



HAL
open science

Pour une mémoire re-créative : compréhension du fonctionnement et induction des mécanismes mnésiques responsables de l'émergence des connaissances dans une approche incarnée et située de la cognition

Rudy Purkart

► **To cite this version:**

Rudy Purkart. Pour une mémoire re-créative : compréhension du fonctionnement et induction des mécanismes mnésiques responsables de l'émergence des connaissances dans une approche incarnée et située de la cognition. Psychologie. Université de Lyon, 2020. Français. NNT : 2020LYSE2104 . tel-03877050

HAL Id: tel-03877050

<https://theses.hal.science/tel-03877050v1>

Submitted on 29 Nov 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



N° d'ordre NNT : 2020LYSE2104

THÈSE de DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

Opérée au sein de

L'UNIVERSITÉ LUMIÈRE LYON 2

École Doctorale : ED 476

Neurosciences et Cognition

Discipline : Psychologie cognitive

Soutenue publiquement le 27 novembre 2020, par :

Rudy PURKART

Pour une mémoire re-créative.

*Compréhension du fonctionnement et induction des
mécanismes responsables de l'émergence des connaissances
dans une approche incarnée et située.*

Devant le jury composé de :

Gaën PLANCHER, Maître de conférences HDR, Université Lumière Lyon 2, Présidente

Pascale PIOLINO, Professeure d'université, Université Paris Descartes, Rapporteur

Denis BROUILLET, Professeur des universités, Université Paul Valéry Montpellier 3, Rapporteur

Aurélia BUGAJSKA, Professeure, Université Bourgogne Franche-Comté, Examinatrice

Stéphane ROUSSET, Maître de conférences, Université Grenoble Alpes, Examinatrice

Rémy VERSACE, Professeur émérite des universités, Université Lumière Lyon 2, Co-directeur de thèse

Guillaume VALLET, Maître de conférences HDR, Université Clermont-Auvergne, Co-directeur de thèse

Contrat de diffusion

Ce document est diffusé sous le contrat *Creative Commons* « [Paternité – pas d'utilisation commerciale - pas de modification](#) » : vous êtes libre de le reproduire, de le distribuer et de le communiquer au public à condition d'en mentionner le nom de l'auteur et de ne pas le modifier, le transformer, l'adapter ni l'utiliser à des fins commerciales.

Université Lumière Lyon 2
École Doctorale Neurosciences et Cognition (ED 476 NSCo)
Laboratoire d'Étude des Mécanismes Cognitifs (EMC - EA 3082)

THÈSE

Présentée en vue de l'obtention du grade de

DOCTEUR EN PSYCHOLOGIE COGNITIVE DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

Discipline : Psychologie Cognitive

POUR UNE MÉMOIRE RE-CRÉATIVE :

**COMPRÉHENSION DU FONCTIONNEMENT ET
INDUCTION DES MÉCANISMES RESPONSABLES DE
L'ÉMERGENCE DES CONNAISSANCES DANS UNE
APPROCHE INCARNÉE ET SITUÉE**

Par Rudy PURKART

Réalisée sous la direction
du Professeur Rémy VERSACE et du Docteur Guillaume VALLET

Date de soutenance prévue le 27 Novembre 2020

Devant le jury composé de :

Gaën PLANCHER

Maître de conférences à l'Université Lumière Lyon 2, Présidente du jury

Pascale PIOLINO

Professeure à l'Université Paris Descartes, Rapporteuse

Denis BROUILLET

Professeur à l'Université Paul Valéry de Montpellier, Rapporteur

Aurélia BUGAJSKA

Professeure à l'Université Bourgogne Franche-Comté, Examinatrice

Stéphane ROUSSET

Maître de conférences à l'Université Grenoble Alpes, Examineur

Rémy VERSACE

Professeur à l'Université Lumière Lyon 2, Co-Directeur

Guillaume VALLET

Maître de conférences à l'Université Clermont-Auvergne, Co-Directeur

Table des matières

Résumé	1
Abstract	3
Avant-propos	5
Remerciements	7
Première Partie : Introduction théorique	9
Introduction générale	11
De l'importance d'un fonctionnement mnésique efficace	11
Une mémoire reproductive, (re)constructive, ou (re)créative?	12
Intérêt de recherche	13
Objectifs généraux et organisation de la thèse	13
1 Une mémoire reproductive	15
1.1 Approches multi-systèmes	16
1.2 Approche quantitative du fonctionnement mnésique	17
1.3 Récupération et recherche en mémoire	18
1.4 Paradigmes de facilitation de la récupération	19
1.5 Facteurs facilitateurs de la récupération	20
1.6 Limites d'une conception reproductive de la mémoire	20
1.7 Synthèse intermédiaire	22
2 Une mémoire (re)constructive	23
2.1 Constructive Episodic Simulation Hypothesis	25
2.2 Approche qualitative du fonctionnement mnésique	26
2.3 Paradigme de facilitation de la (re)construction	27
2.4 Facteurs facilitateurs de la (re)construction	31
2.5 Quid des connaissances générales?	32
2.6 Synthèse intermédiaire	33
3 Une mémoire récréative	35
3.1 Modèles à traces multiples	35
3.2 Approche incarnée et située	39
3.3 Paradigmes de facilitation et d'interférence	41
3.4 Facteurs facilitateurs de la récréation	43
3.5 Synthèse intermédiaire	46
4 Une dynamique de récréation	47
4.1 Vers un principe d'adéquation de la dynamique de simulation?	48
4.2 L'ISE comme paradigme facilitateur de la récréation?	51
4.3 Synthèse intermédiaire	54
Problématique	55
Deuxième Partie : Manipulations expérimentales	59

5 Étude 1 (ISE FR)	61
Améliorer la remémoration d'évènements autobiographiques et l'imagination d'évènements futurs grâce à l'Induction de spécificité épisodique : adaptation et validation en Français	63
5.1 Résumé	63
5.2 Abstract	64
5.3 Introduction	64
5.4 Méthode	67
5.5 Résultats	68
5.6 Discussion	69
Transition 1	73
6 Étude 2 (ISE DVN)	77
“Does It Improve the Mind’s Eye ?” : Sensorimotor Simulation in Episodic Event Construction	79
6.1 Abstract	79
6.2 Introduction	79
6.3 Material & Method	83
6.4 Results	86
6.5 Discussion	87
Transition 2	91
7 Étude 3 (SIMS ISE)	93
Playing “Guess who ?” : When an Episodic Specificity Induction increases trace distinctiveness and reduces memory errors during event reconstruction	95
7.1 Abstract	95
7.2 Introduction	96
7.3 Material & Method	97
7.4 Results	100
7.5 Discussion	102
Transition 3	107
8 Étude 4 (Mis/Match)	111
“It’s a match !” : First steps towards a matching principle of the sensorimotor simulation dynamic in memory	113
8.1 Abstract	113
8.2 Introduction	114
8.3 Experiment 1a	116
8.4 Experiment 1b	121
8.5 Experiment 2	124
8.6 General Discussion	129
8.7 Conclusion	132
Troisième Partie : Discussion générale	133
9 Discussion étendue des résultats expérimentaux	135
9.1 Rappel de la problématique générale	135
9.2 Une mémoire reproductive, (re)constructive ou re-créative ?	135
9.3 Hypothèses générales	137
9.4 Cibler la simulation sensorimotrice	138
9.5 Réduire les erreurs de mémoire	139
9.6 Vérifier le principe d’adéquation de la dynamique de simulation	143
9.7 Synthèse des résultats expérimentaux	148
Quatrième Partie : Limites et Perspectives	149

10 Limites et expériences complémentaires souhaitables	151
10.1 Limites	151
10.2 Expériences complémentaires souhaitables	153
10.3 Perspectives	156
Conclusion	161
Annexes	165
Annexes Expérience 1 (ISE FR)	166
Annexes Expérience 2 (ISE DVN)	174
Annexes Expérience 3 (SIMS ISE)	175
Annexes Expérience 4 [(Mis)Match]	178
Références bibliographiques	183

Résumé

Dans certaines situations, il est crucial de pouvoir accéder rapidement et avec exactitude au souvenir d'une expérience spécifique, tandis que dans d'autres situations, il importe plus d'accéder à une connaissance générale formée à partir de multiples expériences. Ces connaissances, tant spécifiques que générales, doivent toutefois être adaptées à la situation dans laquelle elles sont requises. Dans le cas contraire, les conséquences peuvent être désastreuses (e.g., confondre une personne innocente avec l'agresseur, confondre un champignon toxique avec un champignon comestible...). L'efficacité de la mémoire doit alors être optimale dans un grand nombre de circonstances, et le rester aussi longtemps que possible. D'autant que l'avancée en âge s'accompagne d'un déclin progressif de l'efficacité mnésique, notamment pour les souvenirs spécifiques. Le présent travail de thèse propose donc d'étudier les facteurs qui influencent l'efficacité mnésique. Plus précisément, ce travail porte sur les mécanismes qui sous-tendent l'accès aux connaissances, et sur les facteurs qui influencent ces mécanismes. Trois grandes conceptualisations théoriques du fonctionnement mnésique envisagent différemment ces mécanismes, ainsi que la nature même des connaissances. Ces mécanismes sont envisagés comme étant soit reproductifs, soit (re)constructifs, soit re-créatifs. Le présent travail de thèse vise à justifier l'intérêt d'une conception re-créative de la mémoire fondée sur les approches incarnées et situées et sur les modèles à traces multiples, qui postulent une émergence dynamique des connaissances à partir des mécanismes d'un unique système mnésique où les connaissances sont ancrées dans leurs propriétés modales essentiellement sensorimotrices. Plus précisément, ce travail met l'accent sur la dynamique des mécanismes responsables de l'émergence des connaissances, autrement appelée la dynamique de simulation sensorimotrice. Cette dynamique est supposée être différente selon le type de connaissance émergente. Elle est dite spécifique lorsqu'elle conduit à la re-création de l'état neuronal associé à une expérience spécifique et à l'émergence de souvenirs, et non-spécifique lorsqu'elle conduit à la re-création du type d'état neuronal associé à une catégorie d'expériences similaires et à l'émergence de connaissances générales. L'hypothèse défendue est que la dynamique de simulation dans une situation donnée pourrait être influencée par la dynamique de simulation antérieure dans une situation récente, et différemment selon si ces dynamiques sont concordantes ou non. Quatre études ont été conduites en utilisant un paradigme original d'induction, dans lequel une tâche impliquant une dynamique spécifique (tâche d'induction spécifique) est administrée juste avant une tâche subséquente impliquant une dynamique similaire, ce qui augmenterait les performances mnésiques dans la tâche subséquente. L'hypothèse défendue était que l'effet bénéfique d'induction venait d'une concordance des dynamiques de simulation. L'Étude 1 (ISE FR) a permis de traduire et valider en Français le paradigme d'induction spécifique. L'Étude 2 (ISE DVN) a testé et confirmé que le paradigme permettait bien de cibler la simulation sensorimotrice à travers la suppression des effets bénéfiques d'induction spécifique par la présentation d'un masque visuel dynamique pendant le rappel des détails de courtes vidéos. L'Étude 3 (SIMS ISE) a permis de montrer dans la condition d'induction spécifique une réduction des erreurs de mémoire dans les situations où celles-ci étaient les plus nombreuses, c'est-à-dire lorsqu'il s'agissait de faire émerger les détails d'une expérience spécifique mais fortement similaire à d'autres expériences. Enfin, à travers la conception d'une tâche d'induction non-spécifique (catégorielle), l'Étude 4 [(Mis)Match] a permis de montrer des effets de concordance des dynamiques dans une tâche de catégorisation (tâche non-spécifique) et de non-concordance des dynamiques dans une tâche de rappel spatial (tâche spécifique). Ensemble, ces résultats plaident pour l'importance fondamentale de la dynamique de simulation dans l'étude du fonctionnement mnésique. Ils constituent les fondations d'un nouveau principe mnésique d'*adéquation de la dynamique de simulation*, et ouvrent de nouvelles perspectives de recherche et de développement d'interventions cognitives visant à améliorer l'efficacité mnésique, à destination notamment des personnes âgées avec et sans trouble cognitif.

Abstract

In some situations, it is crucial to be able to quickly and accurately access the memory of a specific experience, while in other situations it is more important to access general knowledge formed from multiple experiences. However, this knowledge, both specific and general, must be adapted to the situation in which it is required. Otherwise, the consequences can be disastrous (e.g., confusing an innocent person with the aggressor, confusing a toxic mushroom with an edible mushroom. . .). The efficiency of memory must then be optimal in a large number of circumstances, and remain so for as long as possible. Especially since aging is accompanied by a gradual decline in memory efficiency, notably for specific memories. The present thesis work therefore proposes to study the factors that influence memory efficiency. More specifically, this work focuses on the mechanisms underlying access to knowledge, and on the factors that influence these mechanisms. Three major theoretical conceptualizations of memory functioning consider these mechanisms differently, as well as the nature of knowledge itself. These mechanisms are considered to be either reproductive, (re)constructive, or re-creative. The present thesis work aims to justify the interest of a re-creative conception of memory based on embodied and situated cognition approaches and on multi-trace models, which postulate a dynamic emergence of knowledge from the mechanisms of a single memory system where knowledge is anchored in its modal properties that are essentially sensorimotor. More precisely, this work focuses on the dynamics of the mechanisms responsible for the emergence of knowledge, also called the sensorimotor simulation dynamic. This dynamic is supposed to be different according to the type of emerging knowledge. It is said to be specific when it leads to the re-creation of the neuronal state associated with a specific experience and the emergence of specific memories, and non-specific when it leads to the re-creation of the type of neuronal state associated with a category of similar experiences and the emergence of general knowledge. The defended hypothesis is that the simulation dynamic in a given situation could be influenced by the previous simulation dynamic in a recent situation, and differently according to whether these dynamics are concordant or not. Four studies were conducted using an original induction paradigm, in which a task involving a specific dynamic (specific induction task) is administered just before a subsequent task involving a similar dynamic, which would increase the memory performance in the subsequent task. The hypothesis defended was that the beneficial induction effect came from a concordance of the simulation dynamics. Study 1 (ISE FR) allowed to translate and validate in French the specific induction paradigm. Study 2 (ISE DVN) tested and confirmed that the paradigm is able to target sensorimotor simulation by suppressing the beneficial effects of specific induction by presenting a dynamic visual noise during the recall of short video details. Study 3 (SIMS ISE) showed a reduction in memory errors in the specific induction condition in situations where these were most numerous, i.e. when attempting to recall the details of a specific experience but strongly similar to other experiences. Finally, through the conception of a non-specific (categorical) induction task, Study 4 [(Mis)Match] showed the effects of matching dynamics in a categorization task (non-specific task) and of non-matching dynamics in a spatial recall task (specific task). Together, these results plead for the fundamental importance of the simulation dynamic in the study of memory functioning. They constitute the foundations of a new memory principle called the “simulation dynamic matching principle”, and open new perspectives for research and development of cognitive interventions aimed at improving memory efficiency, especially for elderly people with and without cognitive impairment.

Avant-propos

Ce projet de thèse a été élaboré conjointement par Rudy Purkart, Guillaume Vallet (Maître de conférences, LAPSCO – CNRS UMR 6024, Université Clermont Auvergne) et Rémy Versace (Professeur des Universités, Laboratoire EMC – EA 3082, Université Lumière Lyon 2). Il a été présenté au concours de l'École Doctorale Neurosciences et Cognition (ED 476 NSCo), à l'issue duquel un contrat doctoral a été attribué à Rudy Purkart. Rudy Purkart a mené à bien la collecte de données, les analyses statistiques, l'interprétation des résultats obtenus et rédigé le contenu de cette thèse. Ces tâches ont été effectuées sous la co-supervision de Guillaume Vallet et Rémy Versace. Des quatre articles inclus dans cette thèse, tous furent rédigés principalement par Rudy Purkart qui en est le premier auteur. Un premier article découlant de l'Étude 1 (ISE FR) fut publié en 2019 dans la revue *l'Année Psychologique* (vol. 119, issue n°1, pp. 25–53). Un second article découlant de l'Étude 2 (ISE DVN) fut publié en 2019 dans la revue *Frontiers in Psychology* (vol. 10, p. 1403). Un troisième article découlant de l'Étude 3 (SIMS ISE) fut soumis en 2020 pour publication dans la revue *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*. Jordan Mille (LAPSCO – CNRS UMR 6024, Université Clermont Auvergne) et Rudy Purkart ont contribué de façon égale à cette troisième étude et à l'écriture de ce troisième article. Un quatrième article découlant de l'Étude 4 [(Mis/Match)] fut soumis en 2020 pour publication dans la revue *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*.

Remerciements

D'abord, je tiens à remercier mes deux superviseurs de thèse Rémy Versace et Guillaume Vallet, pour la confiance qu'ils m'ont accordée, pour le suivi qu'ils m'ont offert depuis le Master, pour les précieux enseignements qu'ils m'ont dispensés tout au long de la thèse, mais aussi pour la liberté qu'ils m'ont laissée. Leur expertise, leur rigueur, et leur bienveillance ont été indispensables à la bonne réussite de ce travail et à ma formation. J'espère que leurs qualités que j'admire auront déteint sur moi pendant ces trois années.

Je remercie les membres du jury de thèse Pascale Piolino, Aurélia Bugaiska, Denis Brouillet et Stéphane Rousset pour avoir accepté d'évaluer ce travail de thèse. C'est pour moi un véritable honneur, et je suis convaincu que leurs évaluations ne manqueront pas d'alimenter ma réflexion et d'améliorer la qualité de mes prochains travaux. Je remercie également Stéphane Rousset et Jane Plailly pour leur implication dans mon comité de suivi individuel de thèse, pour la pertinence de leurs suggestions, et pour leur bienveillance.

Je tiens ensuite à remercier Jordan Mille, pour son amitié, pour ses conseils toujours avisés, pour nos discussions passionnées et pour être toujours enthousiaste à l'idée de collaborer ensemble. Je suis également très enthousiaste à l'idée que nos collaborations se poursuivent encore de nombreuses années.

Je remercie ensuite mes amies et collègues de promotion 2017, Sarah et Lénaïc, qui ont contribué à ce que ces trois années de thèse se déroulent dans le rire et la bonne humeur. Je remercie aussi Geoffrey, Sara, Fanny, Arthur, Paul, Manu, Romain, Boris et Nicolas pour les moments que j'ai passés avec chacun. Je remercie Anthony pour ses conseils et pour son encadrement lorsque je n'étais qu'un jeune Master 1. Je remercie les anciens comme les actuels membres du Laboratoire EMC, et notamment son directeur Bernard Lété, pour m'avoir accueilli avec bienveillance et sympathie, et pour avoir contribué à ce que ma thèse se déroule dans les meilleures conditions possibles. Je remercie également Claire M, Eugénie, Laurie, Amandine, Claire L, Emma, Marie, Manon et Feyza pour votre implication. Je remercie chaleureusement les participant(e)s qui ont accepté de donner de leur temps pour contribuer à faire avancer mes recherches, et par conséquent faire progresser les connaissances sur le fonctionnement de la mémoire.

Je remercie Floriane Delphin-Combe, Karima Brahami, ainsi que le Pr. Pierre Krolak-Salmon et toute son équipe pour avoir rendu possible la mise en place du Protocole InSpÉ.

Je remercie infiniment mes amis et ma famille, pour leur amour et leur soutien. Merci à Flo, Nico, Kev et Paul pour me permettre de m'évader et de me défouler dans le bruit et la fureur de ma seconde passion, la musique. Merci profondément à Guillaume et Léa, pour tout ce qu'ils sont.

Enfin, merci par dessus tout à Margaux, ma complice du rire, de l'aventure et de l'amour. Des mots ne sauraient suffire à exprimer tout ce que je lui dois.

Première Partie : Introduction théorique

Introduction générale

De l'importance d'un fonctionnement mnésique efficace

Depuis l'apparition des premiers membres de notre espèce il y a 2,4 millions d'années, l'Homme n'eut de cesse de lutter pour sa survie. Cette survie tenait à produire le comportement le plus adapté face aux problèmes qui menaçaient sa vie : trouver de l'eau et de la nourriture, éviter ou affronter les prédateurs, se reproduire . . . Les lois de la sélection naturelle ne permirent qu'aux individus les plus adaptés de survivre et de se reproduire, façonnant ainsi le cerveau de l'Homme.

Parmi ce qui a grandement influencé les chances de survie d'un individu se trouve sans nul doute sa capacité à garder trace de ses expériences quotidiennes, à former des représentations générales de celles-ci, et à s'en servir au moment opportun pour produire un comportement adapté à la situation. Prenons une situation où l'individu est confronté à un être vivant sifflant au corps long et sinueux. Toutes les expériences dans lesquelles l'individu a été confronté à un être similaire ont contribué à la connaissance générale de ce type d'animal. Cette connaissance permet de le reconnaître comme étant un serpent et plus particulièrement comme étant une vipère et non une couleuvre. La vie ou la mort de l'individu dépend notamment de l'exactitude et de la rapidité de cette reconnaissance. De même, accéder à une expérience spécifique dans laquelle l'individu a été confronté à un nid de serpent lui aurait permis de se souvenir de l'emplacement exact du nid et de lui éviter une mauvaise rencontre. Mais les chances de survie d'un individu dépendraient également de sa capacité à imaginer, ou simuler, de futures expériences à partir de ses expériences passées, de façon à anticiper les contingences futures et les comportements optimaux à produire. Ces quelques capacités reposent essentiellement sur une fonction désignée dans le domaine de la recherche scientifique en psychologie cognitive par le terme "mémoire".

De nos jours, l'impératif de survie n'est plus au centre des préoccupations de l'Homme. L'agriculture, la sédentarité et la vie en société ont modifié les problèmes, les buts et les besoins des individus. Il n'y a plus tellement de situations de vie ou de mort où un fonctionnement sous-optimal de la mémoire réduirait drastiquement les chances de survie d'un individu. Néanmoins aujourd'hui, un fonctionnement sous-optimal peut toutefois avoir de graves conséquences dans certaines situations de la vie quotidienne. Dans le cadre de témoignages oculaires par exemple (voir Loftus & Palmer, 1996), cela peut conduire à écrouler un individu innocent sur la base d'un témoignage erroné. Un accident de mobylette peut conduire à une amnésie sévère chez un individu et lui rendre par exemple ses proches étrangers (voir le célèbre patient K.C., Rosenbaum et al., 2005). De plus, les progrès en médecine et l'amélioration des conditions de vie depuis les premiers Hommes ont augmenté l'espérance de vie humaine pour mieux révéler une altération progressive du fonctionnement cognitif et de la mémoire après un âge avancé (voir Lemaire & Bherer, 2005), accentuée par les maladies neuro-dégénératives telles que la Maladie d'Alzheimer (voir "2017 Alzheimer's Disease Facts and Figures," 2017). Les expressions d'un fonctionnement mnésique altéré chez les individus âgés peuvent aller du bénin oubli de clefs, à l'oubli des personnes chères. Dans les cas les plus extrêmes, les individus âgés deviennent malheureusement inadaptés à une vie en autonomie et dépendants des autres individus.

Le rôle de la mémoire reste central aujourd'hui. Les exemples modernes susmentionnés ne sont que quelques-uns parmi les nombreux qui soulignent l'importance et l'intérêt de mieux comprendre le fonctionnement de la mémoire, afin de le rendre plus efficace pour rester adapté le plus longtemps possible à la vie quotidienne. Le présent travail de thèse propose **d'étudier les facteurs qui influencent l'efficacité de la mémoire**. Plus précisément, ce travail portera particulièrement sur les mécanismes qui sous-tendent l'accès aux connaissances, et sur les facteurs

qui influencent ces mécanismes. Les conceptualisations théoriques dominantes du fonctionnement de la mémoire et de ses mécanismes ont évolué jusqu'à aujourd'hui. Trois grandes conceptions de la mémoire seront abordées dans les premiers chapitres de cette thèse. Chacune de ces conceptions envisage différemment les mécanismes qui sous-tendent l'accès aux connaissances, ainsi que la nature même des connaissances, et présente des avantages et des limites qu'il faut considérer dans l'étude de l'efficacité mnésique.

Une mémoire reproductive, (re)constructive, ou (re)créative ?

Dans le sens commun, la mémoire sert à enregistrer, conserver et rejouer des expériences passées, comme un Jukebox sert à conserver et rejouer des chansons enregistrées sur CD. Cette conception, bien que métaphorique, n'est pas si éloignée de l'une des conceptions scientifiques ayant longtemps dominé la recherche sur la mémoire et son fonctionnement, et qui sera la première des trois développées dans les trois premiers chapitres de la thèse.

Cette première conception de la mémoire peut être qualifiée de **reproductive**. Elle est associée à l'idée de systèmes mnésiques multiples qui se seraient mis en place et spécialisés au cours de l'évolution pour résoudre chacun un problème spécifique posé par l'environnement (Sherry & Schacter, 1987). Ces systèmes stockeraient les connaissances sous forme de représentations de différentes natures (savoirs, souvenirs, procédures...) pouvant être amodales (i.e., abstraites de leurs propriétés sensorimotrices) (pour une revue sur les approches multi-systèmes, voir Squire, 2004). Ces représentations sont ensuite recherchées et récupérées intactes sous contrôle ou non de l'individu pour servir ses besoins. Mais de nos jours, cette conception soulève beaucoup de questions quant aux mécanismes qui sous-tendent cette recherche/récupération, au format des représentations, et quant à l'intérêt adaptatif d'une mémoire jouant à l'identique nos connaissances tel un Jukebox jouant ses chansons (pour une revue critique, voir Versace et al., 2002). De plus, cette conception n'explique pas la survenue de distorsions mnésiques (i.e., la survenue de souvenirs incorrects qui ne reflètent pas fidèlement l'expérience originale), gages d'une mémoire imparfaite et faillible.

La seconde conception abordée dans cette thèse est la conception **(re)constructive** de la mémoire qui repose également sur l'idée de systèmes mnésiques multiples stockant diverses formes de représentations, mais qui se limite exclusivement à la description du système qui sous-tend l'accès aux souvenirs d'événements passés spécifiques (système "épisode" d'après Tulving, 2002). A contrario de la conception reproductive, cette conception (re)constructive repose sur l'idée que les souvenirs d'événements passés spécifiques ne seraient pas récupérés intacts, mais reconstruits par un mécanisme de (re)construction qui assure la recombinaison des fragments de l'expérience associée à l'événement, sous contrôle de l'individu (Schacter & Addis, 2007a, 2007b). Ce mécanisme de reconstruction sous-tendrait également la *pensée future épisodique* (Schacter et al., 2017), qui se réfère à la capacité hautement adaptative d'imaginer et simuler de futures expériences. Cette capacité reposerait alors sur la recombinaison de fragments issus de multiples expériences pour construire un événement nouveau imaginaire. Cette conception expliquerait mieux la survenue des distorsions mnésiques (Schacter et al., 2011 ; Schacter & Coyle, 1995) par une recombinaison flexible et dynamique conduisant à une reconstruction inexacte. Mais la façon dont le mécanisme de (re)construction opère sur des fragments de représentations stockées en mémoire reste assez vague, et il n'est pas spécifié si les autres formes de connaissances, notamment les connaissances générales, sont également reconstruites. Cela s'avère problématique lorsqu'on s'intéresse aux mécanismes qui sous-tendent l'accès aux connaissances, quelle que soit leur forme, et à l'efficacité mnésique de façon globale. Pourtant, d'autres conceptions théoriques de la mémoire défendent l'idée que toute forme de connaissance est reconstruite, voire recréée.

Enfin, une conception **recréative** de la mémoire repose quant à elle sur l'idée d'un système mnésique unique où les connaissances sont modales, distribuées sur l'ensemble du cerveau, qui se développerait par l'accumulation des traces mnésiques laissées sur lui par chacune des expériences sensorimotrices vécues par l'individu, chaque trace mnésique correspondant à l'empreinte (ou l'état) neuronal(e) associée à une expérience. Les modèles à traces multiples soutiennent cette idée (e.g., Hintzman, 1986 ; Versace et al., 2009, 2014) et avancent que l'émergence des différents types de connaissances se ferait de façon dynamique à partir de l'activation des traces mnésiques par les caractéristiques de la situation présente, et plus précisément à partir de l'interaction entre les propriétés sensorimotrices des expériences vécues par l'individu (ce qu'il a vu, fait, entendu, etc.), et les propriétés sensorimotrices de l'expérience qu'est en train de vivre l'individu.

dans le moment présent. Les connaissances ne sont plus des contenus récupérés comme un tout ou reconstruites par petits bouts ; elles sont des créations du système d'un état neuronal proche de l'état associé à une expérience passée spécifique (pour les souvenirs spécifiques), ou d'un état reflétant les aspects communs à de nombreuses expériences (pour les connaissances générales). Le type d'état recréé dépend alors de la dynamique d'activation des traces mnésiques du système. L'efficacité mnésique est ici vue comme la facilité avec laquelle le système recrée l'état neuronal correspondant à la connaissance à émerger. Améliorer l'efficacité mnésique revient alors à favoriser l'émergence des connaissances dans une situation donnée et suppose d'agir, à l'émergence, sur la dynamique d'activation des traces mnésiques du système afin que l'état du système soit le plus proche de l'état associé à la connaissance à émerger. Dans une conception récréative, l'imagination d'expériences futures, comme les distorsions mnésiques, résulterait également d'une création mnésique. Le modèle à traces multiples Activation-Intégration (Act-In ; Versace et al., 2014, 2009), modèle de référence de cette thèse, décrit précisément les mécanismes responsables de l'émergence dynamique des connaissances et qui permettent de rendre compte de la *simulation sensorimotrice*, centrale dans l'approche incarnée et située de la cognition, qui correspond au phénomène de recréation (Barsalou, 2008, 2009).

Cette dernière conception **récréative** de la mémoire se distingue fondamentalement d'une conception **reconstructive** sur le fait que les connaissances sont des *créations* d'états neuronaux tributaires des créations antérieures, plutôt que des *reconstructions* conduites par la récupération et la recombinaison d'un contenu en mémoire. L'avantage de cette conception est que la recréation sous-tendrait l'émergence des connaissances quelles que soient leurs formes, à la différence de la reconstruction qui ne se limiterait qu'aux souvenirs spécifiques. De plus, dans cette conception, l'efficacité de la mémoire se jouerait principalement à l'émergence et dépendrait du fonctionnement de mécanismes clairement décrits et communs à toute forme de connaissance, qui modulent la dynamique d'activation des traces. C'est pourquoi cette conception **récréative** est particulièrement pertinente pour étudier les facteurs qui favorisent l'émergence des connaissances, et plus largement l'adaptabilité de l'individu à son environnement.

Intérêt de recherche

L'intérêt d'étudier les facteurs qui favorisent l'émergence des connaissances et influencent l'efficacité mnésique est à la fois théorique et pratique. Concernant l'intérêt théorique, la dynamique de recréation qui sous-tend l'émergence des connaissances a été étudiée à travers des paradigmes de facilitation et d'interférence sensorimotrice (e.g., Brunel, Lesourd, et al., 2010 ; Rey et al., 2015 ; Riou et al., 2015 ; Vallet et al., 2010). L'objectif de ces paradigmes était d'observer une facilitation ou une perturbation au niveau sensoriel de l'émergence des connaissances en fonction de diverses manipulations censées influencer la simulation sensorimotrice. La plupart des études ont utilisé des paradigmes d'amorçage et de masquage sensoriel. Dans cette thèse, nous présenterons un nouveau paradigme fondé sur une méthode dite "**d'induction**". Ce paradigme présente un intérêt théorique certain par sa particularité d'être à la fois un paradigme de facilitation ou de perturbation selon des conditions bien spécifiques, et d'agir uniquement à l'émergence des connaissances sur la dynamique de recréation afin de la moduler, sans influencer l'apprentissage. Ce paradigme nouveau et original permettrait d'étudier de façon inédite les facteurs qui favorisent l'émergence des connaissances et d'améliorer notre compréhension du fonctionnement de la mémoire en permettant des manipulations innovantes visant à moduler la dynamique de recréation à l'émergence. Concernant l'intérêt pratique, les paradigmes de facilitation, dont celui fondé sur la méthode d'induction, ont le potentiel d'offrir de nouvelles interventions cognitives visant à transférer à la vie quotidienne les bénéfices observés en laboratoire, notamment chez les personnes âgées avec ou sans troubles cognitifs qui rapportent fréquemment des plaintes mnésiques et qui présentent une altération progressive de la mémoire ayant des répercussions sur leur qualité de vie (voir Drag & Bieliauskas, 2010 ; Minett et al., 2008).

Objectifs généraux et organisation de la thèse

Ce travail de recherche se propose d'étudier les facteurs qui favorisent l'émergence des connaissances et influencent l'efficacité mnésique dans une conception récréative, en s'appuyant sur une méthode d'induction inédite censée moduler la dynamique de recréation à l'émergence. L'objectif visé est triple. Premièrement, il s'agit de montrer en quoi une conception récréative

adoptée par les modèles à traces multiples, et plus particulièrement le modèle Act-In, est plus pertinente qu'une conception reproductive ou reconstructive pour étudier les facteurs qui favorisent l'émergence des connaissances quelles que soient leurs formes. L'intérêt spécifique du modèle Act-In est de rajouter une composante incarnée qui est absente dans les autres modèles à traces multiples, notamment à travers la notion de simulation sensorimotrice. Deuxièmement, il s'agit de tester les prédictions faites par le modèle Act-In quant aux facteurs qui favorisent l'émergence des connaissances en usant du paradigme d'induction afin de moduler la dynamique du récréation à l'émergence. Troisièmement, il s'agit de proposer les bases d'un nouveau principe mnésique portant sur l'efficacité de l'émergence des connaissances. Ce travail offrirait des perspectives encourageantes dans le développement d'interventions cognitives visant à favoriser l'émergence des connaissances qui s'appuieraient sur le principe susmentionné.

La **Première Partie** de ce travail exposera les aspects théoriques qui vont permettre la compréhension des travaux expérimentaux subséquents. Dans cette première partie, le **Chapitre 1** sera consacré à la présentation de la conception **reproductive** de la mémoire, le **Chapitre 2** à la conception **reconstructive**, et le **Chapitre 3** à la conception **récréative**. Dans chacun de ces chapitres, facteurs, mécanismes et paradigmes ayant trait à l'émergence des connaissances selon chaque conception seront discutés, et les limites/avantages de ces conceptions seront évalués. Le **Chapitre 4** sera consacré au développement d'un nouveau principe mnésique portant sur la dynamique de récréation du système.

La **Deuxième Partie** présentera les manipulations expérimentales conduites grâce au paradigme fondé sur l'induction. Le **Chapitre 5** sera consacré à la validation en français de la méthode d'induction, essentielle pour la suite des manipulations expérimentales (Étude ISE-FR). Le **Chapitre 6** sera consacré à tester l'hypothèse selon laquelle la méthode d'induction cible le mécanisme de simulation sensorimotrice et facilite l'émergence des détails sensorimoteurs spécifiques d'un événement, à travers un paradigme de masquage sensoriel (Étude DVN). Si la facilitation de l'émergence des détails sensorimoteurs spécifiques d'un événement (par l'induction), repose bien sur la simulation, occuper par un masque sensoriel les aires sensorielles impliquées dans cette simulation devrait réduire les bénéfices qui découlent de l'induction. À partir des résultats rapportés dans le chapitre précédent, le **Chapitre 7** sera consacré à tester une des prédictions clefs du modèle Act-In grâce à l'induction (Étude SIMS). Dans une conception récréative incarnée et située, l'efficacité du fonctionnement cognitif et de la mémoire ne repose pas sur un critère quantitatif (i.e., sur la quantité de détails que l'individu est capable de rappeler), mais sur des critères qualitatifs (i.e., sur l'exactitude de la récréation de l'évènement) et adaptatifs (i.e., sur la pertinence du comportement produit par rapport à la situation et aux buts de l'individu). Selon le modèle Act-In, cette efficacité du fonctionnement cognitif dans une activité mnésique discriminante (e.g., faire émerger un souvenir spécifique) est influencée négativement par la similarité entre les souvenirs (i.e., entre les traces mnésiques) au niveau de leurs aspects sensorimoteurs. Des souvenirs similaires limiteraient la capacité à faire émerger les détails spécifiques à un seul d'entre eux, et conduiraient à confondre ces souvenirs et à faire des erreurs. Selon ce même modèle, faciliter la simulation des détails sensorimoteurs spécifiques d'un souvenir (grâce à l'induction par exemple) devrait favoriser la discrimination du souvenir par rapport aux autres et améliorer qualitativement les performances mnésiques, sauf si les souvenirs sont assez distinctifs les uns par rapport aux autres. Enfin, le **Chapitre 8** sera consacré à la présentation et à l'évaluation préliminaire d'un nouveau principe mnésique qui conditionnerait l'émergence des connaissances, en lien avec la méthode d'induction (Étude (Mis)Match). Finalement, la **Troisième Partie** de cet ouvrage sera consacré à la discussion des différents résultats et aux perspectives théoriques et pratiques qu'ouvre ce travail de thèse.

Chapitre 1

Une mémoire reproductive

Dans le sens commun, la mémoire désigne la faculté d'emmagasiner des connaissances pour les restituer ultérieurement. Cette définition évoque une bibliothèque imaginaire où les livres, qui correspondraient aux connaissances sur le monde et sur soi, seraient entreposés et organisés pour être ultérieurement recherchés et consultés. Cette idée d'un entrepôt mental (ou d'un "stock" d'après l'anglicisme) nous vient des premiers auteurs à avoir disserté sur la mémoire. Saint Augustin par exemple, parlait d'un "vaste palais de la mémoire, là où se trouvent les trésors d'images innombrables" (Augustin, 401C.E., p. 75). Dans ce sens, la mémoire désigne alors plus un lieu de stockage (le palais) qu'une capacité à se servir de ce lieu pour y entreposer et récupérer les connaissances. Elle serait donc le contenant d'un contenu. Toutefois la nature du contenu et les processus qui permettent son stockage et sa récupération restent à préciser.

Un livre est un moyen de représenter le monde au lecteur. C'est une transformation de la réalité du monde en un code (l'écriture) compréhensible par le lecteur. À ce titre, la mémoire a été conçue comme contenant des représentations issues de la transformation des informations extraites par l'individu à partir de son interaction avec le monde, en un code utilisable par le système comme des signaux neuronaux (pour une discussion de la notion de représentation en sciences cognitives, voir Bault et al., 2011). Cette idée a inspiré beaucoup de modèles de la mémoire (voir Squire, 2004). L'information passerait alors du domaine extérieur au domaine intérieur de la mémoire à travers un processus *d'encodage*. Ce processus d'encodage (i.e., ce passage à l'état de représentation) est décrit par Fodor dans une approche théorique, le computationnisme, qui assimile le fonctionnement cognitif à celui d'un ordinateur qui effectue des calculs (ou des traitements) à partir de modules indépendants (Fodor, 1975). D'abord, l'individu perçoit les informations du monde qui l'entourent (les percepts) à travers ses organes sensoriels, autrement appelés transducteurs, au niveau des systèmes périphériques. Les percepts sont ensuite transduits et transformés en un code compréhensible par les systèmes centraux. Ce code correspond alors à la représentation de l'information. Les informations, quelle que soit leur nature, sont codées de façon universelle, et les représentations qui découlent de ce codage universel partagent nécessairement la caractéristique d'être amodales, c'est-à-dire détachées de leurs propriétés sensorielles et motrices (Fodor & Pylyshyn, 1988). D'après Fodor, les systèmes périphériques se divisent en nombreux modules indépendants et spécialisés pour un domaine d'information particulier, de sorte que chaque module traite les informations selon un code spécifique au domaine pour lequel il est spécialisé, et conduit à des représentations mnésiques de différentes natures. Le fonctionnement de chaque module est régi par des règles spécifiques. De plus, les modules possèdent chacun une architecture neuronale particulière fixe et sont associés à des déficits spécifiques (Fodor, 1983). La représentation est alors le matériel cognitif essentiel qui permet à l'individu de reproduire mentalement ce qu'il a perçu du monde. Une mémoire qui repose sur des représentations est donc intrinsèquement une mémoire *reproductive*.

En résumé, dans une approche computo-symbolique, la mémoire stockerait des représentations amodales de différentes natures rattachées chacune à un module spécifique, lui-même rattaché à un substrat neuronal spécifique. Une telle conception modulariste a conduit un certain nombre de chercheurs à ne plus considérer la mémoire comme étant unitaire, mais comme étant divisée en plusieurs systèmes et sous-systèmes spécialisés pour un type de représentation donné, sur lesquels reposent les différentes manifestations phénoménologiques de la mémoire. Cette conception est à

l'origine des approches dites “multi-systèmes”, présentées dans la partie suivante.

1.1 Approches multi-systèmes

D'un point de vue phylogénétique, de multiples systèmes de mémoire se seraient mis en place pour répondre individuellement aux problèmes spécifiques rencontrés par l'Homme aux cours de son évolution (Sherry & Schacter, 1987). Chaque système se distinguerait par une fonction cognitive et comportementale propre, des lois et des principes propres, des substrats neuronaux propres, un moment d'apparition dans le développement phylogénétique et ontogénétique propre, et opérerait sur un format de représentation propre (voir Schacter & Tulving, 1994; Tulving, 1985a, 1984). Parmi les multiples systèmes dont rendent compte les approches multi-systèmes (pour une revue sur les approches multi-systèmes, voir Squire, 2004; voir aussi Versace et al., 2002), ceux qui reposent sur une distinction en termes de nature des représentations retiendront davantage notre attention dans cette partie, et particulièrement les systèmes très populaires de mémoire épisodique et de mémoire sémantique (Tulving, 1972). Ces systèmes peuvent être par exemple rattachés à la mémoire déclarative (distincte de la mémoire non-déclarative; Squire, 1992), elle même rattachée à la mémoire à long-terme (distincte de la mémoire à court-terme; Atkinson & Shiffrin, 1968).

Le système de mémoire épisodique, en qualité d'entrepôt métaphorique, conserve des représentations qui ont trait aux événements ou épisodes spécifiques de la vie d'un individu, chacun inscrit dans un contexte temporo-spatial particulier (Tulving, 2002, 2001), par exemple le jour de son mariage. Ces représentations - ces souvenirs épisodiques - sont considérés comme étant plus ou moins des enregistrements ou transcriptions fidèles des expériences vécues par l'individu (Tulving, 1972, p. 387). Rappeler un souvenir épisodique serait accompagné de la sensation de revivre à nouveau l'évènement et d'effectuer un voyage mental dans le temps vers le passé dans un état de conscience “autonœtique” (Tulving, 1985b).

Le système de mémoire sémantique conserve quant à lui des représentations qui ont trait aux connaissances générales sur le monde (e.g., “Paris est la capitale de la France”), sur les concepts ou encore sur soi-même (e.g., “Je suis né à Hyères”), entièrement détachées du contexte temporo-spatial dans lequel elles ont été apprises. Rappeler une connaissance sémantique ne serait pas associé à un état de conscience autonœtique (reviviscence), mais plutôt à un état de conscience “noœtique” (la conscience d'avoir connaissance).

Ces deux systèmes font partie des cinq systèmes hiérarchiques définis par le modèle *Serial, Parallèle, Indépendant* (SPI; Tulving, 1995). À ces deux systèmes de mémoire épisodique et sémantique s'ajoutent le système de mémoire procédurale (Tulving, 1983), le système de représentations perceptives (Tulving & Schacter, 1990) et le système de mémoire de travail (Baddeley, 2010, 1984, 1996). S'il on aborde ces systèmes par ordre d'apparition au niveau phylogénétique et ontogénétique, il y a d'abord le système de mémoire procédurale, qui aurait trait aux habiletés motrices et cognitives automatisées. Ce système d'action est le seul à ne pas conserver et traiter des représentations du monde. Ensuite, il y a le système de représentations perceptives, qui conserverait les informations reçues quant aux propriétés perceptives des objets physiques du monde pour les rendre disponibles aux autres systèmes. Enfin, le système de mémoire sémantique précéderait le système de mémoire de travail, qui assurerait la manipulation d'un nombre limité d'informations pour une courte durée, et qui lui même précéderait le système de mémoire épisodique. Il est à noter que dans la dernière version du modèle (Tulving, 2001), le système de mémoire procédurale et le système de mémoire de travail ont été abandonnés.

D'après le modèle SPI, l'information serait encodée de façon *sérielle*, de sorte que le système de représentation perceptive fournirait des informations perceptives sur les objets environnants au système de mémoire sémantique, qui associerait des connaissances générales et une signification à ces objets, avant que le système de mémoire épisodique ne leur associe un contexte temporo-spatial. Ainsi, une représentation de nature spécifique serait encodée dans chaque système à chaque étape. Toutefois, l'encodage dans un système est conditionné par le succès de l'encodage dans le système précédent. Le stockage de l'information se ferait quant à lui en *parallèle* dans les différents systèmes, chaque système stockant un aspect spécifique de l'information dans un format propre. Enfin, l'information pourrait être récupérée de façon *indépendante* dans chaque système.

Mais le fonctionnement de ce processus de *récupération* est toutefois décrit avec peu de

précisions. Traditionnellement, la récupération est vue comme l'acte de mémoire par lequel l'information est récupérée ou extraite du stock (ou plutôt sa représentation) et rendue accessible pour utilisation, à condition qu'elle ait été entreposée dans le stock de manière effective (voir Tulving, 1972). Elle advient lorsque la représentation stockée dans tel compartiment de la mémoire est suffisamment activée notamment par la comparaison avec la représentation perceptive (Chiaramonte & Rousset, 2011). Cette vision est inhérente à la métaphore de l'entrepôt. De nombreuses métaphores ont été employées dans de nombreuses théories populaires en psychologie cognitive pour décrire la mémoire, son fonctionnement et ses expressions. Roediger (1980) a d'ailleurs recensé la plupart de ses métaphores, qui allaient de la bouteille, à l'estomac de vache, en passant par la poubelle. Les plus dominantes font référence à l'idée d'un contenant où sont entreposés des objets, déjà évoquée plus haut, qui est encore en vigueur aujourd'hui. Bien que des mises en garde aient été formulées quant à l'emploi de métaphores pour conceptualiser la mémoire (e.g., Roediger, 1980), force est de constater son influence considérable sur l'étude de la mémoire, et même sur ceux qui se refusent pourtant à prendre les métaphores au pied de la lettre. Le processus de récupération souffre également d'une métaphore encore parfaitement en vigueur, selon laquelle ce processus consiste à rechercher les "objets" de la mémoire (les représentations), comme s'il s'agissait de disques vinyles, et à les rejouer littéralement, à les reproduire (les faire "mentalement" se produire de nouveau). D'où l'idée d'une mémoire dite *reproductive*.

La mémoire étant envisagée comme un entrepôt conservant une quantité d'informations pouvant être recherchées et récupérées avec succès ou non, elle a d'abord été principalement conçue en termes quantitatifs (voir Koriat & Goldsmith, 1994 ; voir aussi Schacter, 1989).

1.2 Approche quantitative du fonctionnement mnésique

Si la mémoire est un entrepôt où transitent une quantité d'informations, dès lors, évaluer la mémoire consiste à mesurer la quantité d'informations récupérées avec succès de l'entrepôt par rapport à la quantité d'informations entreposées lors d'un unique épisode d'encodage. Koriat et al. (2000) désignent cette conception de l'évaluation de la mémoire comme "*The Quantity-Oriented Storehouse Conception*"¹. L'information qui n'est pas récupérée est soit considérée comme oubliée, perdue, disparue de l'entrepôt (donc indisponible), soit comme inaccessible à cet instant mais toutefois disponible pour une récupération ultérieure (voir Tulving & Pearlstone, 1966). Cette distinction entre disponibilité et accessibilité renvoie à l'idée, encore exprimée en des termes quantitatifs, que la quantité d'informations stockées (donc disponibles) dépasse la quantité d'informations qu'il est possible de récupérer. En somme, c'est un "rationnement" mnésique.

De très nombreuses études en psychologie cognitive ont employé un paradigme d'apprentissage de liste d'items pour évaluer la mémoire épisodique de manière quantitative, en utilisant par exemple des mots. On présente aux participants une liste de mots qu'ils doivent mémoriser. Après un certain intervalle dit de "rétention", ils doivent ensuite rappeler le plus de mots possible de la liste (rappel libre). La performance mnésique est mesurée en calculant une proportion de mots rappelés par rapport au nombre total de mots présentés. Cette évaluation quantitative des performances mnésiques a conduit les chercheurs à manipuler des facteurs susceptibles de faire varier la quantité d'information rappelée : nombre de mots par liste, intervalle de rétention, espacement temporel de l'apprentissage ou du test, présence d'indices... Par exemple, Tulving (1967) a montré que lorsque les participants rappelaient librement des listes de mots lors de trois rappels successifs, seul la moitié des items étaient systématiquement rappelés à chaque rappel. Les autres items étaient rappelés lors du troisième rappel mais pas lors du second, ou inversement par exemple. L'accessibilité des items en mémoire ne serait donc pas stable selon l'auteur. Tulving & Pearlstone (1966) ont également montré que la quantité de mots rappelés était supérieure dans une condition de rappel indicé que dans une condition de rappel libre. Ici, l'indice présenté lors du rappel était la catégorie sémantique d'appartenance du mot à rappeler. Les mots étaient disponibles, mais la présence ou non d'un indice lié à la catégorie sémantique du mot lors du rappel faisait varier son accessibilité.

Ainsi, dans une approche quantitative computo-symbolique "entrepôt-logique" de la mémoire, l'accès à une information en mémoire est déterminé par le succès de la récupération. La question

1. Proposition de traduction : La "conception quantitative de l'entrepôt".

se pose alors des conditions d'une récupération réussie.

1.3 Récupération et recherche en mémoire

Comme évoqué précédemment, une métaphore répandue concernant le processus de récupération voudrait qu'accéder à une information mémorisée impliquerait de rechercher cette information en mémoire. Certains avancent que cette recherche se ferait même parfois au prix d'un "effort" cognitif lorsqu'elle est laborieuse et prolongée. On parle alors d'une recherche stratégique et contrôlée (e.g., Moscovitch, 1992), où l'individu serait comme l'administrateur de son propre fonctionnement cognitif. Dans d'autres situations, la récupération semble au contraire plus automatique, passive et involontaire, à l'instar des situations où des "flashbulb" se produisent - c'est à dire des souvenirs extrêmement vifs et détaillés qui "s'imposent" à l'individu (voir Conway, 1995). L'idée d'une recherche contrôlée a émergé d'observation comme celle de Mandler (1980) (traduction proposée en bas de page²) :

"Consider seeing a man on a bus whom you are sure that you have seen before ; you"know" him in that sense. Such a recognition is usually followed by a search process asking, in effect, Where could I know him from? Who is he? The search process generates likely contexts (Do I know him from work, is he a movie star, a TV commentator, the milkman?) Eventually, the search may end with the insight, That's the butcher from the supermarket!"

— Mandler (1980), p. 252 — 253.

Lorsque la recherche en mémoire implique un effort prolongé pour répondre à une question posée par exemple, divers processus se mettraient en place à différents moment de la recherche. D'après Koriat (2000), le début d'une recherche contrôlée serait marqué par une étape préliminaire de "*monitoring*" dans laquelle l'individu ferait une évaluation approximative de la disponibilité de l'information en mémoire et de l'effort nécessaire pour y accéder. Le "sentiment de savoir" ("*feeling of knowing*") associé à cette étape serait basé sur un processus de contrôle de la familiarité générale de la question (Nhoyvvanisvong & Reder, 1998) et sur sa capacité à susciter la génération d'indices (Koriat, 1993, 1995). La stratégie de recherche employée par l'individu dépendrait notamment de cette familiarité de la question posée. Si le sentiment de savoir est très fort, la prochaine étape consiste à déterminer le contexte initial dans lequel la recherche sera conduite (Koriat, 2000). Ce qui revient à déterminer dans quelle section de la bibliothèque le livre qui nous intéresse est entreposé. Si l'information n'est pas immédiatement récupérée, certaines de ses caractéristiques peuvent l'être, permettant ainsi de relancer la recherche, de récupérer d'autres indices plus précis, et finalement de récupérer l'information. Apparaît alors un schéma de recherche cyclique et répétitif ayant comme effet d'affiner progressivement la description des informations à rechercher, jusqu'à ce que la recherche se rapproche de l'information cible. Une vérification de la pertinence de l'information ou de l'indice récupéré serait conduite à chaque itération (Williams & Hollan, 1981). L'inconvénient de cette description des étapes de recherche vers la récupération d'une information est que l'individu contrôlerait son propre fonctionnement, mais il n'est pas aisé d'obtenir des arguments attestant d'un tel contrôle de manière univoque.

La récupération, qu'elle soit contrôlée ou automatique, adviendrait lorsque que la représentation stockée dépasse un certain seuil d'activation suite à l'effort de recherche ou suite à la perception des indices présents dans la situation. La récupération a notamment été étudiée à travers l'utilisation d'indices de récupération. Pour Tulving (1983), la récupération d'une information est notamment le fruit de l'interaction entre la représentation de l'information stockée en mémoire et les indices présents au moment de la récupération. Les caractéristiques de ces indices et leur provenance peuvent considérablement varier d'une situation de récupération à une autre. Il y a les indices verbaux qui peuvent pendre la forme d'une demande ou requête spécifique. Par exemple lors d'un examen, l'indice peut être la question posée (e.g., "Quelle

2. "Imaginez que vous voyiez dans un bus un homme que vous êtes sûr d'avoir déjà vu auparavant ; vous le 'connaissez' d'une certaine manière. Une telle reconnaissance est généralement suivie d'un processus de recherche demandant, en fait, 'D'où pourrais-je le connaître? Qui est-il?' Le processus de recherche génère des contextes probables ('Est-ce que je le connais par mon travail, est-ce qu'il est une star de cinéma, un commentateur de télévision, le laitier?') Finalement, la recherche peut se terminer par la conclusion suivante : 'C'est le boucher du supermarché!'"

est la capitale de l’Australie ?”). Il y a également les indices non-verbaux comme les images, les sons, les odeurs ou les émotions (e.g., Goddard et al., 2005 ; Mead & Ball, 2007 ; Schab & Crowder, 1995 ; Uttl, 2008). En plus des indices issus de l’environnement, d’autres indices peuvent être autogénérés et récupérés en cascade tout au long de la recherche. Les individus peuvent aussi ne pas avoir conscience de la présence d’un indice. L’efficacité des indices varie également, ce qui fait varier différemment l’activation. Par exemple, plus un mot-indice est associé à un nombre important d’autres mots, moins l’indice sera efficace pour la récupération d’un mot cible spécifique (Nelson et al., 1998). Mais nous verrons dans la section suivante que l’efficacité d’un indice peut varier selon des critères précis.

L’indigage peut être considéré comme un paradigme important dans l’étude de la mémoire et de ses processus. L’idée principale est que les performances quantitatives (e.g., nombre de mots rappelés) varierait selon la présence et les caractéristiques d’un indice de récupération. Par exemple, dans l’étude de Tulving & Pearlstone (1966), le rappel indicé facilite la récupération de l’information. En ce sens, il est possible de considérer l’indigage comme paradigme de facilitation des performances mnésiques.

Ainsi, des facteurs favorisant la récupération des connaissances en mémoire ont été mis en évidence à l’aide de paradigmes de facilitation comme ceux présentés dans la section suivante.

1.4 Paradigmes de facilitation de la récupération

L’intérêt n’est pas ici de lister l’ensemble des paradigmes dits de “facilitation” des performances mnésiques issus de l’approche computo-symbolique, mais plutôt de présenter ceux qui ont influencé de façon majeure l’étude de la mémoire et de son fonctionnement. En effet, un des moyens les plus efficaces de mener à bien cette étude est d’identifier et de manipuler les facteurs qui vont influencer les performances et notamment les améliorer. Si un facteur donné engendre une telle influence, cela conduit par conséquent à une étude plus approfondie de ce facteur et à faire évoluer la conception de la mémoire. Comme évoqué plus haut, le paradigme d’indigage a été un paradigme de facilitation majeur. L’efficacité d’un indice, son caractère facilitateur, a notamment été prédit à travers le *principe d’encodage spécifique* (Tulving & Thomson, 1973).

1.4.1 Principe d’encodage spécifique

D’après le *principe d’encodage spécifique* (Tulving & Thomson, 1973), la représentation mnésique d’un événement reflète notamment son contexte au moment de l’encodage. Ainsi, l’efficacité d’un indice de récupération dont disposerait l’individu au moment de la récupération, dépendrait du degré de correspondance entre l’information fournie par l’indice et l’information contenue dans la représentation mnésique de l’évènement encodé. De façon globale, le succès de la récupération dépendrait de la relation de concordance entre les conditions d’encodage et les conditions de récupération de l’information (voir aussi le principe d’Encodage-Récupération de Surprenant & Neath, 2009). La probabilité de réussite de la récupération augmenterait donc à mesure qu’augmente le nombre de caractéristiques communes entre les conditions d’encodage et de récupération. Au niveau verbal par exemple, bien que le mot-indice *hot* est plus associé au mot cible *COLD* que le mot-indice *ground*, et plus efficace comme indice de rappel, le mot-indice *ground* sera plus efficace que le mot-indice *hot* si le mot cible *COLD* a été encodé dans le même contexte que le mot-indice *ground* (voir Tulving & Thomson, 1973). Au niveau non verbal, le rappel d’une liste de mot est meilleur si le contexte environnemental de récupération (e.g., sous l’eau, ou dans une pièce spécifique) est le même que le contexte d’encodage (Godden & Baddeley, 1975 ; Smith et al., 1978). La relation entre conditions d’encodage et conditions de récupération dépendrait également des processus ou traitements mis en œuvre dans chacune de ces situations et de leur similitude. Cette idée est au centre du *principe de transfert approprié du traitement*³ (Morris et al., 1977).

3. Traduction proposée pour *Transfer Appropriate Processing*. Également traduit par *Traitement approprié au transfert* (voir <http://data.loterre.fr/ark:/67375/P66-LR0PV6CQ-W>), ou encore *Transfert approprié de processus*. On retrouve aussi *Concordance des traitements*, et bien que cette traduction soit la moins fidèle, elle correspond pour nous le mieux à l’idée.

1.4.2 Principe de transfert approprié du traitement

D'après le *principe de transfert approprié du traitement* (Morris et al., 1977), le traitement mis en œuvre lors de l'encodage et celui mis en œuvre lors de la récupération sont tous deux d'une importance cruciale, et le succès de la récupération dépend de la relation entre ces deux traitements. En d'autres termes, le critère essentiel d'une récupération efficace est la mesure dans laquelle le traitement effectué lors de l'encodage est rétabli lors de la récupération. Par exemple, bien qu'il ait été montré qu'un traitement sémantique par rapport à un traitement rimique à l'encodage d'une liste de mot engendrait une récupération plus efficace des mots dans une tâche de reconnaissance classique (conformément au principe de niveaux de traitement de Craik & Lockhart, 1972), le pattern de performance s'inversait si la tâche de reconnaissance classique était remplacée par une tâche de reconnaissance basée sur la rime (contrairement au principe de niveaux de traitement)(Morris et al., 1977).

1.5 Facteurs facilitateurs de la récupération

Les principes d'encodage spécifique et de transfert approprié du traitement ont permis dans une certaine mesure d'accroître nos connaissances sur la mémoire et son fonctionnement, et notamment sur les conditions d'une récupération efficace des connaissances en mémoire. Cette récupération serait donc plus efficace dans le cas d'une concordance entre la situation d'encodage et la situation de récupération, au niveau des traitements effectués, et au niveau des informations présentes, notamment contextuelles. De façon générale, un facteur facilitateur important de la récupération serait le degré de congruence entre l'état cognitif au moment de l'encodage d'un événement préalable (état associé au traitement des informations présentes) et l'état cognitif au moment de la récupération de la représentation mnésique de l'évènement. Ce degré semblerait déterminer l'efficacité de la récupération, et donc influencer l'efficacité mnésique.

Toutefois, les performances sont quantitativement mesurées pour rendre compte de l'influence des facteurs susceptibles d'améliorer l'efficacité de la récupération. Cette démarche est l'apanage d'une conception reproductive où importe principalement la proportion d'informations récupérées par rapport à la quantité d'informations encodées. Dans cette conception, il ne peut être envisagé qu'une représentation récupérée avec succès ne soit pas identique à la représentation formée à l'issue de l'encodage. Pourtant, nous verrons dans la section suivante que dans certaines situations, le souvenir récupéré est comme distordu, inexact, et n'est donc pas identique à l'évènement vécu : on parle alors de *distorsions mnésiques*. Ces distorsions pourraient aussi jouer un rôle dans la capacité de l'être humain à se projeter dans le futur pour l'anticiper : on parle alors de *pensée future épisodique*. Mais comment imaginer un évènement futur sans simplement répliquer un évènement passé si la mémoire reproduit seulement les évènements vécus ?

C'est pourquoi la conception reproductive de la mémoire trouve notamment certaines limites dans l'étude de phénomènes mnésiques tels que la *pensée future épisodique* et les *distorsions mnésiques* (en plus des limites exposées par Versace et al., 2002), limites qui seront abordées dans la section suivante. Or, lorsqu'on s'intéresse à l'efficacité mnésique et aux facteurs qui favorisent l'émergence des connaissances quelles que soient leurs formes (et quelles que soient les situations), il est essentiel d'étudier ces phénomènes mnésiques. En effet, les distorsions mnésiques par exemple, suggèrent à elles seules une certaine faillibilité de la mémoire (e.g., rappeler à tort que le cambrioleur portait un sweat noir alors qu'il était bleu), et ne sauraient être expliquées dans une conception reproductive seule. Pour juger de l'efficacité mnésique, il ne suffit donc pas simplement d'observer qu'une information ait été récupérée avec succès : il est nécessaire de s'intéresser à la correspondance entre l'information récupérée avec succès et l'information qui devait être récupérée.

1.6 Limites d'une conception reproductive de la mémoire

1.6.1 Quid de la pensée future épisodique ?

Pour rappel, remémorer un souvenir épisodique est censé s'accompagner d'un état de conscience autonœtique que Tulving décrit comme "the kind of consciousness that mediates an individual's awareness of his or her existence and identity in subjective time extending from

the personal past through the present to the personal future”⁴ (Tulving, 1985b, p. 1). L'être humain aurait donc la capacité de refaire mentalement l'expérience des événements qui peuplent son passé, mais aussi de se projeter dans de futures expériences similaires, à travers une sorte de voyage mental dans le temps (Tulving, 1999). Cette capacité d'imaginer les expériences qui pourraient advenir dans son futur personnel est appelée la *pensée future épisodique* (Atance & O'Neill, 2001 ; Schacter et al., 2008, 2017 ; Szpunar, 2010). Néanmoins, cette capacité n'a pas été plus amplement abordée par Tulving. Pourtant, elle aurait été d'un atout fondamental pour la survie de l'Homme dans son passé évolutif (e.g., pour anticiper l'attaque d'un prédateur), et aurait peut-être même émergé avant la capacité de revivre ses expériences passées (Klein et al., 2010). Toujours est-il que la mémoire épisodique est supposée être impliquée dans la pensée future épisodique⁵ (Schacter et al., 2008), afin de permettre à l'Homme de s'appuyer sur ses expériences passées pour imaginer ses expériences futures (e.g., imaginer le mode d'attaque d'un prédateur à partir des confrontations passées avec celui-ci). Seulement, l'imagination d'une expérience future n'a pas toujours vocation à répliquer une expérience passée (Schacter & Addis, 2007a). Au contraire, l'avantage adaptatif de la pensée future épisodique réside plutôt dans la capacité à anticiper/imaginer une expérience nouvelle, mais pas totalement inédite pour y faire face, et donc à s'adapter aux changements et à l'imprévisibilité de l'environnement. Dès lors, une conception reproductive de la mémoire pose problème pour la pensée future épisodique, car une mémoire qui rejoue littéralement les représentations d'événements passés serait inadaptée pour l'imagination d'un nouvel événement à partir des fragments de représentations d'événements passés. De surcroît, la pensée future épisodique nous amène à questionner la fiabilité de la mémoire et des souvenirs rappelés, dont les détails pourraient avoir été imaginés plutôt que réellement vécus. Ce qui nous amène à la question des distorsions mnésiques.

1.6.2 Quid des distorsions mnésiques ?

L'étude de la mémoire repose essentiellement sur les variations observées en termes de quantité d'informations récupérées selon les conditions expérimentales (d'où l'approche quantitative et les paradigmes de facilitation) ; variations qui permettent ensuite d'inférer les processus qui sous-tendent le fonctionnement mnésique. Depuis plusieurs dizaines d'années, c'est sur le caractère imparfait de la mémoire que la recherche en psychologie et en neurosciences cognitives s'est concentrée. Comme écrit plus haut, une information qui n'est pas récupérée est considérée comme oubliée ou inaccessible au moment de la récupération. Or, il arrive par exemple qu'une information soit récupérée, mais ne corresponde pas à la bonne information censée être récupérée dans la situation présente (e.g., rappeler à tort que le braqueur a pris la fuite dans une Renault au lieu d'une Peugeot). Ce phénomène fait partie de ce qu'on appelle les *distorsions mnésiques*, qui sont 3 des 7 péchés⁶ d'une mémoire imparfaite selon Schacter (voir Schacter, 2001). Ces distorsions mnésiques peuvent avoir de lourdes conséquences dans la vie quotidienne, notamment dans des situations de témoignage oculaire (Loftus, 2004 ; Loftus & Palmer, 1996, 1974). Elles viennent à l'encontre de l'idée que la mémoire reproduit avec exactitude les événements passés (donc à l'encontre de l'idée d'une mémoire reproductive) et questionnent sérieusement l'évaluation uniquement quantitative de la mémoire et de son efficacité.

4. Traduction proposée : “le type de conscience qui permet à un individu de prendre conscience de son existence et de son identité dans un temps subjectif s'étendant du passé personnel au futur personnel en passant par le présent”.

5. Le prochain chapitre abordera plus amplement les liens entre mémoire et imagination

6. Les 3 péchés portant sur les distorsions mnésiques sont 1) la *suggestibilité* (l'incorporation d'informations inexactes provenant de sources externes dans le souvenir d'un individu) ; 2) les *erreurs d'attribution* (quand une information récupérée est attribuée à la mauvaise source), et 3) les *biais* (lorsque les croyances actuelles influencent la remémoration d'un événement passé). Les 4 autres péchés sont 4) la *fugacité* (l'accessibilité des informations en mémoire décroît avec le temps) ; 5) la *distraction* (un traitement inattentif ou superficiel qui contribue à affaiblir le souvenir de l'événement en cours de déroulement) ; 6) le *blocage* (inaccessibilité temporaire des informations stockées en mémoire) ; et enfin 7) la *persistance* (incapacité à oublier une information, malgré le fait de le vouloir).

1.7 Synthèse intermédiaire

Dans ce chapitre, nous avons abordé la conception *reproductive* multi-systèmes de la mémoire, longtemps dominante, selon laquelle la mémoire stockerait des informations sur le monde dans de multiples systèmes mnésiques dédiés (épisodique, sémantique, etc.) sous forme de représentations amodales. Ensuite, dans certaines situations où la récupération n'est pas automatique et rapide, les représentations seraient recherchées et récupérées notamment par un processus contrôlé. Que ce soit par le biais d'une récupération automatique ou contrôlée, les représentations sont récupérées pour être "rejouées" à l'instar d'un CD, les connaissances stockées sont comme "activées", et c'est la quantité d'informations récupérées qui détermine la performance mnésique. Cette conception multi-systèmes a grandement contribué au développement des connaissances scientifiques sur le fonctionnement de la mémoire, et a beaucoup œuvré pour dégager les facteurs susceptibles d'influencer l'efficacité mnésique. En clinique, elle demeure encore très utile pour caractériser les déficits mnésiques, lorsque la mémoire n'est pas aussi efficace qu'elle ne le devrait dans certaines situations pour une forme de connaissance donnée. Toutefois, cette conception est inhérente à la métaphore de l'entrepôt, dont les origines sont anciennes (voir Roediger, 1980), et l'utilisation de métaphores aurait contribué à contraindre le développement des connaissances scientifiques sur le fonctionnement de la mémoire aux limites que présentent les métaphores. Comment retrouver un livre dans une bibliothèque s'il n'y a pas de sections ? Comment trouver un livre sans volontairement le rechercher ? À quoi servirait une bibliothèque si elle contenait des livres au contenu changeant ? Ces questions sont volontairement triviales. Elles invitent néanmoins à prendre du recul quant à l'influence des métaphores sur l'étude scientifique de la mémoire, et au développement de construits théoriques dont la validité est difficilement évaluable (e.g., la notion de contrôle cognitif, d'administrateur central). Nous avons vu que les phénomènes de pensée future épisodique et de distorsions mnésiques remettaient en cause la vision d'une mémoire jouant fidèlement des représentations, et l'intérêt d'une conception reproductive pour étudier les facteurs qui influencent l'efficacité mnésique. En effet, la survenue de distorsions mnésiques dans une situation donnée peut par exemple témoigner d'une certaine sous-efficacité de la mémoire. Pour le présent travail de thèse, il est alors nécessaire de s'appuyer sur une conception capable de rendre compte de ces phénomènes. Nous verrons dans le chapitre suivant que l'étude approfondie de ces phénomènes a conduit à concevoir la mémoire non plus comme reproductive, mais plutôt comme (*re*)*constructive*, et à reconsidérer la façon d'évaluer l'efficacité mnésique.

Chapitre 2

Une mémoire (re)constructive

Il est d'usage d'attribuer l'une des premières remises en question d'une conception reproductive de la mémoire à Bartlett (1932), qui préféra plutôt l'idée d'une mémoire reconstructive, comme en témoigne cette citation (traduction proposée en bas de page¹) :

“the first notion to get rid of is that memory is primarily or literally reduplicative, or reproductive. In a world of constantly changing environment, literal recall is extraordinarily unimportant. [...] if we consider evidence rather than supposition, memory appears to be far more decisively an affair of construction rather than one of mere reproduction.”

— Bartlett (1932), p. 204 — 205.

La nature constructive de la mémoire a été suggérée à partir de l'observation de distorsions mnésiques. Par exemple, il a été montré que lorsqu'on demandait à des individus de reproduire fidèlement de mémoire un simple dessin qui leur avait été décrit à l'apprentissage comme ressemblant soit à un objet A (e.g., des lunettes), soit à un objet B (e.g., des haltères), ils modifiaient sans le savoir le dessin pour le faire ressembler à l'objet en question (Carmichael et al., 1932). Il a aussi été montré que lorsqu'on demandait à des individus d'évaluer la vitesse de véhicules après visionnage de la vidéo de leur accident, l'estimation était plus élevée quand la question contenait le verbe *fracasser* (e.g., “À quelle vitesse les véhicules roulaient quand ils se sont *fracassés*?”) que quand elle contenait le verbe *rencontrer* (Loftus & Palmer, 1974). Aussi, les individus répondaient plus fréquemment par “oui” à la question “Avez-vous entendu des bruits de vitres cassées?”, bien qu'aucune vitre ne l'ait été dans la vidéo. Ce type de distorsion est appelé *suggestibilité* (voir les 7 péchés² de la mémoire de Schacter, 2001) qui peut se définir par l'incorporation d'informations inexactes provenant de sources externes (ici la question) dans le souvenir d'un individu. S'ajoutent également les *erreurs d'attribution* (quand une information récupérée est attribuée à la mauvaise source, comme dans l'exemple du braqueur plus haut), et les *biais* (lorsque les croyances actuelles influencent la remémoration d'un événement passé). Ces distorsions mnésiques témoignent d'une certaine malléabilité des souvenirs qui ne sied guère à l'idée de souvenirs reproduits fidèlement. Pourtant, comment rendre compte des distorsions mnésiques ?

D'après Schacter et al. (1998), la représentation d'une nouvelle expérience doit être conçue comme un pattern de caractéristiques. Ces différentes caractéristiques représenteraient les différentes facettes de l'évènement encodé, qui comprennent les sorties des systèmes perceptifs, dont le rôle est d'analyser les attributs physiques spécifiques des informations entrantes ; l'interprétation et l'évaluation de ces attributs physiques par les systèmes sémantiques ; et enfin, les actions entreprises en réponse aux informations entrantes. Le lien établi à l'encodage entre les

1. “la première notion à éliminer est que la mémoire est principalement ou littéralement répliquative, ou reproductive. Dans un monde où l'environnement est en constante évolution, le rappel littéral est extraordinairement peu important. [...] si nous considérons les preuves plutôt que les suppositions, la mémoire semble être bien plus résolument une affaire de construction plutôt que de simple reproduction”.

2. Pour rappel, les 4 autres péchés sont 1) la *fugacité* (l'accessibilité des informations en mémoire décroît avec le temps) ; 2) la *distraction* (un traitement inattentif ou superficiel qui contribue à affaiblir le souvenir de l'évènement en cours de déroulement) ; 3) le *blocage* (inaccessibilité temporaire des informations stockées en mémoire) ; et enfin 4) la *persistance* (incapacité à oublier une information, malgré le fait de le vouloir).

différentes caractéristiques d'un épisode doit être suffisamment fort pour garder l'épisode séparé des autres en mémoire. Cette séparation ferait également appel à un processus de *séparation de pattern* (pattern separation ; McClelland et al., 1995). Lorsque le lien n'est pas suffisamment fort entre les informations, cela peut engendrer un problème de mémoire de source (Johnson et al., 1993) où l'individu récupère une information sans récupérer le moment où elle a été apprise, et conduire à des distorsions mnésiques. Si plusieurs patterns d'épisodes se recouvrent de manière importante, l'individu aura tendance à rappeler les similarités ou généralités de ces épisodes au détriment de leur spécificités, c'est à dire leurs caractéristiques distinctives. Ce qui peut également conduire à des distorsions mnésiques (Brainerd & Reyna, 2005). Selon Schacter et al. (1998), la récupération résulterait d'un processus de *reconstruction* dans lequel l'individu va recombinaison les caractéristiques d'un épisode, à travers notamment un processus de *complétion de pattern* (pattern completion ; McClelland et al., 1995). Ce processus de reconstruction serait marqué de plusieurs étapes. La première impliquerait un processus de "*focusing*" (Norman & Schacter, 1996) où l'individu forme une description plus précise des caractéristiques de l'épisode à récupérer. Si ce focus n'est pas suffisant, cela peut engendrer la récupération d'information n'appartenant pas à l'épisode à reconstruire. Une correspondance doit ensuite s'établir entre la description et la représentation issue du processus de complétion de pattern avant que l'individu décide si l'information qui lui vient à l'esprit est un souvenir véritable ou imaginaire. Cette décision implique un processus de définition des critères diagnostiques (*criterion setting process* ; Johnson et al., 1993) où l'individu va considérer la vivacité perceptive des informations (i.e., si ces informations apparaissent clairement à l'esprit), mais aussi les détails sémantiques et toute autre information qui vont lui permettre de déterminer l'origine du pattern récupéré. Si des critères trop laxistes sont utilisés, cela augmenterait la survenue de distorsions mnésiques. Ici encore, la reconstruction n'échappe pas au contrôle cognitif de l'individu et porte sur des représentations. Cette conception, quoique reconstructive, reste représentationnelle. Seulement les représentations ne sont plus récupérées intactes mais reconstituées à travers la récupération de leurs éléments constitutifs, et l'interaction entre les différents systèmes mnésiques.

Ainsi, la mémoire serait reconstructive et donc imparfaite et sujette aux distorsions. Bien que ces distorsions mnésiques peuvent être néfastes dans la vie quotidienne, et sembler dysfonctionnelles, elles ne sont pas nécessairement les symptômes d'une mémoire pour autant défaillante. Elles seraient même inhérentes à un fonctionnement normal de la mémoire (toutes proportions gardées). Comme l'a dit Bartlett (1932), une mémoire qui reproduit à l'identique sans se tromper serait particulièrement inutile. Pour illustrer l'idée que les distorsions seraient même inhérentes à un fonctionnement normal de la mémoire, on observe que les patients qui présentent un syndrome amnésique à la suite de dommages aux lobes temporaux médians commettent moins de fausses reconnaissances associatives et de "*gist-based false recognitions*", distorsions mnésiques qui consistent par exemple à reconnaître à tort un mot nouveau comme ayant été appris lorsqu'il est perceptuellement ou conceptuellement proche du mot véritablement appris (voir Schacter et al., 2002). De plus, les patients amnésiques ne montrent pas d'effet de "faux" amorçage (compléter *vac _____* par le mot non-étudié *vacation*, leurre sémantiquement relié aux mots de la liste étudiée *resort, sun, beach, parties* etc.), et ce contrairement aux individus contrôles (Verfaellie et al., 2005). Ces exemples montrent de façon contre-intuitive que des individus amnésiques qui présentent un déficit dans la récupération d'un épisode spécifique ne sont pas plus sujets aux distorsions mnésiques, même au contraire. Mais si les distorsions mnésiques sont inhérentes au fonctionnement normal d'une mémoire reconstructive, et que le fonctionnement de la mémoire de l'Homme moderne est le fruit de l'évolution, quel avantage adaptatif une mémoire reconstructive sujette aux distorsions peut-elle conférer ?

D'une part, les distorsions mnésiques pourraient refléter la capacité à stocker et récupérer les informations essentielles d'un épisode (*gist information*) et ses similitudes avec d'autres ; capacité qui occasionnerait des distorsions mnésiques, mais qui toutefois serait cruciale pour des capacités adaptatives telles que la catégorisation ou la généralisation par exemple (McClelland et al., 1995 ; Schacter, 1999 ; Schacter & Addis, 2007b). D'autre part, la pensée future épisodique a été brièvement évoquée dans le chapitre précédent comme une capacité hautement adaptative de l'être humain sous-tendue par la mémoire. Cette capacité s'accompagne néanmoins d'un coût, pouvant prendre la forme de distorsions mnésiques appelées *inflations de l'imagination*, lorsque les individus croient par exemple avoir vraiment vécu une expérience (ou certains détails d'une expérience) alors que cette expérience n'était que le fruit de leur imagination (e.g., Garry et al., 1996). Ces observations ont contribué à ce que Schacter et Addis formulent l'*Hypothèse de*

*Simulation Épisodique Constructive*³ (Schacter & Addis, 2007a, 2007b) à propos de l'avantage adaptatif d'une mémoire reconstructive sujette aux distorsions.

2.1 Constructive Episodic Simulation Hypothesis

D'après l'*Hypothèse de Simulation Épisodique Constructive* de Schacter et Addis (Schacter & Addis, 2007a, 2007b), la mémoire épisodique, de par sa nature reconstructive, aurait pour fonction première et hautement adaptative de permettre l'anticipation du futur, par l'extraction des fragments d'informations stockés venant de divers épisodes, et leur recombinaison flexible en un épisode imaginé ou "simulé"⁴. Le revers d'une recombinaison flexible serait qu'elle occasionnerait parfois des distorsions mnésiques en combinant à tort des éléments d'expériences passées distinctes. Selon cette hypothèse, le fait de se souvenir du passé et d'imaginer l'avenir présenterait un certain nombre de caractéristiques similaires et dépendrait en partie des mêmes substrats neuronaux.

De nombreux arguments issus de la psychologie et des neurosciences cognitives sont en faveur de cette hypothèse, dont voici une liste non-exhaustive. Au niveau neuronal, un réseau central commun de régions cérébrales (des régions du lobe temporal médian, le cortex cingulaire postérieur dont le cortex rétrosplénial, le cortex pré-frontal médian et les régions temporales et pariétales latérales) montrerait une activité accrue lorsque les individus remémorent et imaginent des événements (Schacter, Addis, & Buckner, 2007; voir aussi Benoit & Schacter, 2015). Ces régions feraient partie du réseau cérébral par défaut qui serait actif notamment lorsque les individus ne concentrent pas leur attention sur le monde extérieur, pensent aux autres, pensent à eux-mêmes, se souviennent du passé et planifient l'avenir, et il permettrait de construire, de rejouer et d'explorer des événements passés afin de former des attentes à propos d'événements à venir (Buckner et al., 2008; voir aussi Buckner & DiNicola, 2019). Le cortex rétrosplénial serait impliqué dans l'apprentissage et la navigation (voir Vann et al., 2009). Le cortex pré-frontal médian serait impliqué notamment dans la mémoire et la prise de décision (voir par exemple Euston et al., 2012; Smith et al., 2018). Les régions temporales latérales seraient impliquées dans la compréhension du langage, l'audition, le traitement visuel et la reconnaissance faciale (voir Goldstein et al., 2017). Les régions pariétales latérales seraient impliquées dans l'attention portée à l'information spatiale, la planification et le contrôle des mouvements, l'intégration multi-sensorielle et la mémoire de travail (voir Cabeza et al., 2008). Au niveau neuropsychologique, les patients amnésiques tels que le patient K.C (souffrant d'un déficit de mémoire épisodique après des dommages cérébraux touchant notamment le lobe temporal médian) seraient incapables de décrire un événement personnel qu'il soit passé ou futur (Tulving, 1985b; Tulving et al., 1988). Au niveau psychopathologique, les individus dépressifs et suicidaires, dont les troubles de la mémoire épisodique sont notoires, présentent une réduction de la spécificité (d'un point de vue épisodique) avec laquelle ils remémorent et imaginent un événement (Williams et al., 1996). Au niveau spatial, que les individus adoptent des points de vue spatiaux comparables lorsqu'ils remémorent et imaginent des événements à la troisième personne, ce qui suppose que des mécanismes "constructifs" similaires sous-tendent la remémoration et la pensée future (McDermott et al., 2016). Au niveau émotionnel, qu'il s'agisse de remémorer ou d'imaginer un événement passé ou futur, les individus évalueraient les événements à valence positive et proches dans le temps comme étant associés à un plus grand sentiment de ré-expérimentation et pré-expérimentation (i.e., associés à une meilleure qualité phénoménologique en termes de détails perceptifs, d'intensité de l'émotion et clarté des informations spatiales) que les événements à valence négative et éloignés dans le temps (D'Argembeau & Van der Linden, 2004).

D'autres comparaisons entre remémoration et imagination émanent d'études où l'*Interview Autobiographique* (IA; Levine et al., 2002) a été employée auprès de personnes âgées. L'intérêt de faire appel à une population de personnes âgées réside dans le fait que le vieillissement normal se caractérise par un déclin des performances en mémoire épisodique mais pas en mémoire sémantique selon la distinction classique (pour revue, voir Nyberg & Pudas, 2019). Si la mémoire épisodique sert à la pensée future, on devrait observer un déficit chez les personnes âgées lorsqu'il s'agit d'imaginer un événement futur, tout comme lorsqu'il s'agit de remémorer un événement passé. Dans cette procédure d'interview qu'est l'IA, les individus doivent remémorer

3. Traduction proposée pour Constructive Episodic Simulation Hypothesis

4. Il est important de noter que les auteurs définissent la "simulation" de la même façon que Taylor & Schneider (1989), c'est-à-dire comme la construction imaginative d'un hypothétique événement ou scénario (voir Schacter et al., 2008). Cette définition est différente de celle qui sera donnée dans le chapitre suivant.

ou imaginer en détail un évènement personnel en réponse à un indice, pouvant prendre la forme d'une image ou d'un mot et évoquer une situation particulière comme une fête d'anniversaire. Leur production verbale est enregistrée puis transcrite et chaque détail produit est catégorisé comme *interne* ou *externe*. Les détails internes se rapportent aux détails épisodiques *spécifiques* à l'évènement décrit à propos par exemple de ce qu'il s'est passé, de ce qui a été vu, entendu, où, quand, etc. Les détails externes se rapportent aux détails non-épisodiques (voire sémantiques) *non-spécifiques* à l'évènement décrit à propos de faits et de connaissances générales. Ainsi, les personnes âgées produiraient plus de détails externes et moins de détails internes que les jeunes adultes, que ce soit lorsqu'ils remémorent un évènement (e.g., Levine et al., 2002), que lorsqu'ils l'imaginent (e.g., Schacter et al., 2013). Cette réduction de la production de détails épisodiques à la fois pour la remémoration et l'imagination s'observe également chez les patients atteints de la maladie d'Alzheimer (e.g., Irish & Piolino, 2016; voir aussi Haj et al., 2015).

Toutefois, la production de détails internes et externes lors de la remémoration et l'imagination d'un évènement pourrait être influencée par des facteurs "non-épisodiques". Il a été montré que les personnes âgées produisaient moins de détails internes et plus de détails externes aux tâches de remémoration et d'imagination d'un évènement en réponse à une image cible, mais aussi à une simple tâche de description de l'image; tâche qui n'est pas censée mobiliser la mémoire épisodique (Gaesser et al., 2011). Il a donc été suggéré que le style narratif des personnes âgées, plus axé sur la description de la signification générale d'un évènement que sa spécificité, et leur capacité réduite de contrôle cognitif pour inhiber les détails non-pertinents dans la tâche (les détails non-épisodiques), pourraient être des facteurs qui influenceraient les performances à la tâche de remémoration, d'imagination, mais aussi de description, ce qui mettrait en doute les observations précédentes (Gaesser et al., 2011; voir aussi Schacter et al., 2013). Nous verrons un peu plus loin qu'un paradigme de facilitation original appelé *Induction de Spécificité Épisodique*⁵ (Madore, Gaesser, et al., 2014), central dans le présent travail, a permis d'écarter ce doute, en plus d'apporter un soutien supplémentaire à l'Hypothèse de Simulation Épisodique Constructive. Avant cela, il convient d'apprécier ce qu'implique une conception (re)constructive de la mémoire, au regard d'une conception reproductive, lorsqu'il s'agit d'évaluer le fonctionnement mnésique et son amélioration.

2.2 Approche qualitative du fonctionnement mnésique

Comme abordé dans le chapitre précédent, le fonctionnement mnésique a été principalement évalué de manière quantitative dans une conception reproductive de la mémoire. En effet, l'attention était portée sur la quantité d'informations que les individus étaient capables de récupérer du stock. Les représentations étant supposées inaltérables et récupérées intactes, l'attention était moins portée sur l'exactitude de l'information récupérée au regard de la situation. Or, les recherches sur le témoignage oculaire (e.g., Belli & Loftus, 1996), mais aussi sur les distorsions mnésiques (e.g., Schacter, 2001) et sur la pensée future épisodique (e.g., Schacter et al., 2017), ont contribué à déplacer l'attention sur l'exactitude de la correspondance entre ce que les individus récupèrent d'un évènement, et ce qu'il s'est réellement produit. Koriat et al. (2000) désignent cette conception de l'évaluation de la mémoire comme "*The Accuracy-Oriented Correspondence Conception*". Bien que la quantité d'information importe toujours, elle n'est plus considérée indépendamment de l'exactitude pour évaluer le fonctionnement mnésique. En outre d'après Koriat & Goldsmith (1996), un souvenir a une valeur de vérité plus ou moins importante selon le degré de correspondance avec la réalité; l'oubli d'informations et les distorsions sont considérés comme un défaut de correspondance ou une déviation par rapport à la vérité; "ce" qui est remémoré importe d'avantage que "combien" sont remémorés. Par exemple, un témoin oculaire peut rappeler tout un tas de détails sur son agresseur, ces détails n'ont de valeur dans un tribunal que s'ils sont exacts.

En plus du critère d'exactitude, une évaluation qualitative peut reposer sur des critères subjectifs comme la vivacité, la précision des détails perceptifs et contextuels (e.g., Lampinen et al., 1998), ou encore l'état de conscience associé à la remémoration (voir la distinction entre réponses "remember" et réponses "know"; Gardiner et al., 1998). L'évaluation des performances mnésiques aux tâches de remémoration et d'imagination à partir de la procédure d'IA à travers la distinction entre détails internes et externes (voir Schacter et al., 2013) peut être considérée comme qualitative, car c'est la prise en compte de la spécificité épisodique des détails produits, et donc de leur qualité plutôt que leur quantité, qui sous-tend l'interprétation des résultats.

5. Traduction proposée pour *Episodic Specificity Induction*.

Si le nombre total de détails produits dans une tâche impliquant de remémorer en détail un évènement est le même d'une condition à une autre, mais que la spécificité épisodique des détails quant à elle évolue à travers le ratio détails internes/externes, les performances auront donc été qualitativement améliorées. De même, si le nombre total de détails produits augmente en même temps que la spécificité épisodique diminue, les performances auront donc été qualitativement altérées.

Ainsi, dans une conception (re)constructive de la mémoire, l'évaluation du fonctionnement mnésique et de son amélioration doit nécessairement reposer sur des critères qualitatifs. Ces critères qualitatifs sont principalement l'exactitude, ou la précision, du souvenir (dans quelle mesure le souvenir correspond à l'expérience vécue), sa richesse de détails et la spécificité de ces détails. La nature (re)constructive de la mémoire a été étudiée en ayant recours à la neuro-imagerie, à des patients atteints de troubles neuropsychologiques et psychopathologiques, et à des paradigmes de facilitation originaux dont le paradigme d'Induction de Spécificité Épisodique (Madore, Gaesser, et al., 2014) abordé dans la section suivante et central dans le présent travail.

2.3 Paradigme de facilitation de la (re)construction

Les paradigmes de facilitation de la récupération évoqués dans le chapitre précédent (Encodage spécifique, Transfert approprié du traitement) tiennent nécessairement compte des traitements effectués à l'encodage. Le succès de la récupération dépendrait de la relation entre les conditions d'encodage et les conditions de récupération de l'information. L'efficacité de la reconstruction dépendrait également de cette relation. Mais dans une conception (re)constructive de la mémoire, la reconstruction est le processus clé qu'il serait possible de faciliter spécifiquement, en dehors de l'encodage, notamment grâce au paradigme d'Induction de Spécificité Épisodique.

2.3.1 Induction de Spécificité Épisodique

Pour rappel, il a été suggéré que le style narratif des personnes âgées, plus axé sur la description de la signification générale d'un évènement que de sa spécificité, et leur capacité réduite de contrôle cognitif pour inhiber les détails non-pertinents dans la tâche (les détails non-épisodiques), pourraient être des facteurs qui influenceraient les performances à la tâche de remémoration, d'imagination, mais aussi de description (Gaesser et al., 2011). Cette suggestion limite l'interprétation des résultats rapportés par Schacter et al. (2013) selon laquelle la remémoration et l'imagination d'un évènement impliqueraient un processus commun de (re)construction altéré par le vieillissement, ce qui soutenait l'Hypothèse de Simulation Épisodique Constructive.

Afin d'écartier la possibilité que des processus non-épisodiques soient responsables des patterns de performances observés, la logique suivante a été appliquée : si une tâche cognitive principale repose sur la mémoire épisodique, les performances à cette tâche devraient être positivement influencées par une tâche effectuée juste avant qui encourage les individus à se concentrer sur la récupération de détails épisodiques spécifiques d'une expérience passée. En revanche, si une tâche cognitive principale ne repose pas sur la mémoire épisodique, les performances à cette tâche ne devraient pas être influencées par la tâche préalable. Madore, Gaesser, et al. (2014) ont alors conçu l'*Induction de Spécificité Épisodique* (ISE) pour servir de tâche préalable et influencer la tâche principale subséquente.

L'ISE a été inspirée d'une méthode d'interview appelée l'*Entretien Cognitif* (Fisher & Geiselman, 1992), développée dans la cadre psycho-légal pour favoriser la précision du témoignage judiciaire (pour revue, voir Memon et al., 2010 ; voir aussi Köhnken et al., 1999). L'Entretien Cognitif consiste en une interview semi-dirigée où différentes techniques sont employées. Les plus importantes sont la *réinstauration mentale* (où les individus sont encouragés à fermer les yeux et à visualiser mentalement les éléments constitutifs du décor de l'évènement à rappeler, mais aussi les personnes et les actions effectuées) et le *rappel intégral* (où les individus sont encouragés à rappeler le moindre détail venant à leur esprit sans préjuger de son importance ou de sa pertinence) (voir Dando et al., 2009 ; Davis et al., 2005). La robustesse de l'Entretien Cognitif pour obtenir des témoignages caractérisés par une grande quantité d'informations et un taux d'exactitude important a été démontrée par deux méta-analyses (Köhnken et al., 1999 ; Memon et al., 2010).

Dans l'étude de Madore, Gaesser, et al. (2014)⁶, les participants jeunes et âgés commençaient par visionner une vidéo montrant des individus en train d'échanger et de réaliser des actions dans une cuisine. Après quoi, les participants effectuaient soit la tâche d'ISE, soit la tâche d'induction contrôlée. La tâche d'ISE consistait à décrire de la manière la plus détaillée possible la vidéo avec l'aide de l'expérimentateur. Ce dernier suivait un script en trois parties qui orientait la description des participants sur trois aspects de la vidéo : le décor (la pièce, les objets présents, leurs apparences, leurs emplacements dans la pièce et les uns par rapport aux autres, etc.), les personnages (leurs apparences, leurs emplacements dans la pièce et les uns par rapport aux autres), et enfin les actions (effectuées par les personnes sur les objets de la pièce et les interactions, par ordre chronologique). Dans chaque partie, l'expérimentateur appliquait les techniques de *réinstauration mentale* et de *rappel intégral*, en demandant dans un premier temps aux participants de fermer les yeux et de former une image mentale claire de l'aspect de la vidéo en question, puis dans un deuxième temps, lorsque l'image est la plus claire possible, de décrire en détail cet aspect sans omettre le moindre détail, même s'il paraît insignifiant. Après chaque description, l'expérimentateur pouvait relancer les participants dans une description plus approfondie des éléments n'ayant été que superficiellement abordés (uniquement sur la base de la description fournie) ou simplement leur demander s'ils avaient d'autres détails à ajouter à leur description. La tâche d'induction contrôlée quant à elle consistait simplement à donner leur impression générale sur la vidéo quant à son réalisme, sa qualité, son époque, ou son caractère appréciable par exemple ; impression qui n'était majoritairement pas censée mobiliser la mémoire épisodique contrairement à la tâche d'ISE. Après les tâches d'ISE ou d'induction contrôlée, les participants voyaient successivement 18 images qui représentaient des situations de la vie quotidienne (l'épicerie, le centre commercial, le restaurant, etc.) et restaient chacune à l'écran pendant 3 minutes. Les participants effectuaient pour 1/3 des images une tâche de remémoration (où ils devaient remémorer dans le moindre détail un événement spécifique lié à la situation représentée par l'image) ; pour un autre tiers une tâche d'imagination (identique à la tâche de remémoration hormis que l'évènement devait advenir dans un futur proche) ; et pour un dernier tiers une tâche de description (où ils devaient simplement décrire l'image). Les tâches étaient identiques à celles employées et adaptées de l'IA par Gaesser et al. (2011). Les productions verbales étaient enregistrées et retranscrites et les détails catégorisés comme internes ou externes en suivant la même procédure de cotation que l'IA.

Il a été montré que les âgés produisaient plus de détails externes et moins de détails internes que les jeunes aux trois tâches (comme montré par Gaesser et al., 2011). Seulement, il a aussi été montré que les participants produisaient plus de détails internes après l'ISE qu'après l'induction contrôlée, uniquement aux tâches de remémoration et d'imagination - et non à la tâche de description - pour les deux groupes d'âge (Madore, Gaesser, et al., 2014). Ces résultats ont été répliqués dans la même étude en remplaçant la tâche d'induction contrôlée par une tâche d'exercices mathématiques de façon à s'assurer que la tâche d'induction contrôlée ait bien constitué une véritable ligne de base et n'ait pas simplement diminué la production de détails internes.

Ainsi, l'ISE aurait permis de dissocier les performances aux deux tâches censées impliquer une reconstruction épisodique (i.e., tâches de remémoration et d'imagination) des performances à la tâche non-épisodique censée ne pas impliquer une reconstruction épisodique (i.e., tâche de description d'image), en facilitant uniquement les performances des deux premières tâches. Elle aurait également dissocié la contribution de la reconstruction épisodique à l'imagination, de la contribution de facteurs non-épisodiques, tels que le style narratif. Cette démonstration par l'ISE de l'influence de la mémoire épisodique sur l'imagination soutiendrait donc l'Hypothèse de Simulation Épisodique Constructive de Schacter et Addis (Schacter & Addis, 2007a, 2007b).

Dans une conception (re)constructive de la mémoire, l'effet bénéfique de l'ISE n'aurait pas été engendré par la récupération et la reproduction durant la tâche d'ISE d'un événement passé s'étant réellement déroulé. Cet effet aurait été engendré par la (re)construction d'un événement durant la tâche d'ISE. Par conséquent, que l'évènement reconstruit soit passé, futur, ou simplement imaginaire, ne devrait pas influencer l'effet bénéfique de l'ISE. C'est ce qu'ont montré Madore et al. (2018) en répliquant les résultats précédents (voir Madore, Gaesser, et al., 2014) que ce soit à partir d'une ISE impliquant de remémorer un événement passé (ISE remémoration), qu'à partir d'une ISE impliquant d'imaginer un événement futur (ISE imagination). Mais contrairement à l'étude princeps, il a également été montré une diminution

6. Une présentation plus détaillée du protocole est disponible dans l'article de l'Expérience 1 de cette thèse.

de la production de détails externes aux tâches de remémoration et d'imagination après les deux types d'ISE. Toutefois, ce résultat a été retrouvé dans d'autres études employant l'ISE (e.g., Madore & Schacter, 2014; McFarland et al., 2017), mais nous verrons dans le chapitre suivant qu'il n'a peut-être pas été interprété à sa juste valeur.

L'ISE a également permis de montrer l'implication de la mémoire épisodique, et notamment de la (re)construction, dans des tâches où celle-ci n'était pas supposée être de premier plan. Par exemple, l'ISE a montré des effets bénéfiques dans une tâche d'utilisation alternative d'objets⁷ (*Alternate Uses Task*; Guilford, 1967) évaluant une composante de la créativité, la *pensée divergente* (voir Madore et al., 2015; voir aussi Madore, Jing, et al., 2016). Dans cette tâche, il était demandé aux participants d'imaginer, pour chaque objet cible (e.g., un marteau), le plus d'utilisations inhabituelles et créatives possibles de cet objet en dehors de son utilisation habituelle (e.g., "Pour l'objet cible *marteau*, concentrez vous pour générer des utilisations autre que *sert à planter un clou*, concentrez vous sur la génération d'utilisations créatives et inhabituelles et indiquez autant d'autres utilisations que possible de l'objet."). Cette tâche était supposée impliquer la combinaison de différents types d'informations en mémoire épisodique de manière nouvelle et flexible pour construire une imagination de chaque utilisation alternative (Addis et al., 2016). Il a été montré que l'ISE augmentait la production d'utilisations alternatives appropriées d'objets chez les individus jeunes et âgés, en comparaison à une induction de contrôle (Madore, Jing, et al., 2016).

L'ISE a également montré des effets bénéfiques dans une tâche de résolution de problèmes de type MEPS (*Means-End Problem Solving*⁸; Platt & Spivack, 1975) où les participants se voyaient présenter une série de problèmes sociaux hypothétiques rencontrés par des individus fictifs (e.g., la gestion d'une situation au travail), ainsi que des solutions à ces problèmes, et ils étaient invités à générer des étapes ou des moyens qui menaient à la solution de ces problèmes (Madore & Schacter, 2014; voir aussi McFarland et al., 2017). Par exemple, "Jean a du mal à s'entendre avec son patron. Jean est très malheureux à ce sujet. L'histoire se termine par le fait que le patron de Jean l'aime bien. Vous commencez l'histoire où Jean ne s'entend pas avec son patron." Cette tâche était supposée impliquer la construction d'un événement imaginaire en rassemblant les différentes étapes qui mènent à la résolution du problème (Sheldon et al., 2011; Vandermorris et al., 2013). Il a été montré que l'ISE augmentait le nombre d'étapes pertinentes et de détails internes contenus dans la réponse (mais pas le nombre d'autres étapes ou de détails externes) et générés par les individus jeunes et âgés, en comparaison à une induction contrôle (Madore & Schacter, 2014). On notera aussi qu'en plus d'augmenter les performances dans une tâche de type MEPS où les individus sont au centre d'une situation problématique personnellement anxiogène, l'ISE a réduit leur anxiété ressentie face à ce type de situation, leur estimation de la probabilité qu'une telle situation se termine mal, et la difficulté perçue à faire face à ce genre de situation (Jing et al., 2016, voir aussi 2017).

Il est important de noter qu'au niveau des substrats neuronaux, en utilisant la technique d'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf), une activité accrue dans des régions clés préalablement impliquées dans la construction détaillée d'un événement, incluant l'hippocampe et le lobe pariétal inférieur, a été observée lorsque les individus imaginaient un événement après une ISE par rapport à une induction contrôle (Madore, Szpunar, et al., 2016). Ce qui, pour les auteurs, fournirait la preuve que l'ISE cible de manière sélective les processus épisodiques comme la (re)construction.

En résumé, l'ISE semble être un paradigme efficace pour mettre en évidence l'implication de la mémoire épisodique dans une variété de tâches en facilitant la (re)construction (pour revue, voir Schacter & Madore, 2016). Il reste à savoir comment l'ISE facilite la (re)construction. Il a été montré qu'une ISE, qui mettait l'accent sur les aspects spatiaux d'un événement (e.g., sur les emplacements des objets dans la pièce) au détriment des aspects temporels (e.g., la succession chronologique des actions), augmentait la production de détails internes par rapport à une induction contrôle et à une ISE qui mettait l'accent sur les aspects temporels au détriment des aspects spatiaux (Sheldon, Gurguryan, et al., 2019). De plus, il a été montré que l'ISE avait un impact positif sur des mesures spécifiques lors d'une tâche de construction de scènes⁹ (Hassabis et al., 2007), dont les mesures de références spatiales, d'entités présentes, de descriptions sensorielles

7. Traduction proposée pour *Alternate Uses Task*.

8. Traduction proposée : résolution de problème moyen - fin, l'adjectif "Means-End" signifie "qui se rapporte à la fois aux moyens d'atteindre un résultat et au résultat lui-même, considérés les uns par rapport aux autres".

9. Traduction proposée pour *scene construction*.

et de pensées/émotions/actions (Madore et al., 2019). Les auteurs suggèrent alors que l'ISE pourrait améliorer le processus de construction de scènes de façon à former un contexte spatial plus cohérent et solide sur lequel la (re)construction pourrait s'appuyer. D'après les auteurs (Madore et al., 2018), de part les consignes données par l'expérimentateur, l'ISE biaiserait *l'orientation de la récupération*¹⁰ (Morcom & Rugg, 2012; voir aussi Herron & Rugg, 2003; Rugg & Wilding, 2000) que les individus adopteraient durant la tâche d'ISE, de sorte que les individus concentreraient leurs tentatives de récupération sur les détails clés mis en avant par les consignes (le décor, les objets, les personnes, les actions, etc.). Cela aurait pour effet de rendre accessible et recombinaisonnable un plus grand nombre de détails clés, ce qui faciliterait le processus de construction d'évènement¹¹ (Romero & Moscovitch, 2012), qui mobiliserait des processus associatifs et impliquerait le maintien d'une représentation mentale cohérente faite de ses éléments constitutifs assemblés. L'orientation de la récupération déterminerait le type de traitement appliqué à un indice de récupération, et diffère donc selon si la tâche implique de récupérer des informations spatiales (e.g., emplacements des objets) ou des informations générales (Rugg & Wilding, 2000). Cette orientation serait ensuite maintenue activement sous réserve de ressources cognitives suffisantes (Herron, 2018), jusqu'au moment d'effectuer la tâche principale subséquente (e.g., tâche de remémoration). Ainsi, la (re)construction dans cette tâche principale bénéficierait également du biais de l'orientation de la récupération induite par l'ISE, en l'absence des consignes de récupération données par l'expérimentateur. Cependant, cette hypothèse n'a encore pas été validée expérimentalement, et nul ne sait si taxer les ressources cognitives des individus après l'ISE réduirait ses effets bénéfiques sur la tâche subséquente.

Toutefois, Grilli et al. (2019) ont montré que les individus ayant reçu une ISE avant de visionner une série de courtes vidéos se sont souvenus de plus de détails épisodiques perceptifs concernant ces vidéos que les individus ayant reçu une induction contrôle, en rappel libre. Ce résultat suggère que l'encodage des vidéos aurait été amélioré par l'ISE. Cependant, le rappel libre était suivi par un rappel indicé où pour chaque vidéo, trois questions étaient posées de façon à orienter l'attention des individus sur les trois aspects clés sur lesquels l'emphase était typiquement mise pendant l'ISE, à savoir le décor, les personnages et les actions. Le raisonnement était que si l'ISE n'a aucune influence sur l'encodage des vidéos, mais induit comme supposé une *orientation de la récupération* de sorte que les individus concentrent leurs tentatives de récupération sur les aspects clés des vidéos, alors le fait de guider l'attention des individus sur ces aspects clés au moyen des questions du rappel indicé devrait avoir moins d'impact sur la génération de détails épisodiques chez ceux ayant reçu une ISE que chez ceux ayant reçu une induction contrôle, étant donné que l'emphase a déjà été mise sur ces aspects par l'ISE. Or, l'impact a été mesuré comme étant équivalent entre les deux groupes, ce qui jettent donc un doute sur la probabilité que l'effet de l'ISE mesuré dans cette étude soit simplement le résultat d'un maintien prolongé d'une orientation de la récupération. Les auteurs ont également tenté d'évacuer cette probabilité en imposant un délai important (15 minutes) entre l'ISE et le rappel. Ces résultats suggèrent donc que l'ISE ne ciblerait pas uniquement le processus de (re)construction, mais aussi des processus impliqués à l'encodage. On peut toutefois supposer que les bénéfices de l'ISE sur la génération de détails épisodiques auraient été les mêmes si les individus avaient reçu l'ISE après l'encodage des vidéos, excluant ainsi un potentiel effet de l'ISE sur l'encodage dans ce cas précis. De plus, un délai plus important entre l'ISE et le rappel aurait été un argument d'autant plus solide pour exclure l'hypothèse d'un maintien de l'orientation de la récupération. Mais les auteurs concèdent que même avec leurs données, cette hypothèse ne peut être complètement exclue.

Quelques limites doivent être mentionnées. Notamment, les effets bénéfiques de l'ISE sont transitoires (voir Madore et al., 2018). Par exemple, un délai de 5 minutes seulement entre la session ISE et la session induction contrôle (facteur Induction manipulé en intra-sujets) a été suffisant pour ne pas observer d'effet de contamination ou d'ordre (*carryover effect*) (voir Madore & Schacter, 2016). Cela pourrait s'expliquer par une tâche d'ISE relativement courte d'environ 4 minutes. La longévité des effets de l'ISE n'a cependant pas encore été strictement étudiée jusqu'à ce jour. Mais l'absence d'effet d'ordre semble indiquer que les effets de l'ISE ne seraient pas liés au fait que les individus aient simplement été incités à adopter un mode narratif plus détaillé et spécifique sous l'influence des consignes de l'ISE. Enfin, bien que les études mentionnées plus haut ont montré une amélioration qualitative des performances mnésiques dans

10. Traduction proposée pour *retrieval orientation*.

11. Traduction proposée pour *event construction*.

des tâches de remémoration d'évènements personnels après l'ISE (augmentation de la production de détails internes et non externes), le critère d'exactitude est totalement absent, en raison certainement de la difficulté méthodologique de contrôler la véracité des récits autobiographiques grâce aux proches par exemple. L'absence de prise en compte de ce critère est fâcheux sachant son importance dans l'évaluation qualitative du fonctionnement mnésique. Il est probable que l'ISE ait engendré une *inflation de l'imagination* en induisant les individus à combiner à tort des détails d'autres évènements avec ceux appartenant spécifiquement à l'évènement relaté. Cette probabilité n'est pas à exclure, compte tenu que lorsqu'il s'agissait de rappeler des listes de mots, chacune composée de mots (e.g., "melon, tête, paille, rond, mou, béret, casquette etc.") sémantiquement reliés à un leurre critique non-présent dans la liste apprise (e.g., "CHAPEAU"), comme il est d'usage dans le paradigme DRM (Deese-Roediger-McDermott; Deese, 1959; Roediger & McDermott, 1995), les individus rappelaient un nombre plus important de leurs critiques après l'ISE qu'après une induction contrôle¹² (Thakral et al., 2019). Bien que pour les auteurs, ce résultat signifie que l'ISE cible des processus de récupération constructifs plutôt que reproductifs par l'ajout de détails illusoire associés aux leurs critiques, il pourrait mettre en doute l'effet facilitateur de l'ISE au sens qualitatif strict, c'est à dire une amélioration de la correspondance entre ce qui est rappelé et ce qui a été réellement vécu. Pour que ce doute se dissipe, il est primordial que d'autres études évaluent l'impact de l'ISE sur cette correspondance et sur la précision des souvenirs. Grilli et al. (2019) ont par exemple montré que l'ISE n'engendrait pas plus de rappel erroné que l'induction contrôle, bien que les courtes vidéos utilisées soient un matériel plus distinctif que les mots au sein de chaque liste du DRM.

2.4 Facteurs facilitateurs de la (re)construction

L'ensemble des travaux portant sur l'ISE permettraient de dégager un facteur facilitateur de la (re)construction d'évènements passés et futurs qui serait susceptible d'influencer l'efficacité mnésique. En effet, c'est la congruence entre l'état cognitif au moment d'une tâche donnée (tâche d'induction par exemple) et l'état cognitif au moment de la tâche subséquente qui semblerait contribuer à l'efficacité de la reconstruction. L'état cognitif congruent pourrait correspondre à l'orientation de la récupération adoptée et requise dans ces deux tâches : en effet, on observerait un bénéfice à la reconstruction dans la tâche subséquente si les deux tâches requièrent l'adoption d'une orientation de la récupération similaire (centrée sur la récupération des détails ayant trait aux aspects clés d'un souvenir spécifique), mais pas de bénéfices si les deux tâches requièrent l'adoption d'une orientation de la récupération différente (exemple avec Madore, Gaesser, et al., 2014 et la tâche de description d'image). Que cette congruence s'explique par l'induction et le maintien de l'orientation de la récupération à la tâche subséquente reste toutefois spéculatif. En termes d'efficacité mnésique, le bénéfice de cette congruence d'états cognitifs s'exprimerait par exemple lors d'un rappel libre au niveau quantitatif (augmentation de la quantité de détails générés) mais surtout au niveau qualitatif (plus de détails épisodiques produits au détriment des détails non-épisodiques, et plus généralement, meilleure spécificité épisodique du rappel). Ce facteur de congruence fait écho au facteur facilitateur de la récupération énoncé dans le chapitre précédent, à savoir le degré de congruence entre l'état cognitif au moment de l'encodage d'un évènement préalable (état associé au traitement des informations présentes) et l'état cognitif au moment de la récupération de la représentation mnésique de l'évènement. Les travaux portant sur l'ISE suggèrent que ça ne serait pas seulement une congruence d'états cognitifs entre une situation d'encodage et une situation de récupération pour un même évènement, mais aussi une congruence entre une première situation de reconstruction d'un évènement A, et une seconde situation de reconstruction d'un évènement B, qui contribuerait à l'efficacité mnésique (dans la reconstruction de l'évènement B). Cette idée sera plus amplement développée dans le chapitre suivant.

Le paradigme d'ISE a donc amplement participé à renforcer la conception (re)constructive de la mémoire, en plus de l'étude des distorsions mnésiques et de la pensée future épisodique, et serait tout à fait pertinent dans l'étude des facteurs qui influencent l'efficacité mnésique. Cette conception est d'ailleurs aujourd'hui de plus en plus acceptée (voir aussi Surprenant & Neath, 2009). Toutefois, elle semble se limiter aux souvenirs épisodiques en ignorant visiblement les connaissances sémantiques. Par exemple, l'Hypothèse de Simulation Épisodique Constructive

12. Uniquement quand les listes n'étaient présentées qu'une seule fois à l'encodage. En lien avec l'étude susmentionnée de Grilli et al. (2019), il est important de noter que dans l'étude de Thakral et al. (2019), l'ISE n'a pas eu d'incidence sur l'encodage lorsqu'elle était administrée avant l'apprentissage des listes.

reste muette quant à l'implication de la mémoire sémantique dans le processus de (re)construction (voir Schacter et al., 2008), et d'ailleurs quant à l'implication du processus de (re)construction dans la mémoire sémantique. Pourtant, dans une conception (re)constructive stricte, la mémoire sémantique devrait être également (re)constructive, comme avancé ci-après.

2.5 Quid des connaissances générales ?

D'après Surprenant & Neath (2009), la mémoire sémantique peut aussi être envisagée comme (re)constructive. Les auteurs s'appuient sur une étude de Hyman & Rubin (1990) pour défendre leur propos. Dans cette étude, les participants voyaient le titre et les premières lignes de paroles de plusieurs chansons des Beatles, et il leur était demandé de rappeler le reste des paroles. Parmi les paroles ayant été rappelées, 70% ont été parfaitement rappelées, 20% ont été rappelées avec un ou deux mots incorrects, et 10% avec trois mots incorrects ou plus (Hyman & Rubin, 1990). Concernant les erreurs commises, celles-ci auraient rarement violé les contraintes thématiques, rythmiques et poétiques des chansons. Pourtant dans une approche *computo-symbolique multi-systèmes*, si un individu est par exemple incapable de se souvenir de l'épisode précis dans lequel les paroles d'une chanson pourtant bien connues ont été apprises (e.g., une chanson des Beatles), il est alors déduit que ces paroles sont stockées en mémoire sémantique, et récupérables intactes. Or, les erreurs commises semblent témoigner a contrario d'un processus reproductif, au cours duquel les fragments de paroles, en l'occurrence les mots, sont recombinaisonnés parfois de manière erronée à l'instar des détails d'un souvenir spécifique. Ainsi pour Hyman & Rubin (1990), rappeler une chanson s'appuierait donc sur le même processus constructif que rappeler une histoire (p. 213). Toutefois, peu d'auteurs défendent l'idée d'une mémoire sémantique (re)constructive dans une approche *multi-systèmes*. Dans le chapitre suivant, nous verrons qu'il est pourtant possible d'envisager une mémoire qui reconstruit par des mécanismes cognitifs communs les connaissances sémantiques générales et les souvenirs épisodiques spécifiques dès lors qu'on se sépare de l'idée de représentations amodales et abstraites stockées dans de multiples systèmes mnésiques spécialisés. Une telle conception revêtirait un grand intérêt dans l'étude des facteurs qui influencent l'efficacité mnésique si elle permet de dégager un facteur facilitateur commun de l'émergence des connaissances quelles que soient leurs formes.

2.6 Synthèse intermédiaire

Dans ce chapitre, nous avons abordé la conception *(re)constructive* de la mémoire, selon laquelle un souvenir épisodique ne serait pas récupéré et rejoué à l'identique (comme supposé par la conception reproductive), mais reconstruit en recombinaison de façon dynamique et flexible les morceaux d'informations associés au souvenir pour reformer la représentation de l'évènement. Ce fonctionnement *(re)constructif* de la mémoire sous-tendrait la fonction hautement adaptative d'imaginer et d'anticiper les évènements futurs en recombinaison les morceaux d'informations associés à de multiples évènements. Mais le revers de ce fonctionnement s'exprimerait par le survenue de distorsions mnésiques de différentes formes, causées par une recombinaison erronée de ces fragments. Le processus de *(re)construction* impliquerait de façon active l'individu dans ses multiples étapes, et opérerait à partir des différentes caractéristiques du pattern qui symbolise la représentation de l'évènement à reconstruire.

Compte tenu de la survenue de distorsions mnésiques, l'évaluation du fonctionnement mnésique dans une conception *(re)constructive* doit être nécessairement qualitative. Il est possible de faciliter qualitativement la *(re)construction* de souvenirs épisodiques grâce à un paradigme original d'Induction de Spécificité Épisodique (ISE). La particularité de l'ISE est qu'elle peut agir uniquement à la reconstruction, et ce, de manière indirecte et transitoire. En effet, effectuer une tâche d'ISE engendre des bénéfices qualitatifs à court terme sur une tâche subséquente (augmentation des détails épisodiques produits au détriment des détails non-épisodiques, amélioration de la spécificité épisodique du rappel), uniquement si celle-ci implique la mémoire épisodique et la *(re)construction*. Seulement, quant aux ressorts cognitifs de l'ISE, l'hypothèse d'un maintien d'une orientation de la récupération qui a été formulée n'a pas encore été validée empiriquement. Grâce au paradigme d'ISE, il a néanmoins été possible de tester plusieurs prédictions fondamentales issues d'une conception *(re)constructive* de la mémoire, et de faire progresser les connaissances sur le fonctionnement de la mémoire mais aussi sur ses dysfonctionnements (distorsions mnésiques). De plus, un facteur influençant l'efficacité mnésique émergerait des études ayant usé du paradigme d'ISE : la congruence des états cognitifs entre deux situations de reconstruction d'évènements spécifiques distincts. Ce facteur reste encore à étudier plus avant. Toutefois dans cette conception, la mémoire épisodique semble avoir été étudiée au détriment de la mémoire sémantique. Or dans le chapitre suivant, nous verrons qu'il est pourtant possible d'envisager une mémoire qui reconstruit par des mécanismes cognitifs communs les connaissances sémantiques générales et les souvenirs épisodiques spécifiques dès lors qu'on se sépare de l'idée fondamentale de représentations stockées dans de multiples systèmes mnésiques spécialisés. Se séparer de cette idée implique un virage conceptuel radical et une tout autre vision du fonctionnement de la mémoire et de son efficacité. Une telle conception permettrait de dépasser les limites rencontrées par les conceptions reproductives (quid des distorsions mnésiques?) et reconstructives (quid des connaissances sémantiques?), et de faire émerger d'autres facteurs qui influencent l'efficacité mnésique. Influencer le fonctionnement de mécanismes communs permettrait par exemple de faciliter l'émergence des connaissances tant épisodiques spécifiques que sémantiques générales selon la nature de cette influence. Dans cette nouvelle conception, la mémoire est définie comme *recréative* plutôt que *(re)constructive*.

Chapitre 3

Une mémoire récréative

L'approche computo-symbolique multi-systèmes, reproductive ou reconstructive de la mémoire, prône l'existence de représentations amodales, détachées de leurs propriétés sensorielles et motrices. L'amodalité des représentations est un postulat fondamental qui souffre pourtant de nombreuses critiques et d'une absence de démonstration empirique (voir Versace et al., 2002). Au contraire, on observe par exemple que lors de la récupération d'une liste de mots apprise visuellement, les aires visuelles s'activent, alors que si la liste a été apprise auditivement, les aires auditives s'activent (Wheeler et al., 2000). Si les stimulus appris sont des images de visages, d'objets, ou de lieux connus, le pattern neuronal spécifiquement associé à l'apprentissage de chaque catégorie de stimulus réapparaît lors de leur remémoration (Polyn et al., 2005). On observe également que la simple lecture d'un verbe d'action (e.g., sauter) activerait les aires motrices (Boulenger et al., 2006 ; voir aussi Willems et al., 2010). Vérifier les propriétés sensorielles d'un concept activerait aussi les aires sensorielles associées aux modalités du concept (Goldberg et al., 2006). Ainsi, la récupération en mémoire d'une information de type épisodique ou sémantique serait associée à une *recréation* des états neuronaux associés à l'apprentissage et à la perception de l'information au niveau des aires sensori-motrices. Cela suggère que les représentations seraient finalement modales plutôt qu'amodales.

La nature des représentations a été fondamentalement remise en question par les modèles à traces multiples qui ont proposé une vision radicalement différente des modèles issus de l'approche computo-symbolique multi-systèmes. La question de la nature des représentations a aussi soulevé la question de la nécessité de recourir à des systèmes différents qui stockent des représentations différentes. La particularité des modèles à traces multiples est de rendre compte des différentes manifestations mnésiques (souvenirs spécifiques, connaissances générales) à partir des traces d'expériences spécifiques.

3.1 Modèles à traces multiples

Les modèles à traces multiples reposent sur l'idée que la mémoire est un unique système "épisodique" qui garde trace de toute expérience vécue et opère à partir de ces traces. Ces traces "mnésiques" reflètent les multiples propriétés et caractéristiques des expériences vécues. L'idée fondamentale est que les différentes formes de connaissances n'ont pas d'existence propre, dans le sens où elles ne sont pas stockées et récupérées dans des systèmes séparés : elles émergent du système à partir de l'activation de multiples traces mnésiques d'expériences passées.

Ainsi, les trois modèles à traces multiples abordés ci-dessous rendent compte de la manière dont les connaissances générales sémantiques, de même que les souvenirs spécifiques épisodiques, peuvent émerger à partir des traces mnésiques d'expériences spécifiques.

3.1.1 Modèle de Whittlesea (1987, 1989)

Pour Whittlesea (Whittlesea, 1987, voir aussi le modèle VISA 1989), chaque expérience, où l'individu est par exemple confronté à un item, engendre une trace mnésique qui reflète le contexte de l'expérience, mais aussi le traitement effectué sur l'item selon la tâche effectuée par l'individu, et donc l'allocation de l'attention sur l'item et sur les divers éléments qui le

composent. Chaque expérience de confrontation avec un même item donne donc lieu à une trace différente en fonction des variations de contexte et de traitement. D'après ce modèle, le traitement effectué sur l'item génère des indices qui vont activer simultanément les traces qui possèdent des composants similaires aux indices, ce qui en retour facilite le traitement.

Le traitement effectué peut conduire à traiter l'item et ses éléments de façon globale (les éléments sont intégrés lors de la création de la trace) ou à traiter les éléments séparément (les éléments sont moins intégrés). La trace est donc censée refléter le traitement accompli et le degré avec lequel ses composants sont intégrés au moment de sa création. Ainsi, orienter l'attention et le traitement sur certains éléments d'un item ou sur l'item de façon globale (et donc faire varier le degré d'intégration) devrait moduler différemment la trace. Whittlesea & Brooks (1988) ont alors demandé aux individus soit de traiter individuellement les lettres des pseudo-mots qui étaient affichés, soit de traiter les pseudo-mots dans leur globalité, lors d'une phase d'apprentissage. Dans une phase test subséquente d'identification de lettre où les lettres étaient soit présentées de manière isolées, soit intégrées dans des pseudo-mots, il a été montré de meilleures performances dans la condition isolée quand les lettres avaient été traitées individuellement à l'apprentissage, et de meilleures performances dans la condition intégrée quand les pseudo-mots avaient été traités globalement à l'apprentissage (Whittlesea & Brooks, 1988). Pourtant, la supériorité de l'identification des lettres présentées au sein de mots par rapport à l'identification des lettres présentées seules avait historiquement été pensée comme dépendante des connaissances sur les propriétés générales des mots (donc des connaissances sémantiques). Whittlesea & Brooks (1988) ont toutefois montré que pour les mêmes lettres, l'identification varie selon les traitements accomplis lors de l'apprentissage. Cela montre l'influence de l'épisode d'apprentissage sur l'identification des lettres et du degré d'intégration des composants au sein des traces en fonction du traitement effectué à l'apprentissage. Ainsi, cela suggère que la "nature" d'une trace dépend bien des traitements accomplis lors de sa formation, et que l'émergence des connaissances générales (sémantiques) dépendrait de l'activation des traces d'expériences passées.

Ce modèle à traces multiples proposé par Whittlesea (1987) permet de concevoir l'émergence des connaissances générales comme reposant sur l'activation de multiples traces mnésiques d'expériences passées reflétant notamment les traitements effectués, plutôt que comme reposant sur la récupération de représentations abstraites. Il a aussi l'avantage d'évoquer la notion d'intégration qui désigne le lien entre les composants constitutifs des traces mnésiques, dont la force dépend notamment des traitements effectués. C'est de cette force du lien (ou de ce degré d'intégration), en plus de la similarité entre l'information à traiter et les traces mnésiques, que dépend la facilitation du traitement de l'information selon Whittlesea. Ce principe d'appariement entre la situation présente de traitement et les traces d'expériences passées est également central dans le modèle à traces multiples MINERVA2 proposé par Hintzman (1986).

3.1.2 Modèle MINERVA 2 (Hintzman, 1986)

Pour Hintzman et son modèle à traces multiples MINERVA2 (Hintzman, 1986), une trace mnésique reflète aussi bien les aspects sensorimoteurs de l'expérience (ce qui a été vu, entendu, senti, les actions effectuées, etc.) que les aspects émotionnels ou encore contextuels. Chaque expérience donne lieu à une trace spécifique. Les connaissances ne seraient pas récupérées mais émergeraient à partir de l'activation de multiples traces et selon un principe d'appariement global, c'est-à-dire à partir du couplage entre les indices fournis par l'environnement dans la situation présente et l'ensemble des traces mnésiques selon la similarité entre ces indices et les composants des traces mnésiques. Dans ce modèle, chaque trace mnésique est activée avec un niveau d'activation qui varie en fonction de sa similarité avec la situation présente (appelée la sonde dans le modèle) au niveau de chacune de ses propriétés. Plus la similarité est importante plus le niveau d'activation sera élevé. En retour, les traces renvoient un "écho" qui est le reflet des propriétés les plus souvent activées dans chacune d'elles, et finalement des traces les plus similaires à la situation présente (pour une description plus détaillée, voir Rousset, 2000). Cet écho correspondrait à l'état recréé dans lequel le système est replacé. Pour un souvenir spécifique par exemple, plus la sonde sera similaire à la trace du souvenir, plus l'état recréé sera proche de l'état associé à la trace et plus le souvenir pourra spécifiquement émerger. Finalement, les principes d'Encodage Spécifique et de Transfert approprié du traitement vu dans le Chapitre 1, pourraient être simplement vus comme des effets de similarité entre la situation présente et une trace mnésique. Quant aux connaissances générales (ou sémantiques), si la sonde est

similaire à de nombreuses traces, l'ensemble de ces traces va contribuer à l'écho qui correspondra à une synthèse des états associés à ces nombreuses traces. Cette synthèse ne reflétera que les caractéristiques communes entre les traces au détriment de leurs spécificités. Comme le modèle à traces multiples proposé par Whittlesea (1987), MINERVA2 permet de concevoir l'émergence des connaissances générales comme reposant sur l'activation de multiples traces mnésiques d'expériences passées par un processus d'appariement global. En revanche, il ne dit rien du lien entre les composants des traces (de l'intégration), ni ne décrit la nature de ces composants. Ces composants reflètent-ils aussi l'activité cognitive de l'individu ou simplement son environnement au moment où la trace se forme ?

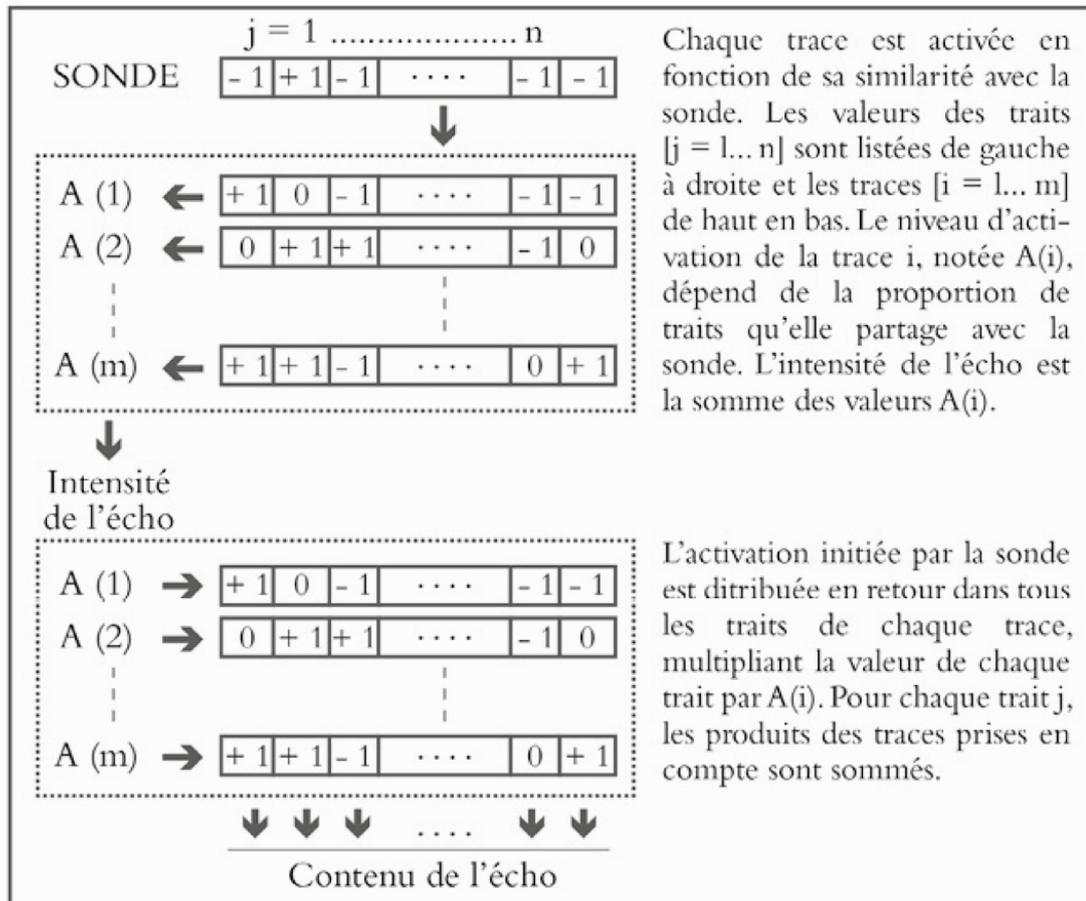


FIGURE 3.1 – Représentation graphique du modèle MINERVA2 tirée de Versace et al. (2018).

Bien que le modèle MINERVA2 s'attache à définir les mécanismes d'émergence des connaissances, une description plus précise des mécanismes qui permettent de différencier l'émergence de diverses formes de connaissances est proposée par le modèle Activation-Intégration (Act-In; Versace et al., 2014, 2009) qui s'inspire du modèle MINERVA2 et semble combler certaines de ses lacunes.

3.1.3 Modèle Activation-Intégration (Act-In; Versace et al., 2009, 2014)

Il est d'abord nécessaire de définir les grands principes du modèle Act-In (Versace et al., 2009, 2014). Premièrement, chaque trace mnésique reflète les propriétés essentiellement sensorimotrices d'une expérience passée captées par les différents groupements neuronaux spécialisés répartis dans l'ensemble du cerveau, et plus généralement l'état neuronal associé à cette expérience. Deuxièmement, et en lien avec le principe d'appariement global évoqué dans MINERVA2, les connaissances émergent du couplage entre la situation présente (i.e., l'expérience actuellement vécue par l'individu) et les traces d'expériences passées. Deux autres principes seront abordés plus tard. La Figure 3.1 va permettre d'accompagner l'exemple suivant.

Imaginons que dans la situation présente, un individu expérience son 30ème anniversaire.

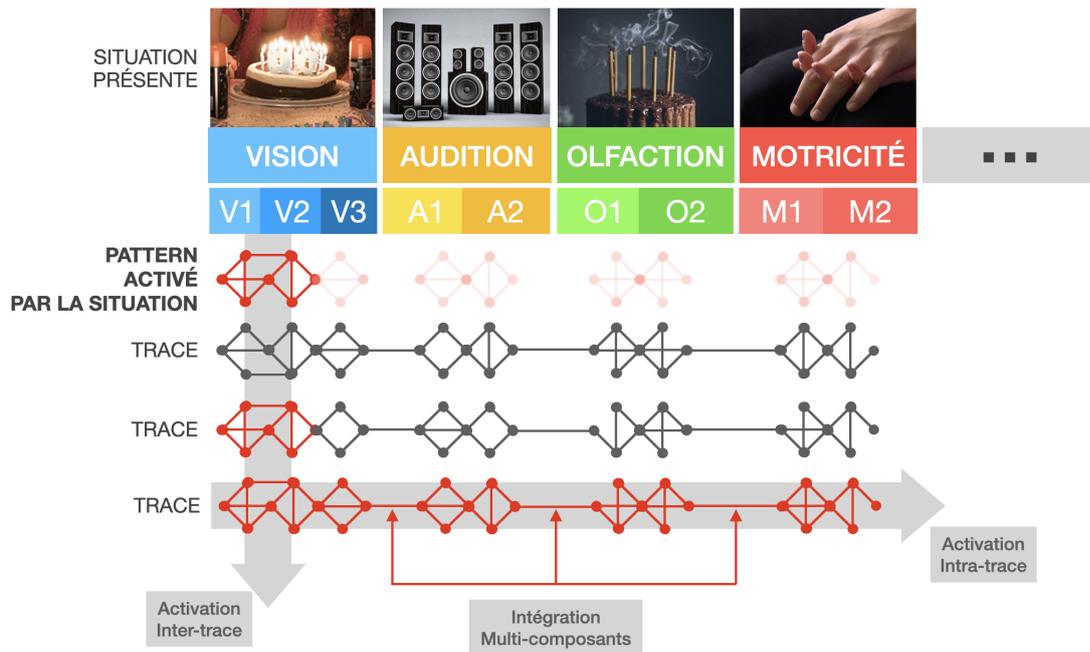


FIGURE 3.2 – Représentation graphique du modèle Act-In adaptée de Versace et al. (2014). Chaque ligne représente une trace mnésique et chaque colonne une propriété de l'expérience sensorimotrice que la trace représente. Les patterns représentent les groupement neuronaux spécialisés et chaque point symbolise un élément ou composant spécifique au sein de ce pattern.

Chaque élément ou composant de la situation présente, notamment sensorimoteur (la vue du gâteau, la chanson d'anniversaire, l'odeur des bougies soufflées, etc.), est codé par les groupements neuronaux spécialisés. Ces groupements sont ensuite intégrés au sein d'un pattern, qui correspond à la trace mnésique de l'expérience, et donc à l'état neuronal associé à cette expérience. Cette intégration fait entrer en jeu le mécanisme *d'intégration multi-composants*¹, qui va assurer l'association entre les composants de la trace. Après quoi, l'individu accumule d'autres expériences qui laissent d'autres traces mnésiques sur le système. Plus tard, alors que l'individu est de nouveau confronté à un gâteau d'anniversaire, la perception des propriétés du gâteau (e.g., un gâteau entouré de fraises avec de la crème sur le dessus) va déclencher l'activation de toutes les traces où l'individu a été confronté à des stimuli similaires (à d'autres gâteaux similaires), et ce, au niveau des composants partagés par ces traces, et au niveau de chaque modalité. Cette diffusion de l'activation entre les traces est le fait d'un mécanisme *d'activation inter-traces*². Cette diffusion va permettre par exemple l'émergence de la connaissance générale que le gâteau ci-présent est un fraisier. Toutefois, parallèlement et au sein de chaque trace, l'activation va également se diffuser aux autres composants associés à ceux initialement activés, et non-présents dans la situation, en fonction de la force du lien ou du niveau d'intégration entre les composants (e.g., la chanson d'anniversaire, l'odeur des bougies soufflées, etc.). Cette diffusion peut permettre par exemple l'émergence de la connaissance, un peu plus spécifique, que c'est ce type de gâteau que l'individu mange à chacun de ses anniversaires. Cette diffusion de l'activation au sein des traces est le fait d'un mécanisme *d'activation intra-trace*³. Plus la force du lien entre les composants d'une trace est importante et plus la similarité entre la trace et la situation présente est importante, plus la diffusion intra-trace sera importante. Plus l'activation intra-trace se propagera à des composants spécifiques à une trace (non-partagés par d'autres), plus la diffusion inter-trace et la quantité de traces activées va diminuer, et plus la connaissance susceptible d'émerger sera spécifique et pourra correspondre par exemple au 30ème anniversaire de l'individu. En revanche, plus les composants activés par diffusion intra-trace seront partagés

1. Aussi appelée intégration multi-modale, nous préférons toutefois le terme multi-composants, car des intégrations peuvent se produire entre les composants pour une même modalité.

2. Aussi appelée activation intra-modale ou intra-composant, nous préférons plutôt le terme original inter-traces, même si intra-composant nous semble plus correspondre au principe de similarité entre les composants des traces.

3. Aussi appelée activation inter-modale ou inter-composants, nous préférons plutôt le terme original intra-trace, car inter-composants semble passer à côté de l'idée d'une diffusion au sein de chaque trace.

par un grand nombre de traces, plus la diffusion inter-trace et la quantité de traces activées sera importante, et plus la connaissance susceptible d'émerger sera générale (autrement appelée catégorielle dans le modèle).

Finalement, la spécificité des connaissances émergentes va dépendre d'un continuum selon la quantité de traces activées et la quantité de composants spécifiques activés, et donc de la compétition entre activation inter et intra-trace, qui sont interdépendantes. Les mécanismes d'intégration multicomposants et d'activation inter et intra-trace modulent donc la capacité du système à se remettre dans un état neuronal et modal pouvant être proche de celui-ci associé à une expérience spécifique (pour l'émergence d'un souvenir spécifique), ou typique à un type d'expérience (pour l'émergence d'une connaissance générale). Autrement dit, ces mécanismes modulent la capacité du système à *recréer* un état spécifique ou typique (non-spécifique), soit la *dynamique de recréation* du système. Les connaissances ne sont donc pas simplement reconstruites à partir de composants stockés en mémoire : elles émergent de la recréation d'un état neuronal. Cette différence est fondamentale dans la mesure où les connaissances n'existent pas indépendamment des mécanismes de leur émergence et en dehors de la situation qui suscite leur émergence. Il faut noter que, quelle que soit les connaissances (générales ou spécifiques), une intégration multicomposants et surtout multimodale (ou inter-modale) est essentielle pour l'émergence de connaissances élaborées (Versace et al., 2018).

Un troisième grand principe du modèle Act-In sur lequel nous reviendrons plus tard est que, compte tenu que les traces ne cessent de s'accumuler durant toute l'existence, le cerveau se développerait comme système de catégorisation "spécialisé" par défaut dans la production de connaissances générales. En soutien de ce principe, il y aurait plus de connexions entre les neurones d'un même groupement neuronal localisé qu'entre les groupements neuronaux (Versace et al., 2014). D'après les auteurs, cette connectivité localisée correspond à l'activation intra-composant (ou inter-traces), sur laquelle repose l'émergence des connaissances catégorielles. Cette connectivité accrue faciliterait alors la diffusion de l'activation entre les traces au niveau des groupements neuronaux et composants communs. Cela suggère que la dynamique de recréation du système est biaisée par défaut vers la production de connaissances générales.

Ainsi, en prônant l'importance de la situation présente et de l'environnement dans l'émergence des connaissances, mais aussi l'idée de connaissances modales ancrées dans leurs propriétés sensorimotrices constitutives, et l'idée de connaissances qui ne sont pas récupérées, mais qui émergent de la recréation d'états neuronaux divers par un unique système, la particularité du modèle Act-In est de s'inscrire résolument et explicitement dans une conception incarnée et située de la cognition que nous aborderons dans la section suivante.

3.2 Approche incarnée et située

L'approche incarnée et située de la cognition repose sur l'idée de connaissances modales sensori-motrices qui émergent de la *recréation* des états neuronaux associés à l'expérience vécue par l'individu de son interaction avec l'environnement via son corps (Barsalou, 2008). Dans le modèle Act-In, cette recréation est assurée par les mécanismes d'activation et d'intégration, qui permettent l'émergence des connaissances. Dans une approche incarnée et située, cette recréation est désignée par le terme de *simulation sensorimotrice*, car l'état neuronal associé à l'expérience vécue est recréé/simulé comme si l'expérience était vécue de nouveau.

Par exemple (voir Barsalou, 2009), lorsque l'individu fait l'expérience d'un réveil-matin, différents groupements neuronaux spécialisés répartis dans l'ensemble du cerveau vont s'activer en fonction des différents aspects sensoriels de l'objet au niveau visuel (e.g., sa forme, sa couleur), auditif (e.g., sa sonnerie), mais aussi en fonction de l'action effectuée sur l'objet (e.g., l'action de l'éteindre), des émotions et pensées ressenties (e.g., irritation), et des aspects sensoriels propres à la situation dans laquelle l'objet est expérimenté (e.g., odeur de bacon grillé). Le pattern formé par ces groupements neuronaux activés représente l'expérience sensorimotrice d'un réveil-matin, et est capturé au niveau des aires associatives. Chaque groupement neuronal n'est pas spécifique à une unique expérience mais peut par exemple être impliqué dans toutes les expériences où une odeur de bacon grillé a été sentie. Cette première étape est différente d'une étape d'encodage dans le sens où il n'y a pas de transduction des aspects perceptifs en codes. Elle correspond à l'interaction de l'individu (et de son organisme) avec les objets du monde qui l'entoure et l'environnement en général via son corps.

Lorsque plus tard, un élément du pattern associé par exemple à la sonnerie du réveil-matin est perçu de nouveau dans une situation donnée, le reste du pattern redevient actif (mais pas sa totalité), ayant pour conséquence de recréer (mais pas complètement) l'état neuronal associé à l'expérience initiale du réveil-matin. Cette *recréation* des états sensorimoteurs et introspectifs acquis lors de l'expérience est autrement appelée *simulation* (Barsalou, 2008, 2009), et demeure majoritairement inconsciente. Toutefois, lorsque qu'elle gagne la conscience, elle peut générer de l'imagerie mentale. En effet, il a été montré que l'imagerie mentale dépendait majoritairement des mêmes substrats neuronaux que la perception ou les activités motrices (e.g., Jeannerod & Frak, 1999 ; Kosslyn, 1996 ; Moulton & Kosslyn, 2009). En faisant l'expérience répétée d'un réveil-matin, les groupements neuronaux dédiés à chaque propriété sensorimotrice de ce type d'expérience vont être régulièrement co-activés et établir de fortes associations entre ces propriétés à travers le cerveau qui vont définir le réseau neuronal qui représente le concept de réveil-matin (Barsalou, 2016 ; Matheson & Barsalou, 2017). Ainsi, savoir que l'objet posé sur la table de nuit est un réveil-matin, prévoir de régler le réveil-matin avant de s'endormir, ou se souvenir de l'avoir déjà fait, implique la simulation de nos expériences sensorimotrices avec un tel objet. La *simulation sensorimotrice* serait donc le mécanisme de base de la cognition, grâce auquel les connaissances émergent, quel que soit leur type. La *simulation sensorimotrice* n'est donc pas la simple construction imaginative d'un hypothétique évènement ou scénario comme le définissent Taylor & Schneider (1989) ou Schacter et al. (2008).

Pour l'approche incarnée et située, contrairement à l'approche *computo-symbolique*, la cognition ne concernerait plus uniquement le cerveau, dans le sens où le cerveau ne serait pas composé de multiples systèmes spécialisés impliquant des représentations internes, amodales et symboliques censées coder les informations sur le monde indépendamment de celui-ci. Ce n'est donc pas une approche représentationnaliste/internaliste de la cognition. Pour l'approche incarnée et située, la cognition est "ancrée" dans les expériences sensorimotrices vécues par l'individu et issues de ses situations d'interactions avec le monde et son corps (d'où la notion de cognition *incarnée*). Les représentations (souvenirs, connaissances) sont donc résolument modales et correspondent à des états neuronaux : le souvenir d'un évènement spécifique est représenté par l'état neuronal modal spécifique à l'expérience sensorimotrice de l'évènement, tandis qu'un concept (ou une connaissance générale) est représenté par le type d'état neuronal modal établi lors des expériences sensorimotrices avec un type d'objet par exemple.

Le système est "replacé" dans un état similaire à un état antérieur, ou similaire à un type d'état antérieur, via la simulation sensorimotrice, déclenchée notamment par les stimulus provenant de l'environnement dans lequel l'individu se trouve. L'environnement, et plus largement la situation présente, occupe alors une place centrale dans l'émergence des connaissances (d'où la notion de cognition *située*). Il faut toutefois préciser que la situation présente ne se résout pas simplement aux aspects sensorimoteurs de l'environnement ; elle englobe aussi les buts, pensées, émotions, intentions et activités de l'individu, tout comme l'état neuronal ne reflète pas seulement les aspects sensorimoteurs d'une expérience.

Finalement, comme les souvenirs et les connaissances ne sont plus des contenus stables, mais des créations dynamiques d'états neuronaux en fonction des interactions entre l'individu et son environnement, mais aussi en fonction de ses buts, besoins et activités, il n'est plus nécessaire d'envisager des systèmes différents contenant chaque forme de connaissance. La cognition et la mémoire forment alors un unique système récréatif, dont la fonction est de recréer les expériences sensorimotrices et de faire émerger les connaissances afin de produire un comportement adapté par rapport à la situation dans laquelle se trouve l'individu.

Cette conception incarnée et située de la cognition suppose donc que la perception et la mémoire impliquent la création d'états neuronaux rattachés aux propriétés sensorimotrices et émotionnelles d'expériences passées, et que la cognition dépend à la fois de ces créations et des propriétés réellement perçues dans la situation présente. Au contraire, dans une approche *computo-symbolique*, la perception et la mémoire portent sur des représentations de nature différente ; l'influence de l'une sur l'autre implique alors des processus différents *ascendants* (de la perception vers la mémoire) et *descendants* (de la mémoire vers la perception). Il ne devrait donc pas y avoir d'équivalence fonctionnelle entre les composants impliqués dans la perception et ceux impliqués dans la mémoire. Or dans une conception incarnée et située de la cognition, la simulation d'une propriété d'un objet (e.g., la sonnerie du réveil-matin) et la perception réelle de cette propriété devraient être fonctionnellement équivalentes. Cette équivalence a notamment été démontrée en usant de paradigmes de facilitation et d'interférence sensorimotrice présentés

plus loin.

En résumé, l'approche incarnée et située de la cognition est tout à fait compatible avec les modèles à traces multiples et notamment le modèle Act-In (Versace et al., 2009, 2014) : les connaissances sont ancrées dans leurs propriétés constitutives essentiellement sensorimotrices, elles émergent d'un unique système dynamique qui recrée un état neuronal spécifique ou typique en réponse aux informations qui proviennent de l'environnement dans la situation présente. C'est pourquoi le modèle Act-In s'inscrit parfaitement dans une approche incarnée et située. La simulation sensorimotrice repose finalement sur la réactivation de composants de traces mnésiques, et les mécanismes d'activation inter et intra-trace et d'intégration multi-composants modulent la dynamique de recréation/simulation du système qui détermine la forme de connaissance (spécifique ou générale) qui émerge. Dans la section suivante, nous verrons comment les mécanismes d'activation et plus généralement la simulation sensorimotrice ont été illustrés au moyen de paradigmes de facilitation et d'interférence sensorielle.

3.3 Paradigmes de facilitation et d'interférence

Les paradigmes de facilitation et d'interférence sensorielle qui s'inscrivent dans une approche incarnée et située reposent sur le principe suivant : si l'émergence des connaissances (générales ou spécifiques) repose sur la simulation des composants sensorimoteurs (partagés par de multiples traces ou spécifiques à l'une d'entre elles) dans les aires sensorimotrices, une facilitation de cette émergence devrait se produire si les aires sensorimotrices impliquées dans cette simulation sont pré-activées. Au contraire, si ces aires sont déjà occupées pendant la simulation, par la perception d'un stimulus par exemple, cela devrait interférer avec l'émergence des connaissances.

Un certain nombre d'études ont permis d'illustrer ce principe dans des tâches de catégorisation (e.g., "Le stimulus est-il sonore ou non-sonore ?") en usant d'un paradigme d'amorçage. Dans une de ces études (Brunel, Lesourd, et al., 2010 ; voir aussi Brunel, 2013), les individus apprenaient une association systématique entre une forme géométrique (e.g., un rond ou un carré) et un bruit blanc présenté pendant 500ms. Puis dans un paradigme d'amorçage, une amorce (une forme préalablement associée ou non avec un bruit blanc dans la phase d'apprentissage) était systématiquement présentée avant l'image d'un objet. Les individus devaient catégoriser si l'image représentait un objet typiquement grand ou petit. La moitié des objets étaient typiquement associés à la production d'un bruit (e.g., un mixeur) et considérés comme des cibles "sonores", tandis que l'autre moitié ne l'étaient pas (e.g., un tourne-vis) et étaient considérés comme des cibles "non-sonores". Le SOA (*stimulus onset asynchrony*) entre l'amorce et la cible était manipulé pour durer 100ms (plus court que la durée du bruit blanc) ou 500ms (équivalent à la durée du bruit blanc). Il a été montré que les individus étaient plus lents à catégoriser les cibles sonores lorsque les amorces associées au bruit blanc étaient présentées avec un SOA de 100ms (effet d'interférence). La simulation des propriétés auditives du bruit blanc (incluant sa densité spectrale constante et sa durée) aurait été déclenchée par l'amorce qui aurait occupé les aires auditives requises pour simuler le bruit de l'objet cible sonore au moment de sa présentation. Il y aurait donc eu recouvrement des simulations. Il a également été montré qu'au contraire, les individus étaient plus rapides à catégoriser les cibles sonores lorsque les amorces associées au bruit blanc étaient présentées avec un SOA de 500ms (effet de facilitation). La simulation des propriétés auditives du bruit blanc aurait pré-activé les aires auditives qui allaient être requises pour simuler le bruit de l'objet cible sonore, et ce, juste avant la présentation de la cible. Ainsi, la simulation du bruit blanc aurait agi comme une recréation mnésique de l'expérience associée au bruit blanc, comme si le bruit avait été rejoué une nouvelle fois dans "l'esprit", ce qui aurait occupé les aires sensorielles de la même façon que si le bruit blanc avait été perçu de nouveau. Cette occupation aurait interféré ou facilité la simulation du bruit de l'objet cible en fonction de la durée du SOA (voir aussi Brunel et al., 2009).

Si la simulation d'un composant correspond à la recréation d'un état neuronal analogue à celui ayant découlé de l'expérimentation du composant, alors la simulation du composant devrait être fonctionnellement équivalente à un composant perceptivement présent. Des études ayant employé un paradigme de masquage sensoriel ont démontré cette équivalence fonctionnelle non-prédite par l'approche computo-symbolique. Il a tout d'abord été montré qu'un masque sensoriel (une image faite de l'agrégation abstraite d'autres images), lorsque présenté juste avant une image cible, perturbait et ralentissait la catégorisation de l'image cible (e.g., un réveil-matin) comme représentant un être vivant ou un objet inanimé en comparaison à un stimulus contrôlé

comme un carré gris (Rey et al., 2015). Cet effet de masquage devait être retrouvé aussi bien dans une condition où l'image cible était simulée (donc non-présente), que dans une condition où le masque était simulé, que dans une condition où l'image cible et le masque étaient simulés. Dans une première expérience, en remplaçant dans la phase test les images cibles par leur son typique (e.g., le réveil-matin par sa sonnerie), qui était supposé déclencher la simulation de l'image de l'item qui lui était associé, le même effet de masquage a été retrouvé. Dans une seconde expérience, le masque et le stimulus contrôle ont été chacun systématiquement associés au préalable à un son (ou pitch) grave ou aiguë dans une phase d'association. Puis dans la phase test subséquente, en remplaçant le masque et le stimulus contrôle par leur pitch associé (supposé déclencher leur simulation) et en présentant ces sons avant les images cibles, le même effet de masquage a été retrouvé. Enfin dans une troisième expérience, en remplaçant le masque par un pitch et les images cibles par les mots qui les désignent, le même effet de masquage a une nouvelle fois été retrouvé (voir Rey et al., 2015). Un composant simulé serait donc bien fonctionnellement équivalent à un composant perçu, et les connaissances seraient bien modales.

En utilisant des paradigmes d'amorçage similaires, des effets de facilitation et d'interférence ont été observés dans d'autres modalités sensorielles. Pour la modalité gustative par exemple, consommer un yaourt sucré influencerait la catégorisation d'images représentant des stimuli comestibles sucrés (Riou et al., 2015). Pour la modalité auditivo-visuelle, présenter le son typiquement associé à un stimulus cible donné (e.g., le rugissement d'un lion), en tant qu'amorce (qui déclenche ou non la simulation d'un masque visuel), influencerait la catégorisation de l'image du stimulus cible et inversement (Vallet et al., 2010; Vallet, Simard, et al., 2013; Vallet, Hudon, et al., 2013). Pour la modalité haptique, la présentation d'une amorce vibro-tactile (qui déclenche la simulation d'un son grave ou aiguë) influencerait la catégorisation d'un son congruent (Dabic et al., 2018). Enfin au niveau moteur, effectuer une tâche impliquant des mouvements de mains influencerait la catégorisation d'objets fréquemment manipulés (Yee et al., 2013). Ces quelques exemples soutiennent l'idée d'une simulation advenant aussi bien au niveau sensoriel que moteur, et illustrent comment l'émergence des connaissances générales dans des activités catégorielles est influencée par la dynamique de simulation. En effet, dans les termes du modèle Act-In, présenter une propriété typique d'un objet partagée par un grand nombre de traces engendrerait une large diffusion de l'activation inter-trace couplée à une diffusion de l'activation intra-trace aux autres propriétés sensorimotrices typiques sur lesquelles la catégorisation va reposer. Pré-activer ces propriétés juste avant la catégorisation faciliterait cette dernière.

Des effets de facilitation et d'interférence ne sont pas observés uniquement dans des activités catégorielles (requérant l'émergence de connaissances générales), mais aussi dans des activités spécifiques (requérant l'émergence de souvenirs spécifiques) comme dans des tâches de rappel ou de reconnaissance. Par exemple au niveau moteur, occuper les aires motrices en demandant aux individus de joindre les mains dans le dos pendant l'apprentissage d'une liste d'objets manipulables (e.g., une bouteille) et non-manipulables (e.g., un canapé) perturberait la simulation automatique du geste de préhension et le rappel subséquent uniquement des objets manipulables (Dutriaux & Gyselinck, 2016). Inversement, il est possible de faciliter l'émergence des souvenirs spécifiques par la posture. Rappeler un souvenir spécifique vécu dans une posture corporelle particulière (e.g., la visite chez le dentiste allongé sur le fauteuil dentaire) serait plus rapide si les individus sont placés pendant le rappel dans une posture similaire à celle de leur souvenir (e.g., dans une posture allongée), en comparaison à une posture différente (e.g., debout les mains sur la taille) (Dijkstra et al., 2007). De même, effectuer le même type d'action lors de la phase test et lors de la phase d'apprentissage (i.e., solliciter les mêmes régions cérébrales motrices) augmenterait la rapidité et l'exactitude des réponses dans un paradigme de reconnaissance ancien/nouveau (Ross et al., 2007). Ces résultats font écho aux principes d'encodage spécifique (Tulving & Thomson, 1973) et de transfert approprié du traitement (Morris et al., 1977) abordés dans le premier chapitre, qui suggèrent que la récupération serait donc plus efficace dans le cas d'une concordance entre la situation d'encodage et la situation de récupération, au niveau des traitements effectués, et au niveau des informations présentes, notamment contextuelles. Dans une approche incarnée et située à traces multiples, cette concordance s'étend à l'ensemble des aspects d'une expérience, au niveau sensoriel, moteur ou encore émotionnel, compte tenu que l'émergence est la recreation de l'état neuronal créé au moment de l'expérience par la diffusion de l'activation aux composants de la trace de l'expérience, diffusion déclenchée par les composants de la situation présente. Ainsi, activer un composant spécifique d'une trace (e.g., la posture inclinée comme sur le fauteuil dentaire) faciliterait la diffusion intra-trace aux autres composants spécifiques de la trace, ce qui limiterait la diffusion inter-trace et faciliterait l'émergence d'un

souvenir spécifique.

Les paradigmes de facilitation et d'interférence employés dans les études ci-dessus ont permis de mettre en évidence la modalité des connaissances et d'étudier la dynamique de simulation qui sous-tend l'émergence des connaissances. Ainsi, pré-activer ou occuper les aires sensorimotrices impliquées dans la simulation lors de l'émergence d'une connaissance ou d'un souvenir influencerait cette émergence. D'autres facteurs influencent l'émergence des connaissances.

3.4 Facteurs facilitateurs de la récréation

D'après le modèle Act-In, l'émergence "efficace" d'un souvenir spécifique (i.e., l'émergence d'un souvenir exact, riche et vivide) impliquerait la réactivation d'un maximum de composants spécifiques à la trace mnésique de l'évènement associé au souvenir, de sorte que la simulation de l'évènement spécifique soit la plus proche ou "fidèle" à l'état neuronal associé à l'expérimentation de l'évènement.

Ce type d'émergence dépendrait de la distinctivité des traces et du niveau d'intégration des composants au sein des traces. Plus l'évènement (i.e., sa trace et plus spécifiquement ses composants) sera similaire à d'autres évènements, et plus le nombre de ces évènements similaires sera important, et moins l'émergence spécifique du souvenir de l'évènement sera possible. Inversement, plus les composants sont spécifiques à la trace de l'évènement et fortement intégrés, plus la trace va se distinguer des autres, et plus l'émergence spécifique du souvenir de l'évènement sera possible. Par exemple, s'il est arrivé fréquemment à l'individu d'écouter le tube de son groupe préféré à chacun de ses concerts dans de multiples villes, cette expérience auditive sera commune à de nombreuses traces. L'écoute de cette chanson aura peu de chance d'engendrer l'émergence d'un souvenir spécifique. En revanche, si l'individu a découvert cette chanson à l'unique concert auquel il est allé, l'écoute de cette chanson engendrera très probablement l'émergence d'un souvenir spécifique dont les composants seront fortement associés à la chanson.

Ce type d'émergence dépendrait également de la similarité entre la situation présente et la trace de l'évènement. Cette similarité dépendrait de la présence dans la situation présente de composants ou "d'indices" partagés avec la trace de l'évènement, d'autant plus s'ils sont spécifiques à cet évènement. Ces composants peuvent être sensorimoteurs et contextuels, mais ils peuvent aussi refléter les buts, intentions et activités engagées de l'individu.

Ainsi, la diffusion de l'activation intra-trace devrait être contrainte par la similarité entre les traces. C'est ce que suggère l'étude de Brunel, Goldstone, et al. (2013). Dans cette étude, les individus voyaient des formes géométriques (des carrés ou des ronds) colorées par différents niveaux de gris, chacune pendant 500ms. Pour une catégorie de forme donnée, trois quarts des formes étaient présentées en même temps qu'un son (un bruit blanc) et le quart restant était présenté sans son. Pour l'autre catégorie de forme, l'inverse se produisait ; trois quarts des formes étaient présentées sans son et le quart restant était présenté avec un son. Ainsi, la forme sonore, de part la présence de sa propriété auditive, était isolée des autres formes de sa catégorie qui, elles, n'étaient pas sonores. De même, la forme non-sonore, de part l'absence de sa propriété auditive, était isolée des autres formes de sa catégorie qui, elles, étaient sonores. Ces formes isolées étaient donc censées se distinguer des formes de leur catégorie sur la base de la présence ou de l'absence d'une propriété sonore (pour les effets d'isolation, voir Geraci & Rajaram, 2004 ; Hunt, 1995 ; Smith & Hunt, 2000 ; von Restorff, 1933). D'après Brunel et al. (2009), une forme préalablement associée à un bruit blanc est censée faciliter en tant qu'amorce la catégorisation de sons comme étant aigus ou graves par rapport à une forme non-associée (effet d'amorçage inter-sensoriel). Or, Brunel, Goldstone, et al. (2013) ont montré que lorsque les niveaux de gris étaient peu distincts entre eux pour une catégorie de formes donnée (condition de faible distinctivité), la forme-amorce non-sonore isolée par rapport aux formes sonores de sa catégorie, produisait un effet d'amorçage inter-sensoriel, comme si elle avait été associée à un son et donc acquis cette propriété auditive. Il a également été montré que dans cette condition de faible distinctivité, la forme-amorce sonore isolée par rapport aux formes non-sonores de sa catégorie, ne produisait pas un effet d'amorçage inter-sensoriel, comme si elle n'avait jamais été associée à un son et donc comme si elle avait perdu cette propriété auditive. En revanche, ces phénomènes n'étaient pas observés lorsque les niveaux de gris étaient plus distincts (condition de "forte" distinctivité) ; la forme-amorce sonore isolée produisant bien un effet d'amorçage inter-sensoriel contrairement à la forme-amorce non-sonore isolée. De plus, dans la condition de faible distinctivité, quand il s'agissait de reconnaître la forme-amorce sonore (ou non-sonore)

isolée parmi celles de sa catégorie qui ne l'étaient pas, la forme n'était pas reconnue au dessus du niveau du hasard, contrairement à dans la condition de "forte" distinctivité. L'acquisition d'une propriété auditive ou sa perte a été interprétée comme un "effet de généralisation" sous-tendu par la similarité des traces associées aux formes d'une même catégorie.

Dans les termes d'Act-In, une forte similarité aurait favorisé la diffusion de l'activation inter-trace sur la base des propriétés communes de la catégorie au détriment de la diffusion de l'activation intra-trace aux propriétés spécifiques de la forme sonore isolée (généralisation de l'absence de la propriété sonore à l'ensemble des items de la catégorie), mais aurait aussi contraint la diffusion de l'activation intra-trace aux propriétés communes de la catégorie pourtant non-possédées par la forme non-sonore isolée (généralisation de la propriété sonore à l'ensemble des items de la catégorie). Tandis qu'une plus faible similarité aurait réduit la diffusion de l'activation inter-trace, et permis la diffusion de l'activation intra-trace aux propriétés spécifiques de la forme sonore isolée, ou la non-diffusion dans le cas de la forme non-sonore isolée. Ces résultats reflètent l'interdépendance entre activations inter et intra-trace, suggèrent que l'activation intra-trace est plus contrainte par l'activation inter-trace que l'inverse, et sont à mettre en perspective avec l'idée d'un cerveau comme système de catégorisation par défaut. Isoler un item par une propriété spécifique n'est pas suffisante pour une diffusion intra-trace efficace si sa similarité avec d'autres items est trop importante ; le système aura tendance à catégoriser l'item comme faisant partie de la même catégorie et à lui abstraire sa spécificité. On peut imaginer aussi comment les distorsions mnésiques peuvent être produites par un tel système. Admettons qu'un individu décrive le braquage de son épicerie, si cet individu s'est fréquemment fait braquer par des criminels portant un sweat noir, il est très probable qu'il décrive à tort le criminel comme portant un sweat noir malgré que la couleur de son sweat ait été en réalité bordeaux.

La distinctivité des traces serait donc un facteur particulièrement important dans l'émergence des connaissances notamment spécifiques, et dépendrait de la spécificité des composants des traces, mais aussi (et voire plus) de la spécificité de la configuration des composants des traces (voir Brunel, Oker, et al., 2010). Comme postulé par le modèle Act-In, plus les composants seront intégrés au sein des traces, et plus la réactivation d'un composant sera susceptible de réactiver les autres composants associés et de faire émerger un souvenir spécifique. D'une certaine manière, la distinctivité des traces dépend de l'intégration multi-composants des composants au sein des traces. Par conséquent, faciliter l'intégration des composants d'une trace au moment de la formation des traces permettrait d'augmenter leur distinctivité. Une telle facilitation serait notamment possible à travers l'action. Par exemple, dans une tâche d'amorçage à court-terme où une forme en guise d'amorce engendrait des réponses plus rapides pour catégoriser des sons si la forme avait été apprise avec un bruit blanc (versus sans bruit), il a été montré que les réponses étaient d'autant plus rapides si une action avait été effectuée à l'apparition de la forme lors de l'apprentissage (presser une touche donnée du clavier à l'apparition d'une forme donnée) *versus* si aucune action n'avait été effectuée (Camus et al., 2016). L'action aurait facilité l'intégration de la forme et du bruit (voir aussi Macri & Versace, 2015).

L'émotion faciliterait aussi l'intégration multi-composants. Par exemple dans l'étude de Macri et al. (2020), les individus d'un premier groupe voyaient apparaître à différents endroits de l'écran des mots typiquement associés à un bruit ou non et à une valence émotionnelle neutre ou négative, tandis que pour un second groupe, les mots étaient tous neutres mais une odeur désagréable ou neutre était diffusée à leur apparition. Immédiatement après l'apprentissage, les individus devaient soit rappeler à l'oral les mots, soit rappeler leur emplacement en cliquant dessus, soit rappeler les mots et leur emplacement en même temps en déplaçant les mots sur leurs emplacements respectifs. Il a été montré que lorsque l'émotion venait des mots eux-même (leur valence), l'émotion était plus bénéfique pour le rappel des mots typiquement sonores, et donc pour l'intégration des composants des traces associées aux mots. Mais lorsque l'émotion venait du contexte (l'odeur), l'émotion était bénéfique pour le rappel simultané des mots et de leur emplacement, et donc pour l'intégration des mots avec leur contexte, ici spatial (Macri et al., 2020, voir aussi 2018).

Dans la vie quotidienne et au moment de la formation des traces, il n'est pas toujours évident d'intervenir pour favoriser la distinctivité des traces par l'action ou l'émotion. Néanmoins, après la formation des traces, il a été montré que percevoir dans la situation présente un composant similaire à celui intégré dans la trace d'un souvenir spécifique participe à distinguer cette trace par rapport aux autres et à faire émerger le souvenir, de même qu'adopter une posture similaire, ou qu'effectuer une activité ou une action similaire. En somme, cela participe à augmenter la distinctivité des traces a posteriori au moment de la création mnésique, et facilite la capacité

du système à se remettre dans un état antérieur spécifique. Ainsi, la distinctivité intrinsèque des traces, l'intégration des composants au sein des traces, et la similarité entre situation présente et expérience passée, sont trois facteurs cruciaux dans l'émergence des connaissances, sur lesquels influer pour faciliter l'émergence des connaissances.

D'après le modèle Act-In, le type de connaissance émergente (spécifique ou générale) dépend de la dynamique de simulation/recréation du système, qui dépend elle-même des diffusions de l'activation entre et dans les traces (activations inter et intra-trace), influencées par les facteurs sus-mentionnés. Nous appellerons une *dynamique de simulation spécifique* lorsque l'activation intra-trace se diffuse à de nombreux composants spécifiques à un très faible nombre de traces ; tandis que nous appellerons une *dynamique de simulation non-spécifique* lorsque l'activation intra-trace se diffuse à des composants partagés par un grand nombre de traces. Par exemple, l'émergence des connaissances requises dans une tâche de catégorisation nécessite une dynamique de simulation non-spécifique. En revanche l'émergence de souvenirs spécifiques requis dans une tâche de rappel autobiographique nécessite une dynamique de simulation spécifique. Dans le prochain chapitre, nous développerons plus avant cette dynamique de simulation/recréation qui sous-tend l'émergence des connaissances.

3.5 Synthèse intermédiaire

Dans ce chapitre, nous avons abordé la conception *recréative* de la mémoire défendue par les modèles à traces multiples comme le modèle Act-In (Versace et al., 2009, 2014) qui s’inscrit notamment dans une approche incarnée et située de la cognition. Selon cette conception, chaque expérience vécue laisse une empreinte ou une trace mnésique sur le système cognitif qui correspondrait à un état neuronal spécifique et qui reflète l’expérience et ses différents aspects (sensorimoteurs, contextuels, émotionnels, etc.). Les connaissances générales et les souvenirs spécifiques émergent de la récréation dynamique d’un état neuronal associé soit à un type d’expériences sensorimotrices (connaissances générales), soit à une expérience sensorimotrice spécifique (souvenirs spécifiques) par des mécanismes simples (activation inter-traces et intra-trace, intégration multicomposants), en fonction des interactions de l’individu avec son environnement, mais aussi de ses buts et intentions. Les connaissances, quelle que soit leur forme, sont intrinsèquement modales car ancrées dans leurs propriétés sensorimotrices constitutives. Le recours à différents systèmes stockant des représentations de différentes natures (souvenirs, concepts, etc.) n’est alors plus nécessaire, car les connaissances émergent d’un unique système récréatif grâce à des mécanismes basiques. Par rapport à ces mécanismes, les connaissances générales ou conceptuelles émergent d’une dynamique de simulation/recréation “non-spécifique”, c’est-à-dire de l’activation de composants communs à un grand nombre de traces mnésiques, tandis que les souvenirs spécifiques émergent d’une dynamique de simulation/recréation “spécifique”, c’est-à-dire de l’activation de composants spécifiques à un faible nombre de traces mnésiques. Comme les mécanismes d’activation inter-traces et intra-trace sont interdépendants, la dynamique de simulation du système peut alors être soit spécifique (si l’essentiel du poids sur la balance des mécanismes d’activation est mis sur l’activation intra-trace), soit non-spécifique (si l’essentiel du poids sur la balance des mécanismes d’activation est mis sur l’activation inter-traces).

Cette conception récréative se distingue fondamentalement de la conception (re)constructive de la mémoire évoquée dans le chapitre précédent dans la mesure où les connaissances, quelle que soit leur forme, ne sont pas reconstruites à partir de composants existants stockées en mémoire : elles émergent de la récréation d’un état neuronal, et cette récréation est tributaire des états antérieurs du système (i.e., des traces mnésiques de toutes les expériences vécues). Les connaissances ne seraient donc pas existantes mais potentielles, car elles dépendraient de la potentialité de récréation par le système de l’état susceptible de les faire émerger, qui est notamment conditionnée par les caractéristiques de la situation présente (voir Versace et al., 2018).

La dynamique de simulation qui sous-tend l’émergence des connaissances a été étudiée notamment à travers des paradigmes de facilitation et d’interférence sensorielle qui visaient à faciliter ou à perturber la simulation sensorimotrice. Dans le chapitre suivant, nous proposerons d’étudier plus avant cette dynamique de simulation.

Chapitre 4

Une dynamique de recreation

Le chapitre précédent a permis d'introduire les modèles à traces multiples dont le modèle Act-In (Versace et al., 2009, 2014) qui s'inscrit dans une approche incarnée et située de la cognition. Dans cette conception, la mémoire est un système dynamique qui se recrée sans cesse en fonction notamment de ses interactions avec l'environnement, mais aussi de ses recreations antérieures. Ce système peut être qualifié d'autopoïésique, en référence au terme *autopoïèse* qui vient du grec *auto* "soi-même", et *poièsis* "production, création", ayant été introduit par Maturana & Varela (1980). Les traces mnésiques reflètent les états successifs dans lequel le système a été, chaque nouvel état (ou nouvelle trace) est tributaire des états antérieurs qui sont en retour modifiés par ce nouvel état. L'émergence d'une connaissance découle de la recreation d'un état, et le type de connaissance (spécifique ou générale catégorielle) dépend de si l'état recréé est proche de celui associé une expérience spécifique ou s'il reflète les aspects communs à de nombreuses expériences. En somme, il dépend de la dynamique de recreation du système.

Compte tenu que la simulation sensorimotrice est définie par Barsalou (2008) comme la "re-énaction" (du verbe transitif anglais *re-enact [sth]* "reconstituer, recréer") de l'état du système associé à une expérience du monde via son corps et son esprit, dynamique de recreation et dynamique de simulation sont interchangeable (nous préférons toutefois employer la notion de *dynamique de simulation*, car le terme simulation est mieux ancré dans la littérature). D'après le modèle Act-In, et en appliquant la simulation à la notion de traces mnésiques, cette dynamique de simulation est régie par des mécanismes simples d'activation et d'intégration, et peut être par exemple spécifique ou non-spécifique selon la diffusion de l'activation entre et dans les traces. Cette diffusion est influencée par différents facteurs dont ceux mentionnés dans le chapitre précédent. Ainsi lorsque l'activation intra-trace se diffuse à de nombreux composants spécifiques à un très faible nombre de traces, cette dynamique de simulation est dite "spécifique" et suscite l'émergence de souvenirs spécifiques requis dans des tâches de type rappel autobiographique (tâches classiquement considérées comme "épisodiques", que nous considérerons comme des tâches spécifiques). Lorsque l'activation se diffuse à des composants partagés par un grand nombre de traces, cette dynamique de simulation est dite "non-spécifique" et suscite l'émergence de connaissances générales requises dans des tâches de type catégorisation (tâches classiquement considérées comme "sémantiques", que nous considérerons comme des tâches catégorielles non-spécifiques). Compte tenu de la compétition entre activation inter et intra-trace, la dynamique de simulation se réfère nécessairement à l'interaction entre ces deux mécanismes d'activation dont le résultat engendre l'émergence d'une forme de connaissance donnée.

Finalement, l'interaction du système avec l'environnement (de l'individu avec la situation présente) va engendrer une dynamique de simulation dont la spécificité varie notamment selon l'activité dans laquelle est engagé l'individu, ses buts, ses besoins et ses intentions. Grâce aux paradigmes de facilitation et d'interférence sensorielle, on a pu faire varier, modifier cette dynamique, et par conséquent le comportement. Dans l'étude de Vallet et al. (2010) par exemple, des sons typiques d'animaux ou d'objets étaient présentés dans une phase d'étude, et les individus devaient catégoriser les sons comme provenant d'animaux ou d'objets. Quelques minutes plus tard dans une phase test, des images correspondant aux animaux/objets dont les sons avaient été entendus en phase d'étude (item anciens) ou non (items nouveaux) étaient présentées, et les individus devaient une nouvelle fois catégoriser les sons comme provenant d'animaux ou d'objets.

Les résultats indiquent une catégorisation plus rapide pour les items anciens (effet d’amorçage inter-sensoriel). D’après les auteurs, cet effet d’amorçage à long-terme résulterait de l’activation et du renforcement des composants sensorimoteurs des traces mnésiques (p. 377). Pour aller plus loin, l’écoute du miaulement par exemple au moment de la phase d’étude aurait engendré la simulation du concept “chat” (son apparence ainsi que ses autres propriétés typiques). De même, la présentation de l’image d’un chat au moment de la catégorisation aurait engendré la simulation du concept “chat”. Ainsi, l’écoute du miaulement au moment de la phase d’étude a engendré une dynamique de simulation similaire à la dynamique de simulation engendrée par la présentation de l’image du chat au moment de la catégorisation. Au niveau neuronal, les récepteurs impliqués dans la simulation du concept “chat” au moment de la phase d’étude sont donc activés et plus sensibles à une réactivation ultérieure engendrée par l’image du chat au moment de la catégorisation. C’est le fait que le système ait préalablement et récemment été dans une dynamique de simulation similaire à celle dans laquelle il est au moment de la catégorisation qui faciliterait cette dernière. En effet, lorsque l’item à catégoriser était nouveau, les dynamiques de simulation entre phase d’étude et phase test ne correspondaient pas, et il n’y a pas eu d’effet d’amorçage. On pourrait supposer que la phase d’étude engendre une trace mnésique qui reflèterait l’état du système au moment de la simulation des propriétés typiques d’un chat engendrée par le miaulement. Cet état reflète les aspects communs à un grand nombre d’expériences de confrontations avec un chat, mais aussi les aspects de la situation présente et de l’environnement dans lequel se trouve l’individu (autrement dit la dynamique de simulation du système dans la situation d’apprentissage). Lors de la phase test, le système est ensuite replacé dans un état similaire par la présentation de l’image de l’item cible ancien associé au son, et ceci plus facilement que si le système ne s’était pas déjà préalablement retrouvé dans cet état. Cela suggère que le système pourrait plus facilement adopter une dynamique de simulation qui a déjà été adoptée dans une situation préalable récente.

Cela fait écho aux principes de transfert approprié de processus (Morris et al., 1977) et d’encodage spécifique (Tulving & Thomson, 1973) car c’est la similarité entre l’état du système (ou la trace ou la dynamique de simulation) engendré à l’apprentissage et l’état du système engendré dans la phase test (dans la situation présente), mais aussi la similarité situationnelle entre les deux phases, qui produiraient l’effet d’amorçage. L’amorçage est donc un des moyens utiles pour modifier la dynamique de simulation du système. Là où les effets d’amorçage inter-sensoriel à court-terme ont été attribués à une pré-activation des aires sensorimotrices impliquées dans la simulation des propriétés de l’item à catégoriser (e.g., Brunel, Lesourd, et al., 2010) qui modulerait la dynamique de simulation dans la tâche de catégorisation, les effets d’amorçage à long-terme ne semblent pas être attribuables à une pré-activation au sens stricte, mais plutôt à une “pré-adoption” d’une dynamique de simulation similaire à celle à adopter dans la tâche de catégorisation, ce qui faciliterait la ré-adoption de cette dernière. En somme, à un *amorçage de dynamique de simulation*.

En résumé, dans une conception récréative de la mémoire, l’émergence des connaissances repose sur la dynamique de simulation au moment où les connaissances doivent servir, c’est à dire sur l’état du système au moment de la “récupération”, car l’état associé à la connaissance doit être re-créé. Ainsi, pour modifier l’efficacité de l’émergence, il est nécessaire de jouer sur la dynamique de simulation au moment de l’émergence, de façon à l’induire, la biaiser. La potentialité de récréation d’un état adéquate est tributaire des états antérieurs du système, de ses précédentes dynamiques. Modifier sa dynamique actuelle au moment de l’émergence devrait donc être possible en modifiant sa dynamique précédente. Sur la base de l’idée d’un amorçage à long-terme d’une dynamique de simulation, il devrait donc être possible de modifier la dynamique de simulation du système dans une tâche donnée par la réalisation préalable d’une tâche impliquant une dynamique similaire. Cette idée sera développée plus avant dans la section suivante par la proposition d’un *principe d’adéquation de la dynamique de simulation*.

4.1 Vers un principe d’adéquation de la dynamique de simulation ?

S’il on considère que toute tâche qui requiert l’émergence de connaissances générales (comme la catégorisation) implique une dynamique de simulation non-spécifique, et que toute tâche qui requiert l’émergence de souvenirs spécifiques (comme la reconnaissance) implique une dynamique de simulation spécifique, ces deux types de tâche impliqueraient donc des dynamiques

de simulation antagonistes. Compte tenu de la compétition entre activation inter et intra-trace, lorsque se succèdent deux tâches qui impliquent des dynamiques qui correspondent (condition de *match* ou de correspondance), cette correspondance devrait faciliter l'émergence des connaissances et les performances mnésiques dans la seconde tâche (*matching effect* ou effet de correspondance), tandis qu'une condition de non-correspondance devrait être néfaste (*mismatching effect* ou effet de non-correspondance). La première tâche induirait donc une dynamique de simulation qui influencerait la seconde tâche selon la correspondance des dynamiques entre les deux tâches. Ainsi, le système se remettrait plus facilement dans un état proche de celui dans lequel il a préalablement et récemment été, mais plus difficilement dans un état trop éloigné de celui dans lequel il a préalablement et récemment été. Étant donné que l'activation intra-trace est plus contrainte par l'activation inter-trace qu'inversement, induire une dynamique de simulation non-spécifique dans une tâche où une dynamique de simulation spécifique est requise devrait être plus néfaste qu'inversement. Autrement dit, le système se remettrait plus difficilement dans une dynamique de simulation spécifique s'il a été dans une dynamique non-spécifique qu'inversement. L'hypothèse défendue dans cette thèse est que c'est la potentialité de recréation du système qui serait influencée par le degré de correspondance des dynamiques de simulation. Toutefois, la notion de correspondance ne doit pas s'entendre au sens strict : ce n'est pas une dynamique de simulation ou un état identique qui est nécessaire pour produire l'effet de (non)correspondance, mais une dynamique de simulation adéquate par rapport à l'activité actuelle de l'individu.

L'idée développée ci-dessus suggère donc l'introduction d'un *principe d'adéquation de la dynamique de simulation*¹. Ce principe diffère du principe de transfert approprié du traitement dans la mesure où il ne se limite pas à une concordance entre les traitements (ou la dynamique de simulation) mis en œuvre à l'encodage et ceux mis en œuvre à la récupération. Il concerne surtout la concordance entre les traitements mis en œuvre lors de deux phases de récupération successives, et l'influence d'une phase préalable récente sur une phase subséquente selon cette concordance. Il est important d'insister sur le fait que ce qui semble importer, c'est l'influence de la dynamique récente du système (de son dernier état) sur sa dynamique actuelle (ou son état actuel) selon un degré de concordance, en plus du degré de concordance qui pourrait exister entre son état actuel et un état antérieur spécifique (i.e., une concordance entre l'état à l'encodage et à la récupération). Concernant la question centrale dans ce travail de thèse des facteurs qui influencent l'efficacité mnésique dans une tâche donnée, le degré de correspondance entre la dynamique de simulation du système dans cette tâche et sa dynamique antérieure dans une tâche préalable récente, et plus largement l'adéquation de la dynamique actuelle du système à la dynamique requise dans la tâche à effectuer, influenceraient l'efficacité mnésique.

Une hypothèse alternative (qui ne sera toutefois pas défendue dans cette thèse) pourrait néanmoins être formulée. Dans une conception créative et dynamique, l'être humain est en perpétuelle interaction avec son environnement. Par conséquent, l'environnement modifie constamment l'activité du système cognitif de façon dynamique, ne cesse de le faire évoluer, et nos perceptions évoluent aussi. Ainsi, la perception de l'environnement évolue au fil des modifications de l'activité du système. C'est en cela que pour Varela et al. (1993), l'environnement et l'individu se déterminent l'un l'autre. Le cerveau est donc constamment en train de traiter l'environnement actuel et de simuler les informations dans une dynamique pouvant être spécifique ou non-spécifique. Cela suggère l'idée qu'une dynamique donnée (et la compétition entre activation inter et intra-trace) pourrait être passivement maintenue du moins à court-terme. Par exemple, une tâche donnée qui requiert la simulation de nombreux composants spécifiques à une trace pourrait placer le système dans une dynamique de simulation spécifique. Suite à la tâche, cette dynamique de simulation pourrait être passivement maintenue de façon transitoire et résiduelle, et le système continuerait de simuler dans une dynamique spécifique en réponse aux indices issus de l'environnement. Au moment d'effectuer une autre tâche donnée, le système serait dans une dynamique de simulation qui correspond (*match*) ou qui ne correspond pas (*mismatch*) à la dynamique requise par la tâche en fonction de la spécificité des connaissances à faire émerger. Cette hypothèse implique qu'un délai trop important entre les deux tâches réduirait l'effet d'adéquation car les traitements intermédiaires seraient susceptibles de modifier la dynamique du système, sauf si l'activité occupationnelle entre les deux tâches est contrôlée pour maintenir la dynamique induite par la première tâche (i.e., si cette activité implique une dynamique

1. Le terme "adéquation" a été choisi pour son double sens. Son synonyme est "concordance", et d'après le principe proposé, la concordance des dynamiques de simulations entre deux tâches successives influencerait les performances dans la seconde tâche. Mais "adéquation" signifie aussi "qualité de ce qui est adapté, approprié au but visé", et d'après le principe proposé, les performances dans une tâche sont meilleures si le système est dans une dynamique de simulation adéquate à la dynamique requise dans la tâche.

similaire à celle induite par la première tâche). Seulement, confronter l'hypothèse d'un maintien de la dynamique du système à celle d'une influence de la potentialité de récréation du système (énoncée dans le paragraphe précédent) s'avère expérimentalement compliqué. Les travaux qui testeraient l'hypothèse d'un maintien devront reposer par exemple sur une mesure online de la dynamique de simulation qu'il n'est à notre connaissance pas possible de fournir à ce jour. Ces travaux pourraient s'inspirer des travaux portant sur le maintien de l'orientation de la récupération qui ont employé des mesures électrophysiologiques et d'imagerie (e.g., Herron, 2018; Herron & Rugg, 2003; Morcom & Rugg, 2012; Rugg & Wilding, 2000). En revanche, l'hypothèse d'un maintien de la dynamique de simulation ne suppose pas de maintien actif par l'individu, il s'agit plutôt d'un maintien passif d'un mode de traitement. Pour le moment, il serait donc plus parcimonieux ne retenir l'hypothèse d'une influence de la potentialité de récréation du système (qui, elle, n'envisage pas de maintien à court terme d'une dynamique de simulation), selon laquelle le système se remettrait plus facilement dans un état proche de celui dans lequel il a préalablement et récemment été, mais plus difficilement dans un état trop éloigné.

Ce principe d'adéquation de la dynamique de simulation pourrait permettre d'expliquer alternativement certains résultats de la littérature. Dans l'étude de Koutstaal & Cavendish (2006) par exemple, les individus devaient mémoriser des images d'objets puis effectuer trois phases de reconnaissances successives, chacune portant sur un tiers des items, dans lesquelles ils voyaient des items anciens (e.g., une paire de patins à roulettes), des items nouveaux de la même catégorie que des items anciens (e.g., un autre exemplaire de patins à roulettes), et des items nouveaux d'une autre catégorie (e.g., un pull). Dans la condition *consigne de type identique*, les individus devaient reconnaître l'item comme ancien si l'item présenté était exactement identique à celui ayant été mémorisé. Dans la condition *consigne de type conceptuelle*, les individus devaient reconnaître l'item comme ancien si l'item présenté appartenait à la même catégorie que l'item mémorisé. Les deux premières phases servaient à déterminer un "mode de récupération" particulier pour la troisième phase, en fonction de la consigne suivie (de type identique ou conceptuelle); soit basé sur la récupération des aspects spécifiques de l'item ancien, soit de ses propriétés générales. Il a été montré que les individus qui ont suivi la consigne de type conceptuelle dans les deux premières phases de reconnaissance, ont obtenu de moins bonnes performances à la troisième phase qui demandait de suivre une consigne de type identique, en comparaison aux individus qui ont suivi la consigne de type identique dans les deux premières phases de reconnaissance. Les auteurs supposent que :

"a full understanding of the ways prior retrieval may affect subsequent memory —even for events or facts that were not themselves retrieved— cannot only focus on the mere "fact" of retrieval (whether retrieval occurred) but must also take into account the specificity with which that retrieval occurred."
— Koutstaal & Cavendish (2006) p. 789.

(Traduction proposée en bas de page²)

Or le modèle Act-In décrit précisément la spécificité de la simulation qui module l'émergence des connaissances. Au regard d'un potentiel principe d'adéquation de la dynamique de simulation, la consigne de type conceptuelle aurait pu avoir pour effet d'engendrer une dynamique de simulation non-spécifique via la simulation des aspects les plus fréquemment rencontrés dans toutes les expériences sensorimotrices de confrontation avec des patins à roulettes (e.g., une forme de chaussure avec des roues dessous). Ainsi, les deux premières phases de reconnaissance auraient induit le système à adopter une dynamique de simulation non-spécifique qui aurait été néfaste car inadéquate dans la troisième phase qui elle demandait la simulation des aspects spécifiques de la paire de patin mémorisée, et donc une dynamique de simulation spécifique.

Ce principe d'adéquation serait compatible avec les observations de Kolers & Roediger (1984) selon lesquelles une tâche bénéficierait du degré avec lequel une tâche préalable implique des procédures similaires. Il est compatible aux principes de transfert appropriés de processus (Morris et al., 1977) et d'encodage spécifique (Tulving & Thomson, 1973). Néanmoins, ce principe d'adéquation ne se limite pas à une simple similarité entre la condition d'apprentissage et la condition d'émergence d'une même information. Même si deux tâches impliquent des

2. "Une pleine compréhension de la manière dont une récupération antérieure peut affecter la récupération ultérieure - même pour des événements ou des faits qui n'ont pas été eux-mêmes récupérés - ne doit pas seulement se concentrer sur le simple "fait" de récupération (si la récupération a eu lieu) mais doit également prendre en compte la spécificité avec laquelle cette récupération a eu lieu."

informations différentes, ce principe devrait rester valable, car en définitive, c'est la dynamique du système qui importe, et cela va au-delà de l'information. Finalement, ce principe est conforme avec l'idée d'un être humain qui s'adapte à de nouvelles situations grâce à ses expériences passées, et comme ces nouvelles situations ne sont jamais identiques à des expériences passées, mais peuvent impliquer par exemple des traitements cognitifs similaires, c'est bien le processus même d'émergence qui est d'une certaine manière "appris".

De potentiels arguments pourraient également venir des études mentionnées dans le chapitre précédent qui ont employées le paradigme d'Induction de Spécificité Épisodique (ISE), dont les effets n'ont pour l'instant jamais été interprétés dans une approche incarnée et située, et à partir des mécanismes décrits par le modèle Act-In. Or, l'ISE pourrait être une procédure à même de modifier la dynamique de simulation à l'émergence, et de susciter une amélioration de l'efficacité mnésique.

4.2 L'ISE comme paradigme facilitateur de la récréation ?

Comme évoqué précédemment, la tâche d'ISE, tant dans sa version remémoration que dans sa version imagination (voir Madore et al., 2018), implique de visualiser mentalement et clairement, et de décrire très précisément les différents éléments d'un événement (environnement, objets, personnages, actions) de la manière la plus détaillée possible. Dans une conception récréative, cette tâche implique la simulation d'un maximum de composants spécifiques de traces et conduit donc à une dynamique de simulation spécifique. D'après le principe d'adéquation de la dynamique de simulation, l'efficacité mnésique dans une tâche donnée bénéficierait d'une concordance des dynamiques de simulation entre une tâche préalable et la tâche donnée. L'ISE devrait donc engendrer des effets bénéfiques dans des tâches subséquentes impliquant une dynamique de simulation similaire.

Il a été montré que l'ISE engendrait des effets bénéfiques dans plusieurs types de tâches supposées impliquer la (re)construction d'un événement spécifique (Schacter & Madore, 2016). Dans une conception récréative, imaginer une situation dans laquelle un marteau pourrait être utilisé autrement que traditionnellement (comme demandé dans la tâche d'utilisation alternative d'objets; Guilford, 1967), comme imaginer la succession d'événements spécifiques qui mis bout-à-bout conduisent à résoudre une situation sociale problématique (comme demandé dans la tâche de résolution de problème de type MEPS; Platt & Spivack, 1975), implique également la simulation d'un maximum de composants spécifiques de traces et conduit donc à une dynamique de simulation spécifique, à l'instar des tâches de remémoration et d'imagination dérivées de l'IA (Levine et al., 2002). Ces tâches impliqueraient donc une dynamique de simulation correspondant à celle impliquée par les tâches d'ISE de type remémoration ou imagination.

Il a également été montré que l'ISE n'engendrait pas d'effet dans plusieurs types de tâches. Par exemple, Madore, Gaesser, et al. (2014) ont montré que l'ISE n'engendrait aucun effet sur une tâche de description d'images perceptuellement présentes, qui n'impliquait pas de (re)construire un événement spécifique, ou qui ne suscitait pas de dynamique de simulation spécifique. Madore & Schacter (2016) ont également montré que l'ISE n'engendrait aucun effet sur une tâche de comparaison de mots (Addis et al., 2007, 2009) consistant 1) à générer une phrase dans laquelle le mot cible, et plus spécifiquement la taille de l'objet qu'il désigne, est comparé à deux autres objets générés par les individus et liés à la cible (e.g., pour "pomme", les individus devaient générer une phrase du type "un *arbre* est plus grand qu'une *tarte*, qui est plus grande qu'une *pomme*"), et 2) à donner une définition détaillée de chacun des trois mots. Cette tâche reposait alors d'une part sur la génération de connaissances générales (les mots sémantiquement reliés à la cible et leur définition), mais aussi sur des informations relatives à leur propriétés perceptives typiques (leur taille), et sur la comparaison de ces propriétés. Elle suscitait donc plutôt une dynamique de simulation non-spécifique.

Ensemble, et dans une conception récréative, ces résultats suggèrent que l'ISE induirait une dynamique de simulation spécifique qui bénéficierait à toute tâche subséquente dont le succès dépend d'une dynamique similaire, mais ne bénéficierait pas à toute tâche subséquente dont le succès ne dépend pas d'une dynamique similaire. Cela diffère de l'interprétation donnée dans une conception (re)constructive, selon laquelle l'ISE induirait une orientation de la récupération qui bénéficierait à toute tâche subséquente dont le succès dépend de la récupération et de la recombinaison des détails d'événements spécifiques, mais ne bénéficierait pas à toute tâche subséquente dont le succès ne dépend pas d'une telle recombinaison. En effet dans une conception récréative, que la dynamique soit spécifique (pour l'émergence de souvenirs spécifiques) ou non-

spécifique (pour l'émergence de connaissances générales), c'est l'adéquation de la dynamique de simulation entre deux tâches qui importe. Toutefois, aucune étude à notre connaissance n'a étudié l'impact de l'ISE sur une tâche dont le succès dépend d'une dynamique de simulation non-spécifique, hormis peut-être l'étude susmentionnée ayant employé une tâche de comparaison de mots (voir Madore & Schacter, 2016). D'après le principe d'adéquation de la dynamique de simulation, l'ISE aurait dû avoir un effet néfaste dans cette tâche, contrairement à l'absence d'effet observé. Mais ces résultats pourraient s'expliquer par le fait que l'activation inter-trace est moins contrainte par l'activation intra-trace qu'inversement, faisant qu'induire une dynamique de simulation spécifique ne soit pas significativement néfaste pour une tâche suscitant plutôt une dynamique de simulation non-spécifique. En effet, l'activation inter-trace peut aussi résulter d'une forte activation intra-trace mais non spécifique à une trace donnée, tandis qu'une activation intra-trace de composants spécifiques à une trace ne peut pas résulter d'une forte activation inter-trace.

Néanmoins, si la production de détails externes (ou détails non-épisodiques, non-spécifiques, prenant souvent la forme de connaissances générales) est censée impliquer une dynamique de simulation non-spécifique, induire préalablement une dynamique de simulation spécifique (via l'ISE par exemple) devrait dans une certaine mesure réduire la production de détails externes. Conformément à cette hypothèse, il a été montré que l'ISE augmentait la production de détails internes (épisodiques spécifiques) dans des tâches de remémoration et d'imagination, mais pouvait aussi réduire la production de détails externes (Madore et al., 2018 ; Madore & Schacter, 2014 ; McFarland et al., 2017). Ces résultats semblent bien illustrer l'interdépendance entre activations inter et intra-trace, la production de détails internes (liée à l'activation intra-trace) réduisant la production de détails externes (liée à l'activation inter-traces) et réciproquement. Les auteurs se réclamant d'une conception (re)constructive multi-systèmes ont majoritairement ignoré l'effet de l'ISE sur les détails externes car ils supposaient que ces détails étaient le fruit de processus non-épisodiques (qui n'étaient donc pas supposés être impliqués dans la reconstruction épisodique), alors que dans une conception récréative, détails internes et externes seraient le produit d'un même système émergent par les mêmes mécanismes.

Ainsi, il serait nécessaire d'étudier dans quelle mesure des dynamiques de simulation antagonistes influencent négativement les performances mnésiques pour que le principe d'adéquation de la dynamique de simulation puisse être validé et puisse constituer un facteur valable influençant l'efficacité mnésique. Cette démarche n'est envisageable que s'il on se place dans une conception récréative de la mémoire, car les autres conceptions abordées dans les deux premiers chapitres de ce travail de thèse ne sauraient envisager que des processus épisodiques influencent des processus sémantiques et inversement vu que ces processus sont censés avoir trait à des systèmes indépendants et opérer sur des représentations de nature différente. Cette conception récréative a donc tout le potentiel pour ouvrir des avenues de recherches novatrices notamment sur l'efficacité mnésique. Le paradigme d'ISE pourrait représenter un paradigme tout à fait pertinent pour tester le principe d'adéquation de la dynamique de simulation, en induisant, grâce à l'induction, une dynamique de simulation qui puisse correspondre ou non à la dynamique de simulation requise dans la tâche subséquente, afin d'observer des effets de facilitation ou d'interférence.

Il est important de souligner que les effets de l'ISE ne peuvent raisonnablement pas être attribuables à la pré-activation de composants sensorimoteurs impliqués dans la tâche subséquente, compte-tenu que l'ISE porte sur des événements différents de ceux ciblés dans la tâche subséquente, impliquant des composants différents. Les effets de l'ISE ne seraient donc pas de simples effets d'amorçage. Seul l'activité (simuler des composants sensorimoteurs spécifiques), et donc la dynamique de simulation, sont communes entre la tâche d'ISE et la tâche subséquente. Ces effets ne semblent pas non-plus être attribuables à un biais par l'ISE du style narratif adopté par les individus, les incitant à décrire les événements de façon plus détaillée, compte tenu que les multiples tâches où l'ISE n'a eu aucun effet (comme la description d'images) étaient tout à fait susceptibles d'être sujettes à un biais du style narratif (voir Gaesser et al., 2011). Il est à noter que, bien que certains auteurs/tenants d'une conception (re)constructive aient avancé des hypothèses concernant les mécanismes qui sous-tendent l'ISE (Madore et al., 2018 ; Schacter & Madore, 2016), aucune n'a encore véritablement fait l'objet de démonstration empirique, certainement parce que les mécanismes à la base de la (re)construction/recréation d'un événement ne sont pas aussi bien définis que dans une conception récréative.

Ainsi, au regard de la littérature sur l'ISE, et dans une conception récréative de la mémoire,

nous formulons l'hypothèse selon laquelle :

1. L'ISE, ou toute activité similaire suscitant l'émergence de souvenirs spécifiques, ciblerait le mécanisme de simulation sensorimotrice en induisant une dynamique de simulation spécifique ;
2. Par le principe d'adéquation de la dynamique de simulation, l'ISE faciliterait la diffusion de l'activation intra-trace aux composants spécifiques des traces, ce qui améliorerait la distinctivité des traces lors de leur récréation³, et donc l'efficacité mnésique dans toute tâche subséquente impliquant une dynamique de simulation spécifique (effet de correspondance). Toutefois, l'ISE n'aurait pas d'effet voire aurait des effets néfastes dans toute tâche subséquente impliquant une dynamique de simulation non-spécifique (effet de non-correspondance) ;

Compte tenu que dans une conception récréative de la mémoire, l'émergence des connaissances générales et spécifiques sont sous-tendues par un mécanisme commun de simulation sensorimotrice, mais en revanche par une dynamique de simulation différente (non-spécifique vs. spécifique), l'hypothèse susmentionnée est adaptable à l'induction d'une dynamique de simulation non-spécifique, tout en tenant compte de la compétition inégale entre activation inter et intra-trace. Ainsi :

3. Toute activité d'induction suscitant l'émergence de connaissances générales, ciblerait le mécanisme de simulation sensorimotrice en induisant une dynamique de simulation non-spécifique ;
4. Par le même principe d'adéquation de la dynamique de simulation, toute tâche d'induction induisant une dynamique de simulation non-spécifique faciliterait la diffusion de l'activation inter-trace aux composants partagés par de nombreuses traces, ce qui améliorerait l'émergence des connaissances générales dans toute tâche subséquente impliquant une dynamique de simulation non-spécifique (effet de correspondance). Toutefois, cette induction réduirait aussi la distinctivité des traces lors de leur récréation et nuirait à toute tâche subséquente impliquant une dynamique de simulation spécifique (effet de non-correspondance).

3. Et non lors de leur formation si l'ISE est administrée après.

4.3 Synthèse intermédiaire

Dans ce chapitre, la dynamique de simulation qui sous-tend l'émergence des connaissances a été abordée et développée plus avant. L'émergence des connaissances générales implique une dynamique de simulation non-spécifique, à savoir une activation inter-trace de composants partagés par un grand nombre de traces. Tandis que l'émergence de souvenirs spécifiques implique une dynamique de simulation spécifique, à savoir une activation intra-trace de nombreux composants spécifiques à une trace donnée. Le type de tâche effectuée par l'individu induit une dynamique de simulation donnée (spécifique ou non-spécifique). Cette dynamique repose sur les états antérieurs du système, c'est-à-dire sur les traces d'expériences passées vécues par l'individu, et donc sur les dynamiques de simulation antérieures, ainsi que sur l'état actuel du système en interaction avec l'environnement. Pour améliorer l'efficacité de l'émergence des connaissances, une piste possible serait donc de modifier la dynamique de simulation du système au moment de l'émergence.

Dans le chapitre précédent, nous avons abordé des paradigmes de facilitation et d'interférence sensorielle qui permettent de modifier la dynamique de simulation. Le paradigme d'amorçage inter-sensoriel à long-terme semble attribuable à l'adoption préalable d'une dynamique de simulation similaire (ou qui correspond) à celle requise pour l'émergence de la connaissance. Partant de cela, nous avons proposé un *principe d'adéquation de la dynamique de simulation* selon lequel l'adoption préalable d'une dynamique de simulation qui correspond à celle requise pour l'émergence de la connaissance faciliterait cette émergence, tandis que l'adoption préalable d'une dynamique de simulation qui ne correspond pas à celle requise pour l'émergence de la connaissance perturberait cette émergence. Ainsi, une tâche donnée devrait faciliter les performances à une tâche subséquente si les dynamiques de simulation impliquées dans ces deux tâches correspondent, mais devrait perturber les performances à une tâche subséquente si les dynamiques de simulation impliquées dans ces deux tâches ne correspondent pas. Compte tenu de la compétition entre activation inter et intra-trace, l'adoption préalable d'une dynamique de simulation spécifique avant une tâche non-spécifique devrait être moins néfaste qu'inversement.

L'ISE pourrait potentiellement permettre de modifier la dynamique de simulation du système au moment de l'émergence des connaissances et de soutenir le *principe d'adéquation de la dynamique de simulation*, car cette méthode a montré des effets facilitateurs dans des tâches impliquant une dynamique de simulation spécifique par la simple réalisation préalable d'une tâche impliquant une dynamique de simulation similaire. La validation de ce principe offrirait à la fois de nouvelles perspectives d'étude de la cognition et de la mémoire, mais aussi de nouvelles perspectives d'interventions cognitives.

Problématique

En résumé...

La mémoire a longtemps été conçue comme un entrepôt servant à stocker des informations sous forme de représentations amodales (abstraites de leurs propriétés sensorielles) dans différents systèmes spécialisés (mémoire épisodique, sémantique, procédurale, etc.), et à les récupérer intactes. Chaque système traiterait alors des représentations de différentes natures pour rendre compte des différentes manifestations mnésiques ; les souvenirs d'événements spécifiques (mémoire épisodique), les concepts et connaissances générales sur soi et sur le monde (mémoire sémantique)... La récupération des informations en mémoire se ferait lorsque la représentation dépasse un certain seuil d'activation, soit de façon automatique par la présence d'indices, soit au prix d'un effort conscient de recherche, sélection, vérification, inhibition, etc. jusqu'à la récupération de l'information souhaitée. L'évaluation des performances mnésiques reposerait alors sur la quantité d'informations récupérées par rapport à la quantité d'informations encodées. Le fonctionnement mnésique a été étudié à travers des paradigmes d'indication visant à déterminer les conditions dans lesquelles la quantité d'informations récupérées augmentait, ce qui a notamment suscité l'élaboration du principe d'encodage spécifique. Cette conception reproductive a longtemps dominé, et reste encore ancrée dans le sens commun. Toutefois, l'étude des distorsions mnésiques, notamment pour les souvenirs d'événements spécifiques, montre une mémoire faillible qui ne s'accorde ni avec l'idée de souvenirs récupérés intacts, ni avec l'évaluation quantitative de la mémoire. De plus, l'étude de la pensée future épisodique montre la capacité adaptative de l'être humain à compter sur certains éléments de ses expériences passées pour imaginer un événement futur qui n'est pas la simple reproduction d'un événement passé, et suggère qu'une information récupérée puisse ne pas avoir trait à l'événement rappelé. Ces limites sont fondamentales lorsqu'il s'agit d'étudier l'efficacité mnésique et les facteurs susceptibles de l'améliorer. L'étude des distorsions mnésiques et de la pensée future épisodique a finalement suscité l'émergence d'une conception (re)constructive plutôt que reproductive de la mémoire.

Le Chapitre 2 de la thèse aborde la conception *(re)constructive* de la mémoire selon laquelle les souvenirs ne seraient pas récupérés intacts mais reconstruits à partir de la recombinaison de leurs éléments constitutifs. Ces éléments demeurent toutefois vagues, car cette conception repose toujours sur l'idée de systèmes mnésiques multiples. Les différents systèmes mnésiques interagiraient néanmoins lors de la reconstruction. La reconstruction serait d'ailleurs réalisée au cours de plusieurs étapes complexes et contrôlées. Toutefois, la nature (re)constructive de la mémoire permettrait la pensée future épisodique par la recombinaison flexible et dynamique des éléments de divers événements passés pour construire un événement futur n'étant jamais advenu sous cette forme. Le revers de la nature (re)constructive de la mémoire serait qu'une recombinaison flexible et dynamique des éléments d'un souvenir puissent engendrer des distorsions mnésiques par une recombinaison erronée. Une conception (re)constructive implique alors nécessairement une évaluation qualitative et non plus quantitative de la mémoire, qui se centre sur l'exactitude du souvenir, sa richesse et sa spécificité. La nature (re)constructive de la mémoire a notamment été mise en évidence grâce au paradigme d'Induction de Spécificité Épisodique (ISE) qui permet de cibler et faciliter uniquement le processus de reconstruction épisodique. L'ISE repose sur l'administration, juste avant la tâche principale d'une tâche d'induction dans laquelle un événement sera décrit en suivant une procédure similaire à celle de l'Entretien Cognitif. Les effets liés à l'ISE, bien que transitoires, sont originaux dans la mesure où ils sont produits par la seule administration d'une tâche impliquant la (re)construction d'un événement donné sur une tâche impliquant elle aussi la (re)construction d'un événement donné mais différent, sans lien direct entre les deux tâches. Nonobstant, les tenants d'une conception (re)constructive ne se sont pas intéressés aux connaissances générales ou conceptuelles dans leur description du

fonctionnement (re)constructif de la mémoire. Cela s'avère problématique pour comprendre les facteurs qui influencent l'efficacité mnésique, quel que soit le type de connaissance (spécifique ou générale). Ainsi, il semble difficile d'envisager comme réellement (re)constructive une mémoire dont le fonctionnement reconstitutif ne se limiterait qu'aux souvenirs spécifiques et dont le fonctionnement serait différent pour les connaissances générales. Cette lacune semble être liée au format des connaissances en mémoire tel qu'envisagé par l'approche multi-systèmes, supposé différent entre les souvenirs spécifiques et les connaissances générales. Pourtant, il semblerait que cette lacune ait été contournée par les tenants d'une conception *recréative* de la mémoire qui se sépare de l'idée de multiples systèmes mnésiques qui stockent des représentations différentes pour différentes formes de connaissances, et qui prône un unique système faisant émerger les différentes connaissances par des mécanismes communs.

Le Chapitre 3 de la thèse aborde la conception *recréative* de la mémoire adoptée par les modèles à traces multiples et les tenants de l'approche incarnée et située de la cognition. Les connaissances ne sont plus récupérées et reconstruites mais émergent de la récréation à travers les aires sensorimotrices des états neuronaux associés à une expérience sensorimotrice spécifique (pour les souvenirs spécifiques) ou à un type d'expérience sensorimotrice (pour les connaissances générales), par un mécanisme de simulation sensorimotrice. Cette récréation implique que toute forme de connaissance est intrinsèquement modale et repose sur les traces mnésiques des interactions entre l'individu et l'environnement via son corps. Les formes de connaissances ne se distinguent que par la spécificité de l'état neuronal recréé. Il n'est donc plus nécessaire d'envisager la mémoire comme des systèmes multiples distincts qui traitent des représentations de nature différente : la mémoire est au contraire vue comme un unique système récréatif dynamique. Mémoire et perception se confondent et ne sont plus envisagés de façon séparée. Selon le modèle à traces multiples Act-In, l'émergence des connaissances générales repose sur l'activation des composants communs à un grand nombre de traces via le mécanisme d'activation inter-traces, tandis que l'émergence de souvenirs spécifiques repose sur l'activation des composants multimodaux spécifiques à un faible nombre de traces via le mécanisme d'activation intra-trace. Ces mécanismes d'activation modulent la *dynamique de simulation/recréation* du système, qui peut être spécifique ou non-spécifique, et l'émergence des connaissances. Différents facteurs influencent l'émergence des connaissances, comme la similarité de la situation présente par rapport aux traces mnésiques, la similarité (ou la distinctivité) des traces, ou encore le niveau d'intégration des composants au sein des traces. Différents paradigmes de facilitation et d'interférence ont permis d'étudier la dynamique de simulation du système, et ont grandement contribué à faire progresser l'étude et la compréhension du fonctionnement de la mémoire.

De la présentation des trois grandes conceptions de la mémoire, émerge un facteur susceptible d'influencer l'efficacité mnésique. Nous avons vu que la concordance entre l'état cognitif au moment où une information est encodée⁴ (état qui reflète les aspects contextuels, sensorimoteurs, émotionnels de l'expérience vécue ainsi que les traitements mis en œuvre) et l'état cognitif au moment où cette information est récupérée⁵, influençait l'efficacité mnésique. Mais il apparaît que ce facteur de concordance ne se limiterait pas à l'encodage et à la récupération d'une même information : la concordance des états cognitifs (et plus précisément des dynamiques de simulation) entre deux situations de récupération/d'émergence indépendantes mais successives, impliquant des informations différentes mais de même nature (e.g., différents souvenirs spécifiques), semble également influencer l'efficacité mnésique. En décrivant précisément les mécanismes responsables de l'émergence des connaissances tant spécifiques que générales, la conception récréative de la mémoire, portée notamment par le modèle à traces multiples Act-In, semble être la plus adéquate pour investiguer les facteurs qui influencent l'efficacité mnésique, et sera par conséquent le cadre théorique de référence de ce travail de thèse. Le Chapitre 4 développe spécifiquement le potentiel facteur susmentionné de concordance des dynamiques de simulation.

Le Chapitre 4 de la thèse développe la notion de *dynamique de récréation/simulation*, sur laquelle repose l'émergence des connaissances. Toute tâche mnésique suscite une dynamique de simulation spécifique ou non spécifique selon la spécificité des connaissances à faire émerger dans la tâche. La dynamique de simulation représente l'état du système et donc la dynamique d'activation entre et dans les traces mnésiques qui sous-tend l'émergence d'une forme de

4. Dans une conception récréative, au moment où la trace mnésique de l'information est formée.

5. Dans une conception récréative, au moment où l'information émerge.

connaissance donnée. Pour améliorer l'efficacité de l'émergence des connaissances, il est possible de modifier cette dynamique de simulation au moment de l'émergence. Les effets d'amorçage suggèrent que lorsque les dynamiques de simulations engendrées par la présentation d'une amorce (e.g., miaulement) et d'une cible (e.g., chat) sont similaires (les deux présentations engendrent la simulation du concept chat), l'émergence de la connaissance et la catégorisation de la cible sont facilitées. Ainsi, nous proposons le *principe d'adéquation de la dynamique de simulation* selon lequel le système adopterait une dynamique de simulation donnée (spécifique ou non spécifique) plus facilement s'il a préalablement et récemment adopté une dynamique similaire, et plus difficilement s'il a adopté une dynamique antagoniste (d'autant plus si cette dynamique a été non-spécifique). L'ISE pourrait cibler la simulation sensorimotrice en induisant une dynamique de simulation spécifique, et faciliter les performances dans des tâches subséquentes qui suscitent aussi une dynamique de simulation spécifique. Grâce à l'ISE, on devrait donc pouvoir induire une dynamique de simulation spécifique et faciliter les performances dans une tâche subséquente si elle implique une dynamique spécifique. De même, une tâche induisant une dynamique non spécifique devrait faciliter les performances dans une tâche subséquente si elle implique une dynamique non spécifique, mais réduire les performances si elle implique une dynamique spécifique.

Une problématique...

L'objectif de ce travail de thèse est d'étudier dans une conception récréative les facteurs qui influencent l'efficacité mnésique et donc facilitent l'émergence des connaissances, tant spécifiques que générales. Dans une conception récréative, l'efficacité de l'émergence des connaissances dépend fondamentalement de la dynamique de simulation du système au moment de l'émergence. Un moyen de modifier cette efficacité serait d'influencer cette dynamique de simulation au moment de l'émergence, et ce, de façon adéquate par rapport au type de connaissance à émerger. Cette dynamique repose sur les dynamiques antérieures du système, et notamment sur les dynamiques récentes du système. La problématique principale de ce travail de thèse sera l'importance de la dynamique de simulation sensorimotrice dans l'efficacité mnésique. Il s'agira alors d'influencer la dynamique de simulation et d'étudier les effets de cette influence sur l'efficacité mnésique. Il s'agira également d'étudier si le degré de concordance entre la dynamique récente du système et la dynamique requise dans une tâche donnée influence l'efficacité mnésique dans cette tâche, comme le prédit le *principe d'adéquation de la dynamique de simulation*. D'après les travaux portant sur le paradigme d'ISE, il serait possible d'induire une certaine dynamique de simulation (spécifique ou non-spécifique) avant une tâche donnée par l'administration préalable d'une induction. Cette dynamique pourrait correspondre ou non à la dynamique requise dans la tâche, selon le type de tâche (spécifique ou non-spécifique). Observer une influence du degré de concordance des dynamiques de simulation sur l'efficacité mnésique serait un premier pas vers la validation d'un *principe d'adéquation de la dynamique de simulation*, et nous renseignerait d'avantage sur le fonctionnement de la mémoire humaine, sur les moyens de l'optimiser, et sur l'importance de la simulation sensorimotrice.

En premier lieu, et afin de conduire correctement les expérimentations mentionnées ci-dessous, nous avons traduit et validé en Français l'ISE (**Étude 1 ISE FR**). Dans le quatrième Chapitre de cette thèse, à la lumière des données fournies par les études ayant employé le paradigme d'ISE, nous avons proposé que l'ISE ciblerait le mécanisme de simulation sensorimotrice en facilitant la simulation des composants spécifiques d'une expérience (facilitation de la diffusion intra-trace aux composants spécifiques) ce qui augmenterait la distinctivité de la trace de l'expérience. Afin de tester cette hypothèse, nous avons d'abord réalisé une expérience (**Étude 2 ISE DVN**) dans laquelle nous avons combiné le paradigme d'ISE classique avec un paradigme d'interférence sensorielle. Dans cette expérience, au lieu d'employer un masque statique comme il est traditionnellement d'usage, nous avons plutôt opté pour un masque visuel dynamique (dynamic visual noise; DVN; McConnell & Quinn, 2004) afin de perturber la simulation des éléments visuels de vidéos non-sonores mémorisées, et ce, pendant un laps de temps donné (quelques secondes), au moment de la description détaillée de ces vidéos. L'ISE était administrée juste avant la phase de description et après la phase d'étude. Si l'ISE favorise effectivement la simulation des composants spécifiques d'une expérience, l'ISE devrait engendrer une sollicitation plus importante du système sensorimoteur, particulièrement au niveau visuel, lors de la description détaillée des vidéos, et augmenter la production de détails internes "épisodiques" spécifiques, par rapport à une induction contrôle. Or, si le système est déjà occupé à traiter le DVN pendant la description détaillée des vidéos, l'effet bénéfique de l'ISE devrait

disparaître.

Après avoir montré que l'ISE ciblerait effectivement la simulation sensorimotrice, nous avons appliqué ce paradigme à l'étude des erreurs de mémoire et des conditions de leur survenue dans une approche incarnée et située (**Étude 3 SIMS ISE**). D'après le modèle Act-In, les erreurs de mémoire devraient être d'autant plus nombreuses que la distinctivité des traces mnésiques des expériences à discriminer est faible. Ainsi plus les traces mnésiques partageraient des composants sensorimoteurs, et plus la probabilité de confondre les détails entre les expériences serait importante. Par exemple, lorsque plusieurs braqueurs se ressemblent fortement (condition de faible distinctivité), la probabilité de se tromper au moment de rappeler l'apparence de celui qui portait une arme serait plus importante que lorsque les braqueurs se distinguent fortement (condition de forte distinctivité). Ainsi, faciliter la simulation des composants spécifiques d'une expérience (par l'ISE notamment) augmenterait la distinctivité de la trace de l'expérience et devrait être bénéfique sur la proportion d'erreurs de mémoire commises dans la condition de faible distinctivité entre les traces, mais ne devrait pas avoir d'effet sur la proportion d'erreurs de mémoire commises dans la condition de forte distinctivité entre les traces, compte tenu que les traces sont déjà suffisamment distinctes.

Enfin, dans le quatrième Chapitre de cette thèse, nous avons proposé le principe d'adéquation de la dynamique de simulation, qui pourrait être illustré par l'ISE. Conformément à ce principe, lorsque la dynamique de simulation induite par la tâche d'induction et la dynamique de simulation dans la tâche test subséquente correspondent (condition de matching), les performances mnésique devraient être améliorées. En revanche lorsque qu'elles ne correspondent pas (condition de mismatching), les performances mnésique ne devraient pas être améliorées, voire devraient être réduites. Par le biais de ce principe, l'effet d'induction devrait s'observer, indépendamment de si la tâche d'induction induit une dynamique de simulation spécifique ou non-spécifique, tant que cette dynamique correspond à la dynamique de la tâche subséquente. Cette hypothèse a été testée (**Étude 4 Mis/Match**) en développant deux formes d'inductions censées induire des dynamiques différentes et en observant leurs effets sur des tâches impliquant des dynamiques qui correspondaient ou non.

Note : seule l'Étude 1 (ISE FR) est publiée/rédigée en Français. Les Étude 2 (ISE DVN), 3 (SIMS ISE) et 4 (Mis/Match) sont publiées/rédigées en Anglais. Après chaque article, une transition rédigée en Française résume l'article précédent et introduit le suivant. Pour consulter les annexes d'une expérience, veuillez vous aller à la partie Annexe, jusau'à la section associée à l'expérience.

Deuxième Partie : Manipulations expérimentales

Chapitre 5

Étude 1 (ISE FR)

Améliorer la remémoration d'évènements autobiographiques et l'imagination d'évènements futurs grâce à l'Induction de spécificité épisodique : adaptation et validation en Français

Rudy Purkart¹, Guillaume T. Vallet² et Rémy Versace¹

¹ EA 3082, Laboratoire d'Étude des Mécanismes Cognitifs, Université Lumière Lyon 2, Lyon, France

² CNRS UMR 6024, Laboratoire de Psychologie Sociale et Cognitive, Université Clermont Auvergne, Clermont-Ferrand, France

Publié dans *L'Année Psychologique* le 14 Mai 2019.

<https://doi.org/10.3917/anpsy1.191.0025>

5.1 Résumé

L'Induction de Spécificité Épisodique (ISE) est un court entraînement à la récupération des détails d'une expérience permettant d'augmenter la production de détails épisodiques (internes) lors de la description subséquente d'un nouvel événement. L'ISE s'est avérée efficace pour différentes populations, dont les personnes âgées, et dans de nombreuses tâches (remémoration, imagination, résolution de problèmes...). Cependant, l'ISE n'a pas encore été adaptée et validée en français. Cette étude propose de réaliser ce travail auprès de jeunes adultes sans trouble cognitif. Les participants ont reçu une ISE ou une Induction Contrôle (IC) avant une tâche de remémoration et d'imagination. Les participants ont produit davantage de détails internes et moins de détails externes (sémantiques) après l'ISE qu'après l'IC aux deux tâches. Cette méthode permettrait d'étudier l'influence des processus épisodiques sur une tâche donnée, et d'envisager le développement d'un protocole de stimulation cognitive bénéficiant aux individus présentant une spécificité réduite comme observé pour les personnes âgées.

Mots-clés : *mémoire autobiographique, spécificité épisodique, efficacité mnésique, entraînement, mémoire épisodique.*

5.2 Abstract

Improving recall and imagination of past and future events through the Episodic Specificity Induction : a French adaptation and validation study.

Episodic Specificity Induction (ESI) – a brief training in recollecting details of a recent event—increases the production of episodic (internal) details in the subsequent description of a recalled or imagined event (i.e. memory or imagination tasks). The absence of a French adaptation and validation of the ESI does not currently allow French-speaking researchers to benefit from the theoretical and practical interests offered by this method. The present study proposes to carry out this work with young adults without cognitive impairment. Participants received the ESI or a control induction (CI) about details of a recently viewed videotape, prior to the memory and imagination tasks. They produced more internal details and fewer external (semantic) details after the ESI than after the CI, for both tasks. This method could allow to study the influence of episodic processes on a given task, and to inspire the development of a cognitive stimulation program.

Keywords : *induction, episodic specificity, memory efficiency, training, episodic memory.*

5.3 Introduction

La mémoire est une fonction cognitive au cœur de notre identité. Aussi bien nos souvenirs personnels que nos connaissances générales sur nous-même forment ensemble un continuum entre le passé, le présent, et le futur. Cette mémoire du soi, dite mémoire autobiographique, montre toute son importance dans le cas de dysfonctionnements qu'ils soient pathologiques, comme ceux présents dans la maladie d'Alzheimer, ou normaux, comme la simple incapacité à se souvenir de l'endroit où nous avons posé nos clefs. La mémoire autobiographique est tout aussi importante lorsqu'il s'agit d'anticiper les contingences futures. C'est pourquoi il semble tout indiqué de vouloir améliorer le rappel de souvenirs autobiographiques, tel que le propose *l'Induction de Spécificité Épisodique* (ESI; Madore, Gaesser, et al., 2014). Cette méthode récemment développée s'est révélée efficace pour améliorer la précision avec laquelle un événement personnel est rappelé ou imaginé, et permettrait alors d'étudier plus avant les mécanismes à la base de l'efficacité mnésique. Néanmoins, aucune adaptation en français de l'ISE n'est actuellement disponible, alors qu'un tel travail permettrait aux chercheurs francophones de profiter de l'intérêt de cette méthode. La présente recherche a donc pour objectif de proposer une adaptation et une validation en français de l'ISE auprès d'une population de jeunes adultes.

La Mémoire Autobiographique

La mémoire autobiographique posséderait à la fois une composante épisodique et une composante sémantique (Croisile, 2009). La composante épisodique contiendrait des connaissances très précises (autrement appelées détails) qui portent principalement sur les aspects phénoménologiques (e.g. sensoriels, perceptifs, émotionnels) de l'expérience vécue durant un événement personnel spécifique situé dans le temps et l'espace (e.g. la fête de mon 18e anniversaire). Cette composante cruciale de la mémoire autobiographique nous conférerait le sentiment de revivre mentalement l'événement à travers la ré-expérimentation de ces détails phénoménologiques. La composante sémantique contiendrait quant à elle des connaissances générales personnelles portant à la fois sur des périodes de vie (e.g. « J'ai vécu mon enfance dans le sud de la France »), sur des événements généraux (e.g. « J'ai passé mes dernières vacances en Italie ») ou répétés (e.g. « Je vais régulièrement au cinéma »), ainsi que sur les noms de nos proches ou encore sur nos propres caractéristiques (e.g. « Je suis maladroit ») (Conway, 1992). Les connaissances contenues au sein de cette composante sémantique seraient le produit d'un processus de *sémantisation* (Cermak, 1984) ; par la répétition d'événements possédant des caractéristiques communes, ce processus formerait en mémoire la représentation d'un événement générique qui reflèterait les caractéristiques communes de ces événements, au détriment de leurs caractéristiques spécifiques (Piolino, 2006). Ces différentes formes de connaissances autobiographiques seraient organisées selon une structure hiérarchique modélisée par (Conway & Pleydell-Pearce, 2000), allant des connaissances les plus abstraites (composante sémantique) aux plus spécifiques (composante épisodique). Selon les composantes, l'accès aux connaissances autobiographiques est donc plus susceptible de solliciter des processus de mémoire sémantique ou de mémoire épisodique (Tulving, 2002).

La mémoire a longtemps été admise comme stockant et rejouant fidèlement les enregistrements relativement exacts des événements vécus. L'efficacité de la mémoire renvoyait alors au succès avec lequel ces enregistrements (ou souvenirs épisodiques) étaient récupérés en mémoire. Seulement, la littérature a fait état de nombreux cas où les enregistrements récupérés par les individus étaient inexacts et comportaient des distorsions, voire des erreurs, comme des éléments fabulés (e.g. Loftus, 2003). Par ailleurs, le degré de ré-expérimentation de l'événement vécu peut varier en fonction de l'âge des individus et de la quantité de détails épisodiques phénoménologiques qu'ils sont capables de rappeler (Mäntylä, 1993; voir aussi Levine et al., 2002). La mémoire a également été longtemps admise comme étant exclusivement orientée vers le passé. Or de nombreuses études ont démontré de frappantes similitudes cognitives et neurales entre la remémoration d'événements passés et l'imagination d'événements futurs (pour revue, voir Schacter, Addis, Hassabis, et al., 2012).

Ces observations ont alors conduit à reconsidérer la mémoire et son fonctionnement; la mémoire n'impliquerait plus un « replay » passif de nos souvenirs, mais plutôt une reconstruction dynamique qui nous permettrait de nous projeter aussi bien dans le passé que dans le futur. Cette idée a notamment été développée pour donner naissance à une hypothèse originale : la *constructive episodic simulation hypothesis*¹ (Schacter & Addis, 2007a, 2007b).

Constructive Episodic Simulation Hypothesis

Cette hypothèse stipule que la mémoire, et la mémoire épisodique en particulier, impliquerait plutôt un processus constructif et dynamique visant à intégrer et ré-assembler les détails d'un événement vécu (e.g. Schacter, 2012; Sekeres et al., 2018). Elle stipule également que la mémoire épisodique aurait pour fonction cruciale et hautement adaptative de nous permettre, à partir du même processus, d'imaginer (ou de simuler) les événements pouvant advenir afin d'anticiper les futurs comportements à adopter (voir aussi Glenberg, 1997; Suddendorf & Busby, 2005). Cette simulation reposerait alors sur l'extraction des détails de plusieurs événements vécus, et sur leur recombinaison en un événement n'ayant jamais été vécu de la sorte (Schacter et al., 2017).

Dans cette conception, posséder de bonnes capacités mnésiques dépendrait alors de notre capacité à accéder aux détails épisodiques phénoménologiques de nos expériences et à les recombinaison. Cette capacité renvoie à la *spécificité épisodique* avec laquelle nous rappelons un souvenir, qui témoigne en grande partie de la qualité de la ré-expérimentation de cet événement. Étant donné que l'imagination d'un événement futur s'appuie sur nos expériences vécues, la spécificité épisodique avec laquelle nous rappelons et imaginons un événement sont donc intimement liées (Schacter et al., 2013).

En tenant compte du caractère constructif et dynamique de la mémoire, améliorer son efficacité nécessiterait alors d'améliorer l'accès aux détails épisodiques phénoménologiques de nos expériences, ce qui améliorerait la spécificité épisodique avec laquelle nous rappelons et imaginons un événement.

Induction de spécificité épisodique

Différentes procédures indiquent que le fait d'inciter des individus à décrire un souvenir de manière détaillée induit une augmentation de la spécificité épisodique avec laquelle ces individus rappellent un souvenir autobiographique lors d'une tâche subséquente (Madore, Gaesser, et al., 2014; Maestas & Rude, 2012; Neshat-Doost et al., 2013; Raes et al., 2009). Les diverses procédures employées peuvent être regroupées sous le terme *d'induction de spécificité épisodique* (ISE), au regard des effets similaires qu'elles produisent. Parmi ces diverses procédures, la présente étude abordera principalement celle développée par Madore, Gaesser, et al. (2014) en raison des multiples répliques existantes qui corroborent sa validité (pour revue, voir Schacter & Madore, 2016).

L'ISE développée par Madore, Gaesser, et al. (2014) consiste à interroger les participants sur leur souvenir d'une vidéo préalablement visionnée, par l'administration d'une version adaptée et raccourcie de *l'Entretien Cognitif* (EC; Fisher & Geiselman, 1992; Memon et al., 2010). L'EC est une méthode d'interview reconnue et issue du cadre psycho-légal permettant d'augmenter le rappel de détails épisodiques fait par des témoins. La version adaptée par Madore, Gaesser, et al. (2014) s'administre préalablement aux tâches cognitives étudiées (e.g. tâche d'imagination et/ou de remémoration) au moyen d'un questionnaire, et après le visionnage d'une vidéo mettant par exemple en scène des adultes effectuant une tâche routinière (e.g. faire la cuisine).

Le questionnaire comporte trois parties portant respectivement sur le décor, les personnages

1. Hypothèse de simulation épisodique constructive.

de la vidéo, et les actions qu'ils ont réalisées. Dans chaque partie, l'administrateur interroge le participant au moyen de deux techniques empruntées à l'EC : a) la *réinstauration mentale* où les participants sont encouragés à tenter de réinstaurer dans leurs esprits les éléments de la scène en fermant les yeux, et b) le *rapport intégral* où les individus sont incités à rapporter le maximum de détails, y compris ceux qui leur paraissent non-pertinents. Ces deux techniques sont reconnues pour supporter une grande part de l'efficacité de l'EC (Dando et al., 2009 ; Davis et al., 2005), et pour permettre de maximiser la correspondance entre ce que les participants ont vécu et ce qu'ils vont rappeler plus tard. Concernant la partie portant sur le décor de la scène, les participants sont par exemple encouragés à penser aux objets présents dans la scène et à la manière dont ils étaient arrangés. Concernant la partie portant sur les personnages, les participants sont incités à penser aux vêtements que les personnages portaient et à quoi ils ressemblaient. Concernant la partie portant sur les actions, les participants sont encouragés à penser aux choses que les personnages de la scène ont faites, et comment ils les ont faites, en commençant par la première action et en terminant par la dernière. L'induction inclut également la technique du *transfert de contrôle* où l'administrateur assure à l'individu qu'il n'a pas assisté à la scène et que ce dernier est par conséquent le seul à savoir ce qu'il s'est passé. Cette technique diminue l'impression que l'administrateur connaît des réponses que le sujet ignore et favorise le rappel libre (Memon et al., 2010). À la fin de chaque partie, l'administrateur demande au participant de développer d'avantage certains des détails cités avant de passer à la partie suivante.

Madore, Gaesser, et al. (2014) ont alors mesuré l'effet de l'ISE sur la spécificité épisodique avec laquelle un événement est remémoré ou imaginé, en proposant aux participants une tâche dérivée d'une adaptation faite par (Addis et al., 2008) de *l'Interview Autobiographique* (IA ; Levine et al., 2002). Au cours de cette tâche, une série d'images représentant des scènes de vie quotidiennes (e.g. un anniversaire en famille) étaient présentées aux participants (en remplacement des mots employés par Addis et al., 2008). En réponse à chaque image, les participants devaient soit rappeler un événement vécu (tâche de remémoration), soit imaginer un événement futur (tâche d'imagination), en décrivant les événements de la manière la plus détaillée possible pendant 3 minutes. Les détails produits par les participants étaient catégorisés comme *internes* (s'ils reflétaient des informations spécifiques à l'expérience : ce qu'il s'est passé, qui était là, quand et où cela s'est produit) ou comme *externes* (s'ils reflétaient des informations non-spécifiques à l'expérience comme des faits généraux, des réflexions a posteriori, ou encore des références à des événements récurrents) en suivant la procédure décrite par Levine et al. (2002). L'effet de l'administration préalable d'une ISE (condition ISE) sur la production de détails internes et externes a été comparé à l'effet d'une induction contrôle (condition IC) où les participants étaient simplement incités à rapporter leurs impressions concernant la vidéo préalablement visionnée, et où aucune récupération épisodique proprement dite n'était impliquée. Auprès de jeunes adultes, les auteurs ont rapporté qu'en comparaison à l'IC, l'ISE avait induit une augmentation du nombre de détails internes produits aux tâches de remémoration et d'imagination subséquentes. L'ISE permettrait ainsi de cibler des mécanismes épisodiques communs aux tâches de remémoration et d'imagination, et responsables des augmentations observées du nombre de détails internes produits. Depuis sa création, plusieurs études menées par l'équipe de Daniel Schacter et par d'autres dans le monde ont répliqué les effets de l'ISE (e.g. McFarland et al., 2017), mais les ont également étendu à d'autres tâches cognitives (pour revue, voir Schacter & Madore, 2016). L'ISE permettrait notamment d'imaginer plus de solutions pertinentes visant à résoudre des situations sociales problématiques² (Madore & Schacter, 2014), et plus de manières alternatives d'utiliser des objets communs³ (Madore et al., 2015). Ces études ont permis de mettre en évidence le rôle central joué par la mémoire épisodique dans ces types de tâches cognitives, et d'asseoir d'avantage l'idée d'une mémoire plutôt *constructive* que *reproductive*, mais aussi de formuler une hypothèse concernant les mécanismes ciblés par l'ISE.

Selon l'équipe de Daniel Schacter, l'ISE biaiserait *l'orientation de la récupération épisodique* (Morcom & Rugg, 2012) que les individus adoptent lorsqu'ils abordent une tâche cognitive, de sorte que leurs tentatives de récupération se concentrent davantage sur les détails épisodiques ayant été préalablement soulignés durant l'ISE. Ce biais aurait pour conséquence de faciliter le processus de *construction d'évènement* (Romero & Moscovitch, 2012) visant à assembler mentalement les différents éléments d'un scénario situé dans le temps et l'espace, en facilitant l'accès aux détails épisodiques cardinaux (i.e. personnages, actions, objets, lieux). Le fait que quand des participants imaginent un évènement, l'activité mesurée dans certaines régions

2. Means-end problem solving task (Platt & Spivack, 1975)

3. Alternate Uses Task (AUT ; Guilford, 1967)

cérébrales impliquées dans la construction détaillée d'un évènement et la quantité de détails internes produits se trouve être plus importantes si la tâche est précédée d'une ISE plutôt que d'une IC, semble étayer cette hypothèse (Madore, Szpunar, et al., 2016). Ces résultats suggèrent que l'orientation spécifique de la récupération épisodique adoptée grâce à l'ISE pourrait avoir été maintenue jusqu'à la tâche d'imagination subséquente, et avoir favorisé la construction qu'implique cette tâche.

Cette hypothèse nécessite cependant davantage de soutien empirique afin de pouvoir rigoureusement déterminer que l'ISE cible bien les mécanismes susmentionnés. Cette lacune représente un enjeu majeur dans la recherche sur l'efficacité mnésique et sur la mémoire en général, et l'ISE offre donc un paradigme prometteur. Il n'existe pourtant aucune adaptation en français de l'ISE qui ne soit validée, et qui permettrait aux chercheurs français de profiter des bénéfices engendrés par cette induction. La présente étude a donc pour objectif d'adapter en français et de valider cette méthode auprès d'une population de jeunes adultes sans trouble cognitif.

5.4 Méthode

5.4.1 Participants

Vingt-quatre jeunes adultes (âge 18-28 ans, $M = 20,5$, $E-T = 2,36$, dont 21 femmes) de langue maternelle française ont participé à l'étude après avoir été principalement recrutés sur le campus de l'Université Lumière Lyon 2. La taille de l'échantillon a été calculée pour être suffisante afin d'obtenir un effet de taille moyenne lié à l'induction ($d = .60$, puissance $> .80$, bilatéral).

5.4.2 Matériel et Procédure

Les participants se présentaient au laboratoire pour deux sessions espacées d'une semaine. Durant la première session, les participants regardaient une vidéo d'une durée de 5 minutes mettant en scène une demi-douzaine d'adultes engagés dans un échange verbal, puis complétaient une tâche occupationnelle (i.e. résolution d'exercices mathématiques de type multiplication) avant d'être interrogés sur la vidéo au moyen d'un des deux questionnaires servant d'induction (i.e. ISE ou IC). À la suite de cette phase, les participants passaient à l'IA où ils devaient effectuer dans un ordre contrebalancé les tâches de remémoration et d'imagination. Dans chaque tâche, 5 images étaient présentées une à une aux participants qui devaient selon la tâche relater un évènement passé ou imaginer un évènement futur pour chacune d'elles pendant 3 minutes. Durant la deuxième session, les participants regardaient une autre vidéo, étaient interrogés via l'induction n'ayant pas été administrée lors de la première session, puis réalisaient l'IA au moyen d'autres images. Les vidéos, l'ordre d'administration des inductions et des tâches, ainsi que les images étaient contrebalancés entre les participants et les sessions.

Inductions – L'ISE employée dans cette étude (voir Annexe A) est une version traduite en français de l'EC adapté par Madore, Gaesser, et al. (2014). La traduction été réalisée par les auteurs avec l'assistance d'un collaborateur bilingue afin que les différentes versions ne comportent aucune discordance. L'ISE se présentait sous forme d'un questionnaire employé par l'expérimentateur pour interroger les participants sur le contenu de la vidéo qu'ils avaient visionnée précédemment. Ce questionnaire se découpait en trois parties portant respectivement sur le décor, les personnages de la vidéo, et les actions réalisées par ces derniers. Pour chaque partie, l'expérimentateur incitait les participants à fermer les yeux et à générer des images mentales dans leur esprit, ainsi qu'à rapporter le plus possible de détails, y compris ceux leur paraissant anodins. L'expérimentateur encourageait donc les participants à penser 1) soit aux objets présents sur la scène et à la manière dont ils étaient arrangés ; 2) soit aux vêtements que les personnages portaient et à quoi ils ressemblaient ; 3) soit aux choses que les personnages de la vidéo ont faites, et comment ils les ont faites, en commençant par la première action et en terminant par la dernière. À la fin de chaque partie, les participants étaient invités par l'expérimentateur à en dire davantage sur certains des détails mentionnés.

L'IC correspond quant à elle à une version traduite en français de l'Entretien Contrôle (voir Annexe B) employée par Madore, Gaesser, et al. (2014) qui incite les participants à livrer leurs impressions générales au sujet de la vidéo qu'ils viennent de visionner au moyen d'une série de questions n'impliquant pas la récupération de détails spécifiques (e.g. « Avez-vous aimé la vidéo ? »).

Au total, deux vidéos provenant du site d'hébergement de vidéos youtube.com et d'une durée de 5 min chacune ont servi aux deux types d'inductions (i.e. ISE et IC). Les vidéos ont été sélectionnées pour partager une similarité significative quant au nombre de personnages impliqués, à la quantité d'objets présents dans le décor, et à la quantité d'actions réalisées. Le couplage vidéo-induction était contrebalancé à travers les participants. Chaque induction durait en moyenne une quinzaine de minutes.

L'Interview Autobiographique (IA) – À la suite de l'induction, les participants réalisaient la tâche de remémoration et la tâche d'imagination dans un ordre contrebalancé. Ces tâches étaient administrées par l'expérimentateur à partir des consignes traduites en français de Madore, Gaesser, et al. (2014) (voir Annexe C). Quatre sets de 5 images (voir Annexe D) ont été élaborés pour l'étude. Les images proviennent de la banque en ligne d'images 123rf.com, et représentent chacune différentes scènes ou situations de la vie quotidienne (i.e. barbecue, anniversaire, coiffeur, etc.). Chaque set contient autant d'images représentant des enfants, des adultes et des personnes âgées de sexe féminin ou masculin. Les 4 sets d'évènements ont été jugés équivalents en termes de familiarité (α de Cronbach = .877), de fréquence (α de Cronbach = .637), et de susceptibilité d'évoquer un souvenir spécifique (α de Cronbach = .802), selon un panel de 76 jeunes adultes. Les sets ont également été contrebalancés à travers les tâches, les sessions, et les participants. Pour chaque tâche, les 5 images d'un set étaient affichées une à une sur un moniteur, chacune présentée pendant 3 minutes. Pour chaque image, les participants devaient soit relater verbalement un souvenir personnel remontant à quelques années, soit imaginer un événement personnel pouvant se produire dans quelques années, pendant 3 minutes maximum. Les événements devaient être en lien avec à l'image affichée, et durer entre quelques minutes et quelques heures. Les participants devaient inclure dans leurs récits leurs sentiments, leurs actions, les personnages présents, et les alentours. Pour chacune des tâches, les participants étaient invités à en dire le plus possible et de la manière la plus détaillée possible à propos de l'événement vécu ou imaginé. Si les participants arrivaient à court de mots avant la fin du temps accordé, l'expérimentateur les relançait verbalement (e.g. « Est-ce tout ce dont vous vous souvenez ? »). Chaque récit était retranscrit verbatim par l'expérimentateur, en s'aidant de l'enregistrement audio obtenu par dictaphone avec la permission des participants. Les détails contenus dans ces verbatims étaient catégorisés comme *internes* ou *externes* selon la méthode élaborée par Levine et al. (2002). Une notice décrivant cette méthode est disponible en annexe (voir Annexe E). Le résultat de ce codage permettait de constituer deux mesures par tâche : le nombre de détails internes et le nombre de détails externes. Toutes les transcriptions ont été codées par le premier auteur, et une collaboratrice entraînée a indépendamment codé en aveugle 10 % des verbatims issus de la tâche de remémoration, et 10 % des verbatims issus de la tâche d'imagination, pour lesquels un accord inter-juges acceptable a été atteint (α de Cronbach = .753 pour les détails internes et .781 pour les détails externes).

5.5 Résultats

À l'instar de l'analyse de variance (ANOVA) menée par Madore, Gaesser, et al. (2014), les données ont été analysées au moyen d'une ANOVA à mesures répétées à 3 facteurs intra-sujets Induction (ISE vs. IC) Détail (Internes vs. Externes) Tâche (Remémoration vs. Imagination).

Cette analyse a permis d'étudier si l'ISE influençait les performances aux tâches de remémoration et d'imagination par rapport à l'IC, et si des différences émergeaient pour chaque type de détail. Les résultats sont rapportés sur la Figure 1 qui représente le nombre moyen de détails internes et externes en fonction du type d'induction et du type de tâche. L'analyse indique que l'interaction double Induction Détail Tâche est significative ($F(1, 23) = 4.646, p = .042, \eta^2 = .168$), ainsi que les interactions simples Induction Détail ($F(1, 23) = 55.698, p < .001, \eta^2 = .708$), et Détail Tâche ($F(1, 23) = 6.568, p = .017, \eta^2 = .222$), tandis que l'interaction simple Induction Tâche ne l'est pas ($F(1, 23) = 2.065, ns$).

L'analyse par paires (sans correction) indique un nombre significativement plus important de détails internes générés après l'ISE qu'après l'IC à la tâche d'imagination ($t(23) = 5.176, p < .001, d = 1.057$) et à la tâche de remémoration ($t(23) = 6.454, p < .001, d = 1.317$). L'analyse indique également un nombre significativement moins important de détails externes générés après l'ISE qu'après l'IC à la tâche d'imagination ($t(23) = 2.762, p = .011, d = .564$) et à la tâche de remémoration ($t(23) = 3.967, p < .001, d = .810$).

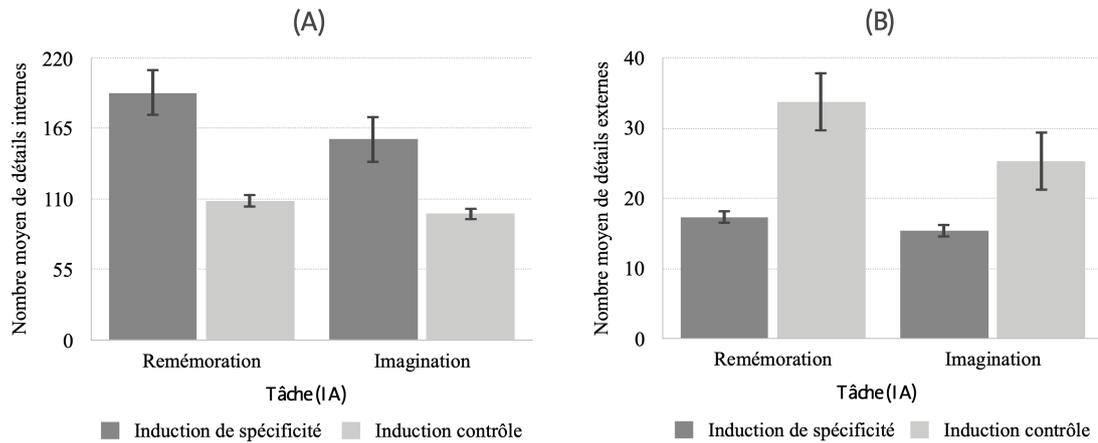


FIGURE 5.1 – Nombre moyen de détails internes (A) et externes (B) selon le type d’induction (spécificité vs. contrôle) et le type de tâche de l’IA (remémoration vs. imagination). Les barres d’erreur représentent les erreurs standards. *Mean of internal (A) and external details (B) reported by young adults as a function of the induction (control vs. specificity) and task (memory vs. imagination). Error bars represent the standard error of the mean.*

5.6 Discussion

L’objectif de l’étude était d’adapter en français et de valider *l’induction de spécificité épisodique* (ISE; Madore, Gaesser, et al., 2014) auprès d’une population de jeunes adultes sans trouble cognitif. Cette méthode permet par la simple administration préalable d’un *Entretien Cognitif* (EC; Fisher & Geiselman, 1992) d’engendrer une amélioration de la spécificité épisodique avec laquelle un événement est rappelé lors d’une tâche de rappel autobiographique subséquente (i.e. l’Interview Autobiographique, IA). Cette amélioration se traduit par une augmentation de la production de détails internes, sans augmentation de la production de détails externes.

L’analyse des données collectées à l’issue de la présente étude permet de valider l’hypothèse selon laquelle comparativement à l’IC, l’ISE augmente significativement le nombre de détails internes produits aux tâches de remémoration et d’imagination qui la suivent. De surcroît, l’ISE a également diminué significativement le nombre de détails externes produits aux tâches susmentionnées.

La diminution de la production de détails externes n’a pas été rapportée par Madore, Gaesser, et al. (2014), mais a néanmoins été constatée dans d’autres études subséquentes (Madore et al., 2018; Madore & Schacter, 2014; McFarland et al., 2017) et reste cohérente avec l’hypothèse selon laquelle l’ISE améliore la spécificité avec laquelle un individu relate un souvenir, ou imagine un événement. Ce résultat pourrait même renforcer cette hypothèse, et refléter un effet positif secondaire de l’ISE. En effet, la spécificité avec laquelle un individu relate un événement est mesurée principalement par la quantité de détails internes contenus dans son récit. D’une part, la production de ces détails, essentiellement phénoménologiques et contextuels (e.g. « la cuisine était imprégnée de l’odeur du clafoutis qui cuisait dans le four »), découlerait de la ré-expérimentation de ces détails (notamment via l’imagerie mentale), qui est associée à ce que (Tulving, 1993) nomme un état de conscience auto-noétique (i.e. sentiment de revivre dans le présent ce qu’il s’est produit dans le passé). Par exemple, les individus ayant de faibles capacités d’imagerie mentale visuelle rapportent un faible sentiment de revivre leur passé (Greenberg & Knowlton, 2014) et présentent une production de détails internes et externes respectivement réduite et excessive (Palombo et al., 2015), tandis que ceux ayant de fortes capacités d’imagerie mentale visuelle produisent des souvenirs phénoménologiquement plus riches (D’Argembeau & Van der Linden, 2006). D’autre part, la production de détails externes, comme des détails relatifs à des connaissances autobiographiques générales, serait quant à elle associée à un état de conscience noétique (Tulving, 1993), et donc séparée du sentiment de ré-expérimentation du passé. Ainsi, on peut considérer que la diminution de la production de détails externes au profit de l’augmentation de la production de détails internes potentialise l’amélioration de la spécificité avec laquelle un événement est rappelé ou imaginé, et par corollaire, l’amélioration de la qualité de la ré-expérimentation des événements passés. Cependant, compte tenu que les détails internes

et externes sont supposés être extraits de deux systèmes distincts (respectivement la mémoire épisodique et sémantique), il reste à établir si l'ISE cible un mécanisme à la fois responsable de l'augmentation de détails internes et de la diminution de détails externes, ou bien des mécanismes distincts. Une hypothèse alternative concernant cette diminution serait que l'ISE favoriserait la production de détails internes en encourageant les participants à orienter ou à concentrer leurs tentatives de récupération en direction des détails internes. Cette production de détails internes serait au détriment de la production de détails externes, considérés comme moins pertinents dans la tâche en cours. Cette hypothèse reste cohérente avec l'hypothèse avancée par l'équipe de Daniel Schacter développée ci-dessous.

L'ISE améliorerait à la fois la simulation d'un événement futur, et la remémoration d'un événement passé. La *constructive episodic simulation hypothesis* postule que ces deux activités impliquent de construire ou reconstruire mentalement un événement, en récupérant les détails de nos expériences passées, puis en les recombinaison de manière originale pour former un événement inédit, ou de manière plus ou moins fidèle pour recréer l'évènement tel qu'il a été vécu. L'équipe de Daniel Schacter formule ainsi l'hypothèse que ces deux activités auraient en commun l'implication du processus de construction d'évènement, dont le bon fonctionnement dépend à la fois de la récupération d'informations pertinentes en mémoire épisodique, et de l'efficacité d'un processus associatif qui sous-tend la (re)combinaison de ces informations (Romero & Moscovitch, 2012). Les auteurs avancent alors que l'ISE favoriserait ce processus de construction d'évènement en biaisant l'orientation de la récupération (Rugg & Wilding, 2000). Plus précisément, le questionnaire dérivé de l'EC encouragerait les participants à orienter leurs tentatives de récupération sur des détails épisodiques centraux (e.g. actions, objets, personnages) et à tenter de former des images mentales. L'adoption d'une telle orientation rendrait alors le processus de récupération générative⁴ plus efficace, ce qui faciliterait l'accès aux détails épisodiques pertinents, et engendrerait une construction d'évènement épisodiquement plus riche. Cette orientation serait ensuite maintenue durant les tâches de remémoration et d'imagination subséquentes, ce qui profiterait également à la (re)construction qu'impliquent ces tâches.

À ce jour, cette hypothèse est la plus avancée ayant été formulée. Elle repose sur l'idée que les processus cognitifs impliqués dans la récupération intentionnelle des détails de nos expériences peuvent être orientés (e.g. par les consignes de l'ISE) en direction des composants spécifiques de nos expériences antérieures, considérés comme pertinents selon les consignes de la tâche réalisée dans la situation présente, grâce à l'adoption d'un état cognitif approprié appelé *orientation de la récupération*, qui pourrait être maintenu pendant une durée variable, notamment selon la disponibilité des ressources dévolues au contrôle cognitif (Herron, 2018). L'adoption de cet état favoriserait ainsi la (re)construction d'un évènement, et son maintien profiterait alors à toute tâche subséquente impliquant également la (re)construction d'un évènement. Seulement, les mécanismes de base de cette (re)construction ne sont pas précisés.

Bien que le modèle hiérarchique élaboré par Conway & Pleydell-Pearce (2000) propose une architecture intéressante pour décrire l'organisation des connaissances autobiographiques en mémoire, fondée sur l'idée d'une base de connaissances autobiographiques construite au fur et à mesure de nos expériences, le fait que ne soit pas réellement explicité sous quelle forme sont conservées les traces de nos expériences passées limite notre pleine compréhension des mécanismes de base qui sous-tendent la (re)construction d'un évènement. Ce qui limite également notre pleine compréhension de la manière dont des éléments d'une expérience passée peuvent par exemple être recombinaison avec des éléments d'une autre expérience, ou encore des facteurs qui impactent cette recombinaison. Plutôt que de définir une architecture de la mémoire sur la base de représentations présupposées, l'approche opposée consistant à définir les représentations sur la base de l'architecture de la mémoire semble être une approche mieux adaptée pour comprendre les mécanismes mnésiques à l'origine de l'émergence de nos connaissances (pour discussion, voir Versace et al., 2009). C'est notamment l'approche adoptée par les modèles à traces multiples, dont le modèle Act-In (Activation-Intégration ; Versace et al., 2014, 2009) est un des représentants les plus récemment formulés.

Le modèle Act-In, qui s'inscrit dans l'approche incarnée et située de la cognition, repose sur l'idée d'une conservation de traces mnésiques multimodales, qui reflètent l'ensemble des composantes de nos expériences passées (en particulier les propriétés sensorielles captées par nos récepteurs sensoriels), et qui sont distribuées dans les multiples réseaux neuronaux qui traitent

4. Generative retrieval (Conway & Pleydell-Pearce, 2000)

ces composantes. Les composants de ces traces mnésiques seraient plus ou moins fortement reliés entre eux, et donc susceptibles d'être ré-activables. La (re)construction d'une expérience passée ou future reposerait sur la dynamique de mécanismes communs (à l'instar de la *constructive episodic simulation hypothesis*), que les auteurs qualifient de mécanismes *d'activation inter-trace* et *d'activation intra-trace*, et qui sont influencés par la similarité entre la situation présente et les traces des situations passées, et par la force du lien entre les composants multimodaux des traces mnésiques. En effet, l'activation est déclenchée par les propriétés perceptuellement présentes ou réactivées dans les traces, et se propage de façon parallèle entre les traces (inter-trace) et entre les composants des traces (intra-trace ou inter-composants). Lorsqu'un composant d'une trace est réactivé, celui-ci est simulé (Barsalou, 2008, 2009), et bien que ces simulations soient majoritairement inconscientes, elles donnent lieu à de l'imagerie mentale lorsqu'elles accèdent à la conscience. C'est la dynamique des mécanismes d'activation qui module la spécificité des connaissances qui émergent de ces activations. Ainsi, l'émergence de connaissances spécifiques découle de l'activation d'un faible nombre de traces (faible propagation de l'activation inter-trace), couplée à l'activation des composants spécifiques de traces isolés (activation inter-composants), tandis que l'émergence de connaissances catégorielles (conceptuelles) découle de la réactivation d'un grand nombre de traces (forte propagation de l'activation inter-trace), couplée à l'activation des composants communs à toutes ces traces (activation inter-composants). En fin de compte, les connaissances émergentes correspondent à des états du système mnésique à l'instant présent, pouvant être soit similaire à un état antérieur spécifique (connaissances spécifiques ou épisodiques), soit refléter la synthèse d'un grand nombre d'états antérieurs similaires (connaissances catégorielles ou conceptuelles). La reconstruction d'une expérience spécifique implique que l'état du système mnésique à l'instant présent se rapproche de l'état antérieur associé à l'expérience. La reconstruction d'un événement passé et la construction d'un événement futur se différencieraient ici simplement par le caractère vécu ou non de l'évènement (re)construit, qui serait le résultat d'un mécanisme d'attribution sur nos ressentis. Selon cette conception, il est possible d'avancer l'hypothèse que l'ISE favorise la capacité du système mnésique à se remettre dans un état antérieur, c'est-à-dire favoriser la capacité à réactiver et à simuler des composants spécifiques de traces mnésiques isolées.

L'utilité théorique de l'ISE reposerait principalement sur le fait que les bénéfices engendrés par la seule administration préalable d'un EC se transfèrent à une tâche subséquente censée reposer sur la récupération épisodique. Cette méthode permet ainsi d'étudier l'importance de la récupération épisodique dans des tâches dont la réalisation est supposée dépendre d'un tel processus. Seulement, bien que les effets des techniques de l'EC aient été largement étudiés depuis sa création, la manière dont ils se transfèrent reste à déterminer en fonction des hypothèses mentionnées plus haut. Concernant l'hypothèse d'un maintien de l'orientation de la récupération épisodique induite par l'ISE, si ce maintien dépend de la disponibilité des ressources dévolues au contrôle cognitif, manipuler cette disponibilité pendant le moment qui sépare la fin de l'ISE du début de l'IA devrait impacter les bénéfices engendrés par l'ISE. Concernant l'hypothèse d'une amélioration induite par l'ISE de la capacité à réactiver et à simuler des composants spécifiques de traces mnésiques isolées, si cette réactivation est dépendante des caractéristiques de la situation présente, l'occupation passive du système perceptif par la présentation d'un stimulus générant une interférence sensorielle (e.g. visuelle) pendant la réalisation d'une tâche de remémoration devrait impacter les bénéfices engendrés par l'administration préalable d'une ISE. De telles investigations devraient pouvoir départager ces hypothèses.

En plus de présenter un intérêt théorique certain en permettant d'étudier l'influence des processus épisodiques sur une variété de tâches cognitives, l'ISE pourrait présenter également un intérêt pratique considérable en contribuant au développement d'interventions cognitives visant à améliorer la spécificité des souvenirs autobiographiques de populations caractérisées par une réduction de celle-ci, à l'instar des personnes âgées (e.g. Levine et al., 2002). Plusieurs interventions de ce genre ont été développées durant ces dix dernières années. Dans l'ensemble, ces interventions s'étalent sur plusieurs semaines, débutent souvent par des séances de psychoéducation (e.g. Neshat-Doost et al., 2013), puis se poursuivent par des séances durant lesquelles les individus sont encouragés à produire des souvenirs spécifiques rattachés à différentes époques ou émotions (e.g. Raes et al., 2009; Ricarte et al., 2012), à les discuter en groupe (e.g. Blairy et al., 2008), et notamment à former des images mentales et à simuler des événements futurs (e.g. Belleville et al., 2006; Ernst et al., 2015). Certaines de ces interventions offrent même des bénéfices à long terme relativement robustes, qu'il n'est cependant pas évident d'imputer à l'utilisation volontaire de stratégies apprises durant l'intervention, ou à l'amélioration de la capacité des

individus à accéder aux détails épisodiques de leurs expériences grâce à l'intervention. Par rapport aux interventions susmentionnées, l'ISE offre l'avantage d'accompagner la (re)construction d'évènements par l'utilisation d'une procédure inspirée d'une méthode d'entretien à l'efficacité bien documentée (i.e. l'Entretien Cognitif) qui cible les aspects cardinaux d'un évènement (décor, objets, personnages, actions, émotions, perceptions). Également par la formulation de relances de la part de l'expérimentateur incitant les individus à développer leur récit autour de certains détails précis ayant été mentionnés. Mais aussi par l'emploi de consignes qui facilitent l'imagerie mentale (i.e. fermer les yeux). Par ailleurs, l'ISE a l'avantage de pouvoir porter à la fois sur le contenu d'une vidéo que sur celui d'un évènement vécu ou imaginé (e.g. Madore et al., 2018), et d'engendrer des bénéfices sur une variété de tâches cognitives impliquant l'accès aux détails spécifiques de nos expériences passées (pour revue, voir Schacter & Madore, 2016). Si l'ISE améliore de manière transitoire la capacité du système mnésique à se retrouver dans un état antérieur, et à faire émerger les détails spécifiques de nos expériences passées, cette capacité pourrait potentiellement être améliorée de façon plus durable en multipliant les séances d'induction, ce qui reste à démontrer expérimentalement.

Ainsi, grâce à l'adaptation et à la validation en français de l'ISE par la présente étude, les chercheurs francophones pourront désormais pleinement profiter des intérêts théoriques et pratiques susmentionnés, ce qui laisse entrevoir des perspectives de recherche prometteuses.

Transition 1

La précédente étude avait pour objectif de valider une version traduite en langue Française de l'ISE élaborée par Madore, Gaesser, et al. (2014). Ce travail devait mettre à disposition l'ISE aux chercheurs français afin qu'ils puissent profiter des intérêts théoriques et pratiques qu'offre cette méthode, mais aussi nous permettre d'employer correctement cette méthode dans la suite d'expériences du présent travail de thèse. Pour réaliser ce travail, la procédure employée par les auteurs originaux a été reprise. Les participants venaient à deux sessions espacées d'une semaine. Durant la première session, les participants regardaient une vidéo, puis complétaient une tâche occupationnelle avant d'être interrogés sur la vidéo au moyen de l'ISE classique traduite, ou de l'IC traduite également. À la suite de cette phase, les participants passaient à l'IA (aussi traduite) où ils devaient effectuer les tâches de remémoration et d'imagination. Dans chaque tâche, 5 images étaient présentées une à une aux participants qui devaient selon la tâche relater un événement passé ou imaginer un événement futur pour chacune d'elles pendant 3 minutes. Durant la deuxième session, les participants regardaient une autre vidéo, étaient interrogés via l'induction n'ayant pas été administrée lors de la première session, puis réalisaient l'IA au moyen d'autres images. La proportion de détails internes (spécifiques, "épisodiques") et externes (non-spécifiques, "non-épisodiques") produits par les participants était mesurée en suivant la méthode de cotation mise au point par Levine et al. (2002) (une notice sur la démarche de cotation a d'ailleurs été produite dans ce travail).

Ce travail a permis de répliquer le résultat principal rapporté par Madore, Gaesser, et al. (2014), à savoir une proportion plus importante de détails internes après l'ISE qu'après l'IC aux tâches de remémoration et d'imagination. Ce travail a également permis de répliquer le résultat rapporté par plusieurs études (e.g., Madore & Schacter, 2014; Madore et al., 2018; McFarland et al., 2017), bien que non-systématique, à savoir une proportion moins importante de détails externes après l'ISE qu'après l'IC aux tâches de remémoration et d'imagination. Ensemble, ces résultats permettent de valider la version traduite en langue Française de l'ISE.

L'augmentation de la proportion de détails internes conjointe à la diminution de la proportion de détails externes, est tout à fait compatible avec la conception récréative de la mémoire. En effet, les détails externes portent sur des connaissances générales tandis que les détails internes portent sur des souvenirs spécifiques. Ces deux formes de connaissances reposent sur des dynamiques de simulation différentes et opposées. Compte tenu de la compétition entre activation inter et intra-trace, une production accrue de détails internes via une diffusion importante de l'activation intra-trace limiterait la diffusion de l'activation inter-trace et la production de détails externes. Seulement il n'y a pas encore de preuve empirique que l'ISE cible bien la simulation sensorimotrice et module la dynamique de simulation à l'émergence.

Nous avons vu que les paradigmes d'interférence sensorielle au moyen de masques sensoriels étaient efficaces pour montrer le caractère modal des connaissances, et pour interférer par exemple avec la simulation des propriétés (visuelles ou auditives) d'un item à catégoriser (e.g., un chat) (e.g., Vallet et al., 2010). Au niveau visuel, la majorité des masques étaient statiques et consistaient en un amalgame d'un certain nombre d'images (e.g., dans Rey et al. (2015), un amalgame de 20 objets et de 20 animaux utilisés comme cibles dans la tâche de catégorisation subséquente). Cet amalgame forme un image abstraite présentée pendant un court laps de temps (voir Figure 5.2). Ce type de masque est à même de perturber la simulation dans une tâche comme la catégorisation où la réponse est brève et où l'item à catégoriser est fixe (voir Rey et al., 2015; Vallet et al., 2011, 2010; Vallet, Hudon, et al., 2013)

Or, l'ISE a montré des effets dans des tâches impliquant par exemple le rappel libre d'un souvenir personnel spécifique pouvant s'étaler sur plusieurs heures. Le rappel lui-même pouvait s'étaler sur un maximum de 3 minutes (voir Madore, Gaesser, et al., 2014). Un masque statique

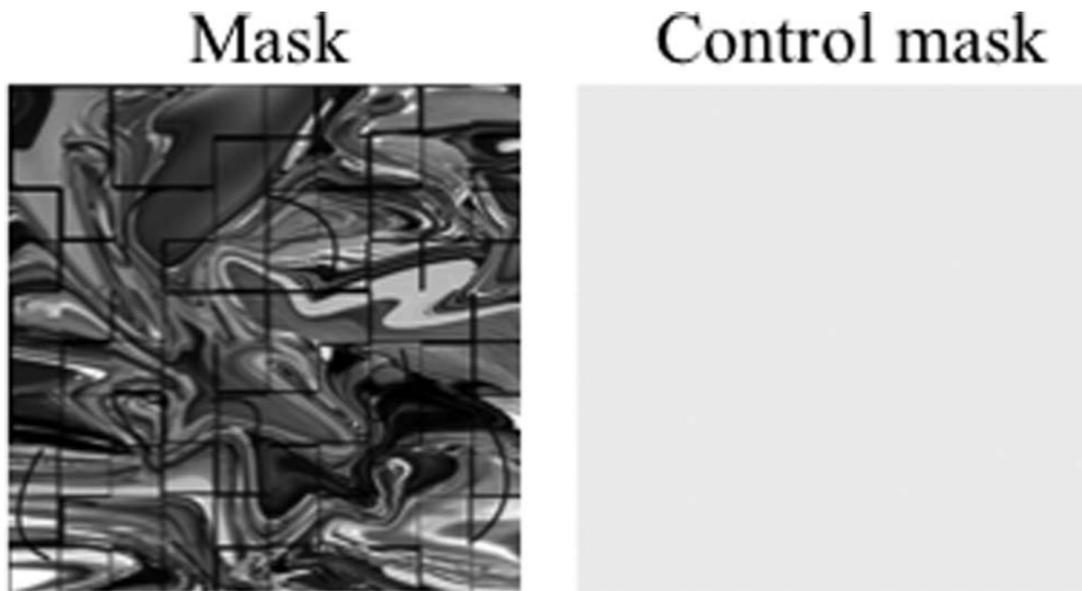


FIGURE 5.2 – Masque visuel statique utilisé par Rey et al. (2015)

serait donc peu à même de perturber significativement la simulation au cours d'un rappel libre. Afin de palier ce potentiel problème, nous avons opté pour un masque visuel dynamique (dynamic visual noise ou DVN ; McConnell & Quinn, 2004). Ce type de masque consiste en une matrice de carrés noirs et blancs qui changent de couleur (passe au blanc ou au noir) à un rythme régulier mais de façon totalement aléatoire pendant un temps qui varie selon la volonté de l'expérimentateur, de sorte de former un pattern continuellement changeant (voir Figure 5.3). La densité des carrés et leur nombre ainsi que la taille du masque sont des paramètres déterminants ayant été manipulés par McConnell & Quinn (2004), qui ont montré que le DVN altérait le rappel de mots ayant été mémorisés grâce à une consigne d'imagerie mentale (technique dite des "pegwords" ; e.g., "1 est un fusil qui tire des **pommes**."), mais n'altérait pas le rappel de mots ayant été mémorisés grâce à une consigne de répétition subvocale (pour une perturbation à l'encodage, voir aussi Quinn & McConnell, 2006). Le DVN aurait donc perturbé l'imagerie mentale du mot cible.



FIGURE 5.3 – Masque visuel dynamique créé par McConnell & Quinn (2004). Lien vers un exemple vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=Z9hgbM6jsk8>

Le DVN a également été utilisé dans une étude menée par Sheldon et al. (2016). Dans une phase d'étude, les individus mémorisaient de courtes vidéos (environ 10 secondes) qui étaient précédées chacune d'un titre présenté visuellement et auditivement (e.g., "Un chien et son maître"). Dans une phase de reconnaissance intervenant après un certain délai, chaque titre de vidéo était rejoué audio-visuellement, et était suivi d'une affirmation pouvant être vraie ou fausse et porter soit sur des éléments perceptifs de la vidéo (e.g., "Le maître portait un pantalon

noir”), soit spatiaux (e.g., “Il y avait une voiture juste derrière le maître et son chien”), soit sur des détails généraux de la vidéo (e.g., “Le chien semblait content de voir son maître”). Un DVN, ou un masque contrôle, gris était simultanément affiché pendant les affirmations jusqu’à la réponse des individus. Il a été montré que les individus ayant un score élevé d’imagerie spatiale (mesure par *l’Object Spatial Imagery Questionnaire* ; OSIQ ; Blajenkova et al., 2006) produisaient moins de réponses et rejets correct(e)s dans la condition DVN que dans la condition masque contrôle gris (Sheldon et al., 2016).

Une autre étude a montré que le DVN réduisait la proportion de détails internes (spécifiques) produits pendant la description d’un scénario imaginé, mais n’affectait pas la proportion de détails externes (non-spécifiques) produits (Sheldon, Cool, et al., 2019). Il a aussi été montré que le DVN était perturbateur dans une tâche de comparaison de tailles d’animaux par imagerie mentale lorsque leurs noms étaient présentés auditivement (e.g., “Un chameau est-il plus grand qu’une girafe?”), mais non-perturbateur dans une tâche de jugement de férocité (Dean et al., 2005). Le DVN serait perturbateur dans le rappel de mots concrets (e.g., “Chaise”), mais pas dans le rappel de mots abstraits (e.g., “Justice”) (Parker & Dagnall, 2009). D’autres effets perturbateurs du DVN sont rapportés dans la littérature (voir Anderson et al., 2017 ; Chubala et al., 2020 ; Darling et al., 2007 ; Dent, 2009 ; Kemps & Andrade, 2012 ; Parker et al., 2017 ; Parker & Dagnall, 2019). Il est à noter que l’hypothèse selon laquelle l’effet du DVN est associé à un effet attentionnel ou exécutif a été rejetée (e.g., Dean et al., 2005 ; Sheldon, Cool, et al., 2019).

Ainsi, le DVN semble interférer avec la génération d’images mentales. Dans une conception récréative, les images mentales procèdent de la simulation sensorimotrice (Barsalou, 2008, 2009 ; Matheson & Barsalou, 2017). Le DVN pourrait donc interférer avec la simulation. En effet, si le DVN occupe par sa perception les systèmes sensorimoteurs, la simulation des aspects visuels spécifiques d’une information mémorisée, qui sollicite aussi les systèmes sensorimoteurs, pourrait s’en retrouver perturbée. Cette perturbation devrait être d’autant plus importante que la sollicitation des systèmes sensorimoteurs est importante. Or, nous avons émis l’hypothèse que L’ISE ciblerait la simulation sensorimotrice en induisant une dynamique de simulation spécifique, et faciliterait la simulation des détails sensorimoteurs spécifiques à une expérience passée. L’ISE devrait donc logiquement plus solliciter les systèmes sensorimoteurs qu’une induction contrôle, et le DVN devrait perturber voire annuler les effets bénéfiques de l’ISE.

Afin de tester cette hypothèse, nous avons adapté la procédure de Sheldon et al. (2016) à l’ISE. Dans une phase d’étude, les participants mémorisaient de courtes vidéos qui étaient précédées chacune d’un titre présenté visuellement et auditivement. Dans une phase d’induction, les participants voyaient une vidéo plus longue (environ 5 minutes), puis après un certain délai, effectuaient soit l’ISE (similaire à celle employée par Purkart, Vallet, et al., 2019) soit une induction contrôle (consistant simplement à ranger des suites de chiffres par ordre croissant). Au lieu d’une phase de reconnaissance, chaque titre de vidéo était rejoué audio-visuellement, et les participants devaient décrire oralement de mémoire la vidéo associée au titre de la manière la plus détaillée possible. Un DVN ou un masque contrôle gris était simultanément affiché pendant la description et ce jusqu’à la fin de celle-ci. Le nombre de détails internes et externes produits était relevé et coté selon la méthode employée par Purkart, Vallet, et al. (2019 ; voir Levine et al., 2002).

Chapitre 6

Étude 2 (ISE DVN)

“Does It Improve the Mind’s Eye ?” : Sensorimotor Simulation in Episodic Event Construction

Rudy Purkart¹, Rémy Versace¹ and Guillaume T. Vallet²

¹ EA 3082, Laboratoire d’Étude des Mécanismes Cognitifs, Université Lumière Lyon 2, Lyon, France

² CNRS UMR 6024, Laboratoire de Psychologie Sociale et Cognitive, Université Clermont Auvergne, Clermont-Ferrand, France

Publié dans *Frontiers in Psychology* le 12 Juin 2019.

<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01403>

6.1 Abstract

Memories are not frozen in the past. Instead, they can be dynamically combined to allow individuals to adapt to the present or even imagine the future. This recombination, called event construction, also means that it might be possible to improve memory through specific interventions such as episodic specificity induction (ESI). ESI provides brief training in recollecting the details of a past event that boosts the retrieval of specific details in subsequent tasks if these tasks involve the recombination of memories. However, very little is known about how event construction is accomplished, and this is essential if we are (1) to understand how episodic memory might work and (2) to promote a specific mechanism that will help people remember the past better. The present study assesses the sensorimotor simulation hypothesis, which has been proposed within the embodied approaches to cognition. According to these approaches, access to and the recombination of memories occur through the simulation of the sensory and motor properties of our past experiences. This hypothesis was tested using a sensory interference paradigm. In a first phase, the participants watched videos and then received a specificity or a control induction. In a second phase, they described their memories of the videos while simultaneously viewing an interfering stimulus (dynamic visual noise; DVN) or a gray control screen. In line with a sensorimotor simulation account, the presentation of a DVN during the description of the videos led to a decrease in the number of internal details (details specific to the event) only after the specificity induction rather than the control induction. The findings provide evidence that the specificity induction targets and facilitates the sensorimotor simulation mechanism, thus confirming the crucial involvement of a mechanism of this sort in the constructive functioning of memory.

6.2 Introduction

The human ability to mentally build an event that may have taken place in the past or could take place in the future, and which may involve us personally or involve someone else, is the key

process in episodic memory (for a review, see Rubin & Umanath, 2015). The mental construction of detailed events of this sort serves many adaptive purposes by allowing us, for instance, to vividly relive significant episodes of our lives together with the associated emotions or to simulate future events in order to anticipate them or other people's behavior. These mental constructions appear to rely on the assembly of similar basic materials in the form of small elements of our memories. Nonetheless, the mechanisms involved in event construction remain to be determined. This issue is a major challenge for current memory research in its attempt to understand how we relive our memories, as well as with regard to the development of new methods to improve memory. One promising hypothesis states that sensorimotor simulation (Barsalou, 2008, 2009) is the main mechanism permitting the (re)construction of events. The current study thus aims to test whether sensorimotor simulation is required in the event construction process.

For decades, memory was considered to be exclusively oriented toward the past and dedicated to the retrieval of almost intact and exact records of our experiences (i.e., our memories). However, our memories can be distorted (e.g., Gallo, 2006) or merged (e.g., Schacter, 1999), suggesting that memory is more flexible than previously thought. Inspired by the ideas of Bartlett (Bartlett, 1932), memory is nowadays conceived of as a dynamic and constructive process that binds together pieces of past experiences rather than as a reproductive process. This constructive nature of memory also makes it possible to “pre-experience,” imagine or simulate events or situations that might happen in the future. In the same way as for memories, these virtual events would seem to be constructed by extracting and recombining pieces of past experiences, in this case to form a novel event that has never actually been experienced (see the constructive episodic simulation hypothesis, Schacter & Addis, 2007b, 2007a). Striking cognitive and neural similarities between the construction of past and future events have since been widely demonstrated (for review, see Schacter, Addis, Hassabis, et al., 2012). From a cognitive standpoint, these two forms of construction are thought to involve a key common process of event construction (Romero & Moscovitch, 2012) that consists in assembling and maintaining a mental event by filling it with specific elements of prior experiences (i.e., details related to objects, people, actions). Evidence of the involvement of a common event construction process in the construction of past and future events has recently been provided through the use of an Episodic Specificity Induction (ESI; Madore, Gaesser, et al., 2014), a brief intervention designed to selectively improve performance on tasks that may be based on the constructive function of memory.

The ESI is a brief intervention designed to selectively improve performance on tasks that are thought to be based on the event construction process. After viewing a given video clip and completing a filler task, individuals are questioned about their memory of the video clip. This is done using a questionnaire adapted from the cognitive interview (Fisher & Geiselman, 1992; Memon et al., 2010). The cognitive interview is a well-established protocol developed for the legal applications of psychology and is used to interview witnesses using different techniques that are also used in the ESI. Using the ESI questionnaire, the interviewer encourages individuals to close their eyes, to form vivid mental images of specific aspects of the video (e.g., setting, objects, people, actions, etc.) so that they can focus on them. The participants then describe every detail that comes to mind concerning these aspects without prejudging their relevance and without any interruption from the interviewer. During the interview, the interviewer also asks for certain clarifications about the details mentioned when the individual's description seems to have reached an end. The logic behind the ESI is that if a task is based, at least in part, on the event construction process, then performance on that task should be impacted and improved by an ESI administered just before the task, as compared to a control induction. Conversely, if a task does not call on event construction then performance should not be impacted by the ESI.

The impact of a prior ESI was studied in two memory and imagination tasks adapted from the autobiographical interview (Levine et al., 2002). The participants viewed pictures of everyday life situations (e.g., cooking a meal, eating in a restaurant, and visiting a museum). For each picture, they were asked to describe, for a period of 3 min and including as many details as possible, a similar and specific situation that had happened to them in the past (memory task) or that could happen to them in the future (imagination task). In line with the autobiographical interview coding procedure, the participants' verbal descriptions were audio-recorded, transcribed and segmented. Then, each detail was coded as internal or external. Internal details refer to phenomenological and contextual aspects of the specific event described (i.e., what happened, when it happened, who was present, what the individual felt, what was in the environment). By contrast, external details designate details that do not concern the specific

event or that refer to general knowledge about the individual's life (i.e., habits, retrospective or prospective inferences, peripheral events). The internal details should reflect the extent to which the content of memories (or imaginations) is "episodic," as defined by Tulving (i.e., the degree to which the events described are accompanied by a sense of reliving and concern a unique experience involving the self; see Tulving, 2002).

Compared to a control induction (i.e., resolving simple math problems), the prior administration of the ESI improved the production of internal details, but not external details, during both the memory and the imagination tasks of the adapted autobiographical interview. Conversely, the prior administration of the ESI had no effect on the production of any types of details in a control picture description task (Madore, Gaesser, et al., 2014) in which the participants gave detailed descriptions of complex pictures. As expected, the ESI selectively improved performance on tasks that require event construction (i.e., memory and imagination tasks) and did not affect performance on tasks that do not require event construction (i.e., picture description task). It therefore seems that exposure to the ESI led to increased activity in key brain regions involved in the detailed construction of events in situations where participants imagined future events (Madore, Szpunar, et al., 2016). Other studies have provided additional evidence by showing beneficial effects of the ESI on many subsequent tasks thought to require the construction of an event [for a review, see (Schacter & Madore, 2016)]. For instance, the ESI increases the generation of solutions to open-ended social problems (e.g., Madore & Schacter, 2014), the generation of alternative positive outcomes to negative personal future events (Jing et al., 2017), and the generation of unusual uses of common objects (Madore et al., 2015). Overall, these studies have shown that inciting participants to reconstruct a past event in detail in response to the ESI, by encouraging them to focus on specific elements (setting, objects, people, and actions) and to form vivid mental images of these elements, brings about beneficial effects on a variety of tasks. What these tasks share is the need to recombine the same specific elements in order to mentally (re)construct an event, and this is thought to involve the event construction process. It has therefore been suggested that the ESI targets and facilitates the event construction process, which appears to be a key process in memory functioning.

Although it may appear surprising, accurately remembering a past event does not seem to be a necessary prerequisite for observing beneficial ESI effects on subsequent tasks. Recently, the ESI was adapted to produce a version focusing on imagination in which the participants had to imagine a future event instead of remembering details of a previously viewed video (Madore et al., 2018). This version also led to an increase in the production of internal details in memory and imagination tasks, without having any effect on the details generated in a picture description task as in the standard ESI. The authors argue that the ESI effects in both versions come from the retrieval orientation bias (Herron, 2018; Morcom & Rugg, 2012; Rugg & Wilding, 2000). Participants would focus their controlled retrieval attempts more on specific elements (setting, objects, people, and actions) during the ESI (Schacter & Madore, 2016). This specific retrieval orientation would then be actively maintained during the subsequent tasks. This bias is thought to facilitate event construction by filling the event with more key elements than are then available for recombination. Nonetheless, this interpretation is not sufficient to explain the event construction process, given that (1) there is no evidence that ESI effects are modulated by an individual's reserves of cognitive control and (2) we have no indications about the mechanisms involved in event construction.

What is common to the standard and imagination versions of the ESI therefore seems to be the mental simulation of the details of events. In both inductions, individuals are encouraged to form vivid mental images of key elements of the event to be built (setting, objects, people, and actions). With regard to the nature of what is to be simulated, the embodied approaches to cognition make a far-reaching assumption. These approaches suggest that traces of our experiences are grounded in their sensorimotor proprieties (see Versace et al., 2014). In other words, the concept "cat" is solely composed of all our sensory and motor experiences of cats. The grounding of knowledge means that the retrieval of knowledge, or of a given memory, is only possible by mentally simulating the relevant sensory and motor dimensions (see Barsalou, 2008, 2009). This retrieval could occur through the activation of one or more components that may be perceptually present or reactivated. In all cases, the activation can spread to other integrated components of the past event which are not yet perceptually present (Brunel et al., 2009; Vallet et al., 2010) and simulated. Therefore, the mental imagery required by the ESI results from simulations that reach consciousness, even if most simulations remain unconscious (Matheson &

Barsalou, 2017). Sensorimotor simulation is therefore the crucial mechanism that enables the (re)construction of our sensorimotor experiences that underlies the recollection or imagination of an event. By asking participants to form vivid mental images of the features of an event, the ESI would generate simulations of many memory trace components, thereby calling greatly on the sensorimotor systems. But how is the ESI supposed to induce greater performance in a subsequent task? It has been shown that transfer between tasks (for instance between the ESI and the subsequent task) benefits from the degree to which the procedures underlying these tasks are similar (for a review, see Kolers & Roediger, 1984). These observations can be related to the notion of transfer-appropriate processing (TAP; Morris et al., 1977) which emphasizes the concordance between the processing involved in tasks. Because the ESI calling greatly on the sensorimotor systems by generating simulations of many memory trace components, a transfer to subsequent tasks that also involve the simulation of specific sensor-motor components should be observed through the facilitation of sensory-motor simulation. In line with this idea, it can be hypothesized that the ESI targets sensorimotor simulation and facilitates future sensorimotor simulations. This could be tested by interfering with the sensorimotor simulation.

Several studies have shown that the most effective method for highlighting the involvement of sensorimotor simulation is to interfere with it (e.g., Brunel, Lesourd, et al., 2010; Rey et al., 2015, 2017; Vallet et al., 2010). In one of these studies, participants had to judge whether a picture target represented an artifact (e.g., a violin) or an animal (e.g., a tiger). Each target was previously primed by a sound that could be semantically congruent or not with the picture (e.g., violin sound or car horn for the violin picture). Participants were previously informed that sometimes a colored rectangle (which is actually a visual mask) might be displayed as they hear the sound and were instructed to ignore these stimuli (rectangles and sounds) and to focus on the pictures that they have to categorize. Half of the sound primes were presented simultaneously with a visual mask. It was found a faster processing of semantically congruent items compared to semantically incongruent items. This indicated a cross-modal priming effect; the presentation of a congruent sound prime triggered the automatic simulation of the visual associated component and accelerated the decision task compared to the presentation of an incongruent sound prime. More interestingly, the visual mask interfered with the priming effect and slowed down the decision task only in the congruent condition, which excludes a potential attention effect (Vallet, Hudon, et al., 2013). To test the hypothesis put forward in the current study, one appropriate approach would be to interfere with the sensorimotor simulation by simultaneously presenting a visual mask during the (re)construction of an event after the prior administration of an ESI.

However, we do not all have the same capacity to generate and use mental imagery. For instance, individuals with vivid visual mental images have been found to have phenomenologically richer memories (D'Argembeau & Van der Linden, 2006). By contrast, individuals with poor visual mental images have been found to have a reduced sense of reliving their memories (Greenberg & Knowlton, 2014). Directly related to event construction, a useful distinction has been made between the ability to imagine the visual proprieties of objects (object imagery) and the ability to imagine spatial relations (spatial imagery) (Blajenkova et al., 2006). Using this distinction, the detrimental effect of a dynamic visual noise (DVN; McConnell & Quinn, 2004) combined with imagery during the recall of detailed videos has been found to be related to spatial imagery (Sheldon et al., 2016). This result implies that individuals differ in how they simulate some aspects of past events and how they are affected by an imagery or sensory interference, and that the simulation of spatial information plays a leading role in event construction. Because the current study aims to investigate the involvement of sensorimotor simulation in the beneficial effects of the ESI on event construction in a sensory interference paradigm, it was necessary to control for the participant's visual imagery abilities.

The constructive nature of memory has been highlighted in studies that have used an ESI to selectively improve performance in memory and imagination tasks (Schacter & Madore, 2016). However, the core mechanism underlying the event construction process remains to be specified. According to the embodied approaches, this mechanism should be sensorimotor simulation (see Barsalou, 2008, 2009; Versace et al., 2009, 2014). The aim of the present study is to assess whether this sensorimotor simulation is required in the event construction process. This could be done by observing the impact of sensory interference on the ESI effect during descriptions of a remembered event. More specifically, if the ESI targets and facilitates sensorimotor simulation as expected, then presenting an interfering sensory stimulus to disrupt the simulation of visual

details during descriptions of remembered events should reduce the quantity of internal details produced during the description of events following the ESI and cancel out the benefits conferred by the ESI.

In the current study, the participants had to encode non- auditory videos (encoding phase) before receiving an ESI or a control induction (induction phase). Immediately afterward, they had to describe the videos presented in the encoding phase in as much detail as possible (description task). During the description task, a DVN was simultaneously displayed for half of the description trials, while a control stimulus (a gray screen) was displayed for the other half of the trials. The DVN consisted of a matrix of small, moving, black, and white squares that formed a constantly changing pattern that is thought to passively occupy visuo-perceptual imagery processes without the involvement of executive or attentional resources (Quinn & McConnell, 1996). For instance, DVN did not influence performances on tasks that does not require the use of imagery such as a number comparison task contrary to a task that require to make size comparisons between the names of animals presented verbally (Dean et al., 2005). The simultaneous presentation of the DVN was expected to disrupt the simulation of visual details. In line with the above- mentioned hypothesis, it was expected that the presentation of DVN during the description task (compared to control stimuli) would generate a greater interference effect on the production of internal details after the ESI than after the control induction.

6.3 Material & Method

6.3.1 Participants

Thirty-five young adults (Mage = 21.5, SDage = 2.03, 28 female) took part in this study. They were recruited at Lyon 2 University. All the participants had normal or corrected-to-normal vision and audition, and no history of neurological or psychiatric disorders. All the participants were French native speakers.

This study was carried out in accordance with the recommendations of the French Law (Loi Jardé n° 2012- 300) with written informed consent being obtained from all the subjects in accordance with the Declaration of Helsinki. An ethics approval was not required for the current study as per applicable institutional and national guidelines.

6.3.2 Materials

OSIQ

The Object-Spatial Imagery Questionnaire [OSIQ; Blajenkova et al. (2006); French version by Léo Dutriaux, unpublished] assesses the ability to imagine an object's shape, texture and color (object imagery score), and the ability to imagine location, movements, and spatial relationships (spatial imagery score). For each score, the participants are asked to answer 15 questions about their use of imagery in real-life situations (e.g., for the object score : "I can close my eyes and easily picture a scene that I have experienced."; for the spatial score : "I can easily imagine and mentally rotate 3-dimensional geometric figures."). Each question is rated on a 5-point Likert scale (1 = totally disagree to 5 = totally agree).

Induction Videos

Two videos of 5 min each were used during the induction phase and took the form of excerpts from French theater plays collected 1 on the video-sharing website YouTube¹. Each of them was accompanied by sound and depicted six adults (three females) engaged in lively discussions in a restaurant or in a living room. The videos were chosen based on the richness of the setting and the amount of action and dialogue.

Episodic Specificity Induction (ESI)

The original version proposed by Madore, Gaesser, et al. (2014) was recently translated into French and validated by our team (Purkart, Vallet, et al., 2019). This induction is based on the cognitive interview (Fisher & Geiselman, 1992) and guides the interviewer in probing deeply into the participant's memory of an event or a recently viewed video. Participants are asked to describe the setting of the video, the people present, and the actions performed. They are asked to close their eyes and to generate images in their minds, and then to report everything they

remember in as much detail as possible. At the end of the description of each element (setting, people, and action), the interviewer requests a more detailed description of some of the elements mentioned. (For the full protocol in English, see Madore, Gaesser, et al., 2014).

Control Induction (CI)

The control induction consisted in asking the participants to rank series of digits in ascending order. This task was selected because it does not require the participants to remember anything while still actively occupying them. The control induction and the specificity induction had the same length.

Event Videos—Stimuli and Titles

Twenty short audio-free video-clips that depicted real-world events (10–20 s) were selected from the videos used by (Sheldon et al., 2016). Four videos had a mix of males/females, seven had only female characters, and nine had only male characters. Nine were filmed outdoors, while 11 were filmed indoors. The videos were divided into two equivalent sets which were randomized across participants and inductions in order to avoid a description bias generated by the characteristics of the videos. For each video, a short title was created and written on a slide. The title was also distinctly pronounced by an artificial female voice and audio-recorded (French female voice Audrey, Text to Speech in macOS).

Dynamic Visual Noise (DVN)

Five different 5-min DVN clips were created using the available source code provided by (McConnell & Quinn, 2004) in the same way as was done by Sheldon et al. (2016). The DVN clips consisted of a matrix of randomly moving black and white squares. This created a continuously changing pattern that passively occupied the participants' visuo-spatial processes and interfered with their visual mental imagery. The DVNs were presented on a 21.5-inch computer screen (1920 × 1080 pixels).

Non-interfering Control Stimulus

A non-interfering control stimulus was created and consisted of a gray screen (Hex color code #CCCCCC). This was presented on a 21.5-inch computer screen (1920 × 1080 pixels).

Experimental Settings

The experiment was coded using the OpenSesame software (Mathôt et al., 2012). The computer used was an Apple MacBook Pro (2.8 GHz Intel Core i7; Radeon Pro 555 2048 Mo; 16 Go 2133 MHz LPDDR3; 15-inch, 2017) connected to an external screen (Acer ET221Q; 21.5-inch; 1920 × 1080 pixels). This was placed on an adjustable platform so that the center of the screen was at the same height as the participants' heads and was positioned 60 cm from their noses. Sennheiser HD206 headphones were used because these provide excellent insulation against ambient noise. The voice recorder used to record the descriptions was an Olympus WS-852.

6.3.3 Procedure

The participants were placed in a dark room in front (60 cm) of a computer display raised to face height to ensure that their visual field would be entirely occupied by the display. They wore headphones that broadcast the audio stimuli and they were comfortably seated. The sound level was first adjusted by the participant using a test track. The participants adjusted the sound so that they could clearly hear what the voice on the test track was saying. Before the beginning of the test, they were informed that they were taking part in a study about the way in which individuals explore their memories. The test was administered in two segments, with an interval of 5 min between them, and with each consisting of three phases (Figure 1). Both segments were completed by each participant in a within-subject design.

1. **Encoding phase** – During the encoding phase, the participants were informed that they would see several short video-clips with titles and were instructed to pay close attention to the details of each video because they would be asked to remember them later. After the instructions, a set of ten titles was presented, each followed immediately by the associated video. Each title-video association was presented twice successively to maximize encoding. Sets of videos were randomized across participants and segments.

2. **Induction phase** – After the encoding phase, the participants were informed that they would see a longer video and were instructed to pay close attention to it because its content might be discussed shortly after viewing. The participants watched one of the two induction videos, completed a filler task and, finally, were either interviewed about the video using the ESI script or completed the control task (digit ranking task). The video-induction pairing and the induction type (ESI or control) was counterbalanced across participants and segments.
3. **Description phase** – After the induction phase, the participants were informed that each video title in the encoding phase would be replayed and that their memory about the details of the related video would be tested. The participants were asked to respond to each title by describing, in as much detail as possible, their memory of the event depicted by the video associated with the title. They were asked to press the space bar once their description was finished. During the description, the participants simultaneously viewed either the DVN stimulus (interference condition) or the control screen (control condition). Half of the descriptions were produced during the presentation of the DVN. The DVN and control stimuli were randomized across videos and participants. The descriptions were audio-recorded and then transcribed by the experimenter. The participants were instructed to look at the center of the screen and try to blink as little as possible throughout this phase. The experimenter was sitting next to the participant and outside of its visual field to discreetly control that the participant complies with this instruction.

After the description phase, the participants were asked to contribute further to the study to make it possible to obtain a satisfactory volume of data. They started the second segment of the experiment after a 5-min break during which they completed a filler task that consisted in positioning several series of arrows end-to-end on a grid from a given starting point (e.g., $\rightarrow\uparrow\rightarrow\downarrow\downarrow\leftarrow$). This filler task was proposed to ensure that sufficient amount of time (in which the participants' memory is not solicited) has passed before the beginning of the next segment to counter a carryover effect from the first segment. Previous studies have shown that a 5-min break is sufficient to observe an induction effect without carryover effect (e.g., Madore and Schacter, 2016). The whole experiment lasted between 1.5 and 2 h.

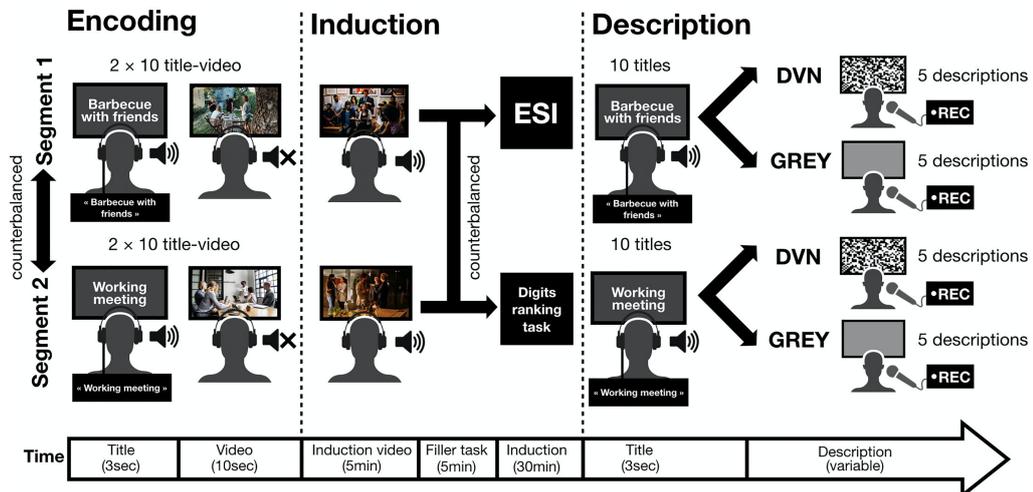


FIGURE 6.1 – The experiment was administered in two segments with an interval of 5 min between them and consisted of three phases. At encoding, 10 title-video associations were presented twice in succession. At induction, the participants watched a video-clip, completed a filler task, and then received the specificity induction (ESI) or the control task (digit ranking task). At description time, the titles were displayed on the screen and the participants had to describe the associated videos while watching the dynamic visual noise (DVN) or the control stimulus. Photos are for illustrative purposes only and have been downloaded from the photography sharing website unsplash.com. These photos are used in accordance with the Terms and Conditions of the website which do not require further permission.

6.4 Results

The mean number of internal and external details was computed for each experimental condition. Two separate repeated-measures analyses of covariance (ANCOVA) were performed on the type of details with Induction (ESI vs. Control) and Interference (DVN vs. Control) as within-subject factors, and object and spatial scores of the OSIQ as covariates of interest. As in Sheldon’s et al. 2016 study, these covariates were considered because the interference effect of DVN is likely to be modulated by imagery abilities. A pairwise comparison for the interaction was performed using Fisher’s Least Significant Difference Test because less than 4 comparisons were made. The threshold of statistical significance for the ANCOVA was $p < 0.05$. The threshold of statistical significance for the pairwise comparison was corrected with the Holm–Bonferroni method (Holm, 1979). Table 1 displays descriptive statistics.

Table 1. Descriptive statistics for internal and external details on the description task as a function of interference and induction.

INTERFERENCE	INDUCTION	Internal	External		
CONTROL	CONTROL	19.62	(8.23)	0.76	(0.84)
	ESI	21.91	(8.51)	0.87	(0.84)
DVN	CONTROL	19.50	(8.72)	0.85	(0.82)
	ESI	21.05	(9.09)	0.90	(0.82)

Note. Numeric values are presented as mean per trial (with standard deviation in parentheses).

6.4.1 External Details

The analysis revealed that the two-way Induction \times Interference interaction for external details was not significant as well as the main effects of Induction and Interference ($F_s < 1$).

6.4.2 Internal Details

The analysis revealed that the two-way Induction \times Interference interaction for internal details was significant with a medium effect-size ($F(1,32) = 5.669$, $p = 0.023$, $\eta^2 = 0.12$) (see **Figure 2**), but that the main effects of Induction and Interference were not ($F < 1$). Decomposition of the interaction was made by observing (1) whether the effect of the ESI is significant as expected when a non-interfering control stimulus is displayed during the description (i.e., whether the number of internal details produced during the description task is greater after the ESI than after the control induction in the interference control condition); and (2) whether the effect of the ESI remain significant or not when a DVN is displayed during the description. These two comparisons were computed using t-tests corrected with the Holm–Bonferroni method (Holm, 1979). The tests showed that in the control interference condition, the participants produced significantly more internal details after the ESI ($M = 21.96$, $SD = 8.51$) than after the control induction ($M = 19.62$, $SD = 8.23$; $t(34) = 2.588$; $p = 0.007$; $d = 0.437$; corrected significant threshold of 0.025) with a medium effect-size, and this difference was no longer significant in the DVN interference condition ($t(34) = 1.329$; $p = 0.096$; $d = 0.225$; corrected significant threshold of 0.05). The average number of internal details produced in each interference condition did not differ significantly after the control induction ($p > 0.05$) as well as after the ESI ($p > 0.05$).

6.4.3 Covariates

The analysis revealed that the three-way Induction \times Interference \times Object Imagery interaction for internal details was not significant ($F(1,32) = 2.534$, $p = 0.121$, $\eta^2 = 0.05$) with a modest effect-size, but the three-way Induction \times Interference \times Spatial Imagery interaction for internal details was significant ($F(1,32) = 6.013$, $p = 0.020$, $\eta^2 = 0.130$) with a medium effect-size. The two-way Induction \times Object Imagery interaction for internal details was not significant ($F < 1$), as well as the two-way Induction \times Spatial Imagery interaction for internal details ($F < 1$). Identically, the two-way Interference \times Object Imagery interaction for internal details was not significant ($F < 1$), as well as the two-way Interference \times Spatial Imagery interaction for internal

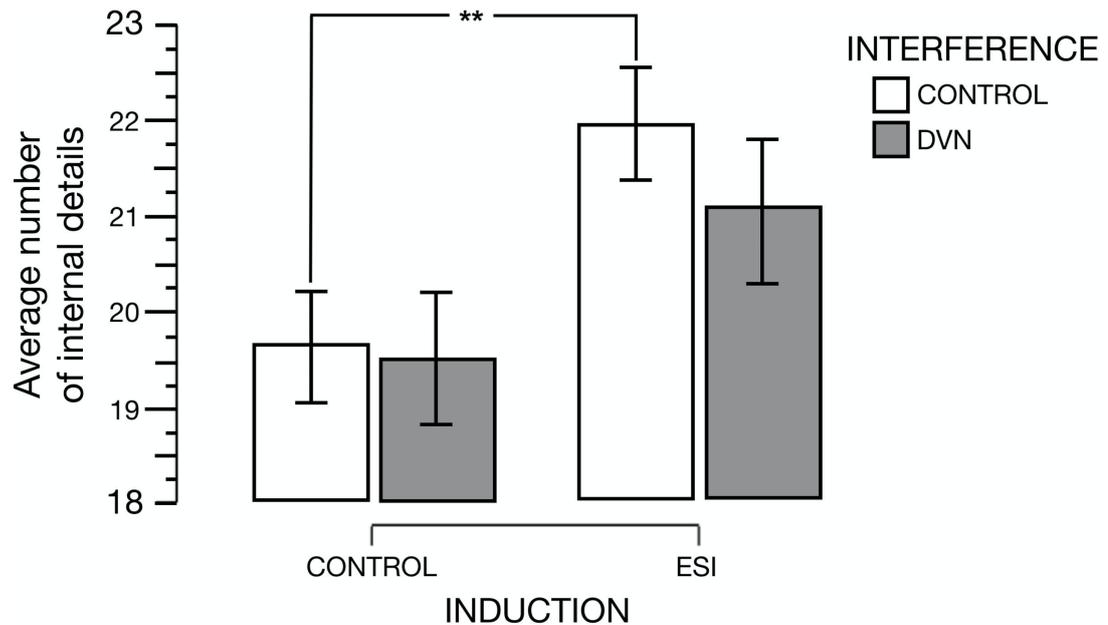


FIGURE 6.2 – The average number of internal details produced for the description task as a function of the induction (specificity induction or ESI vs. control induction) and of the interference stimuli (dynamic visual noise – DVN vs. control), with object and spatial scores on the Object-Spatial Imagery Questionnaire being considered as covariates. Vertical bars represent standard errors of the means. Significant results are denoted by two asterisks ($p < 0.01$).

details ($F < 1$). The analysis also revealed that no interaction with Object or Spatial Imagery was significant for external details ($F < 1$).

6.4.4 Carryover

A repeated-measures ANOVA was conducted with the induction order as an independent variable to determine whether the number of internal details produced on the description task differed as function of whether participants received the ESI in the first segment or in the second segment. The analysis revealed that the two-way Induction \times Order interaction for internal detail was not significant ($F(1,31) = 1.308$, $p = 0.262$). This indicates that results are unlikely attributable to carryover effects.

6.5 Discussion

A major conceptual shift that has occurred during the past two decades lies in the fact that memory is no longer considered as a static system, but instead as a dynamic and constructive process. As such, memory makes it possible to construct past, future or imagined events by recombining pieces of our past experiences (see the constructive episodic simulation hypothesis, Schacter and Addis, 2007a,b). The event construction process is illustrated by the beneficial effect of the ESI (e.g., Madore et al., 2014). However, the mechanism driving event construction remains to be determined. This is an important gap in our knowledge that considerably limits our understanding of the constructive functioning of memory and prevents the development of efficient interventions designed to improve this process. A promising hypothesis within the embodied cognition framework states that our experiences are grounded in their sensorimotor components (Versace et al., 2014). Accordingly, each sensorimotor components of a given memory trace can be dynamically and automatically reactivated and simulated through a sensorimotor simulation mechanism (Barsalou, 2008, 2009). This sensorimotor simulation is thought to permit the (re)construction of past or imagined events and therefore to be the core mechanism involved in the effect of the ESI. The present study tested this hypothesis using a visual interference paradigm.

After a classic ESI or control induction, the participants had to describe videos while

seeing a dynamic visual mask (DVN) or a control stimulus. In the DVN condition, they reported a smaller number of internal details only following the ESI but not the control induction. In the control interference condition, the participants produced significantly more internal details after the ESI than after the control induction, as had been expected (see Madore et al., 2014). Conversely, the difference between the types of induction was no longer significant in the DVN interference condition. Therefore, the simultaneous presentation of a DVN during the descriptions of remembered videos significantly impaired the benefits generated by the prior administration of the ESI.

According to the embodied approach to memory (e.g., Barsalou, 2016; Versace et al., 2014), the display of a video preceded by a title during the encoding phase activated the participant's neurons implicated in the perception of the sensorimotor components of the present situation. These neurons formed a specific pattern and were associated to each other to form a memory trace of the event. During the description phase, the presentation of a previously encoded title (the cue) should automatically trigger the reactivation/simulation of the other associated components of the memory trace (see Rey et al., 2017). Many studies have previously evidenced the functioning of this mechanism in a robust way (for a review, see Dijkstra & Post, 2015). These simulations allow to recreate the state of the sensorimotor systems as they were when the video was watched, and by so to reconstruct this specific experience. Among these simulations, those that have reached consciousness then generated mental imagery (Matheson & Barsalou, 2017) that should underpin the subsequent description of the video and the production of internal details. When the description phase was preceded by the ESI, the resulting facilitation effect on sensorimotor simulation should have resulted in the simulation of a larger number of components of the memory trace corresponding to the encoded video, and in the production of a larger number of internal details. Because perception and memory may make use of the same sensorimotor system (Riou et al., 2015, 2011), the simultaneous presentation of a DVN in the participant's visual field and its passive processing during the description should have solicited the sensorimotor system needed for simulations. This would have disrupted and reduced the facilitation effect generated by the ESI on the sensorimotor simulation.

The absence of an interference effect in the control induction condition supports this interpretation and argues against the possibility that the interference effect generated by the DVN was due to attentional causes. Indeed, an attentional effect should have been found independently of the type of induction. No attentional effect has been found in the past by authors who have used DVN (e.g., Parker & Dagnall, 2009; Perfect et al., 2012; Sheldon et al., 2016). Furthermore, the masking paradigm has already been shown to be dependent on this sensorimotor simulation and not on an attentional effect (Vallet, Simard, et al., 2013). Moreover, the results of the current study argue against the hypothesis that ESI effects are strategic in nature and, consequently, against the retrieval orientation account (e.g., Madore et al., 2018). Indeed, there is no reason why the beneficial effects of the ESI should disappear only when the DVN was displayed on the screen. A bias in retrieval orientation should have persisted for all the trials that follow the ESI independently of the type of interference (DVN vs. control). Since the DVN did not tax the participants' cognitive control resources (see Quinn & McConnell, 1996), the present results support the hypothesis that ESI targets and facilitates the sensorimotor simulation mechanism rather than simply biasing retrieval orientation.

The finding that an imagination or a memory specificity induction (standard ESI vs. imagination version of the ESI) produce similar beneficial effects on the description of past or imagined events (Madore et al., 2018) provides additional arguments in favor of the sensorimotor simulation hypothesis. Indeed, as the imagination version does not require the retrieval of a specific past event, remembering does not appear to be a prerequisite for observing an induction effect. On the contrary, both versions of the ESI require the simulation of many sensorimotor components of either past experiences or imagined ones. Both versions involve the detailed description of the event and the formation of vivid mental images, which both result from the sensorimotor simulation of the components of memory traces of specific past experiences. The ESI would boost sensorimotor simulation, which would, in turn, improve performance on all subsequent tasks that require the simulation of sensorimotor components. Logically, the induction should not have any effect on tasks that do not require this specific kind of simulation, such as the picture description task. For instance, this description task only requires participants to describe what they see in a complex picture (e.g., a messy desk). This dissociation of performances is predicted by specific embodied memory models such as the Activation-Integration

model (Act-In ; Versace et al., 2014).

If the benefits generated by the ESI are related to a facilitation of sensorimotor simulation, it remains to be determined whether the sensorimotor simulation mechanism can be trained to produce a longer-lasting facilitating effect. Indeed, the benefits generated by the ESI seem to be transitory, considering that no carryover effect from the ESI has been found in previous studies (e.g., Madore, Gaesser, et al., 2014 ; Madore & Schacter, 2014, 2016). Some cognitive interventions have been designed to train and improve autobiographical recall (i.e., recall of personal events) and have shown long-term benefits. Overall, these interventions share many characteristics : they (a) take place over multiple sessions, (b) include psychoeducation (e.g., Neshat-Doost et al., 2013), (c) encourage individuals to produce specific memories related to different times or emotions (e.g., Raes et al., 2009 ; Ricarte et al., 2012) and to discuss them in groups (e.g., Blairy et al., 2008), and (d) encourage individuals to form vivid mental images and to imagine future events (e.g., Belleville et al., 2006 ; Ernst et al., 2015). Despite these studies, it is not clear whether these long-term effects are due to better learning retrieval strategies or to improved memory functioning per se. Despite this, all the above-mentioned interventions could be united by the fact that they encourage individuals to frequently simulate components of specific past experiences. Further investigations are needed to provide convincing evidence in favor of a long-term facilitation of the sensorimotor simulation mechanism. Such studies would have substantial clinical implications with regard to the development of interventions designed to improve the memory functioning of individuals who are characterized by memory losses concerning their past.

Some potential limitations must be considered. A first concern is that participants could have guessed that the DVN was supposed to disturb them and they could have showed compliance. But the average number of internal details produced for the description task after a control induction was not statistically different under the two interference conditions (DVN and control), contrary to what would have been expected in a case of compliance. A second concern is that participants could have guessed that the ESI would boost their performance in the description task compared to the control induction. Yet, at the end of the experiment and during the debriefing, in which the purpose of the study was explained to the participants, none of them reported that they had guessed the aim of the study or the expected effect of the specificity induction. Finally, no carryover effects were found in the present study. Given the aforementioned elements, it is very unlikely that participants had guessed and complied with the study's main hypothesis regarding the interaction between the type of interference and the type of induction.

Another concern is that no effects were found in the present study regarding the production of external details. Using tasks adapted from the autobiographical interview (Levine et al., 2002), some previous studies have found no effect of the ESI on the production of external details (e.g., Madore, Gaesser, et al., 2014), while some studies have shown that the ESI reduces this production (e.g., Madore et al., 2018). Because the autobiographical interview involves participants reflecting on elements of their own lives, this task is likely to generate the production of external details that concern irrelevant or repetitive autobiographical events, in parallel with the production of internal details that concern the autobiographical event mainly narrated. In some cases, the ESI can help reduce the production of external details in favor of an increase in the production of internal details. In the case of the present study, the description task involves describing a short event that does not involve the participant personally, which considerably limits the production of external details (often limited to inferences). The production of external details is probably too low (the average number of external details produced is less than 1) to observe an effect of the ESI.

The originality of the current study was to directly assess what mechanism(s) may drive the event construction process. We provide additional evidence in favor of the constructive conception of memory defended by the constructive episodic simulation hypothesis (Schacter & Addis, 2007a, 2007b) by taking the investigation of ESI effects further by means of an embodied approach to memory. These approaches relate to one another because both of them consider that memories are being reconstructed rather than retrieved intact. But the idea carried by the embodied approach that sensorimotor simulation is one of the main mechanisms underlying this reconstruction brings new hypotheses concerning the ESI effects. By using a sensory interference paradigm, we showed that the ESI appears to target and to facilitate the sensorimotor simulation mechanism, thus confirming the crucial involvement of this mechanism in the constructive functioning of memory. The embodied approaches to cognition thus offer an

interesting research avenue, allowing us to gain a better understanding of how event construction might operate. This framework could also be of interest in the search for further clarifications relating, for example, to the durability or amplification of ESI effects.

Ethics statement

This study was carried out in accordance with the recommendations of the French Law (Loi Jardé n° 2012-300) with written informed consent being obtained from all the subjects in accordance with the Declaration of Helsinki. An ethics approval was not required for the current study as per applicable institutional and national guidelines.

Author contributions

RP participated in all the aspects of the study (design of the experiments, conduct of the experiments, analysis and interpretation of the data, and redaction of the manuscript). RV and GV participated in the design of the experiments, interpretation of the data, and redaction of the manuscript.

Acknowledgments

We are grateful to Signy Sheldon for sharing the experimental material from her study with us. We also thank Eugénie Hoarau and Claire Munerez for their assistance in various aspects of the study.

Transition 2

La précédente étude (Purkart, Versace, et al., 2019) avait pour objectif de montrer le rôle central de la simulation sensorimotrice dans la reconstruction d'évènement et dans les effets liés à l'ISE. Dans une conception re-créative, remémorer un évènement spécifique passé implique une dynamique de simulation spécifique afin de simuler l'état du système associé à l'expérience de l'évènement. L'hypothèse avancée était que l'ISE ciblait la simulation sensorimotrice et facilitait la simulation d'un état spécifique du système en induisant une dynamique de simulation spécifique. Cette facilitation est supposée s'accompagner d'une sollicitation plus importante des systèmes sensorimoteurs pour simuler un maximum de détails spécifiques de l'évènement. Si le système est déjà sollicité, par exemple par un masque sensoriel, cette facilitation suite à l'ISE ne devrait pas advenir, et les performances ne devraient pas être meilleures qu'après une induction contrôle. Afin de tester cette hypothèse, la procédure de Sheldon et al. (2016) a été adaptée à l'ISE. Dans une phase d'étude, les individus mémorisaient de courtes vidéos qui étaient précédées chacune d'un titre présenté visuellement et auditivement. Dans une phase d'induction, les individus voyaient une vidéo plus longue (environ 5 minutes), puis après un certain délai, effectuaient soit l'ISE (similaire à celle employée par Purkart, Vallet, et al., 2019) soit une induction contrôle (consistant en de simples exercices mathématiques). Au lieu d'une phase de reconnaissance, chaque titre de vidéo était rejoué audio-visuellement, et les participants devaient décrire oralement de mémoire la vidéo associée au titre de la manière la plus détaillée possible. Un DVN ou un masque contrôle gris était simultanément affiché pendant la description et ce jusqu'à la fin de celle-ci. Le nombre de détails internes et externes produits était relevé et coté selon la méthode employée par Purkart, Vallet, et al. (2019 ; voir Levine et al., 2002). Il était prédit que les bénéfices occasionnés par l'ISE en condition d'interférence contrôle (i.e., lorsqu'un masque contrôle gris était affiché pendant la description) devaient disparaître lorsqu'un DVN était affiché pendant la description (condition DVN). C'est précisément ce qui a été observé par Purkart, Versace, et al. (2019).

Ainsi, les résultats rapportés par Purkart, Versace, et al. (2019) semblent indiquer que l'ISE cible bien la simulation sensorimotrice et confirment l'implication cruciale de ce mécanisme dans la reconstruction d'évènement. L'ISE apparaît alors comme une méthode efficace pour modifier la dynamique de simulation à l'émergence des connaissances spécifiques afin de faciliter cette émergence. D'autres arguments empiriques sont souhaitables afin de conforter cette hypothèse. Ce travail permet d'envisager l'ISE comme méthode utile afin de tester les postulats du modèle Act-In et de la cognition incarnée et située quant aux facteurs conditionnant et facilitant l'émergence des connaissances. Parmi ces facteurs se trouve la distinctivité des traces mnésiques. D'après le modèle Act-In, plus des traces mnésiques sont similaires entre-elles, plus l'activation des composants communs entre ces traces se fera au détriment des composants spécifiques de chaque trace, et plus il sera difficile que des détails spécifiques au souvenir d'une expérience unique émergent. En revanche, plus des traces mnésiques sont distinctes les unes des autres et possèdent de composants spécifiques, plus l'activation des composants spécifiques à une trace sera facile, et plus le souvenir spécifique rattaché à la trace ainsi que ses détails pourront facilement émerger.

Une forte similarité/faible distinctivité entre des traces mnésiques contribuerait alors à la survenue de distorsions mnésiques, qui se traduiraient par exemple par une confusion entre les détails de plusieurs souvenirs proches. Ces distorsions peuvent être sous-tendues par un effet de généralisation rendu compte par Brunel, Goldstone, et al. (2013). Pour rappel, une forte similarité entre les formes aurait favorisé la diffusion de l'activation inter-trace sur la base des propriétés communes de la catégorie, au détriment de la diffusion de l'activation intra-trace aux propriétés spécifiques de la forme sonore isolée (généralisation de l'absence de propriété sonore

à l'ensemble des items de la catégorie), mais aurait aussi contraint la diffusion de l'activation intra-trace aux propriétés communes de la catégorie pourtant non-possessionnée par la forme non-sonore isolée (généralisation de la propriété sonore à l'ensemble des items de la catégorie). Ainsi, si des expériences sont fortement similaires, il est probable de rappeler ou de reconnaître à tort un détail comme rattaché à l'une de ces expériences que l'on souhaite spécifiquement rappeler parce qu'il est commun aux autres expériences de cette catégorie d'expériences similaires. En revanche, augmenter la distinctivité des traces devrait faciliter l'émergence de détails spécifiques et réduire la survenue de distorsions mnésiques.

Il serait possible d'augmenter la distinctivité des traces mnésiques au moment de leur formation en augmentant le nombre de composants spécifiques à chacune, ou par l'émotion, l'action ou encore le contexte temporo-spatial, comme évoqué dans le Chapitre 3 de cette thèse. Or dans la vie quotidienne, au moment où l'expérience est vécue, il n'est pas toujours possible d'intervenir de la sorte afin de faciliter l'émergence ultérieure du souvenir de l'expérience. L'émergence étant un phénomène dynamique, il devrait toutefois être possible d'intervenir et de modifier la dynamique de simulation au moment crucial de l'émergence. Faciliter la simulation des composants spécifiques à une trace devrait augmenter la distinctivité de la trace, non pas *intrinsèque* (déterminée au moment de la formation de la trace) mais à *l'émergence* (déterminée par la simulation de composants distinctifs).

Les résultats rapportés par Purkart, Versace, et al. (2019) suggèrent que l'ISE ciblerait la simulation sensorimotrice et faciliterait la simulation des composants spécifiques à une trace en induisant une dynamique de simulation spécifique. Ainsi, l'ISE devrait être bénéfique pour l'émergence d'une trace spécifique lorsque cette trace est très similaire à d'autres, en augmentant sa distinctivité à l'émergence. En revanche, si les traces sont déjà suffisamment distinctes les unes par rapport aux autres, le bénéfice offert par l'ISE devrait être négligeable. Cette augmentation de la distinctivité des traces par l'ISE lorsqu'elles sont faiblement distinctes devrait surtout s'observer au niveau de la proportion d'erreurs de mémoire commises.

Afin de tester cette hypothèse, nous avons créé des groupes de quatre personnages, grâce au jeu *The Sims 4TM*, qui étaient soit faiblement distincts les uns des autres (condition "LOW DISTINCTIVENESS"), soit fortement distincts les uns des autres (condition "HIGH DISTINCTIVENESS"). Chaque groupe de personnage a été "filmé" en train d'effectuer un type d'action donné (e.g., "S'asseoir sur..."), et chaque personnage a été "filmé" en train d'effectuer l'action donnée sur un objet donné (e.g., pour le personnage 1 "S'asseoir sur... une CHAISE"; pour le personnage 2 "S'asseoir sur... un BANC"; etc.). Dans une première phase d'étude, les participants voyaient successivement un certain nombre de vidéos, et une voix artificielle énonçait l'action sur l'objet en même temps que se jouait la vidéo (e.g., "S'asseoir sur... une CHAISE"). Les participants avaient pour consigne de regarder et d'écouter attentivement les vidéos et l'audio afin de bien les mémoriser car des questions allaient leur être posées par la suite. Après la phase d'étude, les participants effectuaient une ISE version imagination (condition induction; voir Madore et al., 2018), ou devaient simplement effectuer des exercices mathématiques (condition contrôle). Après la phase d'induction, les participants effectuaient la phase de reconnaissance, où les phrases "action/objet" étaient re-prononcées, chacune suivie de l'affichage bref d'un personnage, soit ayant effectué cette action sur cet objet précis, soit ne l'ayant pas effectué. Les participants devaient indiquer le plus rapidement possible et sans se tromper si le personnage affiché était bien exactement identique à celui ayant effectué l'action sur l'objet prononcée. Il était prédit que les erreurs de mémoire, lorsque les participants jugent le personnage identique, alors qu'il était différent, devaient être plus nombreuses et les réponses plus lentes en condition LOW DISTINCTIVENESS qu'en condition HIGH DISTINCTIVENESS, après la condition induction contrôle. Crucialement, il était prédit que la proportion d'erreur de mémoire serait diminuée dans la condition LOW DISTINCTIVENESS après l'ISE version imagination.

Chapitre 7

Étude 3 (SIMS ISE)

Playing “Guess who ?” : When an Episodic Specificity Induction increases trace distinctiveness and reduces memory errors during event reconstruction

Rudy Purkart¹, Jordan Mille², Rémy Versace¹ and Guillaume T. Vallet²

¹ EA 3082, Laboratoire d'Étude des Mécanismes Cognitifs, Université Lumière Lyon 2, Lyon, France

² CNRS UMR 6024, Laboratoire de Psychologie Sociale et Cognitive, Université Clermont Auvergne, Clermont-Ferrand, France

Soumis dans *The Quarterly Journal of Experimental Psychology* le 23 Juillet 2020.

7.1 Abstract

The constructive nature of memory implies a possible confusion between details of similar events. Memory interventions should thus target the reduction of memory errors. The Episodic Specificity Induction (ESI) – a brief intervention thought to improve access to specific details of an event – can reduce these errors at the time of event reconstruction. However, the situations in which the ESI might be effective remain to be determined. We postulate that ESI should facilitate the sensorimotor simulation of event-related details by improving the distinctiveness of the memory trace and should therefore reduce memory errors only when the traces are very similar. Participants memorized videos showing characters performing an action on a given object. The characters were either visually very similar to each other (low distinctiveness condition) or very distinct (high distinctiveness condition). Next, participants performed either an ESI or a control induction. Finally, a voice announced one of the actions seen and a character was then briefly displayed. The participants had to indicate whether the association was correct. For incorrect associations, and in the low distinctiveness condition, errors were more likely than in the high distinctiveness condition. Results showed more accurate responses to reject incorrect associations after the ESI only in the low distinctiveness condition. Facilitating the simulation of specific details through the ESI increased trace distinctiveness. It might be possible to reduce errors through the use of interventions such as the ESI at the critical time of event reconstruction. This means that future clinical applications might be possible.

Keywords : *episodic specificity induction, constructive memory, memory errors, sensorimotor simulation, trace distinctiveness.*

7.2 Introduction

Less than a century ago, (Bartlett, 1932) rejected the idea that episodic memory passively and faithfully replays memories of past events, leading to the development of a more dynamic and constructive conception of memory. This conception is now widely accepted and suggests that episodic memory dynamically reconstructs memories of past events (see Schacter & Addis, 2007b, 2007a; Surprenant & Neath, 2009; Versace et al., 2009, 2014) by recombining specific pieces of information (or details) about the event (see the Constructive Episodic Simulation Hypothesis, Schacter & Addis, 2007b, 2007a). Nevertheless, the downside of a flexible and dynamic recombination of memories is that memory distortions become an inherent part of memory (i.e., the details of different events become confused; see Schacter et al., 2011; Schacter & Coyle, 1995). Memory distortions can have serious consequences in everyday life as well as in eyewitness testimony (e.g., Loftus & Palmer, 1996, see also 1974). For instance, did the robber have a tattoo and what exactly did it represent? Consequently, in a dynamic conception, memory performance depends on how accurate the reconstruction of memories is, and thus on the specificity of the details recalled in relation to the event, more than on the quantity of details recalled. It is therefore vitally important to develop effective interventions to reduce memory distortions and to improve the ability to access specific and correct details during reconstruction. A constructive conception implies that such interventions can subsequently act not only at the time the memories are created but, above all, at the time they are accessed and reconstructed. The situations in which these interventions might be effective remain to be determined. The present study tests whether the benefits of such interventions occur only when the event to be reconstructed shares many details with similar events, as these details do not contribute to the specific reconstruction of the event and may cause memory distortion.

A recently developed intervention called the Episodic Specificity Induction (ESI; Madore, Gaesser, et al., 2014; Madore et al., 2018) has been shown to improve the (re)construction of past and future events by improving the recall of specific details. This intervention consists of remembering (or imagining) a specific event with eyes closed and describing it in as much detail as possible before performing the subsequent main task. The ESI increases the number of specific details (e.g., sensorimotor and phenomenological details specific to the described event) produced in subsequent tasks in which participants remember or imagine personal events (Madore et al., 2018). This suggests that it is not the retrieval of an actual past event, but the (re)construction of an event (past or future) that has improved. Indeed, remembering and imagining an event would involve the same (re)construction mechanism that ensures the recombination of the details of a past event to construct it, or of several past events to construct an imaginary one (see Schacter & Addis, 2007b, 2007a). These results are consistent with the evidence in favor of overlapping neural and cognitive processes that support remembering past events and imagining future events (Mullally & Maguire, 2014; Schacter, Addis, Hassabis, et al., 2012), thereby reflecting the constructive nature of memory.

Recently, Purkart, Versace, et al. (2019) proposed that sensorimotor simulation could be the key mechanism underpinning the event (re)construction targeted and facilitated by the ESI. Simulation is a reenactment of the brain states that occur while experiencing events (Barsalou, 2008, 2009). For instance, when we see a picture of our 18th birthday cake, the brain areas specifically activated at the time of blowing out the candles become active and sensorimotor details specific to this event are simulated (e.g., the smell of the candles, the birthday song, etc.). Thus, reconstructing a specific past event would mean simulating the event-specific details. Purkart, Versace, et al. (2019) found that the benefits of the ESI for the generation of specific details in a subsequent video recall task were suppressed when a dynamic visual noise (DVN; McConnell & Quinn, 2004) was presented during recall, unlike the presentation of a visual control stimulus. The DVN is thought to occupy the visual areas solicited by the simulation of the specific visual details of the videos to be recalled and to disrupt this simulation. This suggests that the ESI induces a facilitation of sensorimotor simulation of components specific to an event, thus resulting in an increased solicitation of sensorimotor areas involved in this simulation (in this case, the visual areas in particular), except when these areas are already occupied by the processing of the DVN. Sensorimotor simulation therefore appears to be the key mechanism in event reconstruction that is targeted by the ESI. The dynamics of this mechanism have been described in detail in the Activation-Integration model (Act-In; Versace et al., 2014, 2009) as a function of the similarity of the events. This model appears to provide a better understanding of the simulation dynamic involved in inaccurate reconstructions and memory

distortions and points the way to the use of appropriate palliative interventions.

According to the Act-In model (Versace et al., 2009, 2014), all sensorimotor experiences are accumulated in the form of memory traces in our cognitive system. These traces reflect the brain states specific to each experience involving the different sensorimotor properties (or details). The more similar the memory traces are, the more likely it is that the details shared between them will be simulated at the expense of their specific details. This would reduce the weight of specific details and would therefore be detrimental for specific reconstruction and consequently increase memory errors (e.g., simulating a detail that is not specific to the memory being reconstructed; see Howe, 1998; Lyle & Johnson, 2006). Conversely, when memory traces are highly distinct from one another (i.e., when they share very few details), the simulation of details specific to a single trace should be facilitated, and the reconstruction should therefore be more accurate. The proportions of memory errors should therefore be lower in this situation. The probability of committing memory errors is therefore a function of the distinctiveness of the memory traces, which is itself determined by the quantity of the details shared between memory traces (see Brown et al., 2007; Ekstrom & Yonelinas, 2020; Surprenant & Neath, 2009). As a result, facilitating the simulation of details specific to a given trace by means of the ESI should increase the distinctiveness of the trace. This should reduce the probability of committing memory errors. However, this benefit should only be observed when the traces are similar rather than when they are very distinct. Therefore, manipulating the similarity between events to be reconstructed should reveal whether facilitating the simulation of specific details (by the ESI) reduces memory errors in the high similarity condition.

The present study

Memory trace distinctiveness was manipulated in the present study by creating several videos showing characters performing an action on a given object. Perceptual similarity varied between the characters in a block of 4 videos (one character per video) : for half of the blocks, the characters in each block shared a large number of traits (low distinctiveness condition), and for the other half they shared very few traits (high distinctiveness condition). In the study phase, audio tracks describing an action to be performed on a given object (e.g., sitting on a chair) were simultaneously played during the video. The participants had to memorize the videos (who did what action with what object) before performing an ESI or a control induction. In the subsequent test phase, the audio tracks were played again, each of them being followed by a photograph of a character that the participants had to judge, as quickly and accurately as possible, as having or not having actually performed the described action. Above all and in accordance with Act-In, similar events should correspond to similar memory traces and should be associated with more memory errors. Listening to the audio track should trigger a simulation of the action in question on the object associated with a character, and this simulation should be all the more specific to a character, the more distinct it is from the others. Thus, if the test character is different from the simulated character, the responses should be more accurate (and quicker) in the high distinctiveness condition (since the test character and the simulated character are distinct). If the test character is identical to the simulated character, then its distinctiveness should not matter. In addition, if the ESI, by facilitating the simulation of specific details, increases trace distinctiveness, it should only be beneficial in reducing memory errors when the test character does not correspond to the simulated character. However, since the similarity between traces is already low in the high distinctiveness condition, the ESI should only reduce memory errors in the low distinctiveness condition.

7.3 Material & Method

7.3.1 Participants

Thirty-eight young adults (Mage = 21.02 years, SDage = 1.55, rangeage = 19-27, 35 female) took part in the study and were recruited by means of advertisements at Lyon 2 University. All the participants had normal or corrected-to-normal vision and audition, and no history of neurological or psychiatric disorders. All the participants were French native speakers.

This study was carried out in accordance with the recommendations of French Law (Loi Jarde n° 2012- 300), with written informed consent being obtained from all the subjects in accordance with the Declaration of Helsinki. An ethics approval was issued for the current study

by the ethics committee of Clermont Auvergne University (IRB00011540-2019-43).

7.3.2 Material

Character/Action Videos

Characters – Fourteen blocks (2 practice blocks, 12 experimental blocks) of 4 characters each were created using The Sims 4TM video game (Figure 1). For the half of the blocks assigned to the “LOW DISTINCTIVENESS” condition, the characters in each block were designed to be visually lowly distinct from each other. For the other half of the blocks assigned to the “HIGH DISTINCTIVENESS” condition, the characters in each block were designed to be visually highly distinct from each other. The distinctiveness of the characters in each block was configured on the basis of 11 dimensions : gender (man vs woman), build (heavy vs light), skin color (blue, red, green, or yellow), age (child vs adult), hair color (blond, brown, ginger, or white), head covering (beanie, beret, cap, or hat), glasses (with vs. without), sleeve length (short vs long), pant length (short vs long), shoes (sneakers vs flip-flops), and faces. Within each block in the LOW DISTINCTIVENESS condition, the modalities of 5 dimensions (gender, build, skin color, age, hair color) were identical for the 4 characters of a given block. For the 6 remaining dimensions, the modalities were pseudorandomized across the 4 characters within the block as follows : for a 2-modality dimension, two characters shared the same modality, while for a 4-modality dimension, one character was assigned to each modality. Within each block in the HIGH DISTINCTIVENESS condition, the modalities of all 11 dimensions were pseudorandomized across the 4 characters within the block. In this condition, only two (not four) modalities of the skin color dimension were assigned in each block. The face of each character was systematically different in both conditions. No character had the same configuration of modalities as any another character (out of the 260 possible configurations). Of the 14 blocks created, two blocks (one in each condition) were selected for practice after changing their skin color modality to black, white, and brown. A photograph was taken of each character.



FIGURE 7.1 – Photographs of the characters in a block in each distinctiveness condition.

Actions – Twelve different types of action were selected (e.g., sitting on, playing, etc.) using The Sims 4TM video game. For each type of action, 4 objects were selected on which the corresponding actions were performed (e.g., a chair, a stool, a bench, an armchair). Within each block, the four characters performed the same action but on a different object. The association between actions and distinctiveness condition (high vs. low) was counterbalanced in a between-subjects manner across two lists (A vs. B). For instance, the "Sitting on___" action was presented in the LOW DISTINCTIVENESS condition for half of the participants, while this action was presented in the HIGH DISTINCTIVENESS condition for the other half. Two additional action types and 8 matching objects were added for the practice blocks.

Videos – Using The Sims 4TM video game, 48 videos were generated and recorded for action list A (one for each character) and 48 were recorded for action list B. Eight additional videos were recorded for the practice blocks. Each video started with a full shot of the motionless character presented in front of the camera for approximately 1 second. Then the character moved towards the spectator in the direction of the object, currently out of the camera’s range. The camera tracked the character’s movement, while remaining in front of it, for approximately 3 seconds. The object appeared in the camera’s range at the end of the character’s movement and to the right of it. Finally, the character performed the action on the object for approximately 3 seconds. The scene took place in an empty room with gray walls and floor. On the floor, a path between two blue stripes was systematically visible and used by the character. The average length of the videos was 7.52 seconds (SD = 1.20).

Audio – For each object, an audio recording was created using Balabolka 2.11 in which a virtual female voice pronounced the type of action followed, after a short pause, by the name of the object (e.g., "Sitting on__a CHAIR"). Forty-eight audio tracks were recorded. Eight additional audio tracks were recorded for the practice blocks.

Inductions

Stimulus Collection Task – Five familiar places, persons and objects were collected on a piece of paper for each participant. The familiarity of each item was evaluated by the participants on a scale going from 1 (not familiar at all) to 9 (very familiar). Next, the most familiar place, person and object were selected for the ESI.

Episodic Specificity Induction – The ESI used was a French version of the imagination specificity induction designed by Madore et al. (2018). It consists of a script with the help of which the experimenter uses various techniques to help the participant imagine an event involving the most familiar place, person and object selected during the stimulus collection task.

Control Induction – This consisted of several short, simple mathematical exercises including addition, subtraction, multiplication and division.

7.3.3 Procedure

The participants were asked to sit in front of a laptop (LENOVO ThinkPad L470 - Windows 10 Pro 64 bits - 16GB RAM - 464 GB DD). After signing the consent form indicating their agreement to take part in an experiment designed to test their memory, they completed the Stimulus Collection Task sheet by specifying 5 familiar places, people and objects and rating their familiarity on a scale going from 1 (not at all familiar) to 9 (very familiar). The participants were then told that the experiment would begin with a practice session, followed by two sessions (approx. 25 min. each) separated by a break (approx. 5 min.). Each session started with a study phase (approx. 8 min.), followed by a filler task (which actually corresponded to the induction phase; approx. 10 min.) and finally a test phase (approx. 8 min.). Each session is described below. The total duration of the experiment was approximately one hour. Figure 2 illustrates the experimental procedure.

Session one

For the study phase, the participants were told that, in each trial, they would first see a fixation cross (400 ms) and then hear, via their headphones, a voice saying an action and an object name, while they simultaneously watched a video featuring a character performing the action on the object. The participants were asked to pay attention during each trial and to memorize what the voice said, the appearance of the character, the type of action performed, and the object on which the character performed the action, as they would need to remember this information later in the test phase. They were warned that some characters may look very similar, but that each video would involve a different character. They were encouraged to press the space bar within 3 seconds of the end of each video in order to move on to the next one. The participants saw the videos of 3 LOW and 3 HIGH DISTINCTIVENESS blocks (24 videos in total) and simultaneously heard the corresponding audio track for each video. Two blocks from the same condition never followed each other. The presentation order of the blocks and the association between the actions and the distinctiveness conditions (list A vs. B) were counterbalanced across participants. After the study phase, the participants started the induction phase (instead of the filler task).

In the induction phase, the participants were assigned to the ESI or Control condition based on the odd or even number attributed to them. In the ESI condition, they were told that they were taking part in an imagination exercise. The experimenter asked them to imagine an event that would take place in the selected familiar place, in the company of the selected familiar person, and where they would interact with the selected familiar object. They were told that the experimenter would help them in this exercise by giving them some instructions and that they would proceed in stages, focusing first on the description of the place, then on the person, and finally on the imagined actions (see Madore et al., 2018 for full instructions). In the Control condition, the participants were asked to complete a series of simple mathematical exercises as quickly as possible, while making as few errors as possible. The duration of each induction

phase for each participant was identical from one session to another (10 minutes). After the induction phase, the participants started the test.

For the test phase, the participants were told that in each trial, one of the audio tracks from the study phase (a voice saying an action and an object name) would be replayed while a neutral gray background was displayed on the screen for 3,000 ms. They were told that this would be followed by a photograph of a character from the study phase displayed in the center of the screen for 1,000 ms on a black background before the gray background was displayed again, with this then remaining on screen until the participant responded (or until the 4,000 ms timeout). The Inter-Trial Interval (ITI) was set to 2,000 ms. The participants were told to indicate as soon as the character was displayed, and as quickly and accurately as possible, whether the character displayed corresponded exactly to the character who had performed the action on the specific object they had previously seen (in the study phase). To do this they had to press one key to answer SAME, or press another key to answer DIFFERENT. They were told that none of the characters displayed were new and that they had all been seen in the study phase. In the DIFFERENT condition, the displayed character was from the same block and had performed the same action, but not on the same object, as the target character who had performed the action on the object mentioned in the audio track. In the SAME condition, the character was the same as the character who had performed the action on the object mentioned in the audio description. The characters were presented only once either in the DIFFERENT or in the SAME conditions. For the 24 trials, the correctness of the association between the audio track and the following character in each distinctiveness condition was pseudo-randomized. The presentation order of these associations was randomized for each participant. For half of the trials, the associations were correct and required a SAME response, while for the other half, the associations were incorrect and required a DIFFERENT response. Accuracy and response times for each trial were collected. After the test phase, there was a 5-minute break before starting the second session. The participants discussed their academic background with the experimenter during this break to prevent them from thinking about the experiment.

Session two

The second session was strictly identical to the first, except that the participants saw the videos that they had not seen in the first session and performed the induction that they had not already been subjected to (ESI or Control). The material used was counterbalanced across sessions and inductions, and the order of inductions was counterbalanced across the participants and the sessions.

Practice session

The first session was preceded by a practice session which consisted of a practice study phase of 8 practice trials (with the dedicated material), immediately followed by a practice test phase. There was no interval between the two practice phases as no induction was performed, unlike in sessions one and two. For the practice “study phase”, the first 4 practice trials consisted in successively presenting the videos of the 4 characters from the LOW DISTINCTIVENESS practice block together with the corresponding audio tracks, while the next 4 practice trials consisted in presenting the videos of the 4 characters from the HIGH DISTINCTIVENESS practice block. The instructions and the trial procedure for the practice study and test phase were identical to those of the study and test phase of the experiment. Feedback (green circle or red cross) indicating the participant’s performance was only given for the practice test phase and provided information as to whether the response was correct or not.

7.4 Results

Data were analyzed using RStudio version 1.2 (R Foundation for Statistical Computing). The mean response times for correct responses (RT) and the mean rates of correct responses (CR) were computed across participants for each experimental condition. RT exceeding 2,500 ms and 2.5 standard deviations above each participant’s mean in each condition and RT less than 300 ms and 2.5 standard deviations below each participant’s mean per condition were considered as outliers and removed from the analyses (less than 5%, see Vallet et al., 2010 for a similar procedure). Because the expected results focus on the participants’ ability to correctly reject incorrect character-action associations (i.e. “DIFFERENT” responses), separate analyses were conducted for each response type, one for SAME responses and one for DIFFERENT

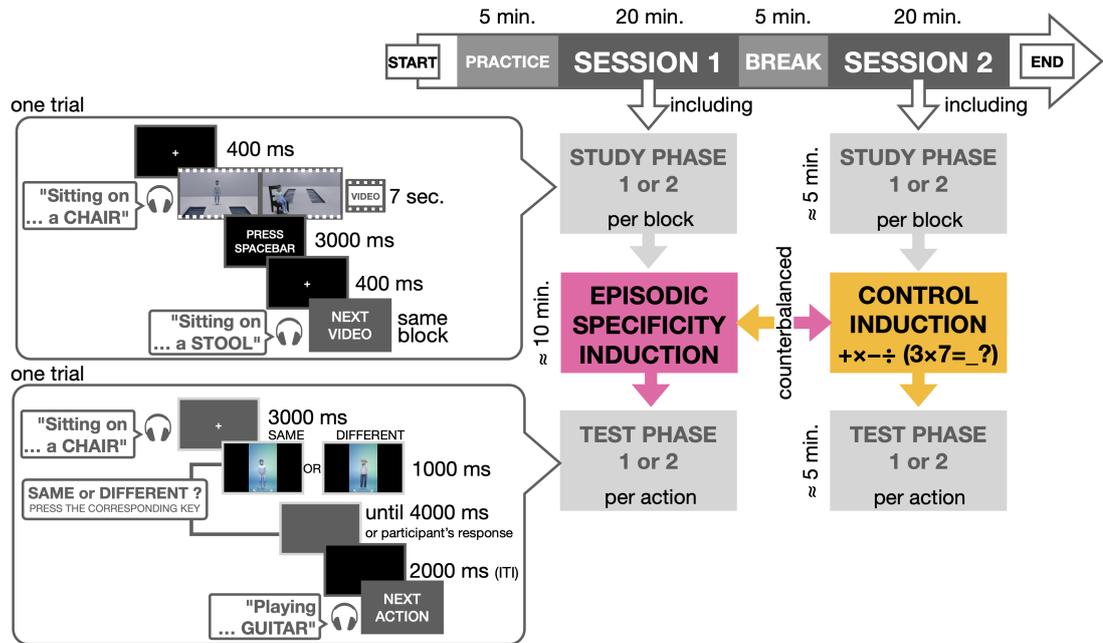


FIGURE 7.2 – Schematic procedure of the experiment.

responses. For each response type, two ANOVAs were performed, one on CR and the other on RT. Each analysis was performed with “Induction” (ESI vs. Control) and “Distinctiveness” (LOW DISTINCTIVENESS vs. HIGH DISTINCTIVENESS) as within-subject factors. Post-hoc tests were performed using Tukey’s method. The threshold of statistical significance for all analyses was set to $p < .05$. Table 1 displays the descriptive statistics.

Table 1. Descriptive statistics (mean with standard deviation in parentheses) for each response type (same vs. different) on the recognition task as a function of induction (ISE vs. control) and distinctiveness (high vs. low).

RESPONSES	DISTINCTIVENESS	INDUCTION	CR	RT
			M (SD)	M (SD)
DIFFERENT	HIGH	CONTROL	0.71 (0.21)	935 (240)
		ESI	0.66 (0.24)	1032 (291)
	LOW	CONTROL	0.40 (0.21)	1091 (342)
		ESI	0.47 (0.19)	1136 (450)
SAME	HIGH	CONTROL	0.59 (0.23)	944 (353)
		ESI	0.56 (0.23)	958 (294)
	LOW	CONTROL	0.68 (0.20)	1007 (326)
		ESI	0.68 (0.21)	1074 (349)

Note. SD : standard deviation ; ESI : Episodic Specificity Induction.

Correct responses. For the SAME responses, the analysis only revealed a significant main effect of Distinctiveness ($F(1, 37) = 8.51, p < .01, \eta^2g = .05$), with lower CR in the HIGH DISTINCTIVENESS condition than in the LOW DISTINCTIVENESS condition. The main effect of Induction and the interaction between these two factors were not significant ($F < 1$).

For DIFFERENT responses, there was no main effect of Induction ($F < 1$) but a significant main effect of Distinctiveness ($F(1, 37) = 48.96, p < .0001, \eta^2g = .264$) with a large effect size, with higher CR being observed in the HIGH DISTINCTIVENESS condition than in the LOW DISTINCTIVENESS condition. The analysis also revealed a significant interaction between Induction and Distinctiveness ($F(1, 37) = 6.35, p < .02, \eta^2g = .022$). Post-hoc comparisons showed higher CR after the ESI than after the Control Induction in the LOW DISTINCTIVENESS condition ($t(73.1) = 2.08, p < .05, d = .40$), but not in the HIGH DISTINCTIVENESS condition ($t(73.1) = -1.27, p = .20, d = .22$). It is noteworthy that the upper confidence level was below 0.50 (0.46) and the lower confidence level was 0.32 after the Control Induction in the LOW DISTINCTIVENESS condition (Figure 3), indicating that responses were below chance.

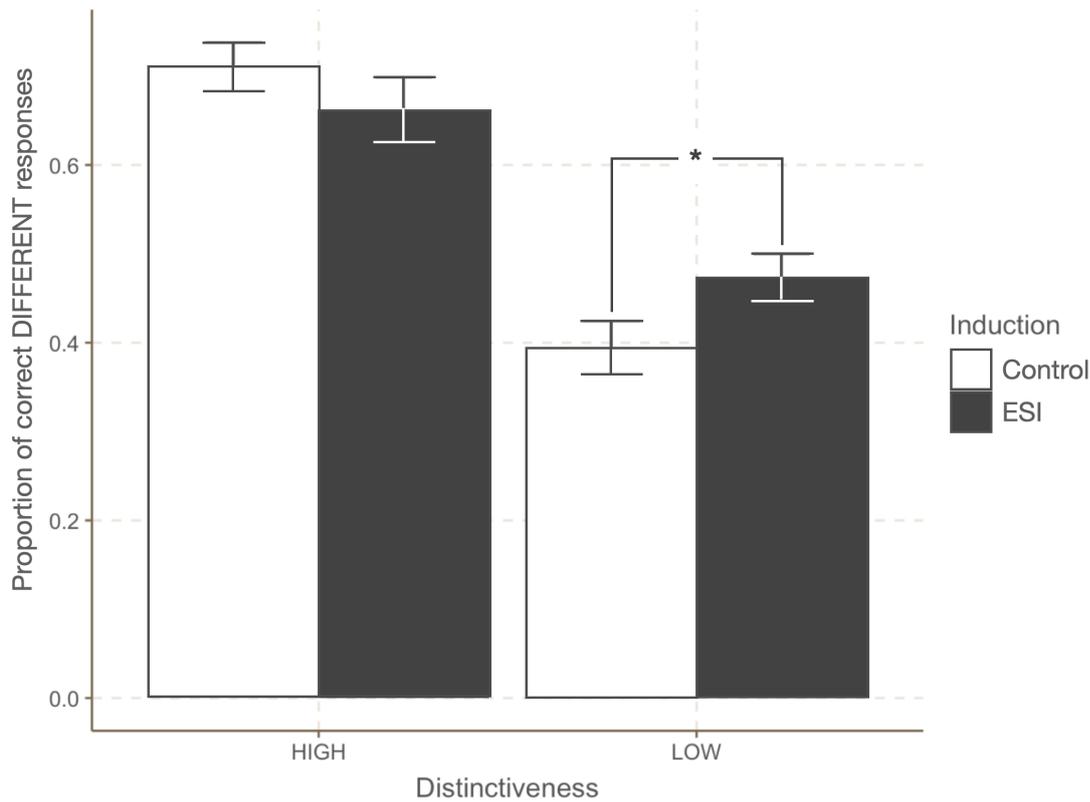


FIGURE 7.3 – Comparison of correct response rates for the different Induction types (Control vs. ESI) in each Distinctiveness condition (HIGH vs. LOW) for DIFFERENT responses (correctly rejecting an incorrect audio-character association). Gray bars represent standard errors corrected for the within-participant design.

Response times. For the SAME responses, the analysis only revealed a significant main effect of Distinctiveness ($F(1, 37) = 6.48, p < .02, \eta^2g = .02$), indicating that RT were faster in the HIGH DISTINCTIVENESS condition than in the LOW DISTINCTIVENESS condition. The main effect of Induction ($F(1, 37) = 1.94, p > .05, \eta^2g = .006$) and the interaction ($F < 1$) were not significant.

For the DIFFERENT responses, the analysis only revealed a significant main effect of Distinctiveness ($F(1, 33) = 7.92, p < .01, \eta^2g = .03$), indicating that RT were faster in the HIGH DISTINCTIVENESS condition than in the LOW DISTINCTIVENESS condition. The main effect of Induction ($F(1, 33) = 1.53, p > .05, \eta^2g = .006$) and the interaction ($F < 1$) were not significant.

7.5 Discussion

The aim of the study was to determine situations in which the ESI, which is thought to facilitate the simulation of trace-specific details (see Purkart, Versace, et al., 2019) and increase trace distinctiveness, might be effective in reducing memory errors. We predicted that the probability of memory errors would be a function of trace distinctiveness. Specifically, in the DIFFERENT responses condition, responses should be lower and slower when the distinctiveness between traces is low than when the distinctiveness is high. Therefore, we expected to find that the beneficial effect of the ESI would only occur when distinctiveness was low in the DIFFERENT response condition, because this condition makes it necessary to simulate the specific details that distinguish the simulated character from the test character, unlike the SAME response condition in which a simple matching procedure is required. Thus, neither the ESI nor trace distinctiveness should play a role with regard to the SAME responses condition.

As predicted, the participants responded more accurately and quickly in the high dis-

tinctiveness condition than in the low distinctiveness condition when the test character was different from the simulated character (for the DIFFERENT responses). When the characters were very distinct (HIGH DISTINCTIVENESS condition), hearing the action sentence triggered the simulation of the specific details of the character who performed the action in question. Therefore, since a large number of details differed between the simulated character and the test character in this condition, the participants were more likely to correctly judge the test character as not being the character who performed the action in question (and to do so more quickly). On the other hand, when the characters were very similar (LOW DISTINCTIVENESS condition), hearing the action sentence triggered the simulation of the details shared between the characters at the expense of the specific details of the character who performed the action in question. Therefore, since only a few details differed between the simulated character and the test character in this condition, the participants were more likely to incorrectly judge the test character as being the character who performed the action in question. Thus, the participants failed to identify the details of the test character that differed from those of the character who actually performed the action. As a result, the inability to identify these details made verification of the properties more time-consuming and slower in this distinctiveness condition. The participants therefore responded less accurately and quickly in the LOW than in the HIGH DISTINCTIVENESS condition.

Crucially, in the low distinctiveness condition, the participants responded more accurately after the ESI than after the control induction in the DIFFERENT response condition. The simulation of the specific details of a given character appears to be facilitated by the ESI (see Purkart, Versace, et al., 2019). This effect is thought, in turn, to increase the distinctiveness of the trace of the character performing the action, thereby increasing the participants' ability to reject the proposed incorrect character. This result is noteworthy since it shows a reduction in memory errors in a condition in which these errors were highly probable, and thus points to improved memory efficiency. As such (and as expected), in the HIGH DISTINCTIVENESS condition, in which the characters' memory traces were already sufficiently distinct to make it possible to reject or recognize the simulated character on the basis of its specific details, the ESI did not prove to be beneficial.

Nevertheless, and contrary to our predictions, the participants responded more accurately in the low distinctiveness condition than in the high distinctiveness condition for the SAME responses (in contrast to the inverse result pattern observed in the DIFFERENT response condition). Similar patterns of results were reported by Ozubko & Joordens (2008) who found a higher proportion of correct recognitions (hits) and memory errors (false alarms) in a condition in which the perceptual distinctiveness between characters was at its lowest (minimal feature characters) compared to a condition in which perceptual distinctiveness between characters was at its highest (normal feature characters). Our result could be attributed to a "generalization" effect similar to that observed by Brunel, Goldstone, et al. (2013). In this study, the authors showed that the simulation of a specific property of a target item (e.g., its sound) during its recollection was impeded if the target item was learned along with other items that are perceptually very similar (in shape and color). This generalization effect was not observed when the other items were more perceptually different. In our study, although the characters in the LOW DISTINCTIVENESS condition were confronted with different objects (e.g., chair, stool, armchair, bench), they nevertheless performed the same action (e.g., sitting on) and shared many properties (e.g., skin color, age, gender, build). The common properties of the characters and the similarity of the action performed could have impeded the simulation of the distinctive details, thus indicating a generalization effect. As a result, access to distinctive details was still impeded and their verification was slower. However, contrary to the DIFFERENT responses condition, the response in the SAME responses condition was based on the similarities between the test and simulated characters. Since the participants found it more difficult and took longer to verify distinctive details because the simulation of common properties was reinforced by the generalization effect, the match between the test character and the simulated character was enhanced, but only on the basis of their common properties. Consequently, this generalization effect was beneficial in this response condition because it facilitated the simulation of common details and the judgment of similarity between the simulated character and the test character. This would explain why, in the SAME response condition, the participants responded more accurately, but still slowly, in the LOW than in the HIGH DISTINCTIVENESS condition. However, and consistent with our hypotheses, the ESI had no significant effect in the SAME response condition because facilitating the simulation of specific details is unlikely to be beneficial

in a condition in which the response is based on a matching principle.

One potential caveat could be that the participants might have answered randomly for the DIFFERENT responses in the LOW DISTINCTIVENESS condition. Nonetheless, such a hypothesis is not compatible with the rest of data showing that the participants did not respond at chance level with either higher or lower response rates. The data, instead, seem to be consistent with a generalization effect. While this generalization effect was beneficial in the SAME response condition (in which a simple matching procedure was required), it was detrimental in the DIFFERENT response condition (in which the response was based on the differences between the test character and the simulated character). Indeed, this detrimental generalization effect is suggested by the fact that the responses were below chance after the control induction in the DIFFERENT responses condition in the LOW DISTINCTIVENESS condition, thus indicating that the participants were more likely to incorrectly judge the test characters as being similar to, rather than different from, the characters they simulated, and therefore to make memory errors. However, this detrimental generalization effect would have been reduced by the ESI, which would have increased trace distinctiveness by facilitating the simulation of specific properties at the expense of common properties. It would therefore be interesting to adapt the paradigm used by Brunel, Goldstone, et al. (2013) by isolating a character, who would perform an action different from that performed by the other characters in a given block, and observing whether the ability to recognize the correct action for the isolated character is negatively impacted by a condition of low distinctiveness between characters compared to a condition of high distinctiveness. The generalization effect should lead to the simulation of the action performed by non-isolated characters at the expense of the action performed by isolated characters when they are perceptually similar, but not when they are different. If the ESI does promote trace distinctiveness and reduce the generalization effect, simulation of the action performed by the isolated character should be facilitated in the low distinctiveness condition. This interpretation suggests a kind of balance between trace distinctiveness and generalization which is consistent with the predictions of the Act-In model (Versace et al., 2009, 2014).

Act-In is a multiple trace model which states that all sensorimotor experiences are accumulated in the form of memory traces in our cognitive system. These traces reflect the brain states specific to each experience involving the different sensorimotor properties (or details). Knowledge would emerge from a continuum according to the number of traces involved in the simulation. For instance, the emergence of categorical knowledge (e.g., categorizing an animal as a dog) is possible by simulating (or activating) the sensorimotor components shared by all traces where the individual has been confronted with a dog (high inter-trace activation diffusion and intra-trace activation diffusion to shared components). The more components the traces share, the easier the diffusion of inter-trace activation would be. On the other hand, the emergence of specific knowledge (e.g., the memory of the day I adopted my dog) is possible through the simulation/activation of the components specific to the trace of the adoption event (low inter-trace activation diffusion and intra-trace activation diffusion to the trace-specific components). The more distinct the traces are, the easier the diffusion of intra-trace activation would be. Thus, according to Act-In, there is an activation balance between inter-trace and intra-trace diffusion, and inter-trace diffusion would be detrimental for intra-trace diffusion and vice versa. The generalization effect (observed in the LOW DISTINCTIVENESS condition in the present study) would emerge from an inter-trace diffusion facilitated by the similarity of the components between the traces, which limits intra-trace diffusion to the specific components. In this case, participants are not able to discriminate the test character from the simulated character on the basis of its specificities. Thus, according to Act-In, the ESI facilitates the simulation of the specific details of the simulated character by facilitating intra-trace diffusion, which reduces the diffusion of inter-trace activation and thus limits the detrimental generalization effect for DIFFERENT responses.

There is growing empirical support for the dynamic and constructive conception of memory (see Schacter & Addis, 2007b, 2007a; Surprenant & Neath, 2009; Versace et al., 2009, 2014). This vision of an emergent and dynamic memory that reconstructs our past experiences makes it possible to consider ways of improving not only the memorization of an event but, above all, the reconstruction of that event. The constructive nature of memory requires a focus on the fidelity and accuracy of reconstruction (see Koriat et al., 2000). This focus is all the more necessary in ecological situations such as eyewitness testimony. Can witnesses be considered to have a good memory of an aggressor if they can remember some characteristics of the aggressor but not those

that distinguish him from an innocent person who looks like him? An effective memory is one that produces few errors. As such, interventions should aim to facilitate accurate reconstruction and reduce memory errors in order to improve memory efficiency. To our knowledge, the present study is the first to show a beneficial effect of the ESI on memory errors in a recognition task. We suggest that the beneficial effect of the ESI in a recognition task can only be observed by taking trace distinctiveness into account, in particular when the traces do not already benefit from high distinctiveness. Although the ESI appears to be an intervention that can improve memory efficiency, the mechanisms underlying it still have to be precisely determined. The data from the present study suggest that the ESI targets the sensorimotor simulation mechanism by facilitating the simulation/activation of trace-specific details (intra-trace diffusion). The activation of these specific details would increase trace distinctiveness and reduce the observed generalization effect (i.e., reduced inter-trace activation diffusion). Thus, the results suggest that it is possible to reduce memory errors through interventions such as the ESI. This makes it possible to consider psycho-legal and clinical applications in populations where memory accuracy is impacted, such as the elderly (Greene & Naveh-Benjamin, 2020; Korkki et al., 2020).

Ethics statement

This study was carried out in accordance with the recommendations of the French Law (Loi Jardé n° 2012-300) with written informed consent being obtained from all the subjects in accordance with the Declaration of Helsinki. An ethics approval was issued for the current study by the ethics committee of Clermont Auvergne University (IRB00011540-2019-43).

Author contributions

RP and JM participated in all the aspects of the study (design of the experiments, conduct of the experiments, analysis and interpretation of the data, and redaction of the manuscript). RV and GV participated in the design of the experiments, interpretation of the data, and redaction of the manuscript.

Declaration of conflicting interests

The Author(s) declare(s) that there is no conflict of interest.

Funding

This research received no specific grant from any funding agency in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Transition 3

La précédente étude avait pour objectif d'appliquer le paradigme d'ISE à l'étude des erreurs de mémoire et des conditions de leur survenue. Les erreurs de mémoire s'observent par exemple lorsqu'un individu confond les détails d'une expérience vécue avec ceux d'une autre dans une tâche de rappel ou de reconnaissance. D'après le modèle Act-In, les erreurs de mémoire devraient être d'autant plus nombreuses que la distinctivité des traces mnésiques des expériences à discriminer est faible. Ainsi, plus les traces mnésiques partageraient des composants sensorimoteurs, et plus la probabilité de confondre les détails entre les expériences serait importante. Par exemple, lorsque plusieurs braqueurs se ressemblent fortement (condition de faible distinctivité), la probabilité de se tromper au moment de rappeler l'apparence de celui qui portait une arme serait plus importante que lorsque les braqueurs se distinguent fortement (condition de forte distinctivité). Ces erreurs de mémoire reflètent le caractère faillible de la mémoire et une certaine inefficacité mnésique dans une situation donnée. Comme nous avons pu le voir, elles peuvent avoir de lourdes conséquences, et les exemples les plus édifiants se trouvent du côté des témoignages oculaires et du cadre psycho-légal. Une amélioration de l'efficacité mnésique devrait donc s'accompagner d'une réduction de la survenue d'erreurs de mémoire.

Nous savons que la distinctivité des traces est un facteur qui facilite l'émergence des connaissances (voir Chapitre 3, Section 3.4 "Facteurs facilitateurs de la récréation"). Cette distinctivité peut être augmentée lors de la formation des traces pas l'action ou encore l'émotion. Seulement, il n'est pas toujours évident d'augmenter la distinctivité de la trace de l'évènement que nous sommes en train de vivre pendant que nous sommes en train de le vivre, par l'action ou l'émotion. Lors d'un braquage par exemple, il est probable que nous soyons plus immédiatement concernés par notre survie que par la mise en place de stratégies centrées sur l'action pour un meilleur rappel ultérieur de cette désagréable expérience. Plus une trace possède de composants spécifiques non-partagés par d'autres traces, plus cette trace sera intrinsèquement distincte des autres et pourra spécifiquement émerger. De même, plus il y aura de composants spécifiques à cette trace qui seront activés, plus cette trace se distinguera des autres (à l'émergence) et pourra spécifiquement émerger. Lorsque des traces sont peu distinctes entre-elles, il est crucial d'activer un maximum de composants spécifiques qui permettent des les discriminer.

Ainsi, faciliter la simulation des composants spécifiques d'une expérience augmenterait la distinctivité de la trace de l'expérience et devrait être bénéfique sur la proportion d'erreurs de mémoire commises dans une condition de faible distinctivité entre les traces, mais ne devrait pas avoir d'effet sur la proportion d'erreurs de mémoire commises dans une condition de forte distinctivité entre les traces, compte tenu que les traces sont déjà suffisamment intrinsèquement distinctes. Les résultats rapportés par Purkart, Versace, et al. (2019) suggèrent que l'ISE ciblerait la simulation sensorimotrice et faciliterait la simulation des composants spécifiques à une trace en induisant une dynamique de simulation spécifique. Ainsi, nous avons formulé l'hypothèse que l'ISE devait être bénéfique pour l'émergence d'une trace spécifique lorsque cette trace est très similaire à d'autres, en augmentant sa distinctivité à l'émergence. En revanche, si les traces étaient déjà suffisamment distinctes les unes par rapport aux autres, le bénéfice offert par l'ISE devait être négligeable. Cette augmentation de la distinctivité des traces par l'ISE lorsqu'elles étaient faiblement distinctes devait surtout s'observer au niveau de la proportion d'erreur de mémoire commises. Les résultats rapportés dans la précédente étude montre en effet que par rapport à une induction contrôle, l'ISE a réduit la proportion d'erreurs de mémoire lorsque la distinctivité des traces était faible (plus de réponses correct DIFFERENT dans la condition LOW DISTINCTIVENESS), mais n'a pas eu d'effet significatif lorsque la distinctivité des traces était forte (condition HIGH DISTINCTIVENESS).

D'après le principe d'adéquation de la dynamique de simulation, le système se remettrait

plus facilement dans un état proche de celui dans lequel il a préalablement et récemment été. Ainsi, induire au préalable (par l'ISE) une dynamique de simulation spécifique aurait donc permis au système mnésique d'adopter plus facilement une dynamique similaire dans la tâche de reconnaissance subséquente, ce qui aurait facilité la simulation des composants spécifiques des traces et augmenté leur distinctivité. Par conséquent, une proportion moins importante d'erreurs aurait été commises, gage d'une amélioration de l'efficacité mnésique. Il semblerait donc que la concordance de dynamique de simulation entre tâche d'ISE et tâche de reconnaissance ait positivement influencé l'efficacité mnésique dans la tâche de reconnaissance, ce qui serait conforme au principe d'adéquation de la dynamique de simulation. D'après ce même principe, induire au préalable une dynamique de simulation non-spécifique devrait négativement influencer l'efficacité mnésique dans une tâche de reconnaissance subséquente, mais positivement l'influencer dans une tâche de catégorisation par exemple, impliquant une dynamique de simulation non-spécifique et similaire.

Afin de vérifier plus avant la validité du principe d'adéquation de la dynamique de simulation, un moyen serait de manipuler le degré de concordance entre les dynamiques de simulation du système dans deux tâches successives. Dans une première expérience (**Expérience 1a**) Nous avons donc conçu deux types d'induction. La première était une **induction spécifique** qui a été conçue pour engendrer des effet similaire à l'ISE et induire une dynamique de simulation spécifique. La seconde était une **induction catégorielle** (ou non-spécifique) qui a été conçue pour induire une dynamique de simulation non-spécifique. Concernant le groupe dans la condition **induction spécifique**, les participants voyaient une liste de noms d'objets faisant très probablement partie de leur propre cuisine. Pour une partie de ces objets (e.g., évier, plaque de cuisson, réfrigérateur, placard à vaisselle...), les participants devaient former une image mentale la plus claire possible de chacun de ces objets (et en l'occurrence, ceux qu'eux même possédaient) puis les décrire de la manière la plus détaillée possible en omettant le moins de détails possible, avant de décrire de la manière la plus détaillée possible leurs emplacements au sein de leur propre cuisine et les uns par rapport aux autres. Ensuite, pour une autre partie des objets, les participants devaient s'imaginer les utiliser durant la préparation d'un repas en imaginant et décrivant de la manière la plus détaillée possible la moindre perception engendrée par la préparation du plat et l'utilisation des objets, et finalement la dégustation du plat. Concernant le groupe dans la condition **induction catégorielle**, les participants voyaient la même liste de noms d'objets mais devaient pour chacun des objets de la liste, produire verbalement le plus d'objets ou de concepts sémantiquement associés à l'objet cible qui leur viennent spontanément à l'esprit, et ce le plus rapidement possible dans un laps de temps donné.

Les inductions étaient administrées entre une phase d'apprentissage implicite et une tâche de reconnaissance liée à cette phase d'apprentissage, et censée susciter une dynamique de simulation spécifique. Dans chacun des 8 épisodes de la phase d'apprentissage implicite, les participants voyaient un fond d'écran représentant une scène ou un contexte particulier pendant 2 secondes (un gymnase, un couloir d'hôpital, un champ agricole, etc.) puis voyaient 6 images d'objets sémantiquement associés entre eux et au contexte en superposition du fond d'écran, et ce pendant 10 secondes avant qu'un écran noir n'apparaisse. Sur cet écran noir, 6 cases à cocher numérotées de 1 à 6 étaient affichées. Les participants devaient indiquer combien des 6 objets présentés précédemment était de taille suffisante pour rentrer seul dans une boîte à chaussure, en cochant la case appropriée. Dans la tâche de reconnaissance, des images d'objets étaient présentées une à une, et les participants devaient dire pour chaque image si elle avait été vue lors de la phase d'apprentissage. Un tiers des images présentées dans la tâche de reconnaissance étaient des images anciennes (**images CIBLE**). Un tiers étaient des images nouvelles (**images PER**), chacune représentant un objet perceptuellement similaire et sémantiquement associé à l'objet représenté par l'image ancienne, qui dans ce cas n'était pas présentée à la reconnaissance (e.g., si l'image ancienne était un ballon de basket, l'image perceptuellement reliée était un autre exemplaire de ballon de basket). Enfin, un tiers étaient des images nouvelles (**images SEM**), chacune représentant un objet uniquement sémantiquement associé à l'objet représenté par l'image ancienne, qui dans ce cas n'était pas non plus présentée à la reconnaissance (e.g., si l'image ancienne était un ballon de basket, l'image sémantiquement reliée était un panier de basket). L'utilisation d'une tâche de reconnaissance au lieu des traditionnelles tâches d'Interview Autobiographique utilisées dans la littérature sur l'ISE a été justifiée par la volonté de mesurer de manière objective les temps de réponse et les taux de réponses correctes, ainsi que de manipuler le lien perceptif et sémantique des images nouvelles (dites distractrices).

Dans une condition de concordance des dynamiques de simulation entre la tâche d'induction et la tâche de reconnaissance (i.e., après l'induction spécifique), les performances devaient

être meilleures que dans une condition de non-concordance des dynamiques de simulation (i.e., après l'induction catégorielle). Les performances pour les distracteurs perceptuellement et sémantiquement reliés devaient être spécifiquement influencées par le type d'induction utilisé (catégorielle ou spécifique). Pour rejeter correctement les distracteurs perceptuellement reliés, qui partagent de nombreuses propriétés avec les objets cibles associés (par exemple, deux ballons de basket), une diffusion spécifique de l'activation intra-trace est nécessaire afin de simuler les propriétés spécifiques des objets cibles sur lesquelles baser la discrimination. En l'absence d'une propagation intra-trace suffisante, le seuil de jugement risque d'être dépassé et le distracteur perceptif risque d'être reconnu à tort comme un objet cible (e.g., Slotnick & Schacter, 2004). L'induction spécifique devait être bénéfique pour rejeter correctement les distracteurs perceptif et ainsi conduire à de meilleures performances que l'induction catégorielle. Le temps de réponse pour rejeter correctement un distracteur perceptif pouvait être plus long qu'après l'induction catégorielle si l'induction spécifique conduit à simuler davantage de propriétés de l'objet cible (pour des preuves connexes, voir Solomon & Barsalou, 2004). À l'inverse, pour rejeter correctement des distracteurs sémantiquement reliés, qui font partie de la même catégorie sémantique que les cibles et qui sont fortement associés sémantiquement (par exemple, un ballon de basket et un panier de basket), une diffusion limitée de l'activation inter-traces est nécessaire afin de limiter la simulation d'autres objets de la catégorie, associés sémantiquement. Ces objets auraient notamment été perçus ou simulés lors de l'encodage de la scène (par exemple, le gymnase), ce qui augmenterait la probabilité de les simuler à la vue du distracteur sémantique lors de la reconnaissance. Si la diffusion de l'activation inter-traces n'est pas limitée, il est probable que le seuil de jugement soit dépassé et que le distracteur sémantique soit reconnu comme un objet cible encodé avec les autres. L'induction catégorielle devait alors être néfaste pour rejeter correctement les distracteurs sémantiques et générer de moins bonnes performances que l'induction spécifique (qui est censée induire une dynamique de simulation qui limite la diffusion de l'activation inter-traces).

Chapitre 8

Étude 4 (Mis/Match)

“It’s a match !” : First steps towards a matching principle of the sensorimotor simulation dynamic in memory

Rudy Purkart¹, Rémy Versace¹ and Guillaume T. Vallet²

¹ EA 3082, Laboratoire d’Étude des Mécanismes Cognitifs, Université Lumière Lyon 2, Lyon, France

² CNRS UMR 6024, Laboratoire de Psychologie Sociale et Cognitive, Université Clermont Auvergne, Clermont-Ferrand, France

Soumis dans *The Quarterly Journal of Experimental Psychology* le 02 Octobre 2020.

8.1 Abstract

From an embodied cognition perspective, knowledge can be distributed along a continuum of specificity ranging from the least specific (e.g., general knowledge about an object category) to the most specific (e.g., memory of a unique event) depending on the number of sensorimotor experiences involved in the emergence of knowledge. The key mechanism underlying the emergence of knowledge is sensorimotor simulation, the dynamic of which varies depending on the ongoing task. It should be possible to facilitate the emergence of knowledge by inducing a simulation dynamic which matches the dynamic required by the task. Conversely, inducing a different dynamic should be detrimental for performance. According to this hypothesis, memory performance should be influenced differently depending on the match between the simulation dynamics induced in two successive tasks. In two experiments, participants first memorized pictures of objects and then performed a Specific Induction task (simulating the properties of a specific object) or a non-specific Categorical Induction task (simulating the semantic associates of a given object). These inductions were expected to induce two opposite simulation dynamics in terms of the specificity of the simulated knowledge. The participants then performed matching or mismatching tasks involving either a specific or non-specific simulation (Experiment 1 : recognition ; Experiment 2 : forced choice recognition, spatial recall and categorization tasks). The matching tasks were intended to involve the same simulation dynamic as the induction task, whereas the mismatching tasks were not. The results showed that a Categorical Induction produced poorer and slower responses in the spatial recall task (mismatching task), but faster responses in the categorization task (matching task). The results also show that a Specific Induction produced slower responses in the recognition and forced choice tasks, but only for the correct rejection of distractors that were perceptually similar to the target items, with there being no impact on response accuracy. The lack of result for the Specific Induction condition is discussed in the light of the literature on the Episodic Specificity Induction. These results are a first steps towards the validation of a matching principle for the sensorimotor simulation dynamic.

Keywords : *memory, sensorimotor simulation, induction, matching, dynamic*

8.2 Introduction

The ability to form general representations is crucial in our everyday lives. Imagine that you are in the middle of a hike when you encounter an animal. All the times you have been confronted with a similar animal have contributed to you forming a general representation of this category of animal. Knowledge about its typical appearance and the danger it poses will help you to recognize it as a snake and adapt your behavior appropriately by taking a cautious approach. However, the ability to keep specific experiences in mind is equally important. If you encountered a snake's nest on your last hike, remembering its exact location will help you to avoid it. According to the embodied approach to cognition, these two forms of knowledge emerge from the re-creation of our sensorimotor experiences. This re-creation relies on the dynamic of *sensorimotor simulation*. To produce efficient and appropriate behavior, the dynamic of this mechanism must be adapted to the knowledge that is required in any given task. Therefore, inducing a given sensorimotor simulation dynamic should either improve or reduce memory performances based on its (mis)match with the task requirements. The present study aims to investigate this matching effect on the basis of the Act-In model (Activation-Integration; Versace et al., 2014, 2009) which describes the dynamic of the sensorimotor simulation mechanism.

The embodied approach to cognition states that knowledge remains grounded in its sensorimotor features (see Barsalou, 2008, 2003), thereby giving them a central role in cognitive functioning. Based on this idea, the multiple-trace memory model Act-In (Activation-Integration; Versace et al., 2014, 2009) describes the dynamic of the sensorimotor simulation mechanism. It posits that when experiencing an event (e.g., a birthday party), all the sensorimotor components of the present situation (e.g., the appearance of the cake, the smell of candles, the birthday song, etc.) are coded by the corresponding groups of neurons in the visual, auditory, olfactory areas and so on. These activations are integrated to form a pattern which defines the memory trace of the experience through a *multimodal integration* mechanism.

Later, when an element of this pattern, or a similar one, is perceived (e.g., a perceptually similar cake), this will reactivate all the similar visual components of the memory traces involving this type of cake. This propagation of activation is called *inter-trace activation* and makes it possible to categorize this cake as a 'strawberry cake', for instance. At the same time, and at the level of each of the traces involved, the activation spreads to the other integrated sensorimotor components that are not perceptually present (e.g., the birthday song) but are associated with the cake in our multiple birthday experiences. This *intra-trace activation* is thought to rely on the strength of the link between these components (i.e. binding).

The more specific the reactivated components are to a small number of traces (high diffusion of intra-trace activation to specific components and hence low diffusion of inter-trace activation), the more specific the emerging knowledge will be, corresponding, for instance, to the memory of our 30th birthday party. Conversely, the more common the reactivated components are to a large number of traces (diffusion of intra-trace activation to components shared by many traces and hence high diffusion of inter-trace activation), the more categorial the emerging knowledge will be, which could correspond, for instance, to the birthday song (see Appendix A for a schematic representation of Act-In). The reactivation of sensorimotor components that are not perceptually present is named *sensorimotor simulation*, which can generate mental images when it reaches consciousness, but remains mostly unconscious (Barsalou, 2009; Matheson & Barsalou, 2017). It is this reactivation/simulation that allows our memories to recreate our sensorimotor experiences, and more precisely to recreate the components common to many of them (e.g., in the case of categorial knowledge) or specific to only one of them (e.g., in the case of specific knowledge).

Thus, the re-creation of our sensorimotor experiences varies according to the dynamic of the sensorimotor simulation in the cognitive system, which itself varies as a function of the competitive diffusion of activation between and within memory traces (respectively, inter and intra-trace activation). This diffusion is directly impacted by the similarity between the memory traces, by the similarity between the present situation and these memory traces, by the strength of the link between the components of the traces, and by the needs of the ongoing task (Cherdiou et al., 2018; Versace et al., 2014). For the rest of the paper, a "specific" simulation dynamic will refer to a diffusion of intra-trace activation to many trace-specific sensorimotor components, and a "non-specific" simulation dynamic will refer to a diffusion of inter-trace activation to

sensorimotor components shared by many traces.

As stated, the specificity of the simulation dynamic is determined by the interaction and competition between inter and intra-trace activations in the system. According to the Act-In model, the brain “is a categorization system which develops by accumulating experiences and which, by default, produces categorial knowledge” (Versace et al., 2014, p. 286). This assumption implies an unequal competition between activations in favor inter-trace activation. Such a competition between intra and inter-trace activation can be illustrated on the basis of a study conducted by Brunel, Goldstone, et al. (2013). This study showed that when an item (e.g., a gray square shape) is learned with a sound (a white noise) along with other similar items of the same category learned without a sound (e.g., other gray square shapes varying slightly in brightness from one item to another), this item “loses” its auditory feature as it did not induce a cross-modal priming effect when used as a prime in a tone categorization task. Interestingly, when the stimulus is learned without a sound along with other similar stimuli of the same category learned with a sound, the stimulus “gains” an auditory feature, as illustrated by a cross-modal priming effect.

The “loss” or “gain” of the auditory feature appears to be due to the strong diffusion of the inter-trace activation. The strong visual similarity between the isolated stimulus and the other stimuli causes it to belong to the same category of typically noisy or noiseless squares. Therefore, inter-trace activation appears to have prevented intra-trace activation from diffusing to the auditory feature of the item and simulating the sound required to produce the priming effect. This strong inter-trace diffusion between similar items also explains why an item may “gain” an auditory feature by forcing the diffusion of the intra-trace activation.

Conversely, when the other items of the same category are very distinct from each other (e.g., strong variation in brightness), the test item “keeps” its auditory feature by generating a cross-modal priming effect. In this case, all the stimuli have a distinct characteristic (a specific color) that might turn each of them into unique exemplars of their own specific categories. Consequently, the diffusion of inter-trace activation would have been sufficiently weak to allow intra-trace activation to diffuse to the auditory features of the isolated noisy item. On the one hand, these results illustrate the interdependence of inter- and intra-trace activation and, on the other, they support the idea that intra-trace activation is more constrained by inter-trace activation than vice versa. In line with this idea, the cognitive system would be more inclined to adopt a non-specific simulation dynamic.

An embodied conception implies that the activity of the cognitive system is not static but instead dynamic and in perpetual evolution. The brain is constantly processing the current environment and simulating information in a dynamic that can be, for instance, specific or non-specific. This idea suggests that a given simulation dynamic (and the competition between inter- and intra-trace activation) could be primed by the last activity of the cognitive system, which could influence its next activity. For instance, a given task that requires participants to simulate many components specific to a trace could induce a specific simulation dynamic. This dynamic would be primed, and the simulation performed by the system in response to environmental cues would continue to be based on this dynamic. When another task is performed, the primed simulation dynamic would either match or not match the specific or non-specific simulation dynamic required by the new task. Given the competition between inter- and intra-trace activations, a matching dynamic should facilitate the emergence of knowledge and improve performance (matching effect), while a mismatching dynamic should be detrimental (mismatching effect). However, since intra-trace activation is more constrained by inter-trace activation than conversely, inducing a non-specific simulation dynamic in a task where a specific dynamic is required (a mismatch condition) should be more detrimental than doing the opposite. The idea developed in this section could suggest a *simulation dynamic matching principle* whereby the activity of the cognitive system (i.e., its simulation dynamic) in the new situation is directly and transiently influenced by its previous activity in ways which differ depending on whether or not the two forms of activity match.

This hypothesis is partly supported by the Episodic Specificity Induction (ESI; Madore, Gaesser, et al., 2014; for a short review, see Schacter & Madore, 2016). This induction consists of watching a first video before recalling it in detail using an interview procedure derived from the Cognitive Interview (Fisher & Geiselman, 1992; for a review, see Memon et al., 2010). This step is sufficient to increase the number of specific details (or internal details as they are referred to by Levine et al., 2002) reported in a subsequent autobiographical recall task that does not refer

to the content of the video, but not in a subsequent picture description task (Madore, Gaesser, et al., 2014). In other words, the induction appears to promote a specific simulation dynamic that is primed before the second task and is beneficial if this task involves a similar dynamic. It is noteworthy that the same phenomenon was observed when the ESI and/or the second task required the participants to imagine a future event (Madore et al., 2018), as remembering and imagining are both based on access to specific details of past events (see Schacter & Addis, 2007b, 2007a).

Recently, Purkart, Versace, et al. (2019) showed that the core mechanism involved in the ESI is sensorimotor simulation. In this study, the participants were asked to recall details of memorized videos in the main task, which immediately followed a control condition or an ESI. For half of the recalls in the main task, a dynamic visual noise (DVN; McConnell & Quinn, 2004) was played on the screen while, for the other half, a gray square was displayed as control. The DVN is a matrix of small black or white squares which randomly and dynamically switch from one color to another, thus creating a continuously changing pattern. This mask is thought to occupy the visual areas needed to simulate the visual components of the memory, and thus to disrupt it (see Sheldon et al., 2016). As expected, the participants recalled more event-specific sensorimotor details after the ESI than after the control induction (as found by Madore, Gaesser, et al., 2014; Madore et al., 2018), but only when the control stimulus was displayed.

Displaying the DVN thus negated the beneficial effects of the ESI on memory (Purkart, Versace, et al., 2019). These results suggest that the beneficial effects on memory induced in the main task by the ESI are related to a facilitation of sensorimotor simulation of trace-specific components. More interestingly, however, the ESI-related facilitation does not seem to be due to the pre-activation of the sensorimotor areas involved in the simulation of the trace-specific components invoked in the subsequent main task, given that the video to be recalled in the ESI and the videos to be recalled in the subsequent main task were different. However, the simulation dynamic induced by the ESI here matches the dynamic required in the subsequent task. The ESI-related benefits could therefore come from a simulation dynamic matching effect.

To provide robust arguments in support of the *simulation dynamic matching principle*, it would be necessary to observe an improvement or a deterioration of memory performance in a given task as a function of the match (or mismatch) between the simulation dynamics in the experimental task and a prior induction task. Such data would constitute the first steps towards the validation of a matching principle for the sensorimotor simulation dynamic. Validation of this principle could provide new insights into human memory and stimulate the development of new cognitive interventions to improve the memory performance of individuals.

Present study

In a first experiment, the impact of different types of inductions (inducing different simulation dynamics) on a “specific” task requiring the simulation of trace-specific components was compared. By comparing these types of inductions, it should be possible to observe the effects of matching/mismatching simulation dynamics between the induction and the task. A Categorical Induction (inducing a non-specific simulation dynamic) and a Specific Induction (inducing a specific simulation dynamic) were first compared, with the assumption being that a Categorical Induction should induce poorer performance in a specific task whereas a Specific Induction should induce better performance (Experiment 1a). A recognition task was used as the specific task instead of the conventionally used autobiographical tasks found in the ESI literature in order to measure both response times and objective correct response rates, and to manipulate the perceptual similarity and semantic link between distractors and target items. Performances on these distractors were expected to be specifically impacted by the type of induction used.

8.3 Experiment 1a

Specific vs. Categorical Induction

8.3.1 Materials and Method

As previously stated, performances on perceptually and semantically related distractors were expected to be specifically impacted by the type of induction used (Categorical vs. Specific). To correctly reject perceptually related distractors, which share many properties with the

associated target items (e.g., two basketballs), a specific diffusion of intra-trace activation is required in order to simulate the specific target item properties as a basis for discrimination. In the absence of sufficient intra-trace propagation, the judgment threshold is likely to be exceeded and the perceptual distractor is likely to be mistakenly recognized as a target item (e.g., Slotnick & Schacter, 2004). Specific Induction should be beneficial for the correct rejection of perceptual distractors and should therefore lead to better performances than Categorical Induction. Response times required for the correct rejection of perceptual distractors might be longer than after Categorical Induction if Specific induction causes more properties of the target item to be simulated (for related evidence, see Solomon & Barsalou, 2004). | Conversely, to correctly reject semantically related distractors, which are part of the same semantic category as the target items and which are strongly semantically associated with them (e.g., a basketball and a basketball hoop), a limited diffusion of the inter-trace activation is required in order to limit the simulation of other semantically associated exemplars of the category. These exemplars were perceived or simulated during the encoding of the scene (e.g., the gymnasium), thereby increasing the probability of them being simulated when the semantic distractor is seen in the recognition phase. If the diffusion of the inter-trace activation is not limited, the judgment threshold is likely to be exceeded and the semantic distractor to be mistakenly recognized as a target item. Categorical Induction should therefore be detrimental for the correct rejection of semantic distractors and should lead to poorer performance than Specific Induction (which is thought to induce a simulation dynamic which limits the diffusion of inter-trace activation). | Predictions about the correct recognition of target items as a function of the type of induction are not reliable since this condition places only reduced demands on intra-trace activation given that the item is perceived again, thus reducing the contrast between the two inductions. Moreover, to our knowledge, no study has as yet measured the impact of an induction on a recognition task.

8.3.1.1 Participants

Seventy-four young adults ($M^{age} = 21.71$ years, $SD^{age} = 1.92$, $range^{age} = 18-27$, 51 female) participated in the study and were recruited from advertisements at Lyon 2 University. All the participants had normal or corrected-to-normal vision and audition, and no history of neurological or psychiatric disorders. All the participants were French native speakers. This study was carried out in accordance with the requirements of the French Law (Loi Jardé no. 2012-300), with written informed consent being obtained from all the subjects in accordance with the Declaration of Helsinki.

8.3.1.2 Materials

Encoding and recognition tasks

Scenes – Nine color pictures (1920 × 1080 pixels) of 9 different scenes were selected from freely accessible photo databases : a hospital corridor, an aerial view of Las Vegas, a farmer’s field, a kindergarten corridor, a concert hall, a bathroom, a gymnasium, and a beach. These pictures contained no identifiable objects and were used as background pictures for the individual scenes.

Stimuli – A total of 270 color pictures of objects on a white background (400 × 400 pixels) were selected from freely accessible photo databases. Among these pictures, 10 pictures were selected for each of the 9 scenes in order to represent objects related to the scene and to constitute the *target items* set (e.g. for the hospital scene : test tubes, pills, a stethoscope, a white lab coat, etc.). For each target item, a picture of a different exemplar of the same object which differed very slightly at the perceptual level (e.g., different test tubes) was selected to constitute the *perceptually related items* set, and a picture of a semantically related object (e.g., a syringe) was selected to constitute the *semantically related items* set. A picture could be considered as semantically related if it was complementary to the target item (e.g., a hammer and a nail), could be used in the same situation, served the same purpose (e.g., a glass and a cup) or belonged to the same category (e.g., a pickup truck and a van). A pre-test was conducted by asking, for each of the 90 target items, 25 different participants 1) to choose which of the 9 scenes best corresponded to the target item, 2) to evaluate on a scale from 1 (not at all) to 10 (a lot) the association between the target item and the scene, and 3) to evaluate on a scale from 1 (not at all) to 10 (a lot) the semantic association between the target item and a second item selected as being semantically related to the target item. Following this pre-test, 6 of the 10 target items

for each scene (i.e., 54 in total), and their perceptually related and semantically related items, were selected as being most frequently and strongly related to the corresponding scene and most strongly related to the semantically related item. The total number of items used in the experiment was therefore 162.

Inductions

Specific Induction – Ten names of kitchen objects were used for this induction : “hob”, “refrigerator”, “sink”, “cupboard”, “saucepan”, “pasta”, “colander”, “sauce”, “plate”, “fork”. These objects were selected as being frequently encountered in the kitchen and useful for making a pasta dish. A panel of 5 people participated in the selection of these objects.

Categorical Induction – Sixteen names of kitchen objects were used for this induction : “garbage can”, “cutlery”, “dishcloth”, “sponge”, “glasses” and “apron”, as well as the ten used for the Specific Induction. These objects were selected as being frequently encountered in the kitchen. A panel of 5 people participated in the selection of these objects.

8.3.1.3 Procedure

The participants were seated in front of a computer. Before beginning the test, they were informed that they were taking part in a study about their perceptual abilities. The test was administered in three phases (Figure 1).

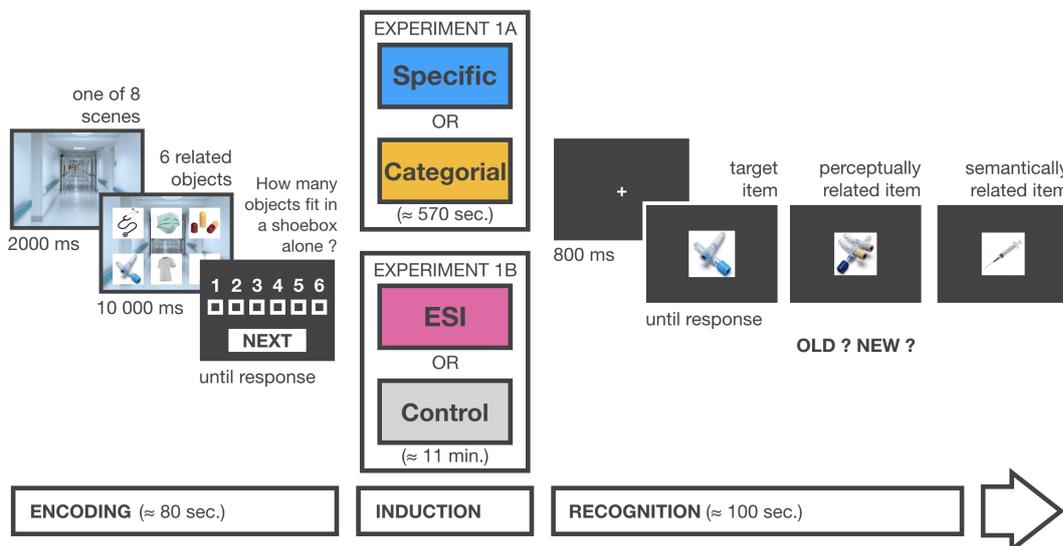


FIGURE 8.1 – Procedure used in Experiment 1a and 1b. Participants encoded pictures of semantically related objects prior to an induction (Specific or Categorical; ESI or Control) and were then asked to recognize target items among perceptually and/or semantically related items.

Incident Encoding phase – The participants started with a practice trial in which the Las Vegas scene was first displayed on the screen for 2 seconds, followed by the six target items of the corresponding set, which were displayed in 3 columns and 2 rows for 10 seconds. During this delay, the participants were asked to imagine whether each item would fit into a shoe box. After this delay, the scene and the objects disappeared, and the participants were asked to indicate the number of items that would individually fit in a shoe box by clicking on the corresponding number on the screen (displayed as six boxes numbered from 1 to 6 in a row). At the end of the practice trial, the experimenter ensured that the instructions had been properly understood before starting the encoding phase itself. In this phase, the remaining eight scenes and the corresponding target item sets were randomly presented using the same sequence as in the practice trial and with the participants receiving the same instructions.

Induction phase – After the encoding phase, half of the participants completed the Specific Induction, and the other half completed the Categorical Induction. The Specific Induction was divided into 3 phases which focused, respectively, on visual simulation, spatial simulation, and olfactory-auditory-gustatory-motor simulation (full instructions can be found in Appendix B).

In the first part of the Specific Induction, four object names (“hob”, “refrigerator”, “sink”, and “cupboard”) were displayed simultaneously on the screen and the participants were asked to form a vivid mental image of the appearance of each of these objects in their own kitchens before describing these objects orally in as much detail as possible. In the second part, the four object names remained displayed on the screen and the participants were asked to visualize and then describe orally the location of each of these objects in their own kitchens, together with their spatial relationships with each other and the rest of the kitchen. In the third part, six object names (“saucepan”, “pasta”, “colander”, “sauce”, “plate”, “fork”) were displayed simultaneously on the screen and the participants were asked to imagine and describe in detail the use they would make of these objects in the preparation of a pasta dish. The participants were instructed to visualize any action performed during the process, and to focus on the perceived sounds, smells and any other sensations that might be generated by the preparation of this dish. | For the Categorical Induction (full instructions can be found in Appendix C), the sixteen object names were displayed sequentially in the center of the screen. For each object name, the participants were asked to give as many names as possible that were semantically associated with the target displayed on the screen (i.e., belonging to the same semantic category). In order to balance the induction times, the duration of the categorial induction was based on the last participant who performed the Specific induction. More precisely, the time spent by the previous participant in the Specific induction condition was divided by 16. This amount of time was then used for each item of the categorial induction. This method ensured that the average induction time ($M = 578.45$ sec, $SD = 137.03$ sec) was equivalent in the two groups.

Recognition phase – The participants started with 6 practice trials (using the Las Vegas items) in order to make sure that they had understood the instructions before they performed the 48 trials. Each trial started with a fixation cross (800 ms) followed by a stimulus which was displayed in the center of the screen until the participant responded. The participants were asked to indicate as quickly and accurately as possible whether or not this stimulus had been viewed in the encoding phase by pressing the appropriate keys—a or p—on an AZERTY keyboard (the response keys were counter-balanced across the participants). Six pictures were used for each of the 8 scenes presented during the encoding phase (and for the 9th practice scene); 2 of these pictures were target items, 2 were perceptually related items and 2 were semantically related items. Consequently, only 2 target items for each scene were presented in the recognition task. Three different lists of stimuli were created to ensure that for each scene, one third of the participants saw, for example, target items 1 and 2 out of the 6 items, one third instead saw the items perceptually related to target items 1 and 2, and one third saw the items semantically related to target items 1 and 2. The presentation order of the stimuli in each list was randomized across participants and induction condition. Each stimulus was seen by the same number of participants.

8.3.2 Results

Data were analyzed using RStudio version 1.2 based on R version 3.6 (R Foundation for Statistical Computing). The mean response times (RT) for correct responses and the mean rates of correct responses (CR) were computed across participants and across items for each experimental condition. Response times exceeding 3,500 ms and 2.5 standard deviations above each participant or item mean in each condition and response times less than 300 ms and 2.5 standard deviations below each participant mean in each condition were considered as outliers and removed from the analyses (less than 6.7% of the data). Separate analyses of variance (ANOVA) were conducted, with both subjects (F_s) and items (F_i) as random factor. For each random factor, two ANOVAs were performed, one on CR and the other on RT. For the ANOVAs with subjects as random factor, analyses were performed with the “Induction” factor (Specific vs. Categorical) as between-subjects factor and the “Distractor type” factor (Perceptually-related vs. Semantically-related) as within-subjects factor. For the ANOVAs with item as random factor, analyses were performed with the “Induction” factor (Specific vs. Categorical) as within-items factor and the “Distractor type” factor (Perceptually-related vs. Semantically-related) as between-items factor. Because our assumptions were based on correct rejections of distractors according to their type and the type of prior induction, two additional analyses were performed (one on CR and the other on RT) for Target items for each random factor, with the “Induction” factor (Specific vs. Categorical) as between-subjects factor for the ANOVAs with subjects as random factor, and as within-items factor for the ANOVAs with item as random factor.

Post-hoc tests were performed using Tukey corrections for multiple comparisons. The threshold of statistical significance was set at $p < .05$ for the ANOVAs and post-hoc tests. Table 1 displays the descriptive statistics.

Correct responses.

The analysis only revealed lower CR in the Perceptually related distractor condition than in the Semantically related distractor condition ($F_s(1, 72) = 335.50, p < .0001, \eta^2g = .666$; $F_i(1, 94) = 115.65, p < .0001, \eta^2g = .515$), with a large effect size. Induction effect on Target items was not significant ($F_s < 1$; $F_i < 1$).

Response times.

The analysis revealed significant main effects of Distractor type ($F_s(1, 72) = 75.09, p < .0001, \eta^2g = .221$; $F_i(1, 93) = 64.22, p < .0001, \eta^2g = .281$) and Induction, although the induction effect was significant only in the by-item analysis ($F_i(1, 93) = 4.87, p < .05, \eta^2g = .022$; $F_s(1, 72) = 1.81, p = .18, \eta^2g = .018$). The analysis also revealed a significant interaction between Induction and Distractor type ($F_s(1,72) = 4.20, p < .05, \eta^2g = .016$; $F_i(1,93) = 6.33, p < .05, \eta^2g = .029$). Post-hoc analysis showed that RT after the Specific Induction were slower than after the Categorical Induction in the Perceptually related distractor condition ($t_s(119) = 2.222, p < .05$; $t_i(93) = 3.324, p < .01$) but not in the Semantically related distractor condition ($t_s(119) = 0.078, p = .93$; $t_i(93) = 0.219, p = .82$) (see Figure 2). The induction effect on Target items was not significant ($F_s(1, 72) = 2.28, p > .05, \eta^2g = .03$; $F_i(1, 47) = 1.93, p > .05, \eta^2g = .021$).

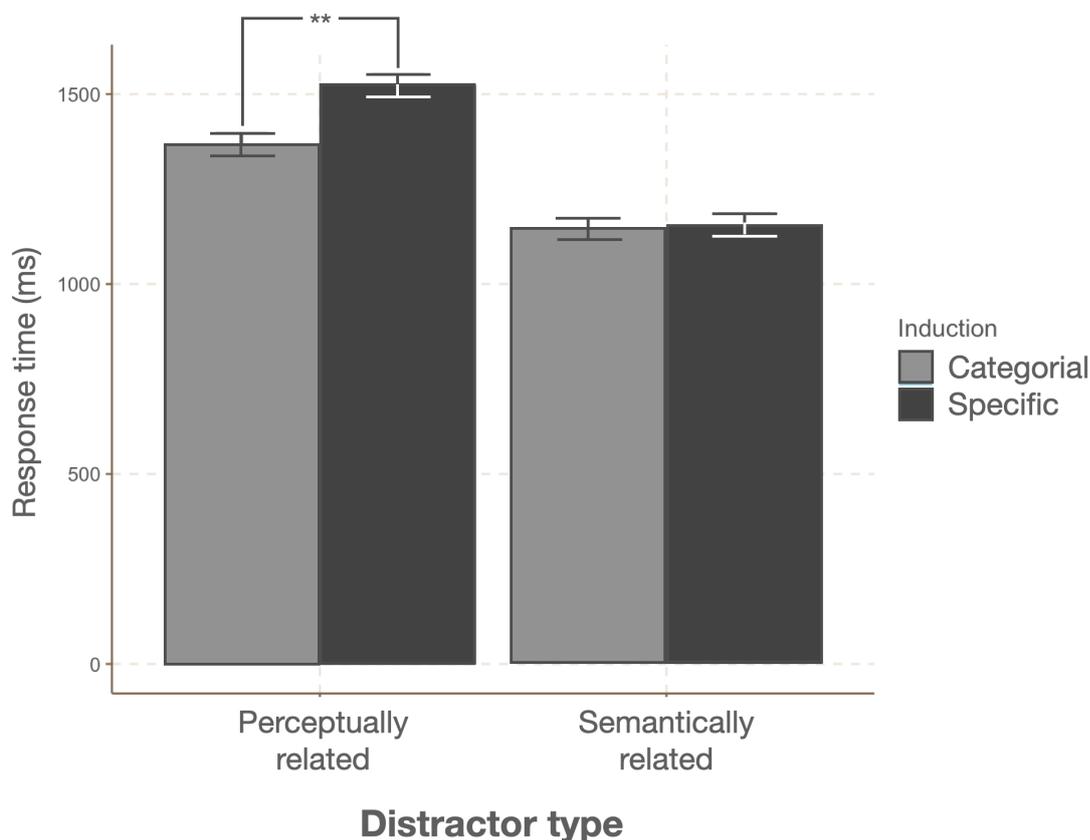


FIGURE 8.2 – Mean response times in milliseconds after each Induction type for each Distractor type during the recognition task. Vertical bars represent standard errors of the means. Significant results are denoted by asterisks ($p < .01^{**}$).

8.3.3 Discussion

As expected, the participants took longer to correctly reject perceptually-related distractors after Specific Induction than after Categorical Induction. However, and contrary to our expectations, they did not reject perceptually-related distractors at a higher level after Specific Induction

than after Categorical Induction and did not reject semantically-related distractors less well after Categorical Induction than after Specific Induction. No difference was found between inductions on the correct recognition of target items. However, before drawing any conclusion about the lack of interaction between distractor type and induction for CR, two caveats have to be stated. The first is that Specific Induction may not be equivalent to ESI and therefore might not generate the desired similar benefits or effects, which would be particularly critical for our hypotheses. The second is that, contrary to our expectations, Categorical Induction may have accelerated the correct rejection of perceptually-related distractors compared to Specific Induction. Although there is no theoretical basis for these two assumptions, the absence of a comparison with a control condition and with the ESI means that they remain valid. Alternatively, it seems very likely that Categorical induction might have acted as a baseline. In two separate experiments conducted by Madore et al. (2014), the ESI was compared to a control induction and to a control condition in order to verify that the control induction did indeed act as a baseline, with similar results being expected for the two experiments. In the same vein, the following Experiment 1b aims to test the aforementioned hypotheses by comparing the effects of ESI against a control condition in the same recognition task as used in Experiment 1a. As in Experiment 1a, we expected the participants to take longer to correctly reject perceptually-related distractors after ESI than after the Control condition.

8.4 Experiment 1b

ESI versus Control Induction

8.4.1 Materials and Method

8.4.1.1 Participants

Twenty-eight young adults ($Mage = 21.18$ years, $SDage = 2.71$, $rangeage = 18-28$, 17 female) participated in the study and were recruited from advertisements at Lyon 2 University. All the participants had normal or corrected-to-normal vision and audition, and no history of neurological or psychiatric disorders. All the participants were French native speakers. None of them had taken part in Experiment 1a. This study was carried out in accordance with the requirements of French Law (Loi JARDE no. 2012-300), with written informed consent being obtained from all the subjects in accordance with the Declaration of Helsinki.

8.4.1.2 Materials

Encoding and recognition tasks

In this Experiment 1b, the scenes and the stimuli used were identical to those used in Experiment 1a.

Inductions

Stimulus collection task – Each participant was asked to write on a sheet of paper the names of 5 familiar places, 5 familiar persons and 5 familiar objects, and to rate their familiarity on a scale from 1 (not familiar at all) to 9 (very familiar). The most familiar place, person and object were then retained for the ESI.

Episodic Specificity Induction (ESI) – The specificity induction used was a French version of the imagination specificity induction designed by Madore et al. (2018). It consists of a script which the experimenter uses to help the participant imagine an event involving the most familiar place, person and object selected in the stimulus collection task. Various methods are used to do this (Appendix D).

Control Induction – The control induction consisted of several short, simple math exercises such as “ $6 \times 7 = ?$ ”.

8.4.1.3 Procedure

Once again, the participants were seated in front of a computer. As in Experiment 1a, they were informed that they were taking part in a study about their perceptual abilities. The test was administered in three phases (Figure 1).

Incident Encoding phase – The encoding phase was identical to the one described in Experiment 1a.

Induction phase – After the encoding phase, half of the participants completed the ESI and the other half completed the control induction. In the first part of the ESI script (full instructions can be found in Madore et al. (2018)), the experimenter prompted the participants to close their eyes, visualize mentally and describe in as much detail as possible the selected familiar place (the objects present, their locations, their appearances, etc.). In the second part of the script, the experimenter again prompted the participants to close their eyes, but this time to visualize mentally and describe in detail both the selected familiar person and themselves (their appearance, clothes, hair etc.). Finally, in the third part of the script, the experimenter prompted the participants to close their eyes, visualize mentally and describe in detail the event which occurred in the selected familiar place, together with the actions performed during the event in interaction with the selected familiar object and person. In each part of the script, the experimenter asked the participants for more details on certain elements that seemed vague. In the control induction, the participants simply had to complete math exercises. Each induction lasted the same amount of time ($M = 696.85$ sec, $SD = 174.26$ sec).

Recognition phase – The recognition task was identical to the one described in Experiment 1a.

8.4.2 Results

The data analysis was identical to the analysis performed in Experiment 1a, except that the “Induction” factor conditions were ESI vs. Control. With RT filtering parameters identical to those used in Experiment 1a, less than 4.9% of the data was removed. Table 1 displays the descriptive statistics.

Table 1. Descriptive statistics for each item type in the recognition task as a function of induction.

EXPERIMENT	INDUCTION	TARGET ITEM	PER. ITEM	SEM. ITEM
EXPERIMENT 1A	Specific	0.82 (0.13)	0.55 (0.16)	0.94 (0.08)
	Categorical	0.84 (0.11)	0.56 (0.18)	0.93 (0.07)
EXPERIMENT 1B	ESI	0.80 (0.13)	0.50 (0.15)	0.96 (0.06)
	Control	0.84 (0.10)	0.50 (0.15)	0.95 (0.05)

Note. Numeric values are presented as mean CR per trial (with standard deviation in parentheses). PER.= Perceptually-related; SEM.= Semantically-related.

Correct responses.

As for Experiment 1a, the analysis only revealed lower CR in the Perceptually related distractor condition than in the Semantically related distractor condition ($F_s(1, 26) = 208.85$, $p < .0001$, $\eta^2g = .810$; $F_i(1, 94) = 136.27$, $p < .0001$, $\eta^2g = .517$) with a large effect size. The induction effect on Target items was not significant ($F_s < 1$; $F_i(1, 47) = 2.04$, $p > .05$, $\eta^2g = .019$).

Response times.

The analysis revealed significant main effects of Distractor type ($F_s(1.40, 36.58) = 53.43$, $p < .0001$, $\eta^2g = .496$; $F_i(2, 122) = 54.95$, $p < .0001$, $\eta^2g = .323$) and Induction, although the induction effect was significant only in the subject analysis ($F_s(1, 26) = 6.06$, $p < .05$, $\eta^2g = .118$; $F_i(1, 77) = 1.53$, $p = .22$, $\eta^2g = .009$). The analysis also revealed a significant interaction between Induction and Item type, but only in the subject analysis ($F_s(1, 26) = 4.48$, $p < .05$, $\eta^2g = .067$; $F_i < 1$). Post-hoc analysis showed that RT after ESI were slower than after the Control Induction in the Perceptually related distractor condition ($t_s(50.8) = 3.248$; $p < .01$), but not in the Semantically related distractor condition ($t_s(50.8) = 0.496$; $p = .62$) (see Figure 3). The induction effect on Target items was not significant ($F_s < 1$; $F_i < 1$).

8.4.3 Discussion

As expected, and in agreement with the results of Experiment 1a, the participants took longer to correctly reject perceptually-related distractors, but not semantically-related distractors, after

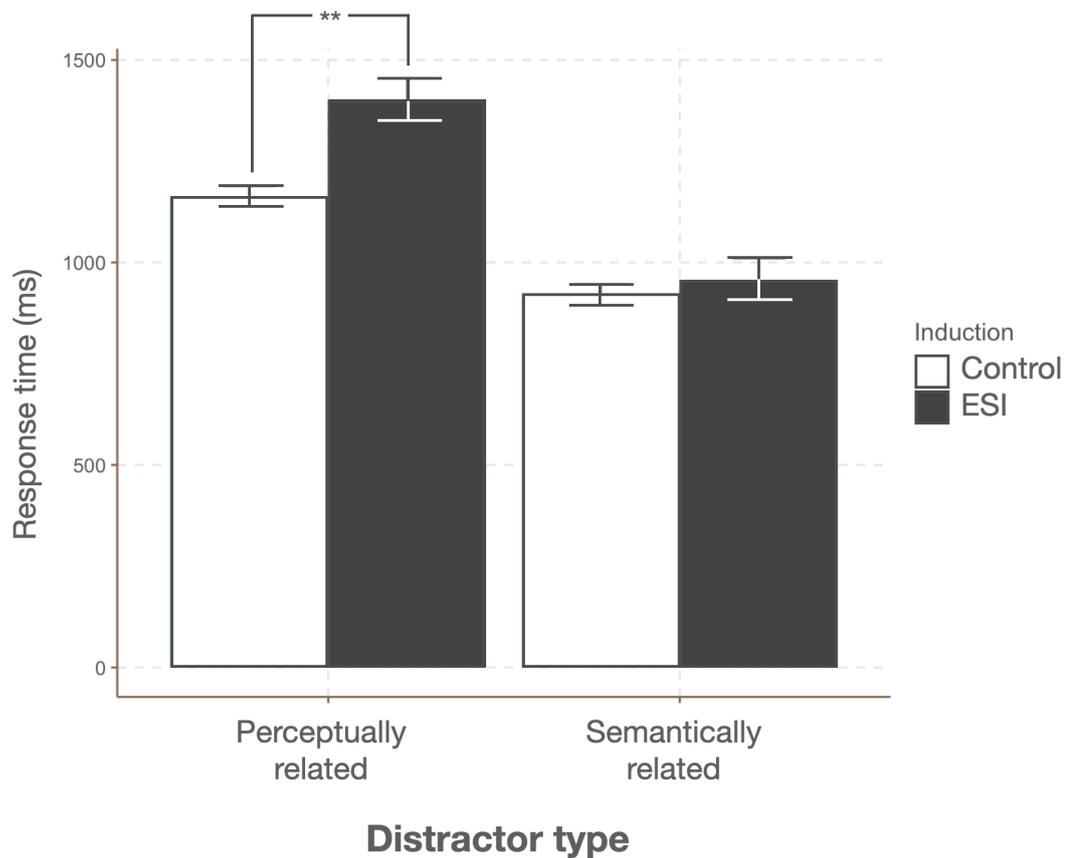


FIGURE 8.3 – Mean response times in milliseconds after each Induction and for each of the Distractor types during the recognition task. Vertical bars represent standard errors of the means. Significant results are denoted by two asterisks ($p < .01^{**}$).

the ESI than after the Control Induction. This did not affect their correct response rates and the induction effect was not significant on target items.

These results show that (in the same way as for ESI compared to the Control condition) the Specific Induction used in Experiment 1a did indeed induce slower correct rejections of perceptually-related distractors compared to Categorical Induction and not the reverse (i.e., faster correct rejections after Categorical Induction). Crucially, this argues in favor of an equivalence between the two specific simulation dynamic induction procedures (Specific Induction and ESI).

The slower correct rejection of perceptually-related distractors may reflect the simulation of a greater number of target item-specific properties, through facilitated intra-trace activation diffusion, after Specific Induction (and ESI) than after Categorical Induction and a Control condition. The construction of a richer simulation in this condition would have caused participants to take longer to verify the properties of the target items, especially when a perceptually-related distractor was displayed (see Solomon & Barsalou, 2004). Indeed, the high perceptual ambiguity between target items and perceptually-related distractors would have led to a more cautious verification than when a target item or semantically-related distractor was displayed (for which property verification was easier). However, and contrary to our hypothesis, the participants did not reject perceptually-related distractors better after Specific Induction and ESI than after the Control or Categorical Induction. One might argue that the perceptual ambiguity between the target and perceptually-related distractors was such that a richer simulation and a slower decision did not overcome it, which is why the correct rejection rates remained low and identical between inductions (around 52%). Indeed, numerous false recognitions are observed when presenting unstudied pictures that are strongly perceptually related to the studied pictures (Slotnick & Schacter, 2004). Replacing the recognition task with a forced choice task (in which target items are systematically presented together with a perceptually or semantically-related distractor) should reduce perceptual ambiguity and enhance CRs. If after the Specific Induction, the participants still take longer to correctly reject perceptually-related distractors in the forced

choice task even when there is less perceptual ambiguity, this would strengthen the idea of a more cautious property verification principle which, nevertheless, does not radically change the validity of the participants' decisions.

The failure to observe any increase in the false recognition of semantically-related distractors after Categorical Induction in Experiment 1a may be explained by the participants' relatively high average score (around 94%), which indicates a ceiling effect. Semantically-related distractors appear to be too easily rejected despite the incidental encoding of (perhaps too few) semantically-associated target items in each scene. The mismatching of the Categorical Induction has therefore remained unnoticed. This explanation is supported by the list-length effect found in the literature on the DRM paradigm (Deese-Roediger-McDermott ; Deese, 1959 ; Roediger & McDermott, 1995) : the greater the number of encoded associates, the greater the increase in associative activations, and the more false recognition increases for non-encoded associates (see Pohl & Pohl, 2004). However, instead of increasing the number of items to be encoded, proposing an additional task which is much more demanding in terms of inter-trace diffusion, such as categorizing unseen items, should be more appropriate for testing the matching of the simulation dynamic induced by Categorical Induction.

A complementary explanation would be that a basic recognition task is restricted to visual properties only and therefore does not require sufficiently strong intra-trace diffusion in order to capture the expected matching/mismatching effects after Specific and Categorical induction, respectively. However, ESI effects have been shown in more complex autobiographical recall tasks where sensorimotor and spatial aspects are recalled (e.g., the smell of birthday candles, where the guests were seated around the table). Since target items are displayed at different locations on the screen during the encoding phase, a spatial recall task asking participants to recall the location of target items would require a much more demanding intra-trace diffusion and would be more appropriate for capturing induction effects.

Experiment 2 was designed to overcome these limitations. A forced choice task was chosen to replace the old/new recognition task in order to reduce perceptual ambiguity and to test the hypothesis of a more cautious property verification. Furthermore, a spatial location recall task was added immediately after this task in order to increase the demands in terms of intra-trace diffusion. This task should maximize the matching or mismatching of the induced simulation dynamic according to the type of induction. Similarly, adding a task with high inter-trace activation demands, such as an unseen item categorization task, after the forced choice/spatial recall task should be more appropriate for testing the matching of the simulation dynamic induced by Categorical Induction. Finally, a control induction was included to facilitate the interpretation of the potential effect of the Specific and Categorical Inductions.

8.5 Experiment 2

Specific vs. Categorical vs. Control Induction

8.5.1 Materials and Method

8.5.1.1 Participants

Seventy-eight young adults (*Age* = 21.11 years, *SDage* = 2.24, *rangeage* = 18-28, 67 female) participated in the study and were recruited from advertisements at Lyon 2 University. All the participants had normal or corrected-to-normal vision and audition, and no history of neurological or psychiatric disorders. All the participants were French native speakers. None of them had taken part in Experiment 1a or 1b. This study was carried out in accordance with the requirements of French Law (Loi Jarde no. 2012- 300), with written informed consent being obtained from all the subjects in accordance with the Declaration of Helsinki.

8.5.1.2 Materials

Encoding and recognition tasks

In this Experiment 2, the scenes and the stimuli used were identical to those used in Experiments 1a and 1b.

Inductions

In this Experiment 2, the Specific Induction, Categorical Induction and Control Induction used were identical to those used in Experiments 1a and 1b.

Categorization task

Stimuli – Twenty-six color pictures of non-living manufactured objects and 26 color pictures of living beings were selected from the POPORO image bank (Kovalenko et al., 2012). Each stimulus was presented on a white background (400×400 pixels).

8.5.1.3 Procedure

Once again, the participants were placed in front of a computer. Before beginning the test, they were informed that they were taking part in a study about their perceptual abilities. The test was administered in three phases (Figure 5).

Incident Encoding phase – In this Experiment 2, the encoding task was identical to the encoding task of Experiments 1a and 1b.

Induction phase – After the encoding phase, one third of the participants completed the Specific Induction, another third completed the categorical induction and the remaining third completed the control induction. For each induction, the procedure was identical to that used in the first two experiments. Each induction lasted the same amount of time ($M = 623.44$ sec, $SD = 129.45$).

Forced choice and spatial recall phase – The participants started with 6 practice trials (with the Las Vegas items) to check that they had understood the instructions before performing 48 trials. Each trial started with a fixation cross (800 ms) followed by two stimuli (a target stimulus and a distractor stimulus), which were displayed on the left and right side of the screen near the fixation cross until the participant responded. The participants were asked to judge as quickly and accurately as possible which of the two stimuli had been viewed in the encoding phase by pressing the appropriate keys—“a” for the left stimulus or “p” for the right stimulus—on the AZERTY keyboard (the locations of the target stimulus and the distractor type (perceptually or semantically-related) were counter-balanced across participants and induction). After the participant’s response, 6 gray squares representing the 6 locations of the target items during encoding were displayed. The participants were asked to indicate as quickly and accurately as possible where the target item was located during encoding by clicking on the appropriate square. For each scene, the 6 target items were displayed, 3 alongside their perceptually-related distractors and 3 alongside their semantically-related distractors. Ninety-six stimuli (and 16 practice stimuli) were seen by each participant and each stimulus was seen by the same number of participants.

Categorization task – Each image of a living being or non-living object was randomly and successively presented in the center of the computer screen after a fixation dot (800 ms) and remained there until the participant responded. The participants had to judge as quickly and accurately as possible if the image displayed represented a living being or a non-living object by pressing the appropriate key (‘Q’ or ‘M’). After each response, the categorized stimulus disappeared and a new stimulus to be categorized appeared after a fixation dot. The presentation order was randomized.

8.5.2 Results

The data analysis was partially identical to the data analyses of Experiments 1a and 1b, with the following exceptions. Separate ANOVAs were conducted for the forced choice recognition task and for the spatial recall task with identical factors. In the case of the separate ANOVAs for the forced choice recognition and spatial recall tasks with subjects as random factor, each analysis was performed with the “Induction” factor (Specific vs. Categorical vs. Control) as between-subject factor and the “Distractor type” factor (Perceptually-related vs. Semantically-related) as within-subjects factor. For the separate ANOVAs for the forced choice recognition and spatial recall tasks with items as random factor, each analysis was performed with the factor “Induction” (Specific vs. Categorical vs. Control) as within-items factor and the factor “Distractor type” (Perceptually related vs. Semantically related) as within-items factor. For the ANOVAs of the categorization task with subjects as random factor, each analysis was performed with the “Induction” factor (Specific vs. Categorical vs. Control) as between-subjects factor and the “Item type” factor (living being vs. manufactured objects) as within-subjects factor. For the ANOVAs

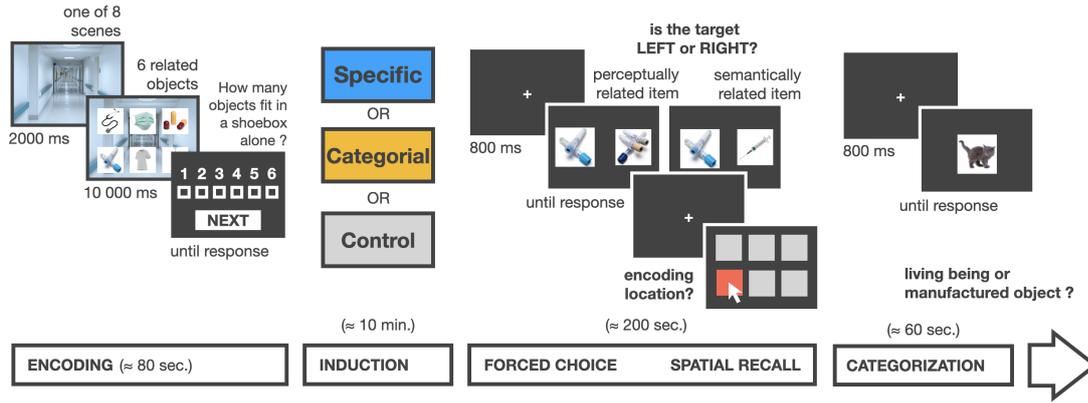


FIGURE 8.4 – Procedure used in Experiment 2. The participants encoded pictures of semantically-related objects prior to an induction (Specific or Categorical or Control) and were then asked to indicate which of the two items was the target item (displayed with a perceptually or semantically-related item), and its encoding location. The participants then categorized pictures of living beings or manufactured objects.

of the categorization task with items as random factor, each analysis was performed with the “Induction” factor (Specific vs. Categorical vs. Control) as within-items factor and the “Item type” factor (living being vs. manufactured objects) as between-items factor. Table 2 displays the descriptive statistics.

Table 2. Descriptive statistics for each item type on the forced choice, spatial recall and categorization tasks as a function of induction.

Induction	Forced	choice	Spatial	recall	Categorization	
	PER.	SEM.	PER.	SEM.	LIVING	OBJECT
Specific	0.84 (0.10)	0.96 (0.06)	0.59 (0.17)	0.63 (0.15)	0.98 (0.03)	0.94 (0.03)
Categorical	0.83 (0.10)	0.96 (0.04)	0.53 (0.18)	0.61 (0.15)	0.98 (0.03)	0.95 (0.02)
Control	0.81 (0.11)	0.95 (0.05)	0.58 (0.15)	0.65 (0.15)	0.99 (0.02)	0.95 (0.02)

Note. Numeric values are presented as mean CR per trial (with standard deviation in parentheses). PER.= Perceptually-related; SEM.= Semantically-related.

Recognition

Correct responses.

As for Experiments 1a and 1b, the analysis only revealed lower CR in the Perceptually-related distractors condition than in the Semantically-related distractors condition ($F_s(1, 76) = 138.04, p < .001, \eta^2g = .396$; ($F_i(1, 47) = 39.71, p < .001, \eta^2g = .207$) with a large effect size.

Response times.

The analysis revealed significant main effects of Distractor type ($F_s(1, 76) = 107.27, p < .001, \eta^2g = .159$; $F_i(1, 46) = 55.11, p < .001, \eta^2g = .177$) and Induction, although the induction effect was significant only in the item analysis ($F_i(1.83, 84.2) = 4.58, p = .015, \eta^2g = .025$; $F_s(2, 76) = 1.07, p = .34, \eta^2g = .023$). Post-hoc analysis showed that that RT were slower after the Specific Induction than after the Categorical induction ($t_i(92) = 3.004, p < .01$), but RT were not different after the Control Induction than after the other two inductions ($p > .05$). Although the interaction between Induction and Distractor type was not significant, planned comparisons were computed and found to be in agreement with our a priori hypothesis (see Howell, 2013), showing that response times in the Perceptually related distractors condition were slower after the Specific Induction than after the Control condition ($t_i(188.7) = 2.141, p = .016$) or Categorical Induction ($t_i(184.8) = 3.504, p < .0001$). By contrast, in the Semantically-related distractors condition, no significant difference appeared between Specific Induction and the Control condition ($p > .05$) or Categorical Induction ($p > .05$) (Figure 5).

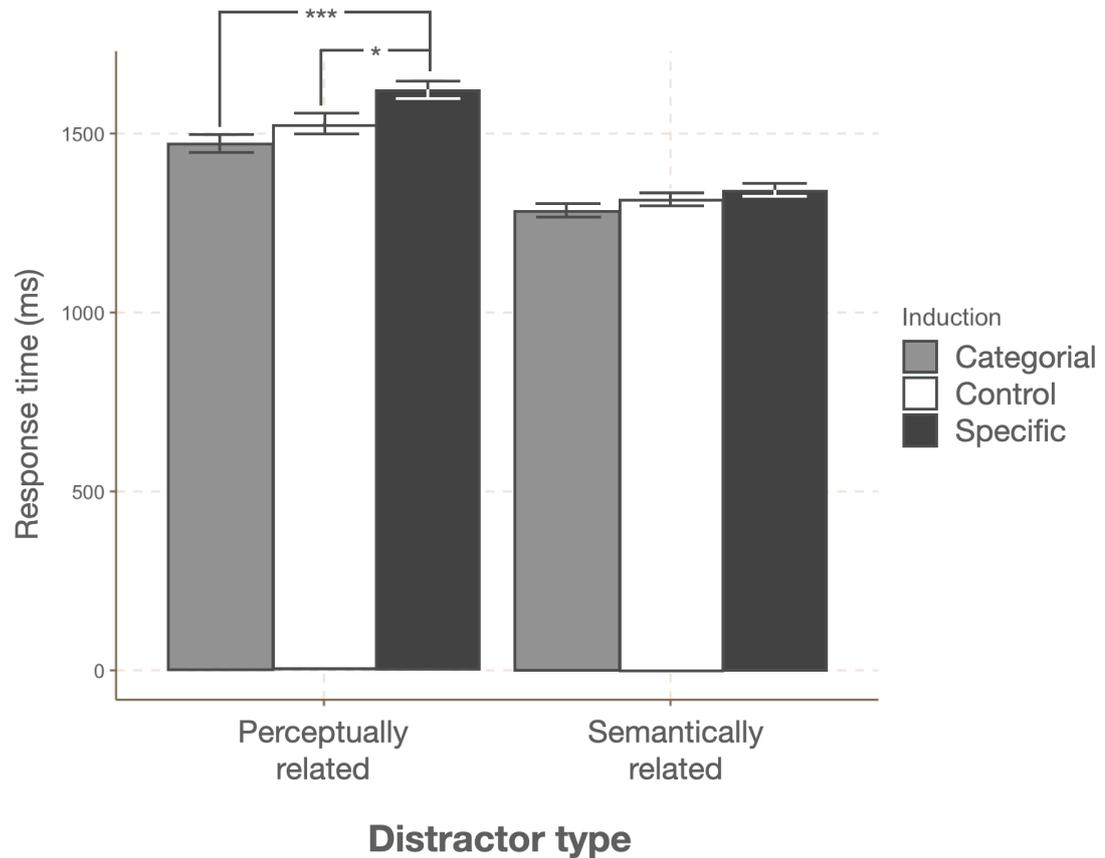


FIGURE 8.5 – Mean response times in milliseconds after each Induction type and for each of the Distractor types during the recognition task. Vertical bars represent standard errors of the means. Significant results are denoted by asterisks ($p < .05$; $p < .0001^{**}$).

Spatial recall

Correct responses.

The analysis revealed significant main effects of Distractor type ($F_s(1, 76) = 15.84, p < .001, \eta^2g = .038$; $F_i(1, 47) = 16.93, p < .0001, \eta^2g = .052$) and Induction, although the Induction effect was significant only in the item analysis ($F_i(1.95, 91.80) = 5.03, p < .01, \eta^2g = .020$; $F_s < 1$). Planned comparisons showed that correct responses rates were lower after Categorical induction than after Control induction ($ti(380.53) = -2.44, p < .01$) or Specific Induction ($ti(382) = -1.66, p < .05$) (Figure 6).

Response times.

The analysis only revealed a significant main effect of Induction, which was significant only in the item analysis ($F_i(1.91, 84) = 3.38, p < .05, \eta^2g = .023$; $F_s(2, 76) = 1.47, p = .23, \eta^2g = .034$).

The post-hoc test showed that response times tended to be slower after Categorical induction than after Control induction in the item analysis only ($ti(88) = 2.352, p = .054$), and that they did not differ between the Specific and Control induction conditions ($p > .05$). As hypothesized, planned comparisons showed that response times in the Perceptually related distractors condition were slower after Categorical induction than after Control induction ($ti(176.67) = -1.93, p < .05$), in the same way as in the Semantically-related distractors condition ($ti(188.97) = -4.15, p < .05$) (Figure 7).

Categorization task

Correct responses. The analysis revealed a lower rate of correct responses for manufactured objects than for living beings, although this Item type effect was significant only in the subject analysis ($F_s(1, 77) = 89.69, p < .001, \eta^2g = .369$; $F_i < 1$).

Response times. The analysis revealed significant main effects of Item type ($F_s(1, 77) = 57.95,$

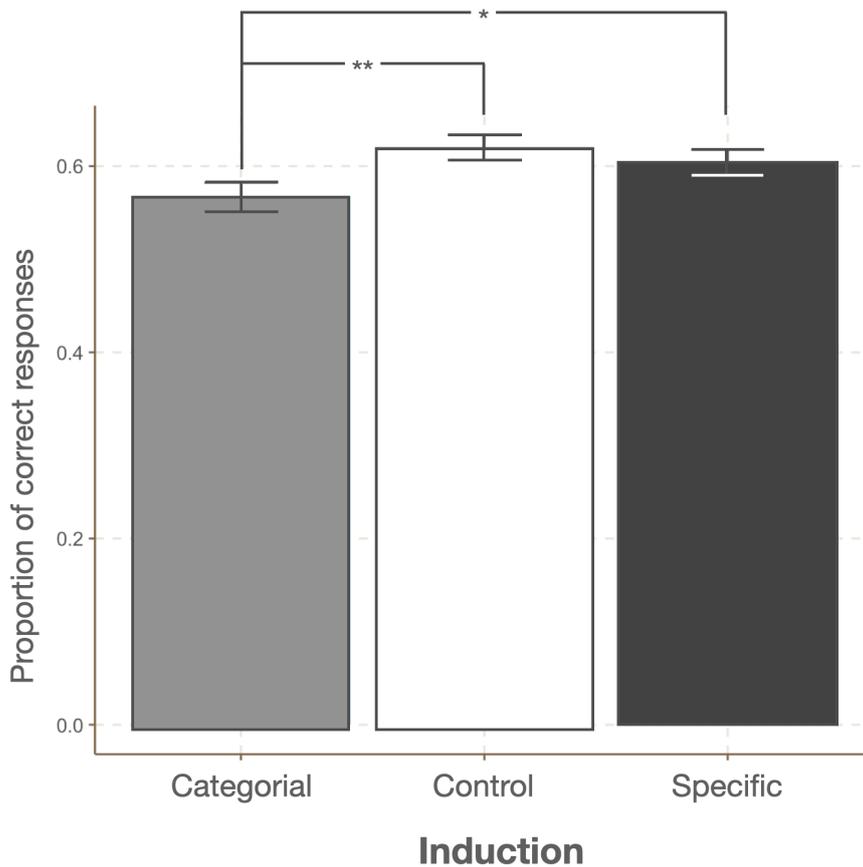


FIGURE 8.6 – Mean proportion of correct responses after each Induction type during the recognition task. Vertical bars represent standard errors of the means. Significant results are denoted by asterisks ($p < .01^{**}$).

$p < .0001$, $\eta^2g = .068$; $F(1, 49) = 18$, $p < .0001$, $\eta^2g = .215$) and Induction, although the induction effect was significant only in the item analysis ($F(1.91, 94) = 34.86$, $p < .0001$, $\eta^2g = .151$; $F(2, 77) = 2.12$, $p = 0.11$, $\eta^2g = .049$). The post-hoc test showed that response times were faster after Categorical induction than after Control induction ($ti(98) = -7.15$, $p < .0001$) and faster after Specific Induction than after Control induction ($ti(98) = -7.30$, $p < .0001$). No difference appeared between the Categorical induction and Specific Induction conditions ($p > .05$) (Figure 8).

8.5.3 Discussion

As in Experiments 1a and 1b, the participants in the forced choice task took longer to correctly discriminate target items from perceptually-related distractors (but not from semantically-related distractors) after the Specific Induction than after the Control condition or Categorical Induction. Again, no differences between inductions appeared on CRs in this task. These results suggest that Specific Induction does indeed seem to lead the participants to verify the relevant properties of the simulated target item and the displayed items more carefully after constructing a richer simulation, but only when a perceptual ambiguity exists between them (i.e., when a perceptually-related distractor is displayed). This interpretation is supported by the finding of longer decision times even though the CRs were higher (around 83%).

Critically, the participants in the spatial recall task recalled the target item location less well after Categorical Induction than after Specific or Control Induction, and more slowly than after Control Induction (regardless of the distractor type). However, CRs were not higher after the Specific Induction than after the Control or the Categorical Induction in this task. It was expected that the spatial recall task, which is more demanding in terms of intra-trace activation diffusion, would more effectively reveal the expected matching and mismatching effects of the induced simulation dynamic. These results suggest that the task demands were sufficient to

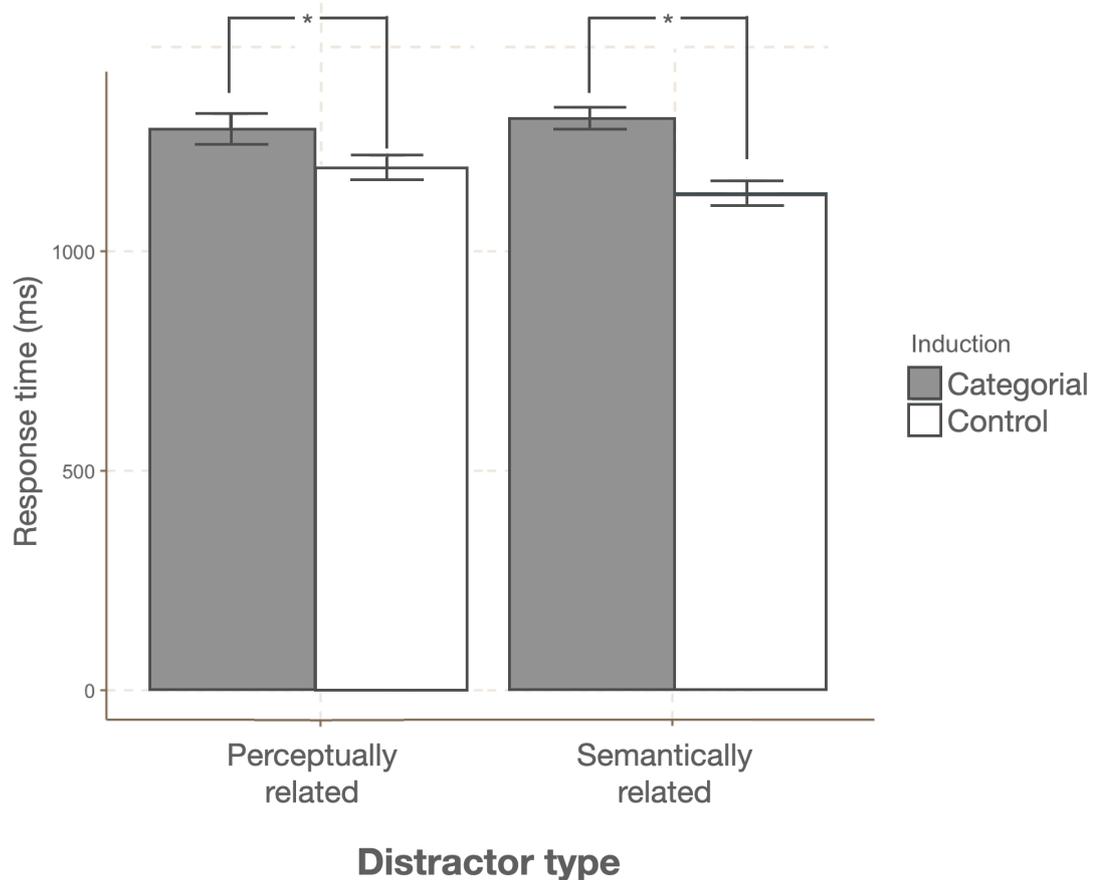


FIGURE 8.7 – Mean response times in milliseconds after Control vs. Categorial induction during spatial recall. Vertical bars represent standard errors of the means. Significant results are denoted by asterisks ($p < .05^*$).

reveal a predicted mismatching effect induced by the Categorial Induction, but not sufficient to reveal an expected matching effect induced by the Specific Induction. Other more specific tasks with greater demands in terms of intra-trace diffusion must be considered in order to demonstrate the qualitative benefits of a Specific Type Induction for memory performance and properly validate the simulation dynamic matching hypothesis.

Crucially, however, the participants were faster at categorizing items in the categorization task after the Categorial and Specific Induction than after the Control Induction. When Categorial Induction seems to induce a mismatching effect in a spatial recall task that requires a specific simulation dynamic, the effect appears to be reversed in a categorization task that requires a non-specific (or categorial) simulation dynamic. These results tend to support the simulation dynamic matching hypothesis. The overall results are further discussed below.

8.6 General Discussion

The present study is a first contribution to validating the simulation dynamic matching hypothesis. This hypothesis assumes that the cognitive system's activity (i.e., its simulation dynamic) in the current situation is directly and transiently influenced by its previous activity depending on whether or not the two forms of activity match. According to this hypothesis, if the simulation dynamic in an induction task matches the dynamic required in a subsequent task, better performance should be observed in the latter due to a matching effect. Conversely, if the simulation dynamics do not match, poorer performance should be observed in the subsequent task due to a mismatch effect. Validating this hypothesis could potentially influence the study of human memory and enhance the profile of the theoretical framework of embodied cognition.

The main findings of the study are the opposite effects generated by the Categorial Induction depending on the type of subsequent task. Indeed, the spatial recall task required participants

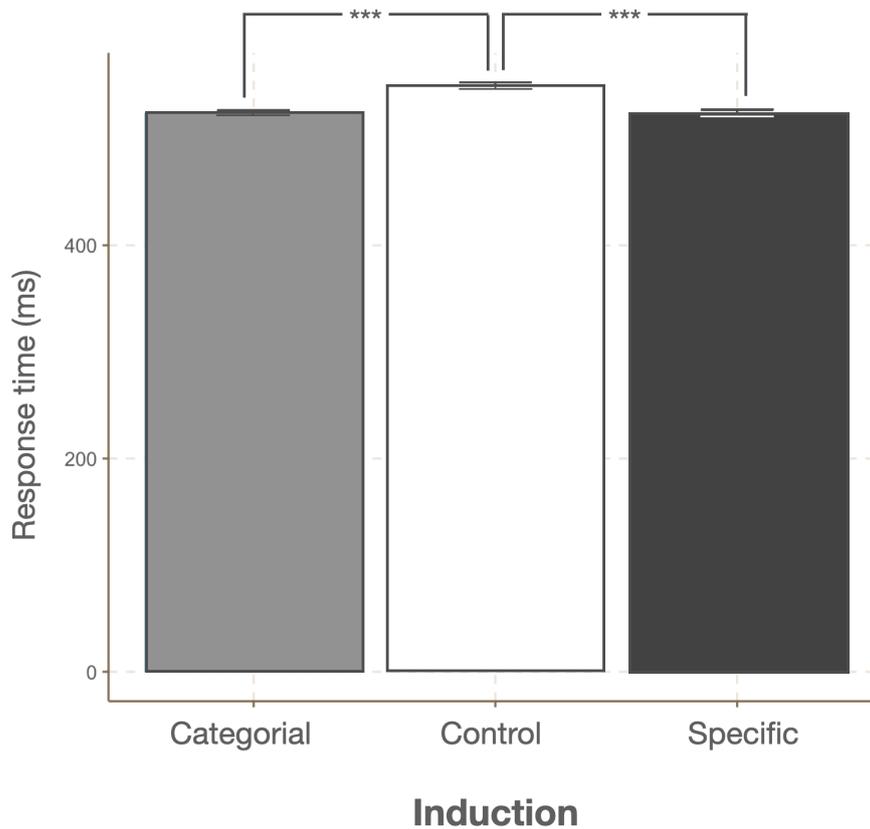


FIGURE 8.8 – Mean response times in milliseconds after each Induction type during the categorization task. Vertical bars represent standard errors of the means. Significant results are denoted by asterisks ($p < .0001^{***}$).

to simulate trace-specific components (i.e., a pro-intra-trace simulation dynamic), while the categorization task required them to simulate non-specific components (i.e., a pro-inter-trace simulation dynamic). The Categorical Induction was specifically designed to induce a pro-inter-trace simulation dynamic by generating as many semantic associates as possible for each target word. It was expected that this simulation dynamic would be unsuitable for the spatial recall task (poorer performances) but suitable for the categorization task. As expected, after the Categorical Induction, participants responded more slowly and less correctly in the spatial recall task, but more quickly in the categorization task.

It is noteworthy that the expected mismatching effect after Categorical Induction appeared only in a spatial recall task but not in a recognition or forced choice task. Recalling the location of an item is a complex activity as it relies on associative processes which are particularly dependent on hippocampal structures (Olson et al., 2006). According to the Act-In model, items and their locations are associated and integrated within the memory trace through a multi-component integration mechanism. Spatial recall of this sort therefore implies a significant intra-trace diffusion between the specific components associated with the item and its location in the memory trace which goes beyond the level of diffusion required by a recognition or forced choice task. This could explain why the simulation dynamic induced by the Categorical Induction was more likely to be inadequate in the spatial recall task than in the recognition or forced choice task.

As expected, the matching effect after Categorical Induction was observed in the categorization task. Most studies that have shown facilitating effects of categorization through an acceleration of response times attribute these effects to a pre-activation of the sensorimotor areas involved in the simulation of the properties of the item to be categorized (e.g., Brunel, Goldstone, et al., 2013). This pre-activation modulates the simulation dynamic in the task and therefore facilitates categorization. Given that the items used in the Categorical Induction task are different

from and not semantically related to those used in the categorization task, the matching effect does not seem to be attributable to pre-activation. This effect therefore instead appears to be attributable to a match between the simulation dynamic induced by the Categorical Induction and the dynamic required in the categorization task. This congruence would mean that the dynamic of the cognitive system is already conducive to the emergence of categorical knowledge for the rapid and facilitated categorization of items.

One might also note that the Specific Induction also led the participants to categorize items more quickly, but. However, this result is not necessarily surprising. Indeed, the diffusion of intra-trace activation is restricted only solely to components specific to a very small number of memory traces if the diffusion of inter-trace activation is very limited. According to the Act-In model, the brain “is a categorization system which develops by accumulating experiences and which, by default, produces categorial knowledge” (Versace et al., 2014, p. 286). The simulation dynamic of the cognitive system would be more inclined to inter-trace diffusion. The intra-trace activation nevertheless systematically propagates to the sensorimotor components most common to activated memory traces. This intra-trace therefore necessarily propagates to multiple traces. We know that simulating the sensorimotor (e.g. auditory) properties of a concept facilitates its categorization (for instance, see Vallet et al., 2010), indicating that concepts are grounded in their constitutive sensorimotor properties. The observed facilitation may result from an inherent inter-trace activation diffusion facilitated by extensive intra-trace diffusion between auditory (meowing) and visual (cat) properties common to a large number of experiences. Because it focuses on several sensory modalities, Specific Induction might have facilitated this diffusion of intra-trace activation to a large number of traces.

A major limitation of the present findings is that no matching effect was shown after Specific Induction in the recognition, forced choice and spatial recall tasks. To our knowledge, ESI effects have never been observed in recognition and spatial recall tasks. By contrast, they have been observed many times in tasks involving the verbal description of a past/future/imagined event (for a brief review, see Schacter & Madore, 2016). Most of these tasks require participants to simulate specific sensorimotor details of a complex real-life event and to describe them extensively (e.g. in an autobiographical recall task, see Madore, Gaesser, et al., 2014). Such tasks involve a significant intra-trace diffusion to the trace-specific components. This diffusion would be more significant than in a basic recognition task where a simple match between test item and memory item can be sufficient (see Clark & Gronlund, 1996). If this is indeed the case then the scenes encoded in the present study (6 static images on a background) may not have been complex enough to permit the observation of a matching effect after a Specific Induction.

The simulation dynamic matching hypothesis may provide an alternative explanation for some of the results reported in the literature, such as those found by Koutstaal & Cavendish (2006). In their study, the participants encoded object images and then performed three successive recognition tests in which they saw old items, conceptually-related items or new items which were not conceptually related. For each test, the instruction was either to answer “old” if the displayed item was identical to an encoded item (identical instruction condition), or to answer “old” if the displayed item was conceptually related to an encoded item (conceptual instruction condition). The first two tests were designed to induce a particular retrieval set for the third one according to the instruction condition. It was found that participants performed less well on the third test done in the identical instruction condition if the first two tests had been done in the conceptual instruction condition, compared to if the first two tests had been done in the identical instruction condition. The authors argued that “a full understanding of the ways prior retrieval may affect subsequent memory— even for events or facts that were not themselves retrieved— cannot only focus on the mere “fact” of retrieval (whether retrieval occurred) but must also take into account the specificity with which that retrieval occurred.” (Koutstaal & Cavendish, 2006, p. 789). The Act-in model precisely describes the specificity of the simulation which modulates the emergence of knowledge and which might provide a relevant interpretative framework. According to the simulation dynamic matching hypothesis, the first two tests performed with the conceptual instruction might have induced a pro-inter-trace simulation dynamic (as a Categorical Induction) which proved to be harmful and inadequate in the third test, which used an identical instruction but required a pro-intra-trace simulation dynamic.

Finally, one might suggest that the mismatching effect generated by the Categorical Induction in the spatial recall task actually results from the induction of an inadequate retrieval orientation. Indeed, some authors (e.g., Madore et al., 2018) have suggested that the ESI biases participants’

strategic and controlled retrieval orientation (see Morcom & Rugg, 2012; Rugg & Wilding, 2000) so that their research and retrieval attempts focus more on the specific details highlighted by the ESI instructions — that is to say, they adopt a detail-oriented retrieval strategy. This would facilitate the process of event construction (Romero & Moscovitch, 2012) by permitting access to more specific details. This orientation would then be actively maintained according to the level of participant's resources allocated to cognitive control (Herron, 2018), thereby enhancing performance in the subsequent task, which involves the event construction process. One might then suggest that Categorical Induction induces an inadequate gist-oriented retrieval strategy in tasks that instead require a detail-oriented retrieval strategy. However, to our knowledge, no study has as yet tested whether the effects of an ESI or a kind of Categorical Induction (whether beneficial or detrimental depending on the subsequent task) are impacted by the demands made on cognitive resources.

8.7 Conclusion

Although the results reported in the present study are partial, they provide initial and encouraging arguments in support of the simulation dynamic matching hypothesis, which proposes that the activity of the cognitive system (i.e., its simulation dynamic) in the current situation is directly and transiently influenced by its previous activity depending on whether the two forms of activity match.

The Act-In model postulates that any activity performed by individuals in the current situation is influenced by the memory traces of their past sensorimotor experiences, their current physical and cognitive state, and by the environmental characteristics of the current situation itself. This postulate could be extended by further studies attempting to show the influence of individuals' prior cognitive states on their current cognitive state. These future studies will need to pay particular attention to the type of task used and the underlying simulation dynamic before predicting matching or mismatching effects and will need to provide new arguments for the validation of the simulation dynamic matching hypothesis.

The influencing of the cognitive system by its prior states would add a greater degree of complexity to the study of human cognition. It would argue in favor of a finer control of the study parameters, including the activity performed before and after each task and measurement, in order to remove any confounding variables related to this influence. It is essential that future research focus on the principle of induction in order to broaden our knowledge of human cognition and its functioning. From a practical point of view, it would be interesting to exploit the principle of induction in order to develop cognitive interventions designed to facilitate the emergence of knowledge. This type of intervention could be beneficial for the elderly as well as for the care of patients with cognitive impairments.

Troisième Partie : Discussion générale

Chapitre 9

Discussion étendue des résultats expérimentaux

9.1 Rappel de la problématique générale

L'objectif de ce travail de thèse est d'étudier les facteurs qui influencent l'efficacité mnésique et facilitent l'émergence des connaissances, tant spécifiques que générales. Les trois grandes conceptions de la mémoire qui ont été présentées dans les trois premiers chapitres de cette thèse envisagent différemment la façon dont les connaissances parviennent aux individus, et présentent des limites et des apports qu'il est nécessaire de considérer dans l'étude de l'efficacité mnésique.

9.2 Une mémoire reproductive, (re)constructive ou re-créative ?

La conception *reproductive* de la mémoire (**Chapitre 1**) postule que les connaissances seraient encodées et stockées en mémoire sous forme de représentations de nature différentes dans des systèmes spécialisés (pour une revue des approches multi-systèmes, voir Squire, 2004). Ces représentations seraient ensuite récupérées intactes et constitueraient une reproduction fidèle d'un événement vécu par exemple. L'efficacité de la mémoire a donc été principalement évaluée de manière quantitative (Koriat et al., 2000), où il s'agissait plus d'évaluer la quantité d'information récupérée par rapport à la quantité encodée, que le degré de correspondance entre l'information récupérée et celle encodée. L'efficacité mnésique a notamment été étudiée en manipulant les indices présents au moment de la récupération mais aussi l'activité cognitive des individus. L'efficacité mnésique dépendrait du degré de concordance entre les informations encodées et les informations ou indices présents à la récupération (voir le principe d'encodage spécifique, Tulving & Thomson, 1973) mais aussi du degré de concordance entre les traitements effectués à l'encodage et ceux effectués à la récupération (voir le principe de transfert approprié de processus, Morris et al., 1977). Plus le degré est important, plus la récupération est efficace. Ainsi, cette concordance d'informations présentes et de traitements effectués, semble être un facteur important de l'efficacité mnésique. Toutefois, les phénomènes de distorsions mnésiques remettent en question l'idée de représentations mnésiques récupérées fidèlement, car elles se traduisent notamment par la confusions entre les détails de différents événements, comme si les éléments de plusieurs représentations étaient mélangés à la récupération. De plus, l'être humain aurait la capacité d'imaginer les événements susceptibles d'avenir. Or, ces imaginations ne sont jamais d'exactes répliques d'événements passés, ce qui ne s'accorde pas avec l'idée de représentations mnésiques récupérées fidèlement. L'étude des distorsions mnésiques et de la pensée future épisodique ont suscité un changement conceptuel concernant le fonctionnement de la mémoire, et le développement d'une conception *(re)constructive* de la mémoire.

La conception *(re)constructive* de la mémoire (**Chapitre 2**) postule que les souvenirs spécifiques ne seraient pas récupérés intactes mais reconstruits par la recombinaison flexible de leurs détails constitutifs. Cette recombinaison flexible permettrait la construction d'événements futurs (la pensée future épisodique) par la recombinaison des détails provenant de

divers évènements. Le revers d’une cette recombinaison flexible est qu’elle occasionne parfois des distorsions mnésiques, pouvant se manifester par une recombinaison erronée (voir l’Hypothèse de la Simulation Épisodique Constructive¹, Schacter & Addis, 2007b, 2007a). Seulement, les mécanismes basiques de la reconstruction restent peu détaillés et semblent faire intervenir de manière active l’individu dans son propre fonctionnement. Cette conception a incité à une évaluation qualitative de l’efficacité mnésique (Koriat et al., 2000), où le degré d’exactitude de la reconstruction importait principalement, où les erreurs de mémoire étaient d’intérêt propre plutôt que considérées comme de simples nuisances méthodologiques (comme cela fut dans une conception reproductive, voir Roediger et al., 1998), et où la spécificité épisodique des informations rappelées importait également (caractère épisodique/interne ou sémantique/externe des détails rappelés, voir Levine et al., 2002). Il a été montré que le rappel d’évènements personnels pouvait être qualitativement amélioré (augmentation du nombre de détails épisodiques/internes produits) en administrant une Induction de Spécificité Épisodique (ISE; Madore, Gaesser, et al., 2014) en amont du rappel.

Les applications de l’ISE à une variété de tâches cognitives impliquant ou non de reconstruire un évènement spécifique (pour une courte revue, voir Schacter & Madore, 2016) semblent indiquer que l’efficacité de la (re)construction d’un évènement (passé ou futur) dépendrait de la concordance entre l’activité cognitive de l’individu lors de la (re)construction et son activité récente dans une tâche préalable. Si (et seulement si) deux tâches successives impliquent la (re)construction d’un évènement spécifique censée mobiliser des processus épisodique, cette concordance d’activité augmenterait l’efficacité mnésique dans la seconde tâche. Il a été avancé mais non-testé que cet effet de concordance serait lié à l’adoption dans une première tâche d’une orientation de la récupération vers les détails clés d’un évènement, qui serait ensuite activement maintenue dans la tâche subséquente ce qui faciliterait la (re)construction épisodique dans cette tâche (voir Madore et al., 2018) .

Toutefois, la conception (re)constructive se limite à l’activité de (re)construction d’évènements spécifiques, et ne semble pas s’intéresser/s’appliquer à l’activité liée à l’émergence de connaissances générales sémantiques, ni à l’interaction entre ces deux types d’activité. Or, la mémoire ne saurait être pleinement considérée comme reconstructive s’il en va différemment d’une reconstruction s’agissant des connaissances générales. Cette lacune serait liée à la question du format des représentations en mémoire, car la conception (re)constructive ne rejette pas l’existence de représentations amodales et abstraites, et ne décrit pas suffisamment comment la (re)construction s’opère à partir des fragments de représentations de différentes nature stockées dans différents systèmes. La question des représentations cristallise en partie les divergences sur le fonctionnement mnésique, et d’autres approches rejettent l’existence de représentations amodales et de différents systèmes ou “entrepôts” mnésiques, tout en défendant une vision reconstructive voire *re-créative* et dynamique de la mémoire, et en décrivant précisément les mécanismes responsables de l’émergence des connaissances quelle que soit leur forme. C’est notamment le cas des approches à traces multiples.

Les modèles à traces multiples (**Chapitre 3**), et parmi eux le modèle de référence de la présente thèse (i.e., le modèle Act-In; Versace et al., 2014, 2009), postule(nt) que les connaissances spécifiques et générales émergeraient d’un unique système par la recreation dynamique soit de l’état spécifique du système associé une expérience donnée (pour les souvenirs spécifiques), soit de l’état typique du système associé à un type d’expérience (pour les connaissances générales). Cette recreation dynamique découlerait du couplage entre la situation présente et l’ensemble des traces mnésiques des états du système, selon un principe de similarité. La trace mnésique d’une expérience et ses composants reflètent l’impact sensoriel et émotionnel de l’environnement sur le système, mais aussi le contexte de l’expérience, l’activité de l’individu, et “toutes les interactions qu’il peut avoir avec son environnement physique et social” (Versace et al., 2018). En concevant la mémoire comme dynamique et auto-organisée (i.e., qui se modifie à mesure que les traces s’accumulent), dont les connaissances émergent des traces, essentiellement sensorimotrices, des interactions entre le corps et l’environnement, le modèle Act-In s’inscrit dans une approche incarnée et située de la cognition.

D’après cette approche, la recreation mnésique et dynamique du système procède du mécanisme de simulation sensorimotrice (Barsalou, 2008, 2009), dont rend compte le modèle Act-In à travers les mécanismes d’activation inter et intra-trace. Les connaissances émergent d’une dynamique de recreation/simulation déterminée par l’interaction (et/ou la compétition) entre ces deux mécanismes en fonction des caractéristiques de la situation présente. Les connaissances

1. Traduction proposée pour *Constructive Episodic Simulation Hypothesis*

spécifiques émergent par une dynamique de simulation “spécifique” caractérisée par une forte propagation de l’activation à de nombreux composants spécifique à la trace d’une expérience donnée. Les connaissances générales émergent par une dynamique de simulation “non-spécifique” caractérisée par une forte propagation de l’activation à de nombreuses traces au niveau des composants qu’elles partagent.

Dans une conception créative, l’efficacité de l’émergence des connaissances dépend donc fondamentalement de la dynamique de simulation du système au moment de l’émergence. Un moyen de modifier cette efficacité serait d’influencer cette dynamique de simulation au moment de l’émergence, et ce de façon adéquate par rapport au type de connaissance à émerger. Cette dynamique repose sur les dynamiques antérieures du système, et notamment sur ses dynamiques récentes. Les paradigmes d’amorçage inter-sensoriels à long-terme par exemple (e.g., Vallet et al., 2010), suggèrent que le système se remettrait plus facilement dans un état (ou une certaine dynamique) proche de l’état dans lequel il a récemment été. Nous avons alors proposé le *principe d’adéquation de la dynamique de simulation*² selon lequel le système adopterait plus facilement une dynamique de simulation donnée (spécifique ou non-spécifique) s’il a récemment adopté une dynamique similaire. Compte tenu de la compétition entre activations inter et intra-trace, le système adopterait plus difficilement une dynamique de simulation donnée (spécifique ou non-spécifique) s’il a récemment adopté une dynamique antagoniste, d’autant plus si cette dynamique récente était non-spécifique. Ce principe fait donc état de la concordance des dynamiques de simulation entre deux phases successives et proches de récréation comme facteur qui influence l’efficacité mnésique. Une concordance de dynamiques spécifiques faciliterait la diffusion aux composants spécifiques d’une trace, tandis qu’une concordance de dynamiques non-spécifiques faciliterait la diffusion aux composants communs à de nombreuses traces. Cela fait écho au potentiel facteur émergent des études ayant employé le paradigme d’ISE, à savoir la concordance entre l’activité cognitive de l’individu lors de la (re)construction (sous-tendue par une dynamique de simulation donnée) et son activité récente dans une tâche préalable. Le paradigme d’ISE pourrait alors être employé pour modifier la dynamique de simulation du système afin de montrer l’importance de la simulation sensorimotrice dans l’efficacité mnésique. Il pourrait également permettre de valider le *principe d’adéquation de la dynamique de simulation* par l’induction d’une dynamique spécifique ou non-spécifique concordante ou non avec la dynamique suscitée par la tâche subséquente.

Ainsi, l’adoption d’une conception re-créative dans l’étude des facteurs qui influencent l’efficacité mnésique permettrait de combler les lacunes identifiées des conceptions reproductives et (re)constructives (concernant les distorsions mnésiques, la pensée future épisodique, les connaissances générales), tout en conservant les apports de ces conceptions (concernant le facteur de concordance des activités cognitives entre encodage et récupération, ou entre deux situations successives de récupération). De plus, les mécanismes d’émergence des connaissances et leur dynamique sont précisément décrits dans une conception re-créative grâce aux modèles à traces multiples tels qu’Act-In, ce qui fait de ce modèle un cadre théorique pertinent pour étudier les facteurs qui influencent l’efficacité mnésique. La problématique de ce travail de thèse était l’importance de la dynamique de simulation sensorimotrice dans l’efficacité mnésique. Il s’agira alors d’influencer la dynamique de simulation et d’étudier les effets de cette influence sur l’efficacité mnésique. Il s’agira également d’étudier si le degré de concordance entre la dynamique récente du système et la dynamique requise dans une tâche donnée influence l’efficacité mnésique dans cette tâche, comme le prédit le *principe d’adéquation de la dynamique de simulation*. Cela nous renseignerait d’avantage sur le fonctionnement de la mémoire humaine ainsi que sur les moyens de l’optimiser, et offrirait des perspectives de développement d’interventions cognitives destinées aux individus éprouvant des difficultés mnésiques, difficultés notamment observées chez les personnages âgés avec et sans troubles cognitifs.

9.3 Hypothèses générales

Les chapitres d’introduction de cette thèse ont permis de formuler les hypothèses suivantes :

1. Induire une dynamique de simulation spécifique (au moyen de l’ISE notamment) en amont d’une tâche spécifique (e.g., tâche de rappel de vidéos) devrait cibler le mécanisme de simulation sensorimotrice en facilitant la simulation des composants spécifiques d’une

2. Traduit par “*simulation dynamic matching principle*” dans l’article du Chapitre 8.

expérience, occasionnant une sollicitation plus importante des systèmes sensorimoteurs, et une amélioration des performances mnésiques dans la tâche spécifique. Le cas échéant, occuper de manière concurrentielle les systèmes sensorimoteurs (au moyen d'un masque visuel dynamique notamment) devrait annuler les bénéfices engendrés par l'induction d'une dynamique de simulation spécifique.

2. D'après le modèle Act-In, les erreurs de mémoire devraient être d'autant plus nombreuses que la distinctivité des traces mnésiques des expériences à discriminer est faible. Le cas échéant, induire une dynamique de simulation spécifique facilitant la simulation des composants spécifiques d'une expérience devrait augmenter la distinctivité de la trace de l'expérience et devrait être bénéfique sur la proportion d'erreurs de mémoire commises dans une condition de faible distinctivité entre les traces, mais ne devrait pas avoir d'effet sur la proportion d'erreurs de mémoire commises dans une condition de forte distinctivité entre les traces, compte tenu que les traces sont déjà suffisamment distinctes.
3. D'après le principe d'adéquation de la dynamique de simulation, le système adopterait plus facilement une dynamique de simulation donnée (spécifique ou non-spécifique) s'il a récemment adopté une dynamique similaire, et plus difficilement s'il a récemment adopté une dynamique antagoniste. Le cas échéant, induire une dynamique de simulation donnée (spécifique ou non-spécifique) en amont d'une tâche donnée (spécifique ou non-spécifique) devrait être bénéfique dans une condition de congruence des dynamiques de simulation, mais devrait être néfaste dans une condition de non-congruence.

Ces hypothèses ont été testées auprès de jeunes adultes. L'ensemble des expériences présentées ont été conduites en adaptant le paradigme classique d'ISE (Madore, Gaesser, et al., 2014) suite à sa traduction et validation en Français (voir Étude 1, Chapitre 5 ; Purkart, Vallet, et al., 2019).

9.4 Cibler la simulation sensorimotrice

Un moyen de tester si le mécanisme de simulation sensorimotrice était bien ciblé par l'ISE, supposée induire une dynamique de simulation spécifique et faciliter la simulation des composants spécifiques d'une expérience dans une tâche subséquente, était d'avoir recours à un paradigme d'interférence sensorielle. Ce type de paradigme a notamment permis de mettre en évidence le rôle de la simulation dans l'émergence des connaissances, et notamment des concepts, ainsi que le caractère modal de ces connaissances (e.g., Vallet, Simard, et al., 2013 ; Vallet et al., 2011, 2010). L'originalité de l'**Étude 2 (ISE DVN)** était d'utiliser un masque visuel dynamique (*dynamic visual noise* ou DVN ; McConnell & Quinn, 2004) plutôt qu'un masque statique comme dans la majeure partie des paradigmes d'interférence sensorielle. Le DVN, par la formation de patterns aléatoires continuellement changeants, devait permettre de solliciter de façon accrue les systèmes sensorimoteurs, et en l'occurrence le système visuel, requis pour simuler les aspects visuels d'une expérience. L'ISE quant à elle, par la facilitation présumée de la simulation des composants spécifiques à une expérience, devait elle aussi solliciter de façon accrue les systèmes sensorimoteurs. Il était alors prédit que la concurrence suscitée par le DVN devait être néfaste à la simulation et annuler les bénéfices de l'ISE sur le rappel des détails spécifiques (uniquement) de courtes vidéos mémorisées.

Premièrement, l'effet de l'ISE (plus de détails spécifiques internes après l'ISE qu'après la condition induction contrôle) a bien été retrouvé dans la condition où le DVN n'était pas affiché, et était remplacé par un stimulus visuel contrôle gris. Ce résultat est en accord avec les résultats rapportés dans les études ayant utilisé le paradigme d'ISE (e.g., Madore, Gaesser, et al., 2014 ; Madore et al., 2018). Deuxièmement, l'effet de l'ISE n'a plus été retrouvé dans la condition où le DVN était affiché, ce qui suggère que le DVN aurait annulé les bénéfices engendrés par l'ISE.

Le fait que le DVN n'ait été néfaste qu'après l'ISE est un résultat notable. Il permet d'évacuer la possibilité que l'effet du masque soit de nature seulement attentionnelle, car le cas échéant, le DVN aurait dû être néfaste, quelle que soit la condition d'induction. L'hypothèse d'un effet attentionnel, ou même exécutif, du DVN a d'ailleurs déjà été écartée par d'autres auteurs (e.g., Parker & Dagnall, 2009 ; Dean et al., 2005 ; Perfect et al., 2012 ; Quinn & McConnell, 1996 ; Sheldon et al., 2016 ; Sheldon, Cool, et al., 2019). Il semble alors peu probable que le DVN ait taxé les ressources allouées au contrôle cognitif et au maintien d'une orientation de la récupération (Herron, 2018 ; Herron & Rugg, 2003 ; Morcom & Rugg, 2012 ; Rugg & Wilding,

2000) supposément induite par l'ISE selon l'hypothèse de Madore et al. (2018). Par conséquent, il semble là encore peu probable que l'ISE biaise l'orientation de la récupération, car un tel biais aurait dû se maintenir indépendamment de la condition d'interférence (DVN vs. masque contrôle gris).

Les études ayant employé le DVN suggèrent qu'il interfère avec la génération d'images mentales. (Anderson et al., 2017; Chubala et al., 2020; Darling et al., 2007; Dean et al., 2005; Dent, 2009; Kemps & Andrade, 2012; Parker et al., 2017; Parker & Dagnall, 2019, 2009). Dans une conception récréative, les images mentales procèdent de la simulation sensorimotrice : lorsqu'une simulation accède à la conscience, elle engendre de l'imagerie mentale (Barsalou, 2008, 2009; Matheson & Barsalou, 2017). Le DVN, en occupant par sa perception les systèmes sensorimoteurs sollicités par la simulation des aspects visuels spécifiques d'une information mémorisée, pourrait donc interférer avec cette simulation. Cette perturbation devrait être d'autant plus importante que la sollicitation des systèmes sensorimoteurs est importante. Or, nous avons émis l'hypothèse que l'ISE ciblerait la simulation sensorimotrice en induisant une dynamique de simulation spécifique, et faciliterait la simulation des détails sensorimoteurs spécifiques à une expérience passée. L'ISE devait donc logiquement plus solliciter les systèmes sensorimoteurs qu'une induction contrôle, et le DVN devait perturber, voire annuler, les effets bénéfiques de l'ISE. C'est précisément le résultat retrouvé dans l'Étude 2 (Purkart, Versace, et al., 2019).

Conformément à notre hypothèse, l'effet d'interférence sensoriel engendré par le DVN sur l'effet facilitateur engendré par l'ISE serait donc attribuable au fait que le système visuel soit déjà occupé à traiter le DVN au moment où il est particulièrement sollicité pour la mise en œuvre de l'effet facilitateur de l'ISE, à savoir la facilitation de la simulation de composants spécifiques. L'ISE étant supposée engendrer une sollicitation plus importante du système visuel que l'induction contrôle, le DVN n'aurait été significativement néfaste qu'après l'ISE. Cette interprétation n'est possible que dans une conception re-créative. Elle est appuyée par le fait que perception et mémoire feraient usage du même système sensorimoteur (Riou et al., 2015, 2011), ce qui impliquerait que la perception d'une information, simultanément à la simulation d'une information, puisse créer un conflit néfaste pour les performances mnésiques. Il a d'ailleurs été montré que la perception d'un masque visuel simultanément à la simulation de l'apparence d'objets ou d'animaux perturbait la simulation nécessaire à la catégorisation des objets (voir Rey et al., 2015). Les conceptions reproductives et (re)constructives ne postulent pas un tel lien entre mémoire et perception.

Ainsi, l'Étude 2 suggère que le paradigme d'ISE est un moyen efficace de cibler la simulation sensorimotrice et d'induire une dynamique de simulation spécifique. Cette induction faciliterait la simulation des composants spécifiques d'une expérience, ce qui améliorerait les performances mnésiques dans une tâche spécifique subséquente (e.g., tâche de rappel de vidéos). Cela suggère que le système se remettrait donc plus facilement dans une dynamique de simulation spécifique qu'il a récemment adopté et qui a donc été récemment amorcée. L'Étude 2 suggère également que le DVN quant à lui aurait eu pour effet, en occupant le système visuel par le traitement d'un flux d'informations visuelles non-pertinentes (i.e., par le traitement d'une succession de patrons abstraits sans signification), de modifier cette dynamique de simulation au moment de l'émergence des détails visuels des vidéos mémorisées. Cela suggère que le système aurait eu plus de difficulté à se remettre dans une dynamique de simulation spécifique s'il est occupé à traiter le DVN. Si l'Étude 2 suggère qu'il est possible d'induire une dynamique de simulation spécifique par l'ISE qui soit bénéfique dans une tâche spécifique, ce bénéfice devrait aussi être observable sur la propension à commettre des erreurs de mémoire dans une tâche spécifique. L'Étude 3 avait donc pour objectif d'appliquer le paradigme d'ISE à l'étude des erreurs de mémoire et des conditions de leur survenue en fonction des prédictions du modèle Act-In.

9.5 Réduire les erreurs de mémoire

D'après le modèle Act-In, les erreurs de mémoire seraient d'autant plus nombreuses que la distinctivité des traces mnésiques des expériences à discriminer est faible. Les résultats rapportés par Brunel, Goldstone, et al. (2013) montrent en effet que lorsque des formes (e.g., des carrés) varient peu entre elles au niveau de leur couleur (e.g., un dégradé subtil de gris), les individus sont incapables de reconnaître parmi ces formes la seule ayant été associée à un son (ou n'ayant pas été associée à un son) lors de sa présentation (le taux de réponses correctes ne dépassait

pas le seuil de la chance). En revanche, lorsque les formes varient plus entre elles au niveau de leur couleur (e.g., différence de gris plus importante), le taux de réponses correctes dépassait le seuil de la chance. Pour rappel, une forte similarité entre les formes favoriserait la diffusion de l'activation inter-trace sur la base des propriétés communes de la catégorie au détriment de la diffusion de l'activation intra-trace aux propriétés spécifiques de la forme sonore isolée (généralisation de l'absence de propriété sonore à l'ensemble des items de la catégorie), mais contraindrait la diffusion de l'activation intra-trace aux propriétés communes de la catégorie pourtant non-possessionnées par la forme non-sonore isolée (généralisation de la propriété sonore à l'ensemble des items de la catégorie). Cet effet de généralisation est lié à la distinctivité des traces mnésiques : lorsque les formes sont très similaires, la distinctivité des traces est faible tandis que lorsque les formes sont moins similaires, la distinctivité des traces est plus forte. La généralisation pourrait alors expliquer la survenue des erreurs de mémoire. Ainsi, si des expériences sont fortement similaires, il est probable de rappeler ou de reconnaître à tort un détail comme rattaché à l'une de ces expériences que l'on souhaite spécifiquement rappeler parce qu'il est commun aux autres expériences de cette catégorie d'expériences similaires. En revanche, augmenter la distinctivité des traces devrait faciliter l'émergence de détails spécifiques et réduire la survenue de distorsions mnésiques. La probabilité de commettre des erreurs de mémoire serait donc fonction de la distinctivité des traces mnésiques, qui est elle-même déterminée par la quantité de détails partagés entre les traces mnésiques (voir Brown et al., 2007 ; Ekstrom & Yonelinas, 2020 ; Surprenant & Neath, 2009). Une faible distinctivité implique que les composants spécifiques d'une trace (qui permettent de la discriminer des autres) auront moins de chance d'être réactivés/simulés, car la similarité limite la diffusion de l'activation intra-trace. Ainsi, faciliter ou "forcer" la simulation des composants spécifiques d'une trace devrait rendre la trace plus distincte des autres (i.e., augmenter la distinctivité de la trace) et favoriser l'émergence des détails spécifique de l'expérience associée à la trace, ce qui devrait réduire la proportion d'erreurs de mémoire commises. Le bénéfice associé à cette facilitation devrait toutefois dépendre de la distinctivité des traces : il devrait s'observer lorsque les traces sont peu distinctes, mais ne pas s'observer lorsque les traces sont suffisamment distinctes pour que les détails spécifiques de l'expérience associée à la trace émergent facilement.

L'Étude 2 suggère qu'il est possible d'induire une dynamique de simulation spécifique qui facilite la simulation des composants spécifiques d'une trace dans une tâche spécifique en utilisant l'ISE. Ainsi, l'ISE devrait être bénéfique lorsque les traces sont peu distinctes, et non lorsque les traces sont déjà suffisamment distinctes. Ce bénéfice devrait particulièrement s'observer sur la proportion d'erreurs de mémoire commises, dont la probabilité de survenue est élevée lorsque les traces sont peu distinctes. **L'Étude 3 (SIMS ISE)** a été menée afin de tester cette hypothèse. Les individus devaient mémoriser des vidéos montrant chacune un personnage en train d'effectuer une action donnée (e.g., "s'asseoir sur...") sur un objet donné (e.g., "... une chaise"), chacune associée à une piste audio dans laquelle une voix prononçait l'action effectuée sur l'objet (e.g., "s'asseoir sur une chaise"). Suite à cette phase d'apprentissage, les individus effectuaient une ISE (version imagination, voir Madore et al., 2018) ou une induction contrôle (exercices mathématiques), avant une tâche de reconnaissance. Pour chaque essai, une piste audio était rejouée avant qu'un personnage ne soit affiché. Les individus devaient dire si le personnage affiché correspondait exactement ou non au personnage ayant effectué l'action sur l'objet prononcée dans la piste audio. L'originalité de cette expérience était de manipuler la distinctivité des traces mnésiques en faisant varier la similarité entre les personnages : pour un type d'action donnée (e.g., "s'asseoir sur..."), les personnages ayant effectué ce type d'action étaient soit très similaires (condition faible distinctivité), soit très différents (condition forte distinctivité), en fonction du nombre de traits qu'ils partageaient. L'écoute de la piste audio était censée déclencher la simulation de l'action sur l'objet et du personnage l'ayant effectué, et cette simulation devait être d'autant plus spécifique à un personnage que celui-ci était distinct des autres. Si le personnage affiché lors du test était différent du personnage simulé (condition où la réponse "DIFFERENT" était attendue), les réponses devaient être plus précises et rapides dans la condition forte distinctivité que dans la condition faible distinctivité (compte tenu que le personnage est distinct). En revanche, si le personnage affiché lors du test était identique du personnage simulé (condition où la réponse "SAME" était attendue), la distinctivité ne devait plus importer. De plus, si l'ISE, en facilitant la simulation de composants spécifiques, augmente bien la distinctivité des traces, elle devait seulement être bénéfique pour réduire les erreurs de mémoire lorsque le personnage affiché ne correspond pas au personnage simulé. Et comme dans la condition forte distinctivité, la similarité entre les personnages est déjà faible, l'ISE devait

réduire les erreurs de mémoire uniquement dans la condition faible distinctivité.

Premièrement, les individus ont répondu plus rapidement et plus précisément dans la condition forte distinctivité que dans la condition faible distinctivité, lorsque le personnage affiché lors du test était différent du personnage simulé (condition de réponse “DIFFERENT”). Ce résultat est en accord avec l'idée que la probabilité de commettre des erreurs de mémoire serait fonction de la distinctivité des traces mnésiques (voir Brown et al., 2007 ; Ekstrom & Yonelinas, 2020 ; Surprenant & Neath, 2009). Lorsque les personnages étaient similaires (dans la condition faible distinctivité), entendre la piste audio aurait déclenché la simulation des composants partagés par ces personnages au détriment de leurs composants spécifiques, pourtant essentiels afin de discriminer les personnages les uns des autres, mais qui dans cette condition étaient bien moins nombreux que dans la condition forte distinctivité. Par conséquent, les individus auraient eu plus de mal à identifier ces composants spécifiques au moment de la vérification, rendant cette vérification plus longue et plus incertaine.

Deuxièmement, dans la condition faible distinctivité, les individus ont répondu plus précisément après l'ISE qu'après l'induction contrôle lorsque le personnage affiché lors du test était différent du personnage simulé (condition de réponse “DIFFERENT”). En revanche, dans la condition forte distinctivité, l'ISE n'a procuré aucun avantage. Ces résultats sont conformes aux prédictions faites sur l'effet de l'ISE. En facilitant la simulation des composants spécifiques du personnage dont la simulation était déclenchée par l'écoute de la piste audio, cela aurait augmenté la distinctivité de la trace associée au personnage, dans la condition où la distinctivité était faible. Par conséquent, le nombre de détails simulés séparant le personnage simulé du personnage affiché lors du test aurait augmenté, ce qui aurait facilité la vérification et augmenté la proportion de rejets corrects d'associations erronées. Or, dans la condition où la distinctivité était forte, les traces étaient suffisamment distinctes pour que l'ISE ne soit pas d'un bénéfice significatif.

Toutefois, et contrairement aux prédictions faites, les individus ont répondu plus précisément dans la condition faible distinctivité que dans la condition forte distinctivité, lorsque le personnage affiché lors du test était identique au personnage simulé (condition de réponse “SAME”). Or, il était attendu que la distinctivité ne joue pas dans cette condition de réponse. Ce résultat indique une proportion de reconnaissances correctes plus importantes (proportion de réponses correctes SAME plus importante) couplée à une proportion de rejets corrects moins importante (proportion de réponses correctes DIFFERENT moins importante) dans la condition faible distinctivité que dans la condition forte distinctivité, ce qui peut paraître contradictoire. Pourtant, des résultats similaires ont été retrouvés par Ozubko & Joordens (2008). Dans cette étude, la distinctivité perceptive entre des petits personnages était aussi manipulée pour être forte ou faible. Toutefois, comme il a été avancé, les résultats de l'Étude 3 pourraient être attribués à un effet de généralisation analogue à celui observé par Brunel, Goldstone, et al. (2013). En effet, la forte similarité des personnages dans la condition faible distinctivité (aussi bien quant à leur apparence que quant au type d'action effectué) aurait favorisé la simulation de leurs caractéristiques communes au détriment de leurs caractéristiques spécifiques individuelles par un effet de généralisation. Ceci aurait pour conséquence de renforcer la correspondance entre le personnage simulé et le personnage affiché lors du test, sur la base de leurs caractéristiques communes. Les individus sont alors plus enclins à indiquer que le personnage affiché est identique (ce qui engendre plus de réponses correctes SAME) même lorsque celui-ci est différent (ce qui engendre plus de réponses incorrectes DIFFERENT). Ce qui est cohérent avec les données montrant que les individus ont répondu significativement en dessous du hasard dans la condition faible distinctivité pour les réponses DIFFERENT après l'induction contrôle. Les individus resteraient toutefois plus lents à fournir leur réponse dans la condition de faible distinctivité que dans la condition de forte distinctivité, quel que soit le type de réponse, car les individus ne pourraient simuler correctement les détails spécifiques qui permettent une réponse rapide et certaine.

Les résultats semblent indiquer que l'effet bénéfique engendré par l'ISE est allé à l'encontre de l'effet de généralisation néfaste, ce qui est cohérent avec l'idée qu'en augmentant la distinctivité des traces à l'émergence, l'ISE réduirait par corollaire l'effet néfaste de généralisation. Ceci est aussi cohérent avec l'idée que l'ISE facilite la simulation de détails spécifiques, au détriment de quoi les détails communs ont été simulés par effet de généralisation. Plus généralement, induire une dynamique de simulation spécifique, via l'ISE, en amont d'une tâche spécifique telle qu'utilisée dans l'Étude 3 (i.e., tâche de reconnaissance) influencerait positivement l'efficacité mnésique en réduisant les erreurs de mémoire dans le type situation où ces erreurs sont hautement

probables (lorsque que la distinctivité des traces est faible).

Pourtant, en contradiction avec ces résultats, il a été montré que lorsqu’il s’agissait de rappeler des listes de mots, chacune composée de mots (e.g., “melon, tête, paille, rond, mou, béret, casquette etc.”) sémantiquement reliés à un leurre critique non-présent dans la liste apprise (e.g., “CHAPEAU”), comme il est d’usage dans le paradigme DRM (Deese-Roediger-McDermott ; Deese, 1959 ; Roediger & McDermott, 1995), les individus rappelaient³ un nombre plus important de leures critiques après l’ISE qu’après une induction contrôle (Thakral et al., 2019). Selon les auteurs, les bénéfices connus de l’ISE s’accompagneraient d’un coût sous la forme d’une augmentation de la propension à commettre des erreurs de mémoire, ce qui créditerait la conception (re)constructive et discréditerait la conception reproductive, qui elle, aurait été créditée par une diminution de la propension à commettre des erreurs de mémoire après l’ISE. Cette hypothèse est toutefois discutable. Certes, le DRM est un paradigme ayant beaucoup servi dans l’étude des faux souvenirs (pour une revue, voir Gallo, 2010). Mais là où certains auteurs avancent une relation entre les erreurs de mémoire générées avec le paradigme DRM et les autres formes d’erreurs de mémoire (comme les faux souvenirs autobiographiques implantés par exemple Otgaar et al., 2012), d’autres auteurs montrent une absence de relation (comme par exemple avec les faux souvenirs du type *misinformation*, lorsque le souvenir qu’une personne se fait d’un évènement dont elle a été témoin est altéré après avoir été exposée à des informations trompeuses sur l’évènement ; Bernstein et al., 2018 ; Ost et al., 2013 ; Zhu et al., 2013). Le DRM seul ne saurait suffire à trancher entre une conception reproductive et (re)constructive. Thakral et al. (2019) exhortent d’ailleurs à vérifier si l’ISE favorise aussi les erreurs de mémoire dans des contextes plus écologiques que le paradigme DRM (p. 1491), afin de valider leur hypothèse. En mettant en scène des personnages humanoïdes dans un contexte réaliste, l’Étude 3 semble suggérer que ça ne serait pas le cas, au contraire. Cela montre qu’une diminution de la propension à commettre des erreurs de mémoire après l’ISE n’est pas suffisant pour créditer une conception reproductive, car dans une conception re-créative, il est possible de prédire à la fois la survenue et la diminution des erreurs de mémoire par des mécanismes communs, plutôt que par des processus différents, soit (re)constructifs (pour la survenue), soit reproductifs (pour la diminution). Une explication plausible dans une conception re-créative pourrait d’ailleurs être avancée quant aux résultats rapportés par Thakral et al. (2019). En effet, l’apprentissage de la liste de mots sémantiquement associés a probablement engendré la simulation des objets ou concepts nommés. Ces simulations reposent sur l’activation des traces d’expériences sensorimotrices passées, et il est probable que la plupart des objets/concepts aient été rencontrés ou aient émergés ensemble dans de nombreuses expériences, tout comme le leurre critique pourtant non-présenté dans la liste. Le leurre critique aurait donc probablement été également simulé à l’apprentissage de la liste. Ainsi, la trace formée de l’apprentissage de la liste aurait reflété la situation d’apprentissage ainsi que les simulations qui en ont découlé. L’induction d’une dynamique de simulation spécifique par l’ISE aurait ensuite facilité la recréation de l’état spécifique du système associé à l’apprentissage de la liste, et notamment associé à la simulation du leurre critique. Cette explication reste toutefois spéculative. Il serait souhaitable de vérifier si l’induction d’une dynamique de simulation spécifique par l’ISE engendre des erreurs de mémoire, ou réduit leur nombre, en dehors du paradigme DRM, et dans des contextes plus écologiques, à l’instar de l’Étude 3.

Il est capital de noter que l’Étude 3 est la seule à notre connaissance, à avoir testé et montré un effet de l’ISE sur les erreurs de mémoire dans une tâche de reconnaissance. Les effets de l’ISE ont avant tout été observés dans des tâches de type rappel où les individus généraient et élaboraient eux même leur réponse à l’oral, à l’écrit ou même à l’aide d’un clavier : tâches de remémoration et d’imagination (e.g., Madore, Gaesser, et al., 2014 ; Madore et al., 2018), de résolution de problèmes (e.g., Jing et al., 2016 ; Madore & Schacter, 2014 ; McFarland et al., 2017), de pensée divergente (e.g., Madore et al., 2015 ; Madore, Jing, et al., 2016), de rappel de liste (e.g., Thakral et al., 2019) ou encore de prise de décisions à risque (e.g., St-Amand et al., 2018). La plupart de ces tâches ne reposent pas sur un critère d’exactitude (exemple avec la tâche d’imagination où l’objectif est justement de construire un évènement futur qui n’est pas l’exacte réplique d’un évènement passé), hormis la tâche de remémoration et le paradigme DRM. L’absence d’études ayant employé des tâches de reconnaissance, où ayant vérifié la véracité des détails rappelés, ne permettait donc pas de s’assurer des bénéfices qualitatifs de l’ISE sur l’efficacité mnésique. Il était probable que l’ISE engendre une *inflation de l’imagination* (Garry et al., 1996) en induisant les individus à combiner à tort des détails d’autres évènements avec

3. Le paradigme DRM était ici utilisé dans sa version rappel, et non dans sa version reconnaissance.

ceux appartenant spécifiquement à l'évènement remémoré, ce qui serait néfaste dans une tâche de remémoration mais avantageux dans une tâche d'imagination, et qui se traduirait quoi qu'il en soit par une augmentation de la quantité de détails spécifiques produits. Or, si l'ISE induit seulement plus d'erreurs de mémoire, utiliser l'ISE pour induire une dynamique de simulation spécifique afin d'influencer positivement l'efficacité mnésique dans une tâche spécifique n'aurait aucun intérêt. Cela remettrait même partiellement en cause le principe d'adéquation de la dynamique de simulation. Les résultats de l'Étude 3 permettent de rejeter cette probabilité, mais d'autres études seraient souhaitables afin de vérifier si l'induction d'une dynamique de simulation spécifique par l'ISE engendre des erreurs de mémoire, ou réduit leur nombre.

Cette Étude 3 encourage vivement la prise en compte de la distinctivité des informations à mémoriser dans l'étude des effets de l'ISE, ou de procédures apparentées, dans des tâches de reconnaissance. La prise en compte de cette distinctivité est d'autant plus encouragée par le fait que le modèle Act-In (Versace et al., 2009, 2014) prédit son importance dans l'efficacité de l'émergence des connaissances et la survenue d'erreurs de mémoire. Aucune étude à notre connaissance sauf l'Étude 2 (Purkart, Versace, et al., 2019), et l'étude de Grilli et al. (2019) éventuellement⁴, n'a encore contrôlé les évènements à mémoriser sur lesquels l'effet de l'ISE est mesuré. Comme soulevé précédemment, les effets de l'ISE ont avant tout été mesurés dans des tâches de rappel autobiographique (e.g., Interview Autobiographique; Levine et al., 2002) où la distinctivité des traces des évènements rappelés n'est pas contrôlée. Bien que ces évènements sont censés être spécifiques et uniques d'après les consignes, certains thèmes d'évènement (e.g., l'épicerie) peuvent concerner de nombreux évènements similaires partageant le même contexte, et donc plusieurs traces peu distinctes. Il est possible que l'induction d'une dynamique de simulation spécifique par l'ISE engendre des bénéfices plus importants pour le rappel spécifique d'évènements autobiographiques similaires et peu distincts, que pour le rappel spécifique d'évènements uniques et bien distincts, c'est à dire dans les situations où le rappel spécifique est censé être le plus difficile.

9.6 Vérifier le principe d'adéquation de la dynamique de simulation

L'Étude 3 constitue un argument supplémentaire en faveur de l'idée que l'induction d'une dynamique de simulation spécifique facilite la recreation d'un état spécifique du système. Dans une conception re-créative, souvenirs spécifiques et connaissances générales émergent différemment selon la dynamique de simulation du système, qui peut être spécifique (pour les souvenirs spécifiques, à travers une forte diffusion de l'activation intra-trace aux composants spécifiques d'une trace) ou non-spécifique (pour les connaissances générales, à travers notamment une diffusion de l'activation inter-trace aux composants partagés par un grand nombre de traces). Ainsi, il devrait être possible d'induire une dynamique de simulation non-spécifique par une tâche non-spécifique (e.g., par une tâche de catégorisation ou de fluence catégorielle), comme il est possible d'induire une dynamique de simulation spécifique par une tâche spécifique par le paradigme d'ISE comme montré dans les Études 1, 2 et 3. Pour rappel, d'après le principe d'adéquation de la dynamique de simulation (voir Chapitre 4), l'induction d'une dynamique donnée devrait influencer différemment l'efficacité de l'émergence des connaissances dans une tâche subséquente selon la dynamique de simulation requise pour leur émergence dans la tâche. Si la dynamique induite concorde avec la dynamique requise dans la tâche, cette concordance devrait faciliter l'émergence des connaissances (effet de correspondance). Un effet de concordance de dynamiques de simulation spécifiques a été soulevé comme étant responsable des effets d'ISE. En revanche, si la dynamique induite ne concorde pas avec la dynamique requise dans la tâche, cette non-concordance devrait perturber l'émergence des connaissances (effet de non-correspondance). En raison de la compétition entre activation intra et inter-trace, induire une dynamique de simulation non-spécifique en amont d'une tâche spécifique devrait être plus néfaste qu'inversement.

L'Étude 4 [(Mis)Match] avait pour objectif de tester directement ces hypothèses par la création de deux formes d'induction. La première induction devait induire une dynamique de simulation spécifique. L'ISE, aussi bien dans sa version remémoration (e.g., Madore, Gaesser, et al., 2014) que dans sa version imagination (e.g., Madore et al., 2018), impliquent toute deux la

4. Car dans cette étude, l'ISE était administrée avant l'encodage de vidéos.

simulation de composants spécifiques de traces qui ont trait au décor d'un évènement, aux objets présents, aux relations spatiales des objets, aux personnes présentes, et aux actions effectuées, et globalement toute les perceptions eues lors de cet évènement. Partant de ce constat, toute tâche impliquant ce genre de simulation devrait logiquement faire office d'ISE et engendrer des effets analogues. Compte tenu que dans une conception re-créative, la remémoration et l'imagination requiert toute deux la simulation de composants spécifiques et sollicite donc un mécanisme commun de simulation, les résultats rapportés par Madore et al. (2018)⁵ étaient alors parfaitement prédictibles. Nous avons alors mis au point une induction (Induction Spécifique) dans laquelle les individus devaient simuler des composants spécifiques de traces en réponse à des noms d'objets de la cuisine, présentés successivement. Au cours de l'induction, les individus devaient simuler l'apparence des objets, leurs relations spatiales au sein de la cuisine, l'utilisation qu'ils en feraient dans la préparation d'un plat, et toutes les perceptions qui se dégageraient de sa préparation, mais aussi de sa dégustation. La deuxième induction devait induire une dynamique de simulation non-spécifique à partir des mêmes noms d'objets, de sorte que seule l'activité cognitive des individus (et le type de dynamique de simulation) change d'une induction à une autre. Nous avons alors mis au point une induction (Induction Catégorielle) dans laquelle les individus devaient produire le plus d'associés sémantiques possibles pour chaque objet cible, et ce le plus rapidement possible, à l'instar d'une tâche de fluence catégorielle. Le fait que les objets cibles soient déjà reliés sémantiquement (ils appartenaient à la même catégorie des objets de cuisine et au même contexte), et que les individus aient pour consigne de ne pas se répéter et de produire un maximum de réponse, devait favoriser la diffusion de l'activation inter-trace et l'induction d'une dynamique de simulation non-spécifique.

Dans l'Expérience 1a de l'Étude 4 [(Mis)Match], l'effet de ces deux inductions (Spécifique vs. Catégorielle) sur une tâche spécifique de reconnaissance a été comparé. L'emploi d'une tâche de reconnaissance a été motivé par la volonté d'obtenir des mesures de l'exactitude et de la rapidité des réponses, et par la volonté de manipuler les caractéristiques des items présentés pendant la reconnaissance. Pour rappel, une phase d'apprentissage implicite précédait une phase d'induction. Dans chaque essai de la phase d'apprentissage, les individus voyaient 6 images d'objets sémantiquement reliés entre eux (e.g., des objets liés au sport) et associés au contexte représenté par l'image en fond d'écran (e.g., l'image d'un gymnase) sur lequel les images d'objets étaient affichés en superposition. Les individus devaient indiquer combien d'objets rentraient seuls dans une boîte à chaussure. Après l'apprentissage implicite, les individus passaient à l'induction (soit Spécifique, soit Catégorielle) avant d'effectuer la tâche de reconnaissance. Dans cette tâche de reconnaissance, 1/3 des items présentés étaient anciens (e.g., un ballon de basket ; items cibles), 1/3 étaient perceptivement et sémantiquement reliés à un item ancien et étaient présentés à la place de celui-ci (e.g., un autre ballon de basket ; distracteurs perceptifs), et 1/3 étaient uniquement sémantiquement reliés à un item ancien et étaient présentés à la place de celui-ci (e.g., un panier de basket ; distracteurs sémantiques).

Les distracteurs perceptifs étaient censés impliquer une diffusion intra-trace plus importante pour simuler les rares composants spécifiques de l'item cible qui permettent de le discriminer du distracteur perceptif associé et d'effectuer un rejet correct de ce dernier. L'Induction Spécifique devait donc engendrer plus de rejets correctes des distracteurs perceptifs que l'Induction Catégorielle, conformément à l'adéquation des dynamiques de simulation induites par chacune de ces inductions. Il était aussi attendu que le temps de réponse pour rejeter correctement un distracteur perceptif soit plus long après l'Induction Spécifique qu'après l'Induction Catégorielle car l'Induction Spécifique conduirait à simuler davantage de propriétés de l'item cible pour opérer la vérification et établir la non-correspondance, ce qui ralentirait la décision (pour des preuves connexes, voir Solomon & Barsalou, 2004). Les distracteurs sémantiques, bien que différents des items cibles sur le plan perceptif, sont toutefois fortement reliés sémantiquement aux items cibles, qui d'ailleurs étaient sémantiquement reliés entre eux et présentés ensemble à l'apprentissage. Les distracteurs sémantiques étaient censés demander une diffusion inter-trace limitée afin qu'elle ne se propage pas aux items cibles, et n'augmente pas la probabilité de reconnaître à tort les distracteurs sémantiques comme étant des items cibles. L'Induction Catégorielle devait donc être néfaste pour rejeter correctement les distracteurs sémantiques et générer de moins bonnes performances que l'Induction Spécifique, en raison de l'induction d'une dynamique de simulation non-spécifique supposée facilitatrice de la diffusion inter-trace.

5. L'induction version imagination engendre des effets similaires à l'induction version remémoration dans des tâches de remémoration, d'imagination et de description d'images.

Les résultats de l'**Expérience 1a** de l'Étude 4 [(Mis)Match] montrent que les individus ont mis plus de temps à rejeter correctement les distracteurs perceptifs après l'Induction Spécifique qu'après l'Induction Catégorielle, conformément aux prédictions faites. En revanche, les individus ayant effectué l'Induction Spécifique n'ont pas eu de meilleures performances pour les distracteurs perceptifs que ceux ayant effectué l'Induction Catégorielle, et les individus ayant effectué l'Induction Catégorielle n'ont pas eu de moins bonnes performances pour les distracteurs sémantiques que ceux ayant effectué l'Induction Spécifique. Aucune différence n'est apparue entre les inductions pour les items cibles. Avant toute interprétation de ces résultats, deux points demandaient des clarifications. Premier point, l'Induction Spécifique n'était peut-être pas équivalente à l'ISE pour induire une dynamique de simulation spécifique. Le cas échéant, elle aurait été inutile ou aurait généré des effets parasites non-désirables dans l'expérience. En effet, l'Induction Spécifique s'éloignait de l'ISE classique, en ce qu'elle induisait les individus à simuler des composants spécifiques en réponse à des mots, plutôt que de laisser les individus simuler plus librement les éléments spécifiques d'un scénario comme dans l'ISE classique. Toutefois, l'activité restait pourtant bien la même dans les deux inductions, à savoir simuler de nombreux composants spécifiques de traces, ce qui est censé induire une dynamique de simulation spécifique. Deuxième point, les résultats pouvaient aussi s'interpréter comme une accélération des réponses après l'Induction Catégorielle pour les distracteurs perceptifs plutôt que comme un ralentissement des réponses après l'Induction Spécifique. Une telle interprétation ne pourrait émaner d'un modèle à traces multiples comme Act-In où une forte diffusion inter-trace serait plus néfaste que facilitatrice dans une tâche spécifique. Même dans une conception (re)constructive, cibler des processus sémantiques avec l'induction catégorielle ne devrait bénéficier à une tâche épisodique subséquente. L'absence d'induction contrôle rendait toutefois le doute possible. Mais en remplaçant dans l'**Expérience 1b** l'Induction Spécifique par l'ISE (version imagination), et l'Induction Catégorielle par une induction contrôle (exercices mathématiques), des résultats identiques à l'Expérience 1a ont été obtenus. L'Expérience 1b a donc permis de s'assurer que les résultats de l'Expérience 1a 1) ne venaient pas du fait que l'Induction Spécifique n'était pas équivalente à l'ISE pour induire une dynamique de simulation spécifique, 2) ne pouvaient pas s'interpréter comme une accélération des réponses après l'Induction Catégorielle pour les distracteurs perceptifs plutôt qu'un ralentissement des réponses après l'Induction Spécifique.

En induisant la construction d'une simulation plus riche des items cibles, l'Induction Spécifique (ou l'ISE) aurait potentiellement réduit la correspondance entre l'item simulé et le distracteur perceptif affiché. Ceci, à condition que la simulation plus riche de l'item cible ait conduit à simuler des propriétés spécifiques à l'item cible, non partagées par le distracteur perceptif associé (e.g., une couleur), permettant de mieux discriminer l'item cible du distracteur perceptif. Si en revanche, la simulation plus riche de l'item cible n'a conduit qu'à simuler plus de propriétés communes à l'item cible et au distracteur perceptif associé, cela n'aurait pas permis de réduire la correspondance entre l'item simulé et le distracteur perceptif affiché, et de mieux les discriminer. Toutefois, la construction d'une simulation plus riche aurait conduit les individus à vérifier plus précautionneusement les propriétés de l'item simulé par rapport à celles du distracteur perceptif affiché, et à décider de leur réponse plus tardivement (voir Solomon & Barsalou, 2004). Même après une simulation plus riche et une vérification plus précautionneuse suite à l'Induction Spécifique, il est possible que les individus n'aient pu établir une non-correspondance entre l'item simulé et le distracteur perceptif affiché, et fournir une réponse exacte. Ce qui expliquerait pourquoi le ralentissement observé n'ait pas été accompagné de meilleures performances. Il est possible que l'ambiguïté perceptive entre items cibles et distracteurs perceptifs ait été trop importante pour que l'Induction Spécifique n'engendre les bénéfices attendus, comme en témoigne les faibles performances des individus pour rejeter correctement les distracteurs perceptifs (en moyenne 52%).

Il été proposé de remplacer la tâche de reconnaissance traditionnelle ancien/nouveau par une tâche de reconnaissance à choix forcé (où le distracteur est systématiquement affiché à côté de l'item cible) pour réduire l'ambiguïté perceptive et augmenter le taux de réponses correctes. Si un ralentissement des rejets correctes des distracteurs perceptifs persistait malgré un meilleur taux de rejet correcte, cela devait signifier que le ralentissement observé après l'Induction Spécifique pour ces items n'était pas causé par la difficulté de la tâche, mais bien par l'induction d'une vérification plus précautionneuse par la construction d'une simulation plus riche, qui ne change toutefois pas radicalement la décision des individus.

Il a également été proposé que le fait de ne pas observer plus de fausses reconnaissances pour les distracteurs sémantiques après l'Induction Catégorielle venait d'un potentiel effet plafond pour ce type d'item (94% de rejets corrects). Conformément aux études ayant utilisé le paradigme

DRM, augmenter le nombre d'associés sémantiques dans une liste augmente la proportion de fausses reconnaissances des associés non-présentés dans la liste (Pohl & Pohl, 2004). Bien que le paradigme de l'Étude 4 diffère du paradigme DRM (même dans sa version où des images sont présentées à la place des mots), augmenter le nombre d'images aurait pu permettre de réduire les rejets corrects des distracteurs sémantiques. Plutôt que d'envisager cette possibilité pour tenter d'observer un effet de non-concordance des dynamiques de simulations engendré par l'Induction Catégorielle, une option différente a été envisagée.

En effet, il est possible que la tâche de reconnaissance ait été trop centrée sur les propriétés visuelles des items au détriment d'autres propriétés notamment spatiales. La tâche ne demandait peut-être pas une diffusion intra-trace suffisamment importante pour capter les effets de concordance/non-concordance des dynamiques de simulation. Comme les items étaient affichés à 6 endroits différents de l'écran à l'apprentissage, il a été suggéré que demander aux individus de rappeler l'emplacement des items après chaque choix forcé impliquerait une diffusion intra-trace plus importante et soit plus adéquat pour observer les effets de concordance/non-concordance des dynamiques de simulation. De plus, il a été proposé qu'une tâche de catégorisation vivant/non-vivant à partir d'items nouveaux non-reliés perceptivement ni sémantiquement aux items de la tâche de reconnaissance à choix forcé (censée demander une dynamique de simulation non-spécifique), soit plus adéquate pour observer les effets de concordance/non-concordance des dynamiques de simulation. Enfin, il a été suggéré que contraster les deux inductions avec une induction contrôle permettrait de mieux mettre en lumière les effets de concordance/non-concordance des dynamiques de simulation. Ces propositions ont été implémentées dans l'Expérience 2 de l'Étude 4 [(Mis)Match].

Premièrement, les résultats de l'**Expérience 2** de l'Étude 4 [(Mis)Match] montrent une nouvelle fois que les individus ont mis plus de temps à rejeter correctement les distracteurs perceptifs après l'Induction Spécifique qu'après l'Induction Catégorielle. Cela suggère que malgré des taux de réponses correctes plus importants (83%), en raison notamment du fait que l'affichage de l'item cible ait bénéficié à l'établissement d'une correspondance avec l'item simulé, l'Induction Spécifique induirait toujours les individus à vérifier plus précautionneusement cette correspondance, potentiellement en raison de la construction d'une simulation plus riche.

Deuxièmement, les individus ont mis plus de temps et ont été moins efficaces pour rappeler correctement les emplacements des items cibles dans la tâche de rappel spatial après l'Induction Catégorielle qu'après l'Induction Spécifique et Contrôle, quel que soit le type de distracteur. Ce résultat est conforme aux prédictions d'un effet de non-concordance suite à l'induction d'une dynamique de simulation non-spécifique par l'Induction Catégorielle en amont d'une tâche spécifique impliquant une dynamique de simulation spécifique. Il a été suggéré que bien que la tâche de rappel spatial ait impliqué une diffusion suffisamment importante de l'activation intra-trace pour capter un effet de non-concordance suite à l'Induction Catégorielle, cette tâche n'a pas été en mesure de capter un effet de concordance suite à l'Induction Spécifique. En effet les performances des individus ayant effectué l'Induction Spécifique n'ont pas différé des performances des individus ayant effectué l'induction contrôle.

Troisièmement, les individus ont été plus rapides pour catégoriser les items dans la tâche de catégorisation après l'Induction Catégorielle qu'après l'induction contrôle, ce qui est conforme aux prédictions d'un effet de concordance suite à l'induction d'une dynamique de simulation non-spécifique par l'Induction Catégorielle en amont d'une tâche non-spécifique impliquant une dynamique de simulation non-spécifique. Toutefois, les individus ont également été plus rapides après l'Induction Spécifique qu'après l'induction contrôle.

Ensemble, les résultats de l'Étude 4 [(Mis)Match] montrent que les effets engendrés par l'Induction Catégorielle sur une tâche subséquente s'inversent selon le type de tâche. Ces effets inverses pourraient s'expliquer par la concordance/non-concordance entre la dynamique de simulation induite par l'Induction Catégorielle (en l'occurrence non-spécifique) et la dynamique requise dans la tâche subséquente. La dynamique requise dans la tâche de rappel spatial serait spécifique et donc non-concordante, car cette tâche impliquerait de rappeler l'emplacement spécifique d'un item. D'après le modèle Act-In, l'item et son emplacement sont intégrés au sein de la trace mnésique formée au moment de l'apprentissage, par le biais du mécanisme d'intégration multi-composants. Rappeler l'emplacement d'un item est donc une tâche complexe et repose sur des processus associatifs particulièrement dépendant des structures hippocampiques (Olson et al., 2006). Cette tâche impliquerait alors une diffusion de l'activation intra-trace entre les composants spécifiques associé à l'item et son emplacement au sein de la trace mnésique. L'activation se propagerait donc à davantage de composants spécifiques que lors d'une reconnaissance

classique ou à choix forcé, où l'emplacement des items à l'apprentissage importe peu pour fournir la réponse. Cela pourrait expliquer pourquoi l'Induction Catégorielle aurait été plus néfaste dans la tâche de rappel spatial que dans la tâche de reconnaissance. L'interprétation avancée quant à l'effet de non-concordance engendré par l'Induction Catégorielle pourrait expliquer alternativement les résultats de Koutstaal & Cavendish (2006), qui ont montré l'effet néfaste produit par l'induction d'un mode de récupération orienté vers les informations conceptuelles en amont d'une tâche impliquant un mode de récupération orienté vers les informations spécifiques (voir Chapitre 4).

Cette interprétation pourrait toutefois être remise en question. L'effet de non-concordance engendré par l'Induction Catégorielle pourrait venir de l'induction d'une orientation de la récupération (voir Morcom & Rugg, 2012; Rugg & Wilding, 2000) vers les informations sémantiquement associées aux items au détriment des informations spécifiques des items. Cette orientation serait ensuite maintenue activement jusqu'à la tâche de rappel spatial à condition de réserves cognitives suffisantes (Herron, 2018). La tâche de rappel impliquant la récupération d'informations spécifiques, l'orientation de la récupération induite par l'Induction Catégorielle serait alors inadéquate et réduirait les performances. En revanche, cette orientation serait adéquate pour la tâche de catégorisation et améliorerait les performances. Cette interprétation dérive de l'interprétation des effets de l'ISE, vus en termes de maintien d'une orientation de la récupération vers les informations spécifiques sur lesquels l'ISE aurait permis de mettre l'emphase (comme suggéré par Madore et al., 2018). Seulement, il n'a pas encore été montré que les effets de l'ISE (comme de l'Induction Catégorielle) pâtissaient d'une taxation des ressources dévolues au contrôle cognitif et donc au maintien de l'orientation de la récupération. De plus, cette interprétation est incompatible et contradictoire avec le fait que l'Induction de Spécificité ait facilité la catégorisation au même titre que l'Induction Catégorielle. Ce résultat, bien que non-prédit dans l'Étude 4, n'est pourtant pas surprenant dans une conception re-créative.

En effet, il a été montré à l'aide d'un paradigme d'amorçage inter-sensoriel à court terme (voir Vallet et al., 2010) que présenter en amorce une propriété auditive typique d'une cible (e.g., amorce miaulement pour cible chat), et ce juste avant la présentation visuelle de la cible, engendrait une facilitation de la catégorisation de la cible. D'après le modèle Act-In, le miaulement activerait par diffusion inter-trace les composants auditifs similaires (d'autres miaulements) des traces d'expériences où un miaulement a été perçu. Mais le miaulement activerait aussi par diffusion intra-trace au niveau de chaque trace les autres composants (e.g., visuels, comme l'apparence d'un chat) associés aux composants auditifs activés, ce qui conduirait à la simulation du concept chat à travers la simulation de ses propriétés sensorimotrices. La catégorisation du chat aurait donc été facilitée par la diffusion intra-trace au sein de plusieurs traces entre les propriétés auditives et visuelles (entre autres) communes à un grand nombre de traces. L'Induction Spécifique aurait peut-être facilité la diffusion intra-trace au sein d'un grand nombre de traces. Cette interprétation est cohérente avec l'idée que l'activation intra-trace est plus contrainte par l'activation inter-trace qu'inversement, en raison d'un système produisant par défaut des connaissances catégorielles, et donc étant plus enclin à adopter une dynamique de simulation non-spécifique (Versace et al., 2014). Pour l'émergence des connaissances catégorielles comme le concept chat, une diffusion de l'activation inter-trace à un grand nombre de traces de confrontation avec un chat, couplée à une large diffusion de l'activation intra-trace aux propriétés typiques d'un chat, n'est pas incompatible avec cette émergence et serait même facilitatrice. Tandis qu'une telle dynamique d'activation est incompatible avec l'émergence du souvenir spécifique du jour de l'adoption de son chat, qui requiert l'activation d'un faible nombre de traces (faible diffusion inter-trace) couplée à l'activation d'un grand nombre de composants spécifiques à une trace (forte diffusion intra-trace). L'Induction Spécifique ne serait probablement pas suffisante pour induire une dynamique de simulation assez spécifique dans une tâche aussi non-spécifique que la catégorisation. Il est souhaitable d'investiguer plus amplement ce résultat avec d'autres tâches censées impliquer une dynamique de simulation non-spécifique.

L'Étude 4 [(Mis)Match] n'a pas permis de mettre en évidence un effet facilitateur de l'Induction Spécifique, aussi bien dans une tâche de reconnaissance classique ou à choix forcé, que dans une tâche de rappel spatial. À la lumière des résultats de l'Étude 3 (SIMS ISE), qui montrent un effet bénéfique de l'ISE sur les erreurs de mémoire dans une condition de faible distinctivité entre les traces, il est possible que dans la tâche de reconnaissance à choix forcé ou de rappel spatial de l'Étude 4, les items aient été trop distinctifs, limitant ainsi l'effet de l'Induction Spécifique. Là où les personnages à mémoriser dans l'Étude 3 étaient similaires entre eux (dans la condition faible distinctivité) et auraient engendré des traces mnésiques peu distinctes, les objets à mémoriser dans l'Étude 4 étaient très peu similaires, et auraient engendré

des traces mnésiques plus distinctes. C'est la seconde fois que les effets d'une ISE ou d'une méthode apparentée a été tester dans une tâche de reconnaissance. Cette tâche de reconnaissance dans l'Étude 4 était particulièrement éloignée des tâches plus écologique classiquement employées dans les études sur l'ISE, comme la tâche de remémoration de souvenirs autobiographiques (e.g., Madore et al., 2018). Elle était aussi éloignée de la tâche employée dans l'Étude 3 qui mettait en scène des personnages dans un contexte réaliste. La trace formée par une simple image d'objet affichée momentanément est envisagée comme moins riche de composants sensorimoteurs que la trace d'un évènement réellement vécu ou d'une vidéo d'un évènement où des individus évoluent et interagissent dans un environnement réaliste. Il serait souhaitable d'investiguer si les effets bénéfiques d'une induction de spécificité dépendent de la richesse des traces ainsi que de leur distinctivité.

Toutefois, cet échec est à relativiser compte tenu du nombre croissant d'études ayant montré les bénéfices d'une ISE sur une variété de tâches spécifiques (e.g., Madore et al., 2018, 2019, 2015; Jing et al., 2016, 2017; Madore, Gaesser, et al., 2014; Madore, Jing, et al., 2016; Madore & Schacter, 2014; McFarland et al., 2017; Sheldon, Gurguryan, et al., 2019). Il est certain qu'un argument plus solide en faveur du principe d'adéquation de la dynamique de simulation serait de montrer des effets de concordance/non-concordance au sein d'une seule et même tâche. Mais plusieurs pistes restent à explorer pour atteindre cet objectif.

9.7 Synthèse des résultats expérimentaux

Ensemble, les résultats des Études 2, 3 et 4 montrent l'importance de la dynamique de simulation sensorimotrice dans l'efficacité mnésique, et offrent de premiers arguments concrets pour la validation du principe d'adéquation de la dynamique de simulation, grâce à l'utilisation d'un paradigme novateur d'induction. L'originalité de ces études a d'abord été de coupler ce paradigme aux paradigmes classiquement utilisés par les chercheurs qui adhèrent à une conception re-créative, comme les paradigmes d'interférence sensorielle. Cela a permis de montrer qu'il était possible de cibler la simulation sensorimotrice et potentiellement d'induire une dynamique de simulation spécifique à l'aide du paradigme d'induction. L'originalité de ces études a ensuite été de montrer grâce à ce paradigme que l'induction d'une dynamique de simulation spécifique engendrait une amélioration de l'efficacité mnésique dans une tâche spécifique, et surtout dans une condition où les modèles à traces multiples prédisaient une faible efficacité mnésique. Cela a permis de montrer que le système pouvait se remettre plus facilement dans une dynamique spécifique dans laquelle il a récemment été, conformément à l'idée d'un amorçage de la dynamique d'émergence, au cœur du principe d'adéquation de la dynamique de simulation. Enfin, l'originalité de ces études a été de modifier le paradigme classique d'induction en accord avec les principes du modèle Act-In, afin de tester plus directement l'hypothèse de concordance/non-concordance des dynamiques, sur laquelle repose le principe d'adéquation de la dynamique de simulation. En créant une induction spécifique et une induction catégorielle, il a été possible de montrer, après une induction catégorielle, un effet de non-concordance dans une tâche de rappel spatial, et un effet de concordance dans une tâche de catégorisation. Toutefois, le fait de ne pas montrer d'effets de concordance et de non-concordance après une induction spécifique limite la portée des résultats susmentionnés, bien qu'ils restent encourageants et demandent à être reproduits.

Ces résultats encouragent à ne plus voir la mémoire comme un ordinateur fixe, mais plutôt comme un corps constamment en mouvement. Un ordinateur va calculer différents types d'opérations, mais le fait d'avoir calculé plusieurs fois de suite le même type d'opération ne le rendra pas pour autant meilleur pour effectuer une nouvelle fois ce type d'opération. En effet, chaque opération est effectuée comme si le système avait opéré une remise à zéro. En l'absence de commande, le système est dans un état statique, comme figé. L'histoire de ses activités antérieures et surtout récentes n'influencerait donc pas le calcul. En revanche, un corps est composé de différents groupes musculaires, chacun plus ou moins sollicité selon le type d'activité entreprise. Ainsi, s'échauffer les jambes engendrera certainement de meilleures performances à la course que s'échauffer les bras. Ici, l'histoire des activités antérieures du corps et surtout récentes influencerait donc la conduite de l'activité. En dehors de toute métaphore, le système n'adopterait pas une dynamique de simulation donnée après une remise à zéro, car le système ne saurait s'arrêter, se mettre en veille, ou encore cesser de traiter l'environnement. Les dynamiques antérieures et récentes du système influenceraient sa capacité à adopter une dynamique donnée.

Quatrième Partie : Limites et Perspectives

Chapitre 10

Limites et expériences complémentaires souhaitables

10.1 Limites

Plusieurs limites, particulièrement méthodologiques, pourraient être formulées concernant les travaux compilés dans cette thèse. La plupart de ces limites restent mineures, mais certaines pourraient remettre en question la validité et la portée des résultats.

Une première limite est que les passations n'ont pas toutes été réalisées de manière contrebalancée par différents expérimentateurs, ce qui ne permet pas d'exclure l'intervention de biais d'expérimentateurs. Cette limite pourrait être critiquée en considérant l'administration orale des différentes inductions. Toutefois, l'utilisation systématique d'un script que l'expérimentateur devait lire au mot près au moment d'administrer une induction permet de réduire la portée de cette limite. Seules les relances (e.g., "Pourriez-vous m'en dire plus sur [détail] ?"), qui sont impossibles à prédire, car reposant sur les lacunes du récit des individus, pourraient souffrir d'une variabilité inter-expérimentateurs. On retrouve toutefois dans la littérature des versions auto-administrées de l'Entretien Cognitif sur lequel se base l'ISE, comme la *Self-Administered Interview* (SAI, e.g., Gawrylowicz, Memon, Scoboria, et al., 2014 ; Gabbert et al., 2009), qui se présente sous la forme d'un petit livret avec plusieurs sections. Une section comprenait par exemple des instructions de *réinstauration mentale du contexte* qui encourageaient les individus à se re-placer mentalement dans l'instant où ils ont vécu l'évènement, et à réfléchir à cet évènement de manière aussi détaillée que possible, avant de les inviter à écrire leur souvenir en rapportant le moindre détail. Une autre section était dédiée à la description de l'apparence des personnes, tandis qu'une autre section consistait à dessiner un croquis de l'évènement afin de générer des détails spatiaux supplémentaires. Bien que la version originale de l'Entretien Cognitif engendre une meilleure exactitude du rappel que la version auto-administrée (Gabbert et al., 2009), la version auto-administrée reste significativement efficace. De façon particulièrement intéressante, il a été montré que les individus à qui on a administré une SAI sur un évènement donné une semaine auparavant ont rapporté plus de détails corrects lors du rappel libre d'un nouvel évènement (pour lequel la SAI n'a pas été utilisée), sans diminution du taux d'exactitude (Gawrylowicz, Memon, & Scoboria, 2014). Il a aussi été montré que les individus à qui on a administré une SAI sur un évènement donné une semaine auparavant ont rapporté plus de détails corrects lors d'un Entretien Cognitif portant sur ce même évènement, encore une fois sans diminution du taux d'exactitude (Hope et al., 2014). Le fait que la SAI induise des bénéfices jusqu'à une semaine après son administration laisse penser que les individus se serviraient simplement ultérieurement des stratégies de rappel compilées dans la SAI. Il n'a pas encore été montré à notre connaissance que la SAI induisait des bénéfices dans le rappel libre subséquent d'un évènement, ce qui aurait été un résultat compatible avec l'induction d'une dynamique de simulation. Toutefois, la SAI pourrait faire potentiellement office d'induction afin de réduire la possibilité d'un biais d'expérimentateurs.

Concernant l'administration des tâches elles-mêmes, les consignes ont toutes été délivrées par écrit, l'expérimentateur répondant simplement aux questions posées. Afin de garantir une bonne compréhension des consignes, les individus devaient répéter les consignes à l'expérimentateur

après les avoir lues et donner satisfaction. Cette procédure permettrait également de réduire le biais d'expérimentateurs.

Une seconde limite porte sur la cotation des détails internes et externes selon la procédure de Levine et al. (2002), qui peut s'avérer chronophage et fastidieuse. Elle peut notamment provoquer une grande variabilité inter-expérimentateurs. Cette procédure de cotation est particulièrement intéressante, car elle offre une mine d'informations. Il serait toutefois souhaitable dans le futur qu'un outil informatique soit développé afin de mieux analyser le récit et catégoriser les types et sous-types de détails de manière fiable pour supprimer la variabilité inter-expérimentateurs, pourquoi pas à l'aide d'une intelligence artificielle. En attendant l'avènement d'un tel outil, la procédure d'accord inter-juge systématiquement utilisée dans cette procédure de cotation, avec le calcul de l'alpha de Cronbach, est une procédure permettant de réduire la variabilité inter-expérimentateurs. Nous avons toutefois volontairement fait le choix d'utiliser des tâches de reconnaissance plutôt que des tâches de rappel dans les dernières expériences afin de mieux contrôler l'exactitude des souvenirs, les temps de réaction, la fiabilité des mesures, mais aussi afin de manipuler les caractéristiques des items à mémoriser et des distracteurs. Nous encourageons la compilation de données issues de paradigmes d'induction usant notamment de tâches de reconnaissances.

Une troisième limite porte sur l'absence de la motricité dans les diverses expériences et discussions, au profit des aspects sensoriels. Or, l'action est primordiale dans l'émergence des connaissances dans une conception re-créative (Brouillet et al., 2010 ; Ellis & Tucker, 2000 ; voir aussi Brouillet, 2019 ; Versace et al., 2018). L'Induction Spécifique dans l'Étude 4 [(Mis)Match] incluait dans une moindre mesure la motricité lorsqu'il s'agissait de simuler l'utilisation des objets dans la préparation d'une recette de pâtes, et plus généralement les conséquences des actions simulées. Il serait intéressant d'investiguer plus avant le principe d'adéquation de la dynamique de simulation en faisant intervenir de façon plus centrale la motricité.

Une limite importante à l'établissement d'un principe d'adéquation de la dynamique de simulation est qu'il n'a pas été montré d'effet de concordance et de non-concordance des dynamiques de simulations au sein d'une même tâche en fonction de deux inductions différentes. Cela aurait pourtant constitué un argument majeur (une expérience complémentaire sera toutefois proposée plus loin pour répondre à cette limite). Il serait souhaitable de s'inspirer des travaux qui portent sur l'orientation de la récupération, qui utilisent des procédures intéressantes (e.g., Rugg & Wilding, 2000 ; Herron, 2018 ; Herron & Rugg, 2003 ; Morcom & Rugg, 2012 ; Rugg et al., 2000). Dans ces études, les indices sont identiques entre les conditions expérimentales, seules les formes de processus appliqués aux indices varient selon les conditions expérimentales. C'est ce que nous avons tenté de reproduire par exemple avec les Inductions Spécifiques et Catégorielles : les mots étaient les mêmes, seule l'activité de simulation variait. Autre exemple inspirant, Ranganath & Paller (1999 ; à l'instar de Koutstaal & Cavendish, 2006), ont montré dans une tâche de reconnaissance des items anciens (e.g., une commode), des items nouveaux et différents des anciens sur le plan perceptif (e.g., une casserole), et des items nouveaux, mais similaires aux anciens sur le plan perceptif (e.g., un autre exemplaire de commode). Dans une première condition, les individus devaient répondre "ancien" pour les items anciens et nouveaux similaires, et "nouveau" pour les items nouveaux différents. Dans une seconde condition, les individus devaient en revanche répondre "ancien" uniquement pour les items anciens, et "nouveau" pour les items nouveaux différents et similaires. Dans la seconde condition, la réponse reposait sur les éléments spécifiques des items anciens, tandis que dans la première condition, la réponse reposait sur la simple similarité générale entre les items¹. En ajoutant des items sémantiquement associés aux items anciens (e.g., une table), mais différents sur le plan perceptif, il serait possible dans une première condition de répondre "ancien" aux items nouveaux de la même catégorie que les items anciens (e.g., catégorie meubles), et dans une seconde condition de répondre "ancien" uniquement pour les items anciens, de sorte d'obtenir une tâche pouvant être réalisée soit comme une tâche de catégorisation, soit comme une tâche de reconnaissance, selon la condition.

Une limite majeure est que la plupart des résultats rapportés dans cette thèse ne permettent pas d'exclure totalement l'hypothèse de l'adoption et du maintien d'une orientation (spécifique ou non-spécifique) de la récupération après l'induction. Il avait en effet été supposé que l'ISE ciblait cette orientation de la récupération (voir Madore et al., 2018) bien qu'aucune preuve

1. Les résultats montrent des potentiels évoqués plus positifs au niveau du cortex pré-frontal gauche dans la seconde condition. Ce résultat est interprété comme un corrélat de l'engagement différentiel des opérations de recherche en mémoire supportées par le cortex pré-frontal gauche.

indiscutable n'ait été apportée (deux expériences complémentaires seront toutefois proposée plus loin pour répondre à cette limite). L'Étude 2 (ISE DVN) est la seule expérience de cette thèse qui permettrait d'exclure cette hypothèse. En effet, l'hypothèse selon laquelle l'effet du DVN est associé à un effet attentionnel ou exécutif a été plusieurs fois rejetée (e.g., Dean et al., 2005; Sheldon, Cool, et al., 2019; voir aussi Quinn & McConnell, 1996). Le DVN n'aurait alors pas été en mesure de taxer les ressources allouées au contrôle cognitif, et donc au maintien de l'orientation de la récupération, supposément induite par l'ISE et responsable des bénéfices de l'ISE. Toutefois dans l'Étude 3 (SIMS ISE), l'orientation de la récupération aurait pu être maintenue de façon à focaliser les tentatives de récupérations des individus sur les détails des vidéos et particulièrement sur les détails distinctifs des personnages pour améliorer la reconstruction des vidéos. Toutefois, il aurait été attendu que l'ISE engendre des bénéfices indépendamment des conditions de distinctivité des traces (contrairement à ce qui a été observé) en facilitant la récupération des éléments clés des personnages. Enfin, dans l'Étude 4 [(Mis)Match], hormis le fait que l'Induction Spécifique ait engendré des bénéfices dans la tâche de catégorisation (ce qui est contraire à l'idée d'une orientation de la récupération après l'ISE vers des détails spécifiques), les effets de l'Induction Catégorielle pourraient être attribués au maintien d'une orientation de la récupération vers des connaissances catégorielles. Il est alors nécessaire de produire à l'avenir d'autres arguments qui permettraient de trancher entre l'hypothèse d'adéquation de la dynamique de simulation (défendue dans cette thèse) et l'hypothèse d'un maintien de l'orientation de la récupération.

Globalement, il serait nécessaire de conduire encore plusieurs expériences complémentaires afin de répliquer et conforter les résultats présentés dans cette thèse, et de valider le principe d'adéquation de la dynamique de simulation.

10.2 Expériences complémentaires souhaitables

Si une tâche donnée est censée induire une dynamique de simulation donnée qui influencerait l'efficacité mnésique dans une tâche subséquente donnée selon la concordance des dynamiques de simulation entre ces deux tâches, il est primordial de contrôler l'activité des individus entre ces deux tâches, mais aussi avant la première tâche. Par exemple, si l'activité des individus avant une ISE engendre une dynamique de simulation non-spécifique (contrairement à l'ISE qui engendre une dynamique de simulation spécifique), cela devrait réduire les bénéfices engendrés par l'ISE sur la tâche spécifique subséquente en raison de la non-concordance entre la dynamique induite par l'activité pré-induction et la dynamique induite par l'induction. Les performances dans cette condition de non-concordance ne devraient pas se distinguer des performances dans une condition où deux tâches contrôles non-mnésiques (e.g., relier des points entre eux pour former un dessin) se succèdent avant la tâche spécifique, et devraient être inférieures à une condition où une tâche contrôle précède l'ISE. Il serait aussi possible de rajouter des conditions avec une induction catégorielle, mais alors il sera nécessaire que la tâche subséquente puisse capter à elle seule les effets de concordance/non-concordance des dynamiques de simulation, à travers par exemple une alternance des consignes. Au niveau théorique, cela permettrait de mieux comprendre la dynamique de simulation du système cognitif.

En rapport avec la nécessité de développer des tâches qui puissent capter à elles seules les effets de concordance/non-concordance des dynamiques de simulation, une première expérience complémentaire à l'Étude 3 (SIMS ISE) est possible. Pour rappel, la similarité des personnages dans la condition de faible distinctivité aurait engendré un effet de généralisation se traduisant par une augmentation des réponses correctes de type "SAME" (lorsque le personnage simulé est identique au personnages test), mais aussi une diminution des réponses correctes de type "DIFFERENT" (lorsque le personnage simulé est différent du personnages test) et donc une augmentation des erreurs de mémoire dans cette condition de réponse. Cet effet de généralisation serait causé par une forte diffusion inter-trace qui limite la diffusion intra-trace. L'ISE aurait réduit l'effet néfaste de généralisation en augmentant la distinctivité des traces dans la condition de faible distinctivité par une facilitation de la diffusion intra-trace, ce qui aurait engendré une augmentation des réponses correctes de type "DIFFERENT" dans cette condition de distinctivité. Les réponses de type "DIFFERENT" seraient donc particulièrement sensibles à un effet de concordance des dynamiques de simulation. Mais ce type de réponse pourrait potentiellement être aussi sensible à un effet de non-concordance des dynamiques de simulation, étant donné que la généralisation réduit l'exactitude de ces réponses. Ainsi, une Induction Catégorielle

(qui demanderait de classer les objets qui appartiennent à la même catégorie) pourrait induire une dynamique de simulation non-spécifique caractérisée par une forte diffusion inter-trace, et potentiellement amplifier l'effet de généralisation. Cette amplification se traduirait d'une part, par une diminution des réponses correctes de type "DIFFERENT" dans la condition de faible distinctivité (déjà en dessous du hasard dans la condition d'induction contrôle), mais aussi potentiellement par une augmentation des réponses correctes de type "SAME". Une même tâche pourrait alors, de cette façon, capter les effets de concordance/non-concordance des dynamiques de simulation suscités par une Induction Spécifique et une Induction Catégorielle. Une telle tâche serait d'un atout considérable pour étudier la dynamique de simulation.

L'explication avancée dans l'Étude 3 (SIMS ISE), selon laquelle la similarité entre les personnages de la condition faible distinctivité engendre un effet de généralisation qui favorise la simulation des similarités au détriment des spécificités des personnes, pourrait gagner en crédit par une expérience complémentaire. Pour rappel, Brunel, Goldstone, et al. (2013) ont montré que quand des formes étaient très similaires, reconnaître la seule qui était accompagnée d'un son (ou la seule qui ne l'était pas) était plus difficile (avec un taux de réponses correctes qui ne dépassait pas les 25% et donc le hasard) que lorsque les formes étaient moins similaires. Ce résultat était attribué à un effet de généralisation, faisant que les propriétés (le fait d'être sonores), ou l'absence de propriétés (le fait d'être non-sonores), des formes non-isolées se généralisent à la forme isolée de la même catégorie, supprimant ou additionnant la propriété supplémentaire ou manquante. Dans une expérience complémentaire à l'Étude 3 (SIMS ISE), un des 4 personnages dans chaque groupe de personnage, et dans chaque condition expérimentale (faible vs. forte distinctivité), pourrait effectuer une action différente des autres personnages de son groupe (e.g., "déplacer..." plutôt que "s'asseoir sur..."). En ce sens, le personnage serait isolé des autres, car il n'aurait pas effectué la même action². Les performances pour reconnaître ultérieurement le personnage isolé dans la condition de faible distinctivité devraient être plus faibles que dans la condition de forte distinctivité. L'effet de généralisation annulerait ainsi l'effet d'isolation censé faciliter la reconnaissance du personnage isolé. Administrer une ISE entre l'apprentissage des vidéos et le test devrait augmenter les reconnaissances correctes des personnages isolés dans la condition de faible distinctivité, en facilitant la diffusion intra-trace et la simulation de l'action associée au personnage isolé. En plus de confirmer l'interprétation des résultats de l'Étude 3 (SIMS ISE), cette expérience permettrait de répliquer l'effet de généralisation qui s'avère être une des prédictions clefs du modèle Act-In.

Une expérience complémentaire à l'Étude 3 (SIMS ISE) serait de présenter un DVN ou un masque gris contrôle durant la reconnaissance du personnage associé à l'action effectuée sur l'objet prononcée dans la piste audio, afin de retrouver l'interaction entre le DVN et l'ISE, observée dans l'Étude 2 (ISE DVN). Au moment où la piste audio est jouée, le DVN ou le masque gris contrôle serait présenté pendant 3000 ms. Puis l'image d'un personnage serait brièvement présentée au centre en superposition du DVN ou du masque gris pendant 1000 ms avant de disparaître. Enfin, le DVN ou le masque resterait affiché pendant 4000 ms ou jusqu'à la réponse des individus. Cette procédure d'affichage de l'item en superposition du DVN a déjà été employée par Chubala et al. (2020). Il serait aussi possible d'imaginer une procédure dans laquelle le personnage est affiché pendant 1000 ms puis le DVN ou le masque gris contrôle apparaissent avant que la piste audio ne soit jouée. De cette façon, la présentation du DVN serait continue et la probabilité qu'il engendre un effet néfaste serait plus importante. Quoi qu'il en soit, dans la condition de faible distinctivité, il est prédit que les effets bénéfiques de l'ISE par rapport à l'induction contrôle sur les réponses de type "DIFFERENT" soient observés dans la condition masque gris contrôle, mais soient annulés dans la condition DVN. Le cas échéant, ce résultat signifierait que le DVN a bien interféré avec l'ISE et réduit les bénéfices de l'induction d'une dynamique de simulation spécifique. En plus d'être une réplification de l'interaction du DVN avec l'ISE dans une autre paradigme de reconnaissance, et d'être une confirmation de l'interprétation des Études 2 et 3, cette expérience permettrait d'encourager l'emploi du DVN dans l'étude de la dynamique de simulation. D'ailleurs, une étude est en cours de réalisation en collaboration avec Jordan Mille (co-auteur de l'Étude 3 (SIMS ISE) LAPSCO – CNRS UMR 6024, Université Clermont Auvergne), où le DVN est appliqué au paradigme de l'Étude 3 mais sans ISE, avec une présentation du DVN juste avant et après le bref affichage du personnage, et avec plusieurs niveaux de distinctivité des personnages, et dont les résultats pourraient indiquer

2. Il serait aussi possible d'isoler un personnage en le faisant parler (ajout d'une propriété auditive) ou en faisant parler les autres personnages sauf lui (retrait d'une propriété auditive).

que la qualité de la récréation mnésique d'une expérience spécifique dépend de la capacité de simulation.

Des expériences complémentaires seraient souhaitables dans lesquelles le paradigme d'induction (Spécifique vs. Catégorielle), serait appliqué à des méthodologies de neuro-imagerie. Pour rappel, en utilisant la technique d'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf), une activité accrue dans des régions clés préalablement impliquées dans la construction détaillée d'un événement, incluant l'hippocampe et le lobe pariétal inférieur, a été observée lorsque les individus imaginaient un événement après une ISE par rapport à une induction contrôle (Madore, Szpunar, et al., 2016). L'IRMf offre certes une bonne résolution spatiale. Seulement, pour étudier la dynamique de simulation, il serait peut-être plus pertinent d'étudier la dynamique temporelle par Électroencéphalographie (EEG) via l'analyse des potentiels évoqués. Une seule étude à notre connaissance a appliqué sans succès le paradigme d'ISE aux méthodes EEG (Leiker, 2017). Il serait toutefois intéressant d'observer les modulations de l'amplitude de la N400 (onde négative intervenant environ 400 ms après la présentation d'un stimulus et associée au traitement sémantique (et donc à l'activation inter-trace) ; pour une revue sur la N400, voir Kutas & Federmeier, 2011), et de la LPC (pour *late positive component*, onde positive apparaissant autour de 450 ms après la présentation d'un stimulus et associée à la reconnaissance explicite de celui-ci (et donc à l'activation intra-trace) ; pour une revue sur la LPC, voir Wilding & Ranganath, 2012), après une Induction Spécifique vs. Catégorielle vs. Contrôle, sur une tâche test dans laquelle l'indice va définir la spécificité de la dynamique de simulation requise. Une première option serait de présenter dans la tâche test des images d'objets ayant été apprises (items anciens), des images d'objets nouveaux perceptivement et sémantiquement non-reliés aux objets appris (items nouveaux), des images d'objets nouveaux uniquement perceptivement reliés aux objets appris (items nouveaux perceptifs), et des images d'objets nouveaux uniquement sémantiquement reliés aux objets appris (items nouveaux sémantiques). La tâche test serait réalisée par bloc, chaque bloc ayant pour consigne soit de répondre "ancien" uniquement pour les items identiques aux items appris (consigne spécifique), soit de répondre "ancien" uniquement pour les items sémantiquement reliés aux items appris (consigne catégorielle). L'Induction Catégorielle devrait engendrer une augmentation de l'amplitude de la N400, particulièrement pour les items anciens et nouveaux sémantiques dans la condition de consigne catégorielle. L'Induction Spécifique quant à elle devrait engendrer une augmentation de l'amplitude de la LPC, particulièrement pour les items anciens et items nouveaux perceptifs dans la condition de consigne spécifique. Ces résultats pourraient témoigner d'un effet de concordance des dynamiques de simulation non-spécifiques concernant le N400 et spécifiques concernant le LPC. De plus, un effet de non-concordance pourrait être observé. L'Induction Spécifique devrait engendrer une diminution de l'amplitude de la N400, particulièrement pour les items anciens et nouveaux sémantiques dans la condition de consigne catégorielle. Tandis que l'Induction Catégorielle quant à elle devrait engendrer une diminution de l'amplitude de la LPC, particulièrement pour les items anciens et items nouveaux perceptifs dans la condition de consigne spécifique. Une deuxième option serait, à l'instar de Renoult et al. (2016), de présenter dans la tâche test différentes phrases à vérifier par les individus, pouvant soit traiter de faits généraux (e.g., "La plupart des gens mangent des fruits.") ou d'événements uniques (e.g., "Aujourd'hui j'ai mangé un fruit."). Les faits généraux sont censés engendrer une amplitude de la N400 plus importante tandis que les événements uniques sont censés engendrer une amplitude de la LPC plus importante (Renoult et al., 2016). Selon le type d'induction et le type de phrase, les amplitudes des ces ondes pourraient être modulées. Cela permettrait d'obtenir des mesures physiologiques plus directe de l'induction d'une dynamique de simulation donnée et des effets de (non)concordance prédits dans cette thèse.

L'Étude 4 [(Mis)Match] aurait alternativement pu être réalisée en s'inspirant d'une version image du paradigme DRM, comme la version conçue et utilisée par Smith & Hunt (2019). Contrairement à ce qui a été montré par Israel & Schacter (1997), la version image du paradigme DRM ne permettrait pas de réduire les faux souvenirs, dès lors que l'on fait en sorte de mieux contrôler les images pour qu'elles évoquent spontanément les mots de la liste. En effet, Smith & Hunt (2019) ont montré que seuls 44% des individus interrogés nommaient les images par le mot correspondant dans la liste utilisée par Israel & Schacter (1997), remettant en question les résultats de ces derniers. Ainsi, 8 images (au lieu de 6) par scène seraient simultanément présentées lors de la phase d'encodage implicite. Lors de la phase test de reconnaissance, ces 8 images seraient présentées de nouveau, ainsi que 8 images nouvelles non-relées sémantiquement, et 4 leurs critiques sémantiquement reliés. Cela devrait garantir une production plus importante de

faux souvenirs, modulée par les Inductions Spécifiques et Catégorielles. Ainsi, les reconnaissances erronées de leurres critiques devraient être plus importantes après l'Induction Catégorielle qu'après l'Induction Spécifique ou Contrôle, et moins importantes après l'Induction Spécifique qu'après l'Induction Catégorielle ou Contrôle, en accord avec le principe d'adéquation de la dynamique de simulation.

Enfin, une autre expérience complémentaire permettrait de tester plus directement l'hypothèse de l'induction d'une orientation de la récupération par l'ISE (voir Madore et al., 2018). Si cette orientation adoptée post-ISE est activement maintenue en fonction de la disponibilité des ressources allouées au contrôle cognitif (Herron, 2018), taxer ces ressources après l'ISE devrait perturber le maintien de l'orientation de la récupération et supprimer les bénéfices engendrés par l'ISE. Par exemple, il serait possible d'effectuer après une ISE (ou une induction contrôle) une tâche contrôle ou une courte tâche de Stroop D-KEFS (Delis et al., 2001), censée impliquer un contrôle cognitif important et donc taxer les ressources allouées à ce contrôle. Si l'effet bénéfique de l'ISE observé après une tâche contrôle est annulé après un Stroop, alors ce résultat sera en faveur de l'hypothèse de l'induction d'une orientation de la récupération par l'ISE. En revanche, si l'effet bénéfique de l'ISE persiste après un Stroop (absence donc de l'effet du Stroop), cette hypothèse perdra du crédit. Il serait aussi possible de tester cette hypothèse avec des paradigmes de double tâche appliqués à l'ISE. Trancher entre l'hypothèse du maintien de l'orientation de la récupération et l'hypothèse défendue dans cette thèse serait crucial au niveau théorique dans l'étude de l'efficacité mnésique, et au niveau pratique dans la prise en charge de patients présentant des déficits soit exécutifs, soit mnésiques (voir le Trouble Cognitif Léger).

Bien sûr, d'autres expériences complémentaires restent encore à imaginer. L'idée principale développée dans cette thèse à partir d'une conception re-créative de la mémoire est que l'efficacité mnésique dépendrait potentiellement du principe d'adéquation de la dynamique de simulation. Ce principe à l'avantage de conduire à formuler de nouvelles hypothèses et à élaborer de nouveaux paradigmes pour les tester, ce qui devrait conduire à de nouvelles connaissances scientifiques, mais aussi à ouvrir de nouvelles perspectives de recherche. Ces nouvelles perspectives pourraient notamment conduire à des études portant sur des populations cliniques présentant des troubles mnésiques. Les personnes âgées avec ou sans troubles cognitifs, comme les personnes atteintes de dépression ou de schizophrénie, pourraient être le cœur de cible de ces études.

10.3 Perspectives

10.3.1 Protocole InSpÉ

Le vieillissement démographique à travers le monde représente un enjeu sociétal de taille dont les répercussions sanitaires et financières sont croissantes (Freund & Smeeding, 2010). En effet, l'avancée en âge se traduit par une fragilité physique et des altérations cognitives, notamment pour la mémoire (Drag & Bieliauskas, 2010 ; voir aussi Hoyer & Verhaeghen, 2006 ; Nyberg & Pudas, 2019). En outre, l'âge constitue le principal facteur de risque de développer un trouble neuro-cognitif mineur et majeur (trouble cognitif léger [TCL] et maladie d'Alzheimer [MA]) (Riedel et al., 2016). Un des points communs à ces populations est l'altération croissante de la mémoire épisodique, qui représente nos souvenirs personnels ancrés dans un contexte spatio-temporel précis. Cette altération joue un rôle essentiel dans la qualité de vie de ces personnes (Maki et al., 2014). Par exemple, les personnages âgées sans troubles cognitifs produisent moins de détails internes (épisodiques) et plus de détails externes (non-épisodiques, sémantiques) que les personnes jeunes lorsqu'ils relatent un souvenir autobiographique spécifique (voir Levine et al., 2002) ou encore lorsqu'ils décrivent un événement personnel pouvant advenir dans le futur (voir Addis et al., 2008). Avec l'âge, en plus des difficultés à rappeler les détails spécifiques d'un souvenir, augmentent aussi les difficultés à rappeler le contexte (e.g., Spencer & Raz, 1995) et la source du souvenir (e.g., Glisky et al., 2001). Ces difficultés sont exacerbées chez les patients TCL amnésique (e.g., Bennett et al., 2006 ; Murphy et al., 2008), dont la perte mnésique se situerait de manière schématique à mi-chemin entre le vieillissement normal et la maladie d'Alzheimer, suggérant ainsi l'existence d'une forme de continuum d'altération mnésique (Greenaway et al., 2006).

Il a été montré que l'ISE (version remémoration et imagination) bénéficiait à la fois aux personnes jeunes et âgées en augmentant leur production de détails internes, aussi bien dans une tâche de remémoration que dans une tâche d'imagination, sans pour autant ramener les

performances des âgés au niveau des jeunes (Madore, Gaesser, et al., 2014 ; voir aussi Madore et al., 2018). Nul ne sait en revanche si les bénéfices de l'ISE pourraient se transférer au vieillissement pathologique et donc aux populations de personnes âgées atteintes de troubles cognitifs légers. Pourtant, l'ISE pourrait constituer une opportunité dans la prise en charge de populations caractérisées par une spécificité réduite comme c'est le cas dans le vieillissement tant normal que pathologique. Concernant le vieillissement pathologique, 12% à 18% de la population mondiale âgée de plus de 60 ans souffrirait d'un TCL. Ces patients manifestent des altérations cognitives qui excèdent celles attendues dans le vieillissement normal, ainsi qu'un risque important de contracter une Maladie d'Alzheimer. Or, le TCL est considéré comme un syndrome cliniquement hétérogène (Gauthier et al., 2006) pouvant se décliner en plusieurs sous-types (Ritchie & Touchon, 2000). Petersen (Petersen, 2004 ; Petersen & Morris, 2005) décrit des groupes de TCL distincts qui incluent le TCL amnésique à domaine simple (TCL amnésique ou TCLa) où des performances amoindries aux tests de mémoire déclarative dominent le tableau clinique ; le TCL non-amnésique à domaine simple où les patients présentent des difficultés isolées à un domaine non-mnésique du fonctionnement neuropsychologique comme le contrôle exécutif (TCL dysexécutif ou TCLd) ; et le TCL à domaines multiples où plusieurs domaines du fonctionnement neuropsychologique sont compromis. Or, pour rappel, l'hypothèse de l'orientation de la récupération avancée par Madore et al. (2018) repose principalement sur la notion de ressources allouées au contrôle cognitif, qui touche les fonctions exécutives. Tandis que l'hypothèse d'adéquation de la dynamique de simulation avancée dans ce travail de thèse repose sur la capacité de récréation mnésique du système indépendamment des fonctions exécutives.

Compte tenu que l'ISE n'a jamais été testée à notre connaissance auprès d'une population de TCL, et qu'aucune des deux hypothèses concernant les mécanismes ciblés par l'ISE n'ont été validées par des données empiriques (hormis celles présentées dans ce travail de thèse), il est impossible de prédire le sous-type de TCL à domaine simple (amnésique versus dysexécutif) qui bénéficierait le plus d'une ISE, et par extension, de prédire le sous-type de TCL pour lequel une future prise en charge basée sur l'ISE serait adaptée. De plus, en raison de leurs profils cognitifs distincts, contraster deux groupes de patients souffrant de TCL à domaine simple (groupe TCL amnésique vs. groupe TCL dysexécutif) pourrait s'avérer hautement informatif sur la nature des processus cognitifs ciblés par l'ISE.

Comme défendu dans cette thèse et selon le modèle Act-In, si les processus cognitifs ciblés par l'ISE sont du domaine mnésique, alors les patients atteints de TCL dysexécutif devraient mieux bénéficier de l'ISE que les patients atteints de TCL amnésique (chez qui ces processus sont déficitaires). Ceci s'observerait par un nombre moyen de détails internes (spécifiques) produits dans une tâche de rappel autobiographique (IA) dans la condition ISE significativement supérieur au nombre moyen de détails internes (spécifiques) produits dans une tâche de rappel autobiographique (IA) dans la condition contrôle. Cette différence significative s'observerait à la fois pour les participants du groupe contrôle et pour les patients du groupe TCLd, mais ne s'observerait pas pour les patients du groupe TCLa. Éventuellement, ceci s'observerait également chez ces deux groupes par un nombre moyen de détails externes (non-spécifiques) produits dans une tâche de rappel autobiographique (IA) dans la condition ISE non-significativement différent voire significativement inférieur au nombre moyen de détails (externes non-spécifiques) produits dans une tâche de rappel autobiographique (IA) dans la condition contrôle.

Comme défendu par exemple par Madore et al. (2018), si les processus cognitifs ciblés par l'ISE sont du domaine exécutif, alors les patients atteints de TCL amnésique devraient mieux bénéficier de l'ISE que les patients atteints de TCL dysexécutif (chez qui ces processus sont déficitaires). Ceci s'observerait par un nombre moyen de détails internes (spécifiques) produits dans une tâche de rappel autobiographique (IA) dans la condition ISE significativement supérieur au nombre moyen de détails internes (spécifiques) produits dans une tâche de rappel autobiographique (IA) dans la condition contrôle. Cette différence significative s'observerait à la fois pour les participants du groupe contrôle et pour les patients du groupe TCLa, mais ne s'observerait pas pour les patients du groupe TCLd. Éventuellement, ceci s'observerait également chez ces deux groupes par un nombre moyen de détails externes (non-spécifiques) produits dans une tâche de rappel autobiographique (IA) dans la condition ISE non-significativement différent voire significativement inférieur au nombre moyen de détails externes (non-spécifiques) produits dans une tâche de rappel autobiographique (IA) dans la condition contrôle.

Le protocole InSpÉ (Induction de Spécificité Épisodique : Recherche des mécanismes explicatifs et application au vieillissement normal et pathologique, accord du CPP EST I donné le 04/12/2019, promoteur : Hospices Civils de Lyon, code promoteur : 69HCL19-0373, N°ID-RCB : 2019-A01539-48, numéro d'enregistrement clinicaltrials.gov : NCT04240405) a été mis

en place au cours de la thèse grâce à la collaboration de l'Hôpital des Charpennes et du Pr. Krolak-Salmon. La crise sanitaire début 2020 a entravé la conduite du protocole, mais il est toujours en cours à ce jour. Les résultats de ce protocole devraient ouvrir des perspectives de prise en charge des personnes caractérisées par une spécificité réduite comme les personnes âgées avec et sans troubles cognitifs légers. Il resterait toutefois à savoir si les bénéfices de l'ISE ou d'une procédure similaire peuvent perdurer et comment.

10.3.2 Faciliter durablement la récréation mnésique

Concernant les bénéfices de l'ISE, ceux-ci semblent transitoires (e.g., Madore, Gaesser, et al., 2014; Madore et al., 2018; Madore & Schacter, 2014, 2016). En effet, Madore & Schacter (2016) ont par exemple montré que 5 minutes entre deux segments d'expérience³ suffisaient pour ne pas observer un effet d'ordre significatif. Cela signifie soit que les individus ne parviennent pas à maintenir une orientation de la récupération spécifique au delà d'un certain temps (et donc des bénéfices de l'ISE transitoires), soit que la tâche occupationnelle et la tâche d'induction contrôlée altèrent la dynamique de simulation induite par l'ISE. Nous avons déjà proposé une expérience complémentaire pour étudier la longévité de l'induction en manipulant le type de tâche occupationnelle (spécifique vs. non-spécifique) qui suit l'induction et qui précède la tâche principale, avec une attention particulière portée sur la durée de la tâche occupationnelle. Nous avons également proposé dans ce travail de thèse que l'induction pouvait s'apparenter à un "apprentissage" du processus même d'émergence des connaissances. Cela suggère qu'il serait possible de faciliter la capacité du système à se remettre dans un état (spécifique ou non-spécifique) et donc de faciliter l'adoption d'une dynamique de simulation donnée. Une question de recherche est de savoir s'il est possible de faciliter cette capacité à long-terme.

Certaines interventions ont été conçues pour entraîner et améliorer le rappel autobiographique (i.e., le rappel d'événements personnels) et ont montré des bénéfices à long-terme. Ces interventions partagent plusieurs caractéristiques : elles (a) s'étalent sur plusieurs sessions, (b) incluent des séances de psycho-éducation (e.g., Neshat-Doost et al., 2013), (c) encouragent les individus à produire des souvenirs spécifiques détaillés liés à différentes époques et émotions (e.g., Raes et al., 2009; Ricarte et al., 2012) et à les discuter en groupe (e.g., Blairy et al., 2008), et (d) encouragent les individus à former des images mentales vivides et à imaginer des événements futures (e.g., Belleville et al., 2006; Ernst et al., 2015). Malgré ces études, il n'est pas certain que ces effets à long-terme soient dus à un meilleur apprentissage de stratégies de récupération ou à une amélioration de l'efficacité mnésique en elle-même. L'ensemble des interventions peuvent être unies par le fait qu'elles encouragent les individus à fréquemment simuler de nombreux composants spécifiques d'expériences passées, et donc à fréquemment faire adopter une dynamique de simulation spécifique au système, ce qui pourrait favoriser "l'apprentissage" de cette dynamique. Il serait nécessaire de conduire des études qui s'inspirent de celles susmentionnées, et des travaux sur l'induction, afin d'étudier si multiplier des inductions peut engendrer des bénéfices à plus long-terme et de plus grande ampleur. De telles études auraient des implications cliniques substantielles en ce qui concerne le développement d'interventions destinées à améliorer durablement l'efficacité mnésique des individus qui se caractérisent par des problèmes de mémoire. Elles auraient également des implications théoriques importantes car elles renseigneraient sur la capacité du système à augmenter durablement la facilité avec laquelle il adopte une dynamique de simulation donnée.

10.3.3 Distinctivité et Vieillesse

Nous avons vu au Chapitre 3 que la distinctivité des traces mnésiques est un facteur essentiel de l'efficacité de l'émergence des connaissances spécifiques (Brunel, Goldstone, et al., 2013). Ce facteur serait d'autant plus essentiel s'agissant des personnes âgées (Vallet et al., 2016). Dans le cadre du projet ViMaCC, Guillaume Vallet (LAPSCO – CNRS UMR 6024, Université Clermont Auvergne) et ses collaborateurs (dont Jordan Mille, LAPSCO – CNRS UMR 6024, Université Clermont Auvergne) défendent l'idée que le vieillissement se caractérise par une moins bonne capacité de simulation en raison d'une altération sensorielle (e.g., Cavazzana et al., 2018), mais aussi perceptive de haut niveau à travers une altération du cortex périrhinal (Raz et al., 2005; Ryan et al., 2012). Ce cortex joue un rôle clé lorsqu'il s'agit par exemple de distinguer

3. C'est à dire que pour un même individu, l'ISE était par exemple administrée dans le premier segment de l'expérience, et l'induction contrôlée dans le second, ou inversement. Il est à noter que la plupart des études ayant employé l'ISE manipulent le facteur "Type d'induction" (ISE vs. Contrôle) en intra-sujet.

deux informations perceptivement très similaires. L'équivalence fonctionnelle entre perception et mémoire défendue dans une conception re-créative (voir Chapitre 3) suppose que des traitements perceptifs et mnésiques similaires reposent sur les mêmes régions cérébrale. Ainsi, l'altération du cortex périrhinal dans le vieillissement se traduirait aussi bien par une difficulté pour discriminer visuellement deux informations perceptivement très similaires, que par une difficulté pour les reconnaître ultérieurement (Burke et al., 2018, 2011 ; Yeung et al., 2013). Les personnes âgées seraient ainsi particulièrement sensibles à la proximité visuelle entre plusieurs informations, tant au niveau perceptif (e.g. Scheerer & Marrone, 2014 ; Ryan et al., 2012) que mnésique (e.g. Burke et al., 2010 ; Barnes et al., 2012). Lorsque les traces mnésiques sont peu distinctes, la simulation de composants spécifiques et distinctifs serait altérée chez les personnes âgées.

Les résultats de l'Étude 3 (SIMS ISE) suggèrent que l'ISE permettrait d'améliorer la distinctivité des traces lorsque celle-ci est faible en favorisant la simulation de composants spécifiques, et par conséquent de réduire les erreurs de mémoire. L'ISE a déjà montré des effets bénéfiques chez des personnes âgées dans des tâches de remémoration et d'imagination (e.g., Madore et al., 2018 ; Madore, Gaesser, et al., 2014), bien que la distinctivité des traces n'ait pas été manipulée (compte tenu qu'il s'agissait de souvenirs autobiographiques). Ainsi, à travers le principe d'adéquation de la dynamique de simulation, des procédures similaires à l'ISE devraient permettre d'améliorer les capacités de simulation spécifiques des personnes âgées, au moins à court-terme, en attendant les études qui permettront potentiellement d'envisager une amélioration à long-terme.

Conclusion

Ce travail de thèse visait à étudier dans une conception re-créative de la mémoire les facteurs qui influencent l’efficacité mnésique et donc l’émergence des connaissances tant spécifiques que générales. Dans une conception re-créative de la mémoire, l’émergence des connaissances dépendrait de la dynamique de simulation du système, et plus précisément de la dynamique d’activation intra et inter-trace, selon les mécanismes du modèle à traces multiples Act-In (Versace et al., 2009, 2014). L’hypothèse défendue dans ce travail de thèse est qu’influencer la dynamique de simulation devrait influencer l’efficacité de l’émergence des connaissances, compte tenu de sa place centrale. Plus précisément, l’efficacité de l’émergence dépendrait de la facilité du système à adopter la dynamique de simulation adéquate par rapport à la situation présente et notamment au type de connaissance à émerger. Ainsi, améliorer l’efficacité de l’émergence devrait être possible en augmentant cette facilité, et inversement. Le postulat défendu dans ce travail de thèse était que cette facilité dépendrait de si le système a récemment adopté une dynamique de simulation similaire à celle requise dans la situation présente. Il s’agissait donc de vérifier cette hypothèse en induisant une dynamique de simulation similaire en amont de la situation présente, et d’étudier l’effet de cette induction.

Pour ce faire, nous avons utilisé et adapté, au cours de quatre expériences, un paradigme original d’ISE (Madore, Gaesser, et al., 2014), qui consistait à administrer une tâche dite “spécifique” conduisant à simuler de nombreux composants spécifiques de traces, et par conséquent, à l’induction d’une dynamique de simulation spécifique, et ce en amont d’une autre tâche spécifique. L’hypothèse était que l’induction (ou l’adoption préalable) d’une dynamique de simulation spécifique devait faciliter l’adoption d’une dynamique similaire dans la tâche spécifique subséquente. Cette facilitation devait se traduire par une meilleure diffusion de l’activation intra-trace aux composants spécifiques de traces, et par une amélioration de l’efficacité mnésique dans la tâche. En plus des données produites par d’autres auteurs (e.g., Madore et al., 2018), les données issues de la traduction et de la validation en Français de l’ISE dans le présent travail de thèse (**Étude 1 (ISE FR)**; Purkart, Vallet, et al., 2019) ont conforté cette hypothèse.

Afin de valider cette hypothèse, il s’agissait ensuite de tester, dans l’**Étude 2 (ISE DVN)** (Purkart, Versace, et al., 2019), si l’ISE ciblait bien la simulation sensorimotrice, en utilisant un masque visuel dynamique (DVN). Il a été montré que les bénéfices de l’ISE sur le rappel des détails spécifiques de vidéos disparaissaient lorsqu’un DVN était affiché pendant le rappel, comparativement à un masque gris contrôle. Ces résultats ont crédité l’hypothèse selon laquelle l’ISE permet de cibler la simulation sensorimotrice, et donc d’induire une dynamique de simulation spécifique.

L’ISE étant censée faciliter la diffusion de l’activation intra-trace aux composants spécifiques et distinctifs de traces, elle devrait être particulièrement bénéfique lorsque les traces mnésiques sont peu distinctes (i.e., lorsqu’elles partagent de nombreux composants) pour diminuer la propension à commettre des erreurs de mémoire (i.e., à confondre les détails d’expériences similaires). En manipulant la distinctivité des traces dans l’**Étude 3 (SIMS ISE)** via l’aspect de personnages “filmés” en train d’effectuer des actions sur des objets qu’il fallait ensuite reconnaître, il a été montré que l’ISE réduisait le nombre d’erreurs de mémoire dans la condition où les traces mnésiques étaient les moins distinctes, et où les erreurs de mémoire étaient les plus nombreuses. Ces résultats ont eux aussi crédité l’hypothèse susmentionnée.

Ainsi, les effets facilitateurs observés après l’ISE pourraient être attribués à un effet de concordance des dynamiques de simulation entre deux tâches spécifiques. D’après le modèle Act-In, pour que cette interprétation soit valide, des effets de concordance devaient aussi s’observer entre deux tâches non-spécifiques (i.e., tâches faisant intervenir des connaissances générales). De plus, des effets de non-concordances entre deux tâches non-spécifiques et spécifiques devaient

également s'observer. Cette hypothèse découle du *principe d'adéquation de la dynamique de simulation*, formalisé dans le 4ème Chapitre de cette thèse. Afin de tester cette hypothèse, une induction spécifique (analogue à l'ISE) a été comparée à une induction catégorielle (non-spécifique) et à une induction contrôle, sur des tâches spécifiques (reconnaissance, rappel spatial) et non-spécifiques (catégorisation) dans l'**Étude 4 [(Mis)Match]**. Le résultat principal provient de l'effet de non-concordance observé entre l'induction catégorielle et la tâche spécifique de rappel spatial subséquente, mais aussi de l'effet de concordance observé entre l'induction catégorielle et la tâche non-spécifique de catégorisation subséquente. Toutefois, l'absence d'effets miroirs pour l'induction spécifique limite la portée de ces résultats.

Ensemble, ces données appuient l'importance de la dynamique de simulation dans l'efficacité mnésique, et sont globalement en faveur du *principe d'adéquation de la dynamique de simulation*, qui fait état du degré de concordance des dynamiques de simulation entre deux tâches successives comme facteur influençant l'efficacité mnésique. Ces données encouragent toutefois à investiguer plus avant les hypothèses qui découlent du principe afin de le valider pleinement, notamment à travers les expériences complémentaires proposées. Les études qui découleront de ce travail de thèse pourront potentiellement avoir des implications cliniques substantielles en ce qui concerne le développement d'interventions destinées à améliorer l'efficacité mnésique des individus qui se caractérisent par des problèmes de mémoire. Le **Protocole InSpÉ** est un premier pas dans ce développement.

L'emploi du terme "principe" peut paraître fort. D'après Surprenant & Neath (2009), si le but de toute science est d'identifier des invariants et des régularités dans un domaine particulier (Russell, 1931 ; Simon, 1990), on peut se demander quelles sont les lois et les principes de la mémoire humaine ? Selon eux, un principe se distingue d'une loi par le fait qu'il est plus provisoire, plus proche d'une hypothèse de travail que d'une affirmation incontestable. Il doit être empiriquement vrai et doit être universel. En outre, les auteurs exigent également qu'un principe ait au moins une des trois propriétés suivantes : a) il doit énoncer une régularité empirique importante, b) il doit pouvoir servir d'explication intermédiaire, et c) il doit offrir des informations utiles sur le fonctionnement de la mémoire.

Concernant la propriété a), les auteurs précisent qu'un principe doit être une régularité bien établie, indépendante d'une tâche, d'un paradigme ou d'une situation particulière, et indépendante d'une théorie ou d'une orientation théorique particulière. Le *principe d'adéquation de la dynamique de simulation* est notamment porté par le nombre croissant et déjà important d'études sur l'ISE qui montrent avec une certaine régularité l'effet bénéfique de l'administration préalable d'une tâche spécifique sur une autre tâche spécifique subséquente. Le présent travail de thèse est à notre connaissance le premier à observer cet effet pour des tâches non-spécifiques. D'autres études devront suivre et montrer avec régularité cet effet. De plus, les effets de l'ISE ou de procédures similaires ont été montrés dans une variété de tâches (nous avons rajouté dans ce travail de thèse la tâche de reconnaissance). C'est pourquoi nous parlons de tâches spécifiques ou de tâches non-spécifiques, car le principe est indépendant de la tâche (i.e., il n'est pas exclusif au rappel libre par exemple). Le principe est aussi indépendant d'un paradigme donné, car différentes inductions ont été développées (induction remémoration, imagination, auto-administrée, spécifique, catégorielle...), et nous prédisons qu'un effet d'induction facilitateur soit observable du moment que la tâche préalable implique l'émergence du même type de connaissance que la tâche subséquente (à condition que l'activité dans la tâche préalable soit suffisamment importante). Le présent travail de thèse est le seul à notre connaissance qui propose de s'extraire du seul et simple paradigme d'ISE pour proposer un principe général d'induction. Parler de dynamique de simulation reflète évidemment un positionnement théorique en faveur d'une conception re-créative. Mais le principe même d'adéquation de la dynamique de simulation n'est pas pour autant dépendant de cette conception théorique. On pourrait par exemple parler d'un principe de "concordance des traitements"⁴, théoriquement moins connoté et plus universel. La conception re-créative nous permet de préciser la dynamique des mécanismes qui sous-tend le principe. Une autre conception théorique pourrait avancer d'autres mécanismes sans pour autant remettre en question le principe. Toutefois, les différentes conceptions théoriques mènent à des hypothèses différentes qui peuvent être testées et remises en question. Le parti pris a été de désigner le principe par le mécanisme que nous supposons le sous-tendre. Ainsi, le *principe*

4. Appellation parfois employée pour désigner le principe de Transfert Approprié du Traitement de Morris et al. (1977), notre principe de "concordance des traitements" va au delà d'une concordance entre encodage et récupération, et porte plutôt sur la concordance entre deux situations de récupération, ce qui n'est pas traité par le principe de Transfert Approprié du Traitement.

d'adéquation de la dynamique de simulation semble posséder la propriété a).

Concernant la propriété b), le *principe d'adéquation de la dynamique de simulation* offre une explication aux effets facilitateurs de l'administration préalable d'une tâche sur la suivante, qui ont été régulièrement observés dans maintes études, mais qui demeurent encore mal connus. À notre connaissance, aucune autre étude en dehors du présent travail de thèse ne s'est encore attachée à tester les interprétations faites concernant ces effets. L'explication intermédiaire est que la concordance entre les traitements engagés dans ces tâches serait à l'origine des effets facilitateurs. En revanche une non-concordance des traitements pourrait induire un effet perturbateur, plus rarement observé. Ce principe fait donc le lien entre plusieurs études aux paradigmes variés. Ensuite, c'est en s'intéressant aux mécanismes qu'une explication finale émerge. La propriété b) semble donc elle aussi possédée par le *principe d'adéquation de la dynamique de simulation*.

Enfin, concernant la propriété c), le *principe d'adéquation de la dynamique de simulation* semble renseigner sur le fonctionnement de la mémoire et sur les circonstances particulières dans lesquelles ce fonctionnement peut être amélioré ou altéré. Comme évoqué précédemment, ce principe encourage à rapprocher le fonctionnement de la mémoire à celui d'un corps humain, et met l'accent sur le caractère dynamique du fonctionnement mnésique. Il encourage aussi à repenser la manière dont les études sur la mémoire sont conduites pour prendre en compte ce caractère dynamique de la mémoire. Ainsi, ce principe possède une réelle portée fondamentale concernant la compréhension de la mémoire. La propriété c) semble finalement elle aussi possédée.

Ce travail de thèse n'avait pas pour vocation d'imposer un nouveau principe du fonctionnement de la mémoire et de son efficacité. Il avait plutôt humblement pour vocation de poser ses premières pierres, de commencer à questionner son existence. Certains critiqueront peut-être l'emploi du terme "principe", à l'instar de Cohen (1985) vis-à-vis des principes de Crowder (1976). Il était pourtant bien question de prendre de la hauteur, d'aller au delà d'un simple effet d'induction, de prendre enfin toute la mesure des implications d'un tel phénomène d'induction sur notre conception du fonctionnement de la mémoire, et de proposer un principe régissant ce même fonctionnement, ainsi que son efficacité. Bien des études restent à conduire avant d'établir et de valider avec fiabilité le *principe d'adéquation de la dynamique de simulation*. Et si ces études échouent, rappelons nous les mots de Greene (2007) : certaines des contributions les plus importantes qu'apportèrent les principes généraux de la mémoire furent lorsque ces principes suscitèrent de plus amples investigations sur la manière dont ils échouèrent.

Annexes

Annexes Expérience 1 (ISE FR)

Annexe 1.A : Version traduite en français de l'Entretien Cognitif adapté par Madore et collaborateurs (2014) ayant servi à l'induction de spécificité épisodique

Entretien Cognitif

Introduction

« Je vais maintenant vous poser quelques questions concernant la vidéo que vous venez de visionner. Avant toute chose, je n'ai personnellement pas vu la vidéo, c'est donc vous l'expert à son sujet. Je vais également utiliser un dictaphone, et écrire ce que vous me direz pour en garder une trace, si cela ne vous pose pas un problème bien entendu. Est-ce que vous êtes prêt à démarrer ? »

Imagerie mentale concernant la scène

« D'accord. Tout d'abord, j'aimerais que vous fermiez les yeux afin de former dans votre esprit une image du décor/de l'endroit dans lequel se déroulait la vidéo que vous venez de visionner. J'aimerais que vous pensiez aux différents types d'éléments présents au sein de cet environnement, à la manière dont ils étaient arrangés, et à quoi ils ressemblaient. Lorsque l'image que vous aurez formée sera très claire dans votre esprit, je souhaiterais que vous me rapportiez tout ce dont vous vous souvenez au sujet de cet environnement. Essayez d'être le plus précis et détaillé possible. »

Questionnaire général concernant la scène

- « Dites-m'en plus au sujet de... (détail mentionné) »
- « Dites-m'en plus sur la façon dont la cuisine était arrangée... »
- « Dites-m'en plus sur ce qui se trouvait dans la cuisine... »
- « Y avait-il d'autres pièces ? »
- « À qu'elle heure de la journée pensez-vous que la scène s'est déroulée ? »

Imagerie mentale concernant les personnages

« Maintenant, j'aimerais que vous fermiez les yeux et que vous formiez une autre image dans votre esprit. Cette fois-ci, concentrez-vous pour former une image des personnes qui figuraient dans la vidéo que vous venez de visionner. Je souhaiterais que vous pensiez à quoi ressemblaient ces personnes, aux vêtements qu'elles portaient, à leurs âges, au timbre de leurs voix, et aux emplacements où ils se tenaient. Lorsque l'image que vous aurez formée sera très claire dans votre esprit, j'aimerais que vous me rapportiez tout ce dont vous vous souvenez au sujet des personnages de la vidéo. Là encore, essayez d'être le plus précis et détaillé possible. »

Questionnaire général concernant les personnages

- « Dites-m'en plus au sujet de... (détail mentionné) »
- « Dites-m'en plus au sujet des vêtements de l'homme / de la femme... »
- « Dites-m'en plus au sujet du visage de l'homme / de la femme... »
- « Dites-m'en plus au sujet de la voix de l'homme / de la femme... »
- « Dites-m'en plus au sujet de l'emplacement où se tenait l'homme / la femme... »

Imagerie mentale concernant les actions

« Maintenant, j'aimerais que vous fermiez les yeux et que vous reviviez dans votre esprit les actions dont vous avez été témoin lorsque vous avez visionné la vidéo. J'aimerais que vous pensiez aux choses que les personnages de la vidéo ont faites, et comment ils les ont faites. Lorsque l'image que vous aurez formée sera très claire dans votre esprit, je souhaiterais que vous me rapportiez tout ce dont vous vous souvenez à propos de ces actions dont vous avez été témoin, et ce de manière chronologique, en commençant par la première et en finissant par la dernière. Encore une fois, essayez d'être le plus précis et détaillé possible. »

Questionnaire général concernant les actions

- « Dites-m'en plus au sujet de... (action mentionnée) »

Suivi et répétition pour les actions [Seulement si le participant ne donne pas d'emblée une séquence d'actions]

- « Que s'est-il passé après cela ? »
- « Quelle était la chose suivante ? »
- « Quelle est la dernière chose qui se soit produite ? »

Annexe 1.B : Version traduite en français de l'Entretien Contrôle adapté par Madore et collaborateurs (2014) ayant servi à l'induction contrôle

Entretien Contrôle

Introduction

« Je vais maintenant vous poser quelques questions au sujet de la vidéo que vous venez de visionner. Je vais également utiliser un dictaphone et écrire tout ce que vous allez me dire afin d'en garder une trace, si cela ne vous pose pas problème bien entendu. Est-ce que vous êtes prêt à démarrer ? Parfait. J'aimerais que vous me rapportiez ce que vous pensez de la vidéo. Quelles sont vos impressions à propos de cette vidéo ? »

Banque de questions

- « Quels adjectifs emploieriez-vous afin de décrire le décor de la vidéo ? Les personnes ? Leurs actions ? »
- « Qu'avez-vous pensé du décor de la vidéo ? »
- « Qu'avez-vous pensé des personnes que vous avez vues dans la vidéo ? »
- « Qu'avez-vous pensé des événements dont vous avez été le témoin en regardant la vidéo ? »
- « Pouvez-vous me décrire la vidéo dans son ensemble en un ou deux mots ? »
- « Avez-vous aimé la vidéo ? »
- « Trouvez-vous qu'elle fasse démodée ? »
- « À quelle époque diriez-vous qu'elle a été réalisée ? »
- « Pouvez-vous deviner la taille de la pièce dans laquelle la vidéo a été tournée ? »
- « Pouvez-vous deviner le métier des personnages de la vidéo ? »

Remarques finales

- « Pensez-vous quoi que ce soit d'autre à propos de la vidéo ? »
- « Il y a-t-il quelque chose d'autre que vous voudriez me dire concernant cette vidéo ? »

Annexe 1.C : Traduction des instructions des tâches de remémoration et d'imagination de l'Interview Autobiographique employées par Madore et collaborateurs (2014)

Interview Autobiographique

Instructions des tâches

Remémoration

« Dans cette partie de l'expérience, vous allez voir 5 images différentes. Pour chaque image, il vous sera demandé de vous souvenir d'un événement personnel, remontant à quelques années, auquel l'image vous ferait penser. Vous devrez me relater un seul événement s'étant déroulé en un seul endroit. Cet événement peut avoir duré entre quelques minutes et quelques heures. Vous devrez penser à cet événement de votre propre point de vue, à travers vos propres yeux, comme si vous reviviez l'événement, et non à partir de celui/de ceux d'un observateur extérieur. Essayez de me dire tout ce dont vous vous souvenez à propos de cet événement, ce que vous avez fait, les personnes avec qui vous étiez, ce que vous ressentiez. Je vais également utiliser un dictaphone et écrire tout ce que vous allez me dire afin d'en garder une trace pour les besoins de l'étude, si cela ne vous pose pas problème bien entendu. Je tiens à vous rassurer sur le fait que tout ce vous me direz demeurera strictement confidentiel, et restera entre vous et moi. Je vous en fait le serment sur l'honneur. Vous aurez 3 minutes pour m'en dire le plus possible et de la manière la plus détaillée possible au sujet de cet événement. »

Imagination

« Dans cette partie de l'expérience, vous allez voir 5 images différentes. Pour chaque image, il vous sera demandé d'imaginer un événement, qui se produirait quelques années plus tard, et qui comprendrait le décor de l'image. Vous devrez imaginer un événement qui n'est pas encore arrivé. Il devra se dérouler dans un seul endroit. Il pourra également durer entre quelques minutes et quelques heures. Vous devrez penser à cet événement de votre point de vue, à travers vos propres yeux, et non à partir de celui / de ceux d'un observateur extérieur. Essayez de me dire tout ce que vous pouvez imaginer à propos de cet événement, ce que vous ferez, les personnes avec qui vous serez, et ce que vous pourriez ressentir. Vous aurez 3 minutes pour m'en dire le plus possible et de la manière la plus détaillée possible au sujet de cet événement. »

Annexe 1.D : Intitulés et références bibliographiques des images ayant été téléchargées afin de composer les quatre sets ayant servi pour l'Interview Autobiographique

Tableau 1. Répartitions des évènements dans les quatre sets ayant servi pour l'Interview Autobiographique. Distribution of events in the four sets used for the Autobiographical Interview.

Set d'images 1	Set d'images 2	Set d'images 3	Set d'images 4
Anniversaire	Barbecue	Cafe	Cinema
Coiffeur	Cuisiner	Deménagement	Dentiste
Embouteillage	Epicerie	Gare	Jeux
Mariage	Musee	Noel	Pique-nique
Plage	Restaurant	Shopping	Zoo



FIGURE 10.1 – Présentations des miniatures des images employées dans l'Interview Autobiographique

Anniversaire

Auremar (date de publication inconnue). Famille se sont rassemