
- Labat, H., Vallet, G. T., Magnan, A., & Ecalle, J. (2015). Facilitating effect of multi-modal letter encoding on reading and spelling in 5-year-old children. *Applied Cognitive Psychology, 29*, 381–391. <https://doi.org/10.1002/acp.3116>
- Labeye, E., Oker, A., Badard, G., & Versace, R. (2008). Activation and integration of motor components in a short-term priming paradigm. *Acta Psychologica, 129*, 108–111. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2008.04.010>
- Laisney, M., Giffard, B., Belliard, S., De La Sayette, V., Desgranges, B., & Eustache, F. (2011). When the zebra loses its stripes : Semantic priming in early Alzheimer's

disease and semantic dementia. *Cortex*, 47(1), 35–46. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2009.11.001>

Laitin, E. L., Tymoski, M. J., Tenhundfeld, N. L., & Witt, J. K. (2019). The uphill battle for action-specific perception. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 81(3), 778–793. <https://doi.org/10.3758/s13414-018-01652-w>

Lakens, D. (2014). Grounding social embodiment. *Social Cognition*, 32(Supplement), 168–183. <https://doi.org/10.1521/soco.2014.32.suppl.168>

Lamont, R. A., Swift, H. J., & Abrams, D. (2015). A review and meta-analysis of age-based stereotype threat : Negative stereotypes, not facts, do the damage. *Psychology and Aging*, 30(1), 180–193. <https://doi.org/10.1037/a0038586>

Leal, S. L., & Yassa, M. A. (2018). Integrating new findings and examining clinical applications of pattern separation. *Nature Neuroscience*, 21(2), 163–173. <https://doi.org/10.1038/s41593-017-0065-1>

Lee, A. C., Buckley, M. J., Gaffan, D., Emery, T., Hodges, J. R., & Graham, K. S. (2006). Differentiating the roles of the hippocampus and perirhinal cortex in processes beyond long-term declarative memory : A double dissociation in dementia. *Journal of Neuroscience*, 26(19), 5198–5203. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.3157-05.2006>

Leitan, N. D., & Chaffey, L. (2014). Embodied cognition and its applications : A brief review. *Sensoria*, 10(1). <https://doi.org/10.7790/sa.v10i1.384>

Levine, B., Svoboda, E., Hay, J. F., Winocur, G., & Moscovitch, M. (2002). Aging and autobiographical memory : Dissociating episodic from semantic retrieval. *Psychology and Aging*, 17(4), 677–689. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.17.4.677>

Levy, B. (2009). Stereotype embodiment : A psychosocial approach to aging. *Current Directions in Psychological Science*, 18(6), 332–336. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2009.01662.x>

Levy, B. R., Slade, M. D., Kunkel, S. R., & Kasl, S. V. (2002). Longevity increased by positive self-perceptions of aging. *Journal of Personality and Social Psychology*, 83(2), 261–270. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.83.2.261>

Levy, S. R. (2018). Toward Reducing Ageism : PEACE (Positive Education about Aging and Contact Experiences) Model. *The Gerontologist*, 58(2), 226–232. <https://doi.org/10.1093/geront/gnw116>

Li, K. Z., & Lindenberger, U. (2002). Relations between aging sensory/sensorimotor and cognitive functions. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 26(7), 777–783. [https://doi.org/10.1016/s0149-7634\(02\)00073-8](https://doi.org/10.1016/s0149-7634(02)00073-8)

Li, S.-C., Jordanova, M., & Lindenberger, U. (1998). From good senses to good sense : A link between tactile information processing and intelligence. *Intelligence*, 99–122.

Li, S.-C., Lindenberger, U., & Sikström, S. (2001). Aging cognition : From neuromodulation to representation. *Trends in Cognitive Sciences*, 5(11), 479–486.

Li, S.-C., & Rieckmann, A. (2014). Neuromodulation and aging : Implications of aging neuronal gain control on cognition. *Current Opinion in Neurobiology*, 29, 148–158. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2014.07.009>

Lindenberger, U., & Baltes, P. B. (1994). Sensory Functioning and Intelligence in Old Age : A Strong Connection. *Psychology and Aging*, 9, 339–355.

Lindenberger, U., & Baltes, P. B. (1997). Intellectual functioning in old and very old age : Cross-sectional results from the Berlin aging study. *Psychology and Aging*, 12, 410–432.

Liuzzi, A. G., Dupont, P., Peeters, R., Bruffaerts, R., De Deyne, S., Storms, G., & Vandenberghe, R. (2019). Left perirhinal cortex codes for semantic similarity between written words defined from cued word association. *NeuroImage*, 191, 127–139. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.02.011>

Loughrey, D. G., Kelly, M. E., Kelley, G. A., Brennan, S., & Lawlor, B. A. (2018). Association of age-related hearing loss with cognitive function, cognitive impairment, and dementia : A systematic review and meta-analysis. *JAMA Otolaryngology–Head & Neck Surgery*, 144(2), 115–126. <https://doi.org/10.1001/jamaoto.2017.2513>

Loureiro, I. S., & Lefebvre, L. (2016). Distinct progression of the deterioration of thematic and taxonomic links in natural and manufactured objects in Alzheimer’s disease. *Neuropsychologia*, 91, 426–434. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2016.09.002>

Lupien, S. J., McEwen, B. S., Gunnar, M. R., & Heim, C. (2009). Effects of stress throughout the lifespan on the brain, behaviour and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(6), 434–445. <https://doi.org/10.1038/nrn2639>

Lynch, B. M., Friedenreich, C. M., Khandwala, F., Liu, A., Nicholas, J., & Csizmadi, I. (2014). Development and testing of a past year measure of sedentary behavior : the SIT-Q. *BMC Public Health*, 14(1), 899. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-899>

Lynott, D., & Connell, L. (2013). Modality exclusivity norms for 400 nouns : The relationship between perceptual experience and surface word form. *Behavior Research Methods*, 45(2), 516–526. <https://doi.org/10.3758/s13428-012-0267-0>

Lynott, D., Connell, L., Brysbaert, M., Brand, J., & Carney, J. (2020). The Lancaster sensorimotor norms : Multidimensional measures of perceptual and action strength for 40,000 english words. *Behavior Research Methods*. <https://doi.org/10.3758/s13428-019-01316-z>

Macri, A., Pavard, A., & Versace, R. (2018). The beneficial effect of contextual emotion on memory : The role of integration. *Cognition and Emotion*, 32(6), 1355–1361. <https://doi.org/10.1080/02699931.2017.1387101>

- Madan, A. K., Cooper, L., Gratzner, A., & Beech, D. J. (2006). Ageism in breast cancer surgical options by medical students. *Tennessee Medicine*, *99*(5), 37–38.
- Madore, K. P., Gaesser, B., & Schacter, D. L. (2014). Constructive episodic simulation : Dissociable effects of a specificity induction on remembering, imagining, and describing in young and older adults. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory & Cognition*, *40*(3), 609–622. <https://doi.org/10.1037/a0034885>
- Madore, K. P., Jing, H. G., & Schacter, D. L. (2018). Selective effects of specificity inductions on episodic details : Evidence for an event construction account. *Memory*. <https://doi.org/10.1080/09658211.2018.1502322>
- Magnon, V., Vallet, G. T., & Auxiette, C. (2018). Sedentary behavior at work and cognitive functioning : A systematic review. *Frontiers in Public Health*, *6*(August), 239. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2018.00239>
- Mahon, B., & Caramazza, A. (2008). A critical look at the embodied cognition hypothesis and a new proposal for grounding conceptual content. *Journal of Physiology*, *102*(1-3), 59–70. <https://doi.org/10.1016/j.jphysparis.2008.03.004>
- Mahon, B. Z. (2015). *Response to glenberg : Conceptual content does not constrain the representational format of concepts*. <https://doi.org/10.1037/cep0000059>
- Mahon, B. Z., & Hickok, G. (2016). Arguments about the nature of concepts : Symbols, embodiment, and beyond. *Psychonomic Bulletin & Review*, *23*(4), 941–958. <https://doi.org/10.3758/s13423-016-1045-2>
- Marin, M.-F., Lord, C., Andrews, J., Juster, R.-P., Sindi, S., Arseneault-Lapierre, G., ... Lupien, S. J. (2011). Chronic stress, cognitive functioning and mental health. *Neurobiology of Learning and Memory*, *96*(4), 583–595. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2011.02.016>
- Marmeleira, J., & Duarte Santos, G. (2019). Do not neglect the body and action : The emergence of embodiment approaches to understanding human development. *Perceptual and Motor Skills*, *126*(3), 410–445.
- Marquet, M., Missotten, P., & Adam, S. (2016). Âgisme et surestimation des difficultés cognitives des personnes âgées : Une revue de la question. *Geriatric et Psychologie Neuropsychiatrie Du Vieillissement*, *14*(2), 177–186. <https://doi.org/10.1684/pnv.2016.0609>
- Marquet, M., Missotten, P., Dardenne, B., & Adam, S. (2019). Interactions between stereotype threat, subjective aging, and memory in older adults. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, *26*(1), 121–143. <https://doi.org/10.1080/13825585.2017.1413166>
- Marquet, M., Vallet, G., Adam, S., & Missoten, P. (n.d.). Ageism among psychology students : A comparative analysis between Belgium and Quebec (Canada). *Année Psychologie/Topics in Cognitive Psychology*.

- Martin, A. (2007). The representation of object concepts in the brain. *Annual Review of Psychology*, *58*, 25–45. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.57.102904.190143>
- Masters, R. S., Papineau, D., Shapiro, L. A., Spaulding, S., Hutto, D. D., Kirchoff, M. D., ... others. (2019). *Handbook of embodied cognition and sport psychology*. Boston : MIT Press.
- Mazerolle, M., Régner, I., Barber, S. J., Paccalin, M., Miazola, A. C., Huguet, P., & Rigalleau, F. (2017). Negative aging stereotypes impair performance on brief cognitive tests used to screen for predementia. *Journals of Gerontology - Series B Psychological Sciences and Social Sciences*, *72*(6), 932–936. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbw083>
- Mazerolle, M., Régner, I., Morisset, P., Rigalleau, F., & Huguet, P. (2012). Stereotype threat strengthens automatic recall and undermines controlled processes in older adults. *Psychological Science*, *23*(7), 723–727. <https://doi.org/10.1177/0956797612437607>
- Mazzonna, F., & Peracchi, F. (2017). Unhealthy retirement? *Journal of Human Resources*, *52*(1), 128–151. <https://doi.org/10.3368/jhr.52.1.0914-6627R1>
- 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. <https://doi.org/10.1038/nature13314.A>
- Memel, M., & Ryan, L. (2018). Visual integration of objects and scenes increases recollection-based responding despite differential mtl recruitment in young and older adults. *Hippocampus*, *28*(12), 886–899. <https://doi.org/10.1002/hipo.23011>
- Memon, A., Meissner, C. A., & Fraser, J. (2010). The cognitive interview : A meta-analytic review and study space analysis of the past 25 years. *Psychology, Public Policy, and Law*, *16*(4), 340–372. <https://doi.org/10.1037/a0020518>
- Merck, C., Jonin, P.-Y., Laisney, M., Vichard, H., & Belliard, S. (2014). When the zebra loses its stripes but is still in the savannah : Results from a semantic priming paradigm in semantic dementia. *Neuropsychologia*, *53*, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2013.11.024>
- Merck, C., Jonin, P.-Y., Vichard, H., Boursiquot, S. L. M., Leblay, V., & Belliard, S. (2013). Relative category-specific preservation in semantic dementia? Evidence from 35 cases. *Brain and Language*, *124*(3), 257–267. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2013.01.003>
- Meteyard, L., Cuadrado, S. R., Bahrami, B., & Vigliocco, G. (2012). Coming of age : A review of embodiment and the neuroscience of semantics. *Cortex*, *48*(7), 788–804. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2010.11.002>
- Meunier, M., Bachevalier, J., Mishkin, M., & Murray, E. (1993). Effects on visual recognition of combined and separate ablations of the entorhinal and perirhinal cortex

in rhesus monkeys. *The Journal of Neuroscience*, 13(12), 5418–5432. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.13-12-05418.1993>

Mille, J., Purkart, R., Versace, R., Izaute, M., & Vallet, G. (2019). *Les approches incarnées et situées comme cadre interprétatif des liens entre déclin sensoriel et cognitif dans le vieillissement*. Présentation orale donnée au 60e congrès de la Société Française de Psychologie (SFP), Poitiers, France.

Mitchell, K. J., & Johnson, M. K. (2009). Source monitoring 15 years later : What have we learned from fMRI about the neural mechanisms of source memory ? *Psychological Bulletin*, 135(4), 638–677. <https://doi.org/10.1037/a0015849>

Miyagi, R., Sasawaki, Y., & Shiotani, H. (2019). The influence of short-term sedentary behavior on circadian rhythm of heart rate and heart rate variability. *Chronobiology International*, 36(3), 374–380. <https://doi.org/10.1080/07420528.2018.1550422>

Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "Frontal Lobe" tasks : A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49–100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>

Morley, J. E., Berg-Weger, M., & Lundy, J. (2018). Nonpharmacological treatment of cognitive impairment. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 22(6), 632–633. <https://doi.org/10.1007/s12603-018-1036-2>

Moulin, M. S., & Irwin, J. D. (2017). An assessment of sedentary time among undergraduate students at a canadian university. *International Journal of Exercise Science*, 10(8), 1116–1129.

Mounier-Kuhn, P.-É. (2010). L'informatique en france de la seconde guerre mondiale au plan calcul. *L'émergence d'une Science*, Presses de L'Université Paris-Sorbonne. <https://doi.org/10.14375/np.9782840506546>

Murray, E. A., & Bussey, T. J. (1999). Perceptual–mnemonic functions of the perirhinal cortex. *Trends in Cognitive Sciences*, 3(4), 142–151. [https://doi.org/10.1016/s1364-6613\(99\)01303-0](https://doi.org/10.1016/s1364-6613(99)01303-0)

Murray, M. M., Eardley, A. F., Edgington, T., Oyekan, R., Smyth, E., & Matusz, P. J. (2018). Sensory dominance and multisensory integration as screening tools in aging. *Scientific Reports*, 8(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-27288-2>

Nairne, J. S. (2006). Modeling distinctiveness : Implications for general memory theory. *Distinctiveness and Memory*, 27–46. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195169669.003.0002>

Nairne, J. S., & Pandeirada, J. N. (2016). Adaptive memory : The evolutionary significance of survival processing. *Perspectives on Psychological Science*, 11(4), 496–511.

Naveh-Benjamin, M., & Mayr, U. (2018). Age-related differences in associative me-

mory : Empirical evidence and theoretical perspectives. *Psychology and Aging*, 33(1), 1–6. <https://doi.org/10.1037/pag0000235>

Nelson, A. J., Olarte-Sánchez, C. M., Amin, E., & Aggleton, J. P. (2016). Perirhinal cortex lesions that impair object recognition memory spare landmark discriminations. *Behavioural Brain Research*, 313, 255–259. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2016.07.031>

Nelson, T. D. (2005). Ageism : Prejudice against our feared future self. *Journal of Social Issues*, 61(2), 207–221.

Nestor, P. J., Fryer, T., & Hodges, J. R. (2006). Declarative memory impairments in Alzheimer's disease and semantic dementia. *Neuroimage*, 30, 1010–1020. Retrieved from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1053811905007895>

Neupert, S. D., Almeida, D. M., Mroczek, D. K., & Spiro, A. (2006). Daily stressors and memory failures in a naturalistic setting : Findings from the va normative aging study. *Psychology and Aging*, 21(2), 424–429. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.21.2.424>

Newell, A. (1980). Physical symbol systems. *Cognitive Science*, 4(2), 135–183. [https://doi.org/10.1016/S0364-0213\(80\)80015-2](https://doi.org/10.1016/S0364-0213(80)80015-2)

Nisticò, R., Cerasa, A., Olivadese, G., Dalla Volta, R., Crasà, M., Vasta, R., ... others. (2019). The embodiment of language in tremor-dominant parkinson's disease patients. *Brain and Cognition*, 135, 103586. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2019.103586>

Noppeney, U. (2009). The sensory-motor theory of semantics : Evidence from functional imaging. *Language and Cognition*, 1(2), 249–276. <https://doi.org/10.1515/langcog.2009.012>

Norman, J. F., Adkins, O. C., Dowell, C. J., Hoyng, S. C., Shain, L. M., Pedersen, L. E., ... Gilliam, A. N. (2017). Aging and visual 3-d shape recognition from motion. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 79(8), 2467–2477. <https://doi.org/10.3758/s13414-017-1392-8>

Norman, J. F., Crabtree, C. E., Norman, H. F., Moncrief, B. K., Herrmann, M., & Kapley, N. (2006). Aging and the visual, haptic, and cross-modal perception of natural object shape. *Perception*, 35(10), 1383–1395. <https://doi.org/10.1068/p5504>

North, M. S., & Fiske, S. T. (2015). Modern attitudes toward older adults in the aging world : A cross-cultural meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 141(5), 993–1021. <https://doi.org/10.1037/a0039469>

Northey, J. M., Cherbuin, N., Pumpa, K. L., Smee, D. J., & Rattray, B. (2018). Exercise interventions for cognitive function in adults older than 50 : A systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 52(3), 154–160. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096587>

Nusbaum, N. (1999). Aging and sensory senescence. *Southern Medical Journal*, 92, 267–275.

- Oker, A., & Versace, R. (2010). Distinctiveness effect due to contextual information in a categorization task. *Current Psychology Letters*, *26*(1), 1–11.
- Old, S. R., & Naveh-Benjamin, M. (2008). Differential effects of age on item and associative measures of memory : A meta-analysis. *Psychology and Aging*, *23*(1), 104–118. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.23.1.104>
- Opdebeeck, C., Martyr, A., & Clare, L. (2016). Cognitive reserve and cognitive function in healthy older people : A meta-analysis. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, *23*(1), 40–60. <https://doi.org/10.1080/13825585.2015.1041450>
- Owsley, C. (2011). Aging and vision. *Vision Research*, *51*(13), 1610–1622. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2010.10.020>
- Paivio, A. (1971). Imagery and language. In *Imagery* (pp. 7–32). Elsevier.
- Paivio, A. (1990). *Mental representations : A dual coding approach*. Oxford : Oxford University Press.
- Panahi, S., & Tremblay, A. (2018). Sedentariness and health : Is sedentary behavior more than just physical inactivity ? *Frontiers in Public Health*, *6*, 258. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2018.00258>
- Papagno, C., Capasso, R., & Miceli, G. (2009). Reversed concreteness effect for nouns in a subject with semantic dementia. *Neuropsychologia*, *47*(4), 1138–1148. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.01.019>
- Papp, K. V., Amariglio, R. E., Mormino, E., Hedden, T., Dekhytar, M., Johnson, K. A., ... Rentz, D. M. (2015). Free and cued memory in relation to biomarker-defined Abnormalities in clinically normal older Adults and those at risk for Alzheimer’s disease. *Neuropsychologia*, *73*, 169–175. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.04.034>
- Park, D. C., & Gutchess, A. (2006). The cognitive neuroscience of aging and culture. *Current Directions in Psychological Science*, *15*, 105–108. <https://doi.org/10.1111/j.0963-7214.2006.00416.x>
- Parra, M. A., Abrahams, S., Logie, R. H., Mendez, L. G., Lopera, F., & Della Sala, S. (2010). Visual short-term memory binding deficits in familial alzheimer’s disease. *Brain*, *133*(9), 2702–2713. <https://doi.org/10.1093/brain/awq148>
- Patterson, K., Nestor, P. J., & Rogers, T. T. (2007). Where do you know what you know ? The representation of semantic knowledge in the human brain. *Nature Reviews Neuroscience*, *8*(12), 976–987. <https://doi.org/10.1038/nrn2277>
- Peavy, G. M., Salmon, D. P., Jacobson, M. W., Hervey, A., Gamst, A. C., Wolfson, T., ... others. (2009). Effects of chronic stress on memory decline in cognitively normal and mildly impaired older adults. *American Journal of Psychiatry*, *166*(12), 1384–1391. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2009.09040461>

- Perry, E., Walker, M., Grace, J., & Perry, R. (1999). Acetylcholine in mind : A neurotransmitter correlate of consciousness? *Trends in Neurosciences*, *22*(6), 273–280.
- Pessoa, L. (2008). On the relationship between emotion and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, *9*(2), 148. <https://doi.org/10.1038/nrn2317>
- Petri, H. L., & Mishkin, M. (1994). Behaviorism, cognitivism and the neuropsychology of memory. *American Scientist*, *82*(1), 30–37.
- Piccinini, G., & Scarantino, A. (2011). Information processing, computation, and cognition. *Journal of Biological Physics*, *37*(1), 1–38. <https://doi.org/10.1007/s10867-010-9195-3>
- 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. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.19.4.411>
- Pini, L., Pievani, M., Bocchetta, M., Altomare, D., Bosco, P., Cavedo, E., ... Frisoni, G. B. (2016). Brain atrophy in Alzheimer’s disease and aging. *Ageing Research Reviews*, *30*, 25–48. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2016.01.002>
- Piolino, P., Clarys, D., Tacconat, L., Isingrini, M., & Eustache, F. (2006). Autobiographical memory, auto-nostalgic consciousness, and self-perspective in aging. *Psychology and Aging*, *21*, 510–525. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.21.3.510>
- Pisoni, D. B., & Cleary, M. (2004). Learning, memory, and cognitive processes in deaf children following cochlear implantation. In *Cochlear implants : Auditory prostheses and electric hearing* (pp. 377–426). [https://doi.org/10.1007/978-0-387-22585-2\\_9](https://doi.org/10.1007/978-0-387-22585-2_9)
- Popper, K. R. (1959). *The Logic of Scientific Discovery* (p. 480). [https://doi.org/10.1016/S0016-0032\(59\)90407-7](https://doi.org/10.1016/S0016-0032(59)90407-7)
- Price, A. R., Bonner, M. F., Peelle, J. E., & Grossman, M. (2017). Neural coding of fine-grained object knowledge in perirhinal cortex. *bioRxiv*, 194829. <https://doi.org/10.1101/194829>
- Pulvermüller, F., Cooper-Pye, E., Dine, C., Hauk, O., Nestor, P. J., & Patterson, K. (2010). The word processing deficit in semantic dementia : All categories are equal, but some categories are more equal than others. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *22*(9), 2027–2041. <https://doi.org/10.1162/jocn.2009.21339>
- Pulvermüller, F., & Fadiga, L. (2015). Brain language mechanisms built on action and perception. In *Neurobiology of language* (pp. 311–324). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-407794-2.00026-2>
- Purkart, R., Vallet, G. T., & Versace, R. (2019a). Améliorer la remémoration d’évènements autobiographiques et l’imagination d’évènements futurs grâce à l’Induction de spécificité épisodique : adaptation et validation en Français. *L’Année Psychologique*, *119*(1), 25–53. <https://doi.org/10.3917/anpsy1.191.0025>

Purkart, R., Versace, R., & Vallet, G. T. (2019b). “Does It Improve the Mind’s Eye?” : Sensorimotor Simulation in Episodic Event Construction. *Frontiers in Psychology*, 10(June). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01403>

Pylyshyn, Z. W. (1984). *Computation and cognition*. MIT press Cambridge, MA.

Quintana, D. S., Guastella, A. J., Outhred, T., Hickie, I. B., & Kemp, A. H. (2012). Heart rate variability is associated with emotion recognition : Direct evidence for a relationship between the autonomic nervous system and social cognition. *International Journal of Psychophysiology*, 86(2), 168–172. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2012.08.012>

Radvansky, G. A., & Zacks, J. M. (2017). Event boundaries in memory and cognition. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 17, 133–140. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2017.08.006>

Ralph, M. A., Jefferies, E., Patterson, K., & Rogers, T. T. (2017). The neural and computational bases of semantic cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 18(1), 42–55. <https://doi.org/10.1038/nrn.2016.150>

Ranganath, C., & Blumenfeld, R. S. (2005). Doubts about double dissociations between short- and long-term memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(8), 374–380. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.06.009>

Raz, N., 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. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhi044>

Reder, L. M., Park, H., & Kieffaber, P. D. (2009). Reinterpreting memory in terms of activation and binding. *Psychological Bulletin*, 135, 23–49. <https://doi.org/10.1037/a0013974>.Memory

Régner, I., Mazerolle, M., Alescio-Lautier, B., Clarys, D., Michel, B., Paccalin, M., ... Huguet, P. (2016). Aging stereotypes must be taken into account for the diagnosis of prodromal and early Alzheimer Disease. *Alzheimer Disease and Associated Disorders*, 30(1), 77–79. <https://doi.org/10.1097/WAD.0000000000000129>

Rejeski, W. J., & Gauvin, L. (2013). The embodied and relational nature of the mind : Implications for clinical interventions in aging individuals and populations. *Clinical Interventions in Aging*, 8, 657. <https://doi.org/10.2147/cia.s44797>

Rémy, F., Vayssière, N., Saint-Aubert, L., Barbeau, E., & Pariente, J. (2015). White matter disruption at the prodromal stage of Alzheimer’s disease : Relationships with hippocampal atrophy and episodic memory performance. *NeuroImage : Clinical*, 7, 482–492. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2015.01.014>

Reuter-Lorenz, P. A., & Park, D. C. (2014). How does it STAC Up? Revisiting the

scaffolding theory of aging and cognition. *Neuropsychology Review*, 24(3), 355–370. <https://doi.org/10.1007/s11065-014-9270-9>

Rey, A. (1964). *L'examen clinique en psychologie*. Paris : Presses Universitaires de France.

Rey, A., Riou, B., Muller, D., Dabic, S., & Versace, R. (2015a). “The mask who wasn't there” : Visual masking effect with the perceptual absence of the mask. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition*, 41(2), 567–573. <https://doi.org/10.1037/xlm0000051>

Rey, A., Riou, B., Vallet, G. T., & Versace, R. (2017). The automatic visual simulation of words : A memory reactivated mask slows down conceptual access. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 71(1), 14–22. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1037/cep0000100>

Rey, A., Riou, B., & Versace, R. (2014). Demonstration of an Ebbinghaus illusion at a memory level : Manipulation of the memory size and not the perceptual size. *Experimental Psychology*, 61(5), 378–384. <https://doi.org/10.1027/1618-3169/a000258>

Rey, A., Vallet, G. T., Riou, B., Lesourd, M., & Versace, R. (2015b). Memory plays tricks on me : Perceptual bias induced by memory reactivated size in Ebbinghaus illusion. *Acta Psychologica*, 161, 104–109. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2015.08.011>

Riedel, B. C., Thompson, P. M., & Brinton, R. D. (2016). Age, APOE and sex : triad of risk of Alzheimer's disease. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 160, 134–147. <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2016.03.012>

Riou, B. (2012). *Une vision intégrative des liens entre mémoire et perception dans une approche fonctionnelle de la mémoire* (PhD thesis). Université Lyon 2.

Riou, B., Lesourd, M., Brunel, L., & Versace, R. (2011). Visual memory and visual perception : when memory increase visual search. *Memory & Cognition*, 39(6), 1094–1102. <https://doi.org/10.3758/s13421-011-0075-2>

Riou, B., Rey, A., Vallet, G. T., Cuny, C., & Versace, R. (2015). Perceptual processing affects the reactivation of a sensory dimension during a categorization task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 68, 1223–1230. <https://doi.org/10.1080/17470218.2014.978876>

Ritchie, S. J., Tucker-Drob, E. M., & Deary, I. J. (2014). A strong link between speed of visual discrimination and cognitive ageing. *Current Biology*, 24(15), 681–683. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2014.06.012>

Roberts, K. L., & Allen, H. A. (2016). Perception and cognition in the ageing brain : A brief review of the short- and long-term links between perceptual and cognitive decline. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 8(MAR), 1–7. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2016.00039>

- Rohrer, D. (1996). On the relative and absolute strength of a memory trace. *Memory & Cognition*, *24*, 188–201.
- Rose, M., Flatt, T., Graves Jr, J. L., Greer, L. F., Martinez, D. E., Matos, M., ... Shahrestani, P. (2012). What is aging? *Frontiers in Genetics*, *3*, 134. <https://doi.org/10.3389/fgene.2012.00134>
- Rothman, S. M., & Mattson, M. P. (2010). Adverse stress, hippocampal networks, and Alzheimer's disease. *Neuromolecular Medicine*, *12*(1), 56–70. <https://doi.org/10.1007/s12017-009-8107-9>
- Rouder, J. N., Morey, R. D., Speckman, P. L., & Province, J. M. (2012). Default Bayes factors for ANOVA designs. *Journal of Mathematical Psychology*, *56*(5), 356–374. <https://doi.org/10.1016/j.jmp.2012.08.001>
- Rouleau, I., Imbault, H., Laframboise, M., & Bedard, M. A. (2001). Pattern of intrusions in verbal recall : Comparison of Alzheimer's disease, Parkinson's disease, and frontal lobe dementia. *Brain and Cognition, Tennesse XI*, 244–249. [https://doi.org/10.1016/s0278-2626\(01\)80076-2](https://doi.org/10.1016/s0278-2626(01)80076-2)
- Rugg, M. D., Vilberg, K. L., Mattson, J. T., Sarah, S. Y., Johnson, J. D., & Suzuki, M. (2012). Item memory, context memory and the hippocampus : fMRI evidence. *Neuropsychologia*, *50*(13), 3070–3079. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2012.06.004>
- Russo, M. J., Campos, J., Vázquez, S., Sevlever, G., & Allegri, R. F. (2017). Adding recognition discriminability index to the delayed recall is useful to predict conversion from mild cognitive impairment to Alzheimer's disease in the Alzheimer's disease neuroimaging initiative. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *9*(MAR). <https://doi.org/10.3389/fnagi.2017.00046>
- Ryan, J. D., & Cohen, N. J. (2003). Evaluating the neuropsychological dissociation evidence for multiple memory systems. *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience*, *3*(3), 168–185. <https://doi.org/10.3758/CABN.3.3.168>
- Ryan, L., Cardoza, J. A., Barense, M. D., Kawa, K. H., Wallentin-Flores, J., Arnold, W. T., & Alexander, G. E. (2012). Age-related impairment in a complex object discrimination task that engages perirhinal cortex. *Hippocampus*, *22*(10), 1978–1989. <https://doi.org/10.1002/hipo.22069>
- Salthouse, T. A. (1996). The processing-speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review*, *103*, 403–428. <https://doi.org/10.1037/0033-295x.103.3.403>
- Salthouse, T. A. (2009). When does age-related cognitive decline begin? *Neurobiology of Aging*, *23*, 492–499. <https://doi.org/10.1037/a0015452>.Comprehension
- Salthouse, T. A., & Lichty, W. (1985). Tests of the neural noise hypothesis of age-related cognitive change. *Journal of Gerontology*, *40*(4), 443–450. <https://doi.org/10.1093/geronj/40.4.443>
- Salthouse, T., Hancock, H., Meinz, E., & Hambrick, D. (1996). Interrelations of age,

visual acuity, and cognitive functioning. *The Journals of Gerontology Series B : Psychological Sciences and Social Sciences*, 51, 317–330.

Sarazin, M., Berr, C., De Rotrou, J., Fabrigoule, C., Pasquier, F., Legrain, S., ... others. (2007). Amnesic syndrome of the medial temporal type identifies prodromal ad : A longitudinal study. *Neurology*, 69(19), 1859–1867. <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000279336.36610.f7>

Sargent-Cox, K. (2017). Ageism : We are our own worst enemy. *International Psychogeriatrics*, 29(1), 1–8. <https://doi.org/10.1017/S1041610216001939>

Sastoque, L. G., Bouazzaoui, B., Burger, L., Froger, C., Isingrini, M., & Tacconat, L. (2019). Optimizing memory strategy use in young and older adults : The role of metamemory and internal strategy use. *Acta Psychologica*, 192, 73–86. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2018.11.002>

Schacter, D. L. (2012). Constructive memory : past and future. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 14, 7–18.

Schaie, K., Baltes, P., & Strother, C. R. (1964). A study of auditory sensitivity in advanced age. *Journal of Gerontology*, 19, 453–457.

Schapiro, A. C., Rogers, T. T., Cordova, N. I., Turk-Browne, N. B., & Botvinick, M. M. (2013). Neural representations of events arise from temporal community structure. *Nature Neuroscience*, 16(4), 486. <https://doi.org/10.1038/nn.3331>

Scheerer, N., & F Marrone, D. (2014). Age-related deficits in conjunctive representation of complex objects. *Current Aging Science*, 7(3), 214–219. <https://doi.org/10.2174/1874609808666150201215549>

Schlemmer, M., & Desrichard, O. (2018). Is medical environment detrimental to memory? A test of a white coat effect on older people's memory performance. *Clinical Gerontologist*, 41(1), 77–81. <https://doi.org/10.1080/07317115.2017.1307891>

Schmitter-Edgecombe, M., Woo, E., & Greeley, D. R. (2009). Characterizing multiple memory deficits and their relation to everyday functioning in individuals with mild cognitive impairment. *Neuropsychology*, 23(2), 168–177. <https://doi.org/10.1037/a0014186>

Schnall, S., Zadra, J. R., & Proffitt, D. R. (2010). Direct evidence for the economy of action : Glucose and the perception of geographical slant. *Perception*, 39(4), 464–482. <https://doi.org/10.1068/p6445>

Schoemaker, D., Gauthier, S., & Pruessner, J. C. (2014). Recollection and familiarity in aging individuals with mild cognitive impairment and alzheimer's disease : A literature review. *Neuropsychology Review*, 24(3), 313–331. <https://doi.org/10.1007/s11065-014-9265-6>

Schoemaker, D., Mascret, C., Collins, D. L., Yu, E., Gauthier, S., & Pruessner, J. C. (2017). Recollection and familiarity in aging individuals : Gaining insight into rela-

tionships with medial temporal lobe structural integrity. *Hippocampus*, 27(6), 692–701. <https://doi.org/10.1002/hipo.22725>.

Schroyen, S., Adam, S., Jerusalem, G., & Missotten, P. (2015). Ageism and its clinical impact in oncogeriatrics : State of knowledge and therapeutic leads. *Clinical Interventions in Aging*, 10, 117. <https://doi.org/10.2147/CIA.S70942>

Schroyen, S., Missotten, P., Jerusalem, G., Gilles, C., & Adam, S. (2016). Ageism and caring attitudes among nurses in oncology. *International Psychogeriatrics*, 28(5), 749–757. <https://doi.org/10.1017/S1041610215001970>

Shallice, T., & Warrington, E. K. (1970). Independent functioning of verbal memory stores : A neuropsychological study. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 22, 261–273.

Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, 27(3), 379–423. <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>

Shebani, Z., Patterson, K., Nestor, P. J., Diaz-de-Grenu, L. Z., Dawson, K., & Pulvermueller, F. (2017). Semantic word category processing in semantic dementia and posterior cortical atrophy. *Cortex*, 93, 92–106. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2017.04.016>

Shetty, P., & Youngberg, W. (2018). Clinical lifestyle medicine strategies for preventing and reversing memory loss in Alzheimer's. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 12(5), 391–395. <https://doi.org/10.1177/1559827618766468>

Shewach, O. R., Sackett, P. R., & Quint, S. (2019). Stereotype threat effects in settings with features likely versus unlikely in operational test settings : A meta-analysis. *Journal of Applied Psychology*, 104(12), 1514–1534. <https://doi.org/10.1037/apl0000420>

Silveri, M. C., Brita, A. C., Liperoti, R., Piludu, F., & Colosimo, C. (2018). What is semantic in semantic dementia? The decay of knowledge of physical entities but not of verbs, numbers and body parts. *Aphasiology*, 32(9), 989–1009. <https://doi.org/10.1080/02687038.2017.1387227>

Simmons, W. K., & Barsalou, L. W. (2003). The similarity-in-topography principle : Reconciling theories of conceptual deficits. *Cognitive Neuropsychology*, 20(3-6), 451–486. <https://doi.org/10.1080/02643290342000032>

Simon, J., Bastin, C., Salmon, E., & Willems, S. (2018). Increasing the salience of fluency cues does not reduce the recognition memory impairment in alzheimer's disease! *Journal of Neuropsychology*, 12(2), 216–230. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2005.08.003>

Simons, J. S., Graham, K. S., & Hodges, J. R. (1999). *What does semantic dementia reveal about the functional role of the perirhinal cortex?* [https://doi.org/10.1016/s1364-6613\(99\)01334-0](https://doi.org/10.1016/s1364-6613(99)01334-0)

Sindi, S., Fiocco, A. J., Juster, R.-P., Pruessner, J., & Lupien, S. J. (2013). When we test, do we stress? Impact of the testing environment on cortisol secretion and memory

performance in older adults. *Psychoneuroendocrinology*, 38(8), 1388–1396. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2012.12.004>

Spector, A., & Biederman, I. (1976). Mental set and mental shift revisited. *The American Journal of Psychology*, 669–679. <https://doi.org/10.2307/1421465>

Speed, L. J., & Majid, A. (2019). Grounding language in the neglected senses of touch, taste, and smell. *Cognitive Neuropsychology*, 1–30. <https://doi.org/10.1080/02643294.2019.1623188>

Spencer, S. J., Logel, C., & Davies, P. G. (2016). Stereotype threat. *Annual Review of Psychology*, 67, 415–437. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-073115-103235>

Squire, L. R. (2004). Memory systems of the brain : A brief history and current perspective. *Neurobiology of Learning and Memory*, 82, 171–177. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2004.06.005>

Squire, L. R., & Zola-Morgan, J. T. (1991). The cognitive neuroscience of human memory since H.M. *Annual Review of Neuroscience*, (April), 259–288. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-061010-113720>

Stam, C. J., Jones, B. F., Nolte, G., Breakspear, M., & Scheltens, P. (2007). Small-world networks and functional connectivity in Alzheimer's disease. *Cerebral Cortex*, 17(1), 92–99. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhj127>

Stevens, J. C., Cruz, L. A., Marks, L. E., & Lakatos, S. (1998). A multimodal assessment of sensory thresholds in aging. *The Journals of Gerontology. Series B, Psychological Sciences and Social Sciences*, 53, 263–272.

Stoub, T. R., Stebbins, G. T., Leurgans, S., Bennett, D. A., & Shah, R. C. (2006). Hippocampal disconnection contributes to memory dysfunction in individuals at risk for Alzheimer's disease. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(26), 10041–10045. <https://doi.org/10.1073/pnas.0603414103>

Suzuki, W. A. (2009). Perception and the medial temporal lobe : Evaluating the current evidence. *Neuron*, 61, 657–666. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2009.02.008>

Swift, H. J., Abrams, D., Lamont, R. A., & Drury, L. (2017). The risks of ageism model : How ageism and negative attitudes toward age can be a barrier to active aging. *Social Issues and Policy Review*, 11(1), 195–231. <https://doi.org/10.1111/sipr.12031>

Taconnat, L., & Lemaire, P. (2014). Fonctions exécutives, vieillissement cognitif et variations stratégiques. *Psychologie Française*, 59(1), 89–100. <https://doi.org/10.1016/j.psfr.2013.03.007>

Taylor, K. I., Devereux, B. J., & Tyler, L. K. (2011). Conceptual structure : Towards an integrated neurocognitive account. *Language and Cognitive Processes*, 26(9), 1368–1401. <https://doi.org/10.1080/01690965.2011.568227>

Thakral, P. P., Madore, K. P., Devitt, A. L., & Schacter, D. L. (2019). Adaptive

constructive processes : An episodic specificity induction impacts false recall in the deese-roediger-mcdermott paradigm. *Journal of Experimental Psychology : General*. <https://doi.org/10.1037/xge0000577>

Thayer, J. F., Ahs, F., Fredrikson, M., Sollers, J. J., & Wager, T. D. (2012). A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies : Implications for heart rate variability as a marker of stress and health. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *36*(2), 747–756. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2011.11.009>

Thayer, J. F., Hansen, A. L., Saus-Rose, E., & Johnsen, B. H. (2009). Heart rate variability, prefrontal neural function, and cognitive performance : The neurovisceral integration perspective on self-regulation, adaptation, and health. *Annals of Behavioral Medicine*, *37*(2), 141–153. <https://doi.org/10.1007/s12160-009-9101-z>

Thiebaut de Schotten, M., Dell'Acqua, F., Ratiu, P., Leslie, A., Howells, H., Cabanis, E., ... Catani, M. (2015). From Phineas Gage and Monsieur Leborgne to H.M. : Revisiting disconnection syndromes. *Cerebral Cortex*, *25*(12), 4812–4827. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhv173>

Tompary, A., Duncan, K., & Davachi, L. (2016). High-resolution investigation of memory-specific reinstatement in the hippocampus and perirhinal cortex. *Hippocampus*, *26*(8), 995–1007. <https://doi.org/10.1002/hipo.22582>

Tremblay, M. S., Aubert, S., Barnes, J. D., Saunders, T. J., Carson, V., Latimer-Cheung, A. E., ... Chinapaw, M. J. (2017). Sedentary behavior research network (SBRN)–terminology consensus project process and outcome. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *14*(1), 75. <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0525-8>

Tromp, D., Dufour, A., Lithfous, S., Pebayle, T., & Després, O. (2015). Episodic memory in normal aging and alzheimer disease : Insights from imaging and behavioral studies. *Ageing Research Reviews*, *24*, 232–262. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2015.08.006>

Troyer, A. K., Graves, R. E., & Cullum, C. M. (1994). Executive functioning as a mediator of the relationship between age and episodic memory in healthy aging. *Aging, Neuropsychology and Cognition*, *1*, 45–53.

Tucker, A. M., & Stern, Y. (2011). Cognitive reserve in aging. *Current Alzheimer Research*, *8*(4), 354–360. <https://doi.org/10.2174/1567211212225912050>

Tulving, E. (1982). Synergistic ephory in recall and recognition. *Canadian Journal of Psychology*, *36*(2), 130–147.

Tulving, E. (2001). Episodic memory and common sense : how far apart ? *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, *356*, 1505–1515. <https://doi.org/10.1098/rstb.2001.0937>

Uncapher, H., & Areán, P. A. (2000). Physicians are less willing to treat suicidal ideation

in older patients. *Journal of the American Geriatrics Society*, 48(2), 188–192. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2000.tb03910.x>

Vallet, G., Rouleau, I., Huguet, P., & Joubert, S. (2018). *Erreurs de mémoire et vieillissement : Effet de la menace du stéréotype sur le type d'erreurs*. Présentation orale donnée aux Journées d'Étude du Vieillissement Cognitif, Chambéry, France.

Vallet, G. T. (2015). Embodied cognition of aging. *Frontiers in Psychology*, 6(April), 6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00463>

Vallet, G. T., Brunel, L., & Versace, R. (2010). The Perceptual nature of the cross-modal priming effect : Arguments in favor of a sensory-based conception of memory. *Experimental Psychology*, 57(5), 376–382. <https://doi.org/10.1027/1618-3169/a000045>

Vallet, G. T., Hudon, C., Bier, N., Macoir, J., Versace, R., & Simard, M. (2017). A Semantic and Episodic Memory Test (SEMEP) developed within the embodied cognition framework : Application to normal aging, Alzheimer's disease and semantic dementia. *Frontiers in Psychology*, 8(September), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01493>

Vallet, G. T., Hudon, C., Simard, M., & Versace, R. (2012a). When patients with Alzheimer's disease do not show perceptual priming effects : Insight from the cross-modal priming paradigm. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 18(S1), 268–269. <https://doi.org/10.1017/S1355617712000537>

Vallet, G. T., Hudon, C., Simard, M., & Versace, R. (2013a). The disconnection syndrome in the Alzheimer's disease : The cross-modal priming example. *Cortex*, 49, 2402–2415. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2012.10.010>

Vallet, G. T., Rouleau, I., Benoit, S., Langlois, R., Barbeau, E. J., & Joubert, S. (2016). Alzheimer's disease and memory strength : Gradual decline of memory traces as a function of their strength. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 38(6), 648–660. <https://doi.org/10.1080/13803395.2016.1147530>

Vallet, G. T., Simard, M., Fortin, C., Versace, R., & Mazza, S. (2011a). L'altération des connaissances sémantiques est-elle liée à une altération du traitement perceptif? Étude des atteintes catégories-spécifiques dans la démence sémantique. *Gériatrie et Psychologie Neuropsychiatrie Du Vieillissement*, 9(3), 327–335. <https://doi.org/10.1684/pnv.2011.0276>

Vallet, G. T., Simard, M., & Versace, R. (2011b). Sensory-dependent knowledge in young and elderly adults : Arguments from the cross-modal priming effect. *Current Aging Science*, 4(2), 137–149. <https://doi.org/10.2174/1874609811104020137>

Vallet, G. T., Simard, M., & Versace, R. (2012b). Exploring the contradictory results on the cross-modal priming effect in normal aging : A critical review of the literature. In N. Hsu & Z. Schutt (Eds.), *Psychology of priming* (pp. 101–122). Hauppauge : Nova Science Publishers Inc.

Vallet, G. T., Simard, M., Versace, R., & Mazza, S. (2013b). The perceptual nature

- of audiovisual interactions for semantic knowledge in young and elderly adults. *Acta Psychologica*, 143(2013), 253–260. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2013.04.009>
- Vancampfort, D., Stubbs, B., Lara, E., Vandenbulcke, M., Swinnen, N., Smith, L., ... Koyanagi, A. (2018). Mild cognitive impairment and sedentary behavior : A multinational study. *Experimental Gerontology*, 108, 174–180. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2018.04.017>
- Van der Linden, M., & Bruyer, R. (1991). *Neuropsychologie de la memoire humaine*. Grenoble : Presses Universitaires de Grenoble (PUG).
- Van Der Linden, M., Collette, F., Poitrenaud, J., Kalafat, M., Calicis, F., Wyns, C., & Adam, S. (2004). L'épreuve de rappel libre/rappel indicé à 16 items (RL/RI-16). In M. Van der Linden & F. Coyette (Eds.), *L'évaluation des troubles de la mémoire*. (pp. 25–47). Retrieved from <http://orbi.ulg.ac.be/handle/2268/26018>
- Van der Linden, M., & Juillerat Van der Linden, A.-C. (2018). A life-course and multi-factorial approach to alzheimer's disease : Implications for research, clinical assessment and intervention practices. *Dementia*, 17(7), 880–895.
- Vandervoort, A. A. (2002). Aging of the human neuromuscular system. *Muscle & Nerve*, 25(1), 17–25. <https://doi.org/10.1002/mus.1215>
- Varela, F. J., Thompson, E., & Rosch, E. (1993). *L'inscription corporelle de l'esprit*. Paris, Seuil.
- Verfaellie, M., & Keane, M. (1997). The neural basis of aware and unaware forms of memory. *Seminars in Neurology*, 17(02), 153–161.
- Versace, R., Brouillet, D., & Vallet, G. (2018). *Cognition incarnée : Une cognition située et projetée*. Bruxelles : Mardaga.
- Versace, R., Labeye, E., 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. <https://doi.org/10.1080/09541440801951844>
- Versace, R., Vallet, G. T., Riou, B., M, L., Labeye, E., & Brunel, L. (2014). ACT-IN : an integrated view of memory mechanisms. *Journal of Cognitive Psychology*, 26(3), 280–306. <https://doi.org/10.1080/20445911.2014.892113>
- Vigliocco, G., Kousta, S.-T., Della Rosa, P. A., Vinson, D. P., Tettamanti, M., Devlin, J. T., & Cappa, S. F. (2014). The neural representation of abstract words : The role of emotion. *Cerebral Cortex*, 24(7), 1767–1777. <https://doi.org/10.1093/cercor/bht025>
- Viskontas, I. V., Boxer, A. L., Fesenko, J., Matlin, A., Heuer, H. W., Mirsky, J., & Miller, B. L. (2011). Visual search patterns in semantic dementia show paradoxical facilitation of binding processes. *Neuropsychologia*, 49(3), 468–478. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.12.039>
- Vogt, S., & Magnussen, S. (2007). Long-term memory for 400 pictures on a common

theme. *Experimental Psychology*, 54(4), 298–303. <https://doi.org/10.1027/1618-3169.54.4.298>

Waldhauser, G. T., Braun, V., & Hanslmayr, S. (2016). Episodic memory retrieval functionally relies on very rapid reactivation of sensory information. *Journal of Neuroscience*, 36(1), 251–260. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.2101-15.2016>

Wamain, Y., Corveleyn, X., Ott, L., & Coello, Y. (2019). Does the motor system contribute to the perception of changes in objects visual attributes? The neural dynamics of sensory binding by action. *Neuropsychologia*, 132, 107121. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2019.107121>

Warrington, E. K. (1982). The double dissociation of short-and long-term memory. In L. S. Cermak (Ed.), *Human memory and amnesia* (p. 61). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.

Watson, H. C., & Lee, A. C. (2013). The perirhinal cortex and recognition memory interference. *Journal of Neuroscience*, 33(9), 4192–4200. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.2075-12.2013>

Westerberg, C. E., Paller, K. A., Weintraub, S., Mesulam, M.-M., Mayes, A. R., Holdstock, J. S., & Reber, P. J. (2006). When memory does not fail : familiarity-based recognition in mild cognitive impairment and Alzheimer’s disease. *Neuropsychology*, 20(2), 193–205. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.20.2.193>

Westmacott, R., Black, S. E., Freedman, M., & Moscovitch, M. (2004). The contribution of autobiographical significance to semantic memory : Evidence from Alzheimer’s disease, Semantic Dementia, and amnesia. *Neuropsychologia*, 42(1), 25–48. [https://doi.org/10.1016/s0028-3932\(03\)00147-7](https://doi.org/10.1016/s0028-3932(03)00147-7)

Wheeler, M. E. (2000). Memory’s echo : Vivid remembering reactivates sensory-specific cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97, 11125–11129. <https://doi.org/10.1073/pnas.97.20.11125>

Wilks, Y. (2018). *Theoretical issues in natural language processing*. New York : Psychology Press.

Willey, J. Z., Gardener, H., Caunca, M. R., Moon, Y. P., Dong, C., Cheung, Y. K., ... Wright, C. B. (2016). Leisure-time physical activity associates with cognitive decline : The northern manhattan study. *Neurology*, 86(20), 1897–1903. <https://doi.org/10.1212/wnl.0000000000002582>

Wilson, A. D., & Golonka, S. (2013). Embodied cognition is not what you think it is. *Frontiers in Psychology*, 4(February), 58. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00058>

Wilson, D. M., Potter, K. W., & Cowell, R. A. (2018). Recognition memory shielded from semantic but not perceptual interference in normal aging. *Neuropsychologia*, 119, 448–463. <https://doi.org/10.31234/osf.io/a9mky>

- Wilson, M. (2002). Six views of embodied cognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, *9*(4), 625–636. <https://doi.org/10.3758/bf03196322>
- Witt, J. K. (2017). Action potential influences spatial perception : Evidence for genuine top-down effects on perception. *Psychonomic Bulletin & Review*, *24*(4), 999–1021.
- Wong, J. T., & Gallo, D. A. (2016). Stereotype threat reduces false recognition when older adults are forewarned. *Memory*, *24*(5), 650–658. <https://doi.org/10.1080/09658211.2015.1036885>
- Wong, J. T., & Gallo, D. A. (2018). Activating Aging Stereotypes Increases Source Recollection Confusions in Older Adults : Effect at Encoding but Not Retrieval. *The Journals of Gerontology : Series B*, *00*(00), 1–9. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbx103>
- Wright, P., Randall, B., Clarke, A., & Tyler, L. K. (2015). The perirhinal cortex and conceptual processing : Effects of feature-based statistics following damage to the anterior temporal lobes. *Neuropsychologia*, *76*, 192–207. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.01.041>
- Xue, G. (2018). The neural representations underlying human episodic memory. *Trends in Cognitive Sciences*, *22*(6), 544–561. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2018.03.004>
- Xue, J., Marmolejo-Ramos, F., & Pei, X. (2015). The linguistic context effects on the processing of body-object interaction words : An ERP study on second language learners. *Brain Research*, *1613*, 37–48. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2015.03.050>
- Yeung, L. K., Ryan, J. D., Cowell, R. A., & Barense, M. D. (2013). Recognition memory impairments caused by false recognition of novel objects. *Journal of Experimental Psychology : General*, *142*(A), 1384–1397. <https://doi.org/10.1037/a0034021>
- Zaccaro, A., Piarulli, A., Laurino, M., Garbella, E., Menicucci, D., Neri, B., & Gemignani, A. (2018). How breath-control can change your life : A systematic review on psycho-physiological correlates of slow breathing. *Frontiers in Human Neuroscience*, *12*, 353. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00353>
- Zdrzilova, L., & Pexman, P. M. (2013). Grasping the invisible : Semantic processing of abstract words. *Psychonomic Bulletin & Review*, *20*(6), 1312–1318. <https://doi.org/10.3758/s13423-013-0452-x>
- Zeisel, J., Reisberg, B., Whitehouse, P., Woods, R., & Verheul, A. (2016). Ecopsychosocial interventions in cognitive decline and dementia : A new terminology and a new paradigm. *American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias*, *31*(6), 502–507. <https://doi.org/10.1177/1533317516650806>
- Zheng, H., Luo, J., & Yu, R. (2014). From memory to prospection : What are the overlapping and the distinct components between remembering and imagining? *Frontiers in Psychology*, *5*, 856. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00856>
- Zhong, J., Peniak, M., Tani, J., Ogata, T., & Cangelosi, A. (2019). Sensorimotor input as a language generalisation tool : A neurorobotics model for generation and generalisa-

tion of noun-verb combinations with sensorimotor inputs. *Autonomous Robots*, 43(5), 1271–1290. <https://doi.org/10.1007/s10514-018-9793-7>

Zuber, S., Ihle, A., Blum, A., Desrichard, O., & Kliegel, M. (2019). The effect of stereotype threat on age differences in prospective memory performance : Differential effects on focal versus nonfocal tasks. *The Journals of Gerontology : Series B*, 74(4), 625–632. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbx097>

# Annexes



Acronyme	Nom complet	Description	Début	Etudiant-e-s	Axe HDR
AME	Aging and Memory Error	Approche qualitative des erreurs de mémoire (proximité conceptuelle ou visuelle des leurres) dans le vieillissement normal	2014		2 et 3
SourceMn	Source des erreurs en mémoire et maladie d'Alzheimer	Approche qualitative des erreurs de mémoire selon la source des distracteurs (anciens/nouveaux) dans la maladie d'Alzheimer	2015		3
HeteroCog	Hétérogénéité du vieillissement et biomarqueurs	Caractérisation de l'hétérogénéité cognitive dans le vieillissement en lien avec les biomarqueurs de la maladie d'Alzheimer	2015	Marie Maxime LAVALLEE	2 et 3
ISE	Induction de spécificité et dynamique d'émergence en mémoire	Dynamique d'émergence des connaissances, notamment pour les souvenirs spécifiques suite à une induction de spécificité épisodique	2016	Rudy PURKART	1 et 3
ASME	Agging, Stereotype threat, and Memory Error	Approche qualitative des erreurs de mémoire dans le vieillissement normal selon l'effet de la menace du stéréotype liée à l'âge	2016	Master 1	2
SeCog	Sédentarité et Cognition	Répercussions cognitives d'un mode de vie sédentaire, application au vieillissement normal et au monde du travail	2017	Master 1 et 2	2
PerS	Perceptual Strength	Elaboration de normes sur la force perceptuelle et applications « lifespan » et troubles neurocognitifs	2017	Georges CHEDID, Master 1 et 2	1 et 3
Agisme	Agisme	Evaluation du niveau d'agisme des étudiant-e-s en psychologie et lutte contre l'agisme auprès des 50 ans et plus	2017		2 et 3
MBT	Memory Binding Test	Adaptation française et québécoise du test anglophone, validation clinique et ajout d'une tâche de reconnaissance de source	2018		3
ViMaCC	Vieillesse Maladie Chronique et stimulation Cognitive	Distinctivité cognitive et vieillissement, élaboration de modules de stimulation cognitive dans le vieillissement normal	2018	Jordan MILLE	2
MalStress	Maladie d'Alzheimer débutante et Stress	Etude des paramètres physiologiques sur le fonctionnement psychologique, élaboration d'exercices de gestion du stress et validation clinique de Santé'Up	2019	Valentin MAGNON	2 et 3
RetraiteCog	Répercussions cognitives de la prise de retraite	Effet de la menace du stéréotype sur le fonctionnement cognitif et le déclin à 6 mois de patients Alzheimer débutant, étude du potentiel rôle médiateur du stress	A venir	Master 1 ou 2	3
		Répercussions cognitives de la prise de retraite, étude multifactorielle (sédentarité, style de vie, type d'activité...)	A venir	Recherche de fonds	2 et 3



## B.1 Doctorant-e-s

### B.1.1 Valentin MAGNON

**Co-encadrement** : Frédéric DUTHEIL (10%) et Guillaume VALLET (90%).

**Période** : Thèse débutée le 01 septembre 2019.

**Sujet de thèse** : Développement et validation d'un module de gestion du stress, validation clinique du module cognitif et du module d'activités physique, seul et en synergie, auprès de personnes âgées souffrant d'une maladie chronique sans répercussion sur la cognition (module [co-]développés avec la start-up E-Ajeo Santé dans le cadre de l'application Santé'Up).

**Financement** : Fonds FEDER obtenu dans le cadre de l'appel à projets de la Région AURA 2016, Guillaume Vallet en est le porteur.

**Publications** : Aucune sur le sujet de thèse, voir section Master pour les autres publications.

### B.1.2 Jordan MILLE

**Co-encadrement** : Marie IZAUTE (10%) et Guillaume VALLET (90%).

**Période** : Thèse débutée le 01 octobre 2018.

**Sujet de thèse** : Développement et validation d'un module cognitif selon les approches incarnées et situées de la cognition, module en complément d'un module d'activités physique proposé par la start-up E-Ajeo Santé.

**Financement** : Fonds FEDER obtenu dans le cadre de l'appel à projets de la Région AURA 2016, Guillaume Vallet en est le porteur.

**Publications** : Un article théorique et un article expérimental en préparation, quatre communications.

### B.1.3 Rudy PURKART

**Co-encadrement** : Rémy VERSACE, Université Lyon 2 (50%) et Guillaume VALLET (50%).

**Période** : Thèse débutée le 01 septembre 2017 suite à un co-encadrement de cet étudiant en master 2.

**Sujet de thèse** : Comment favoriser l'émergence de souvenirs autobiographiques, travaux conduits dans le cadre de la cognition incarnée et située avec une application au vieillissement normal et à la maladie d'Alzheimer débutante.

**Financement** : Contrat doctoral ED NSCO (Lyon).

**Publications** : Deux articles expérimentaux publiés l'un dans une revue francophone (L'Année Psychologique) et l'autre dans une revue anglophone (Frontiers in Psychology), deux articles en préparation et cinq communications.

#### B.1.4 Marie Maxime LAVALLEE

**Co-encadrement** : Sven JOUBERT, Université de Montréal (Canada) (70%) et Guillaume VALLET (30%).

**Période** : Thèse débutée le 01 septembre 2015, programme PhD RI (5 ans) combinant cours, formation clinique et recherche.

**Sujet de thèse** : L'hétérogénéité cognitive dans le vieillissement normal, rôle des marqueurs neurobiologiques.

**Financement** : Diverses bourses et appuis à la recherche du Québec et du Canada.

**Publications** : Un article expérimental publié dans une revue anglophone (Journal of Alzheimer Disease), deux articles expérimentaux en préparation et de multiples communications nationales et internationales.

## B.2 Etudiant-e-s en Master

### B.2.1 Valentin MAGNON - Master 2 option recherche

**Co-encadrement** : Catherine AUXIETTE (50%) et Guillaume VALLET (50%).

**Période** : Master 2 en option recherche débutée le 01 septembre 2018 suite à un co-encadrement de master 1.

**Sujet de thèse** : Les répercussions cognitives de la sédentarité (au travail).

**Financement** : Aucun.

**Publications** : Un article théorique publié dans une revue anglophone (Frontiers in Public Health), un article expérimental en préparation et deux communications orales.

### B.2.2 Rudy PURKART - Master 2 option recherche

Voir section Doctorant-e-s

### B.2.3 Master 2 professionnel

**Supervision** : 2 étudiantes dans le Master ACTIE (UFR PSSSE – UCA) et 2 étudiantes dans le master de neuropsychologie (Université Lyon 2).

**(Co-)supervision** : 4 encadrements à 50%

### B.2.4 Master 1

**Supervision** : 16 étudiant-e-s (UFR PSSSE – UCA)

### B.2.5 Master en orthophonie

**Supervision** : 2 étudiantes (UFR Médecine – UCA)

**(Co-)supervision** : 4 encadrements à 75~%, 6 encadrements à 50~% et 4 encadrements à 33~% (UFR PSSSE – UCA & Université Lyon 2).

## B.3 Etudiant-e-s en Licence

**Supervision** : 2 étudiant-e-s (UFR PSSSE – UCA) dans le cadre d'un stage d'initiation à la recherche d'environ 100~h.

**Supervision** : 4 étudiant-e-s (Département de Psychologie – Université de Montréal) dans le cadre d'un stage d'initiation à la recherche d'environ 100~h.

## Une approche incarnée et située du vieillissement cognitif

Les approches incarnées et situées de la cognition connaissent un essor indéniable dans les sciences cognitives. Néanmoins, et de manière surprenante, l'étude du vieillissement, qu'il soit normal ou accompagné de troubles cognitifs, demeure marginale au sein de ces approches. L'objectif de ce travail d'habilitation à diriger des recherches est de montrer en quoi le vieillissement constitue un modèle expérimental tout désigné pour ces approches, et inversement, comment ces approches ouvrent de nouvelles perspectives fondamentales et cliniques pour le vieillissement.

Le document présente une série d'études qui s'appuient principalement sur la méthode expérimentale, mais également sur les approches neuropsychologiques et neuroscientifiques. Une attention particulière est portée sur la mémoire, en raison de son rôle central dans la cognition. Les travaux conduits corroborent le postulat de l'ancrage des connaissances dans des propriétés sensorielles chez le jeune adulte et la personne âgée. De cet ancrage, les liens entre mémoire et perception ont pu être évalués et appliqués au vieillissement normal. En raison de l'altération sensorielle et perceptive présente dans cette population, une hypothèse de moindre distinctivité est proposée pour rendre compte du fonctionnement mnésique des personnes âgées.

Une hypothèse intégrative est proposée pour rendre compte des difficultés mnésiques rencontrées dans la maladie d'Alzheimer et la démence sémantique. Le déficit pour les connaissances spécifiques (« épisodiques ») proviendrait d'une altération de l'intégration des composants sensori-moteurs entre eux et avec les dimensions contextuelles, alors que le déficit pour les connaissances catégorielles (« sémantiques ») proviendrait d'une altération de l'intégration unimodale. Les résultats obtenus permettent d'envisager de nouvelles pistes d'évaluation de la mémoire et de prise en charge pour le vieillissement normal et pathologique.

Une considération incarnée plus étendue est abordée à travers la question de la sédentarité, dont les effets accumulés dans le temps semblent associés à un moins bon fonctionnement cognitif, en particulier exécutif. La prise en compte de la variabilité de la fréquence cardiaque permet quant à elle d'évaluer les effets du stress physiologique dans la cognition. Ces considérations ouvrent aussi des perspectives inédites sur le possible rôle des paramètres physiologiques corporels dans le fonctionnement cognitif.

Enfin, les enjeux situés, en particulier selon le contexte social, sont considérés dans les effets de la menace du stéréotype sur la mémoire des personnes âgées et des patients souffrant de la maladie d'Alzheimer. Cette problématique est également traitée avec l'âgisme dans une optique d'évaluation de son importance et surtout dans une optique de prévention.

L'ensemble de ces questions et résultats est traité selon le modèle Act-In (Activation-Intégration). Ce modèle semble en effet être le seul à aborder la cognition à la fois de manière incarnée et située sans pour autant se limiter à un type de connaissances (spécifiques ou catégorielles).

Mots clés : cognition incarnée et située, vieillissement, trouble neurocognitif, mémoire, perception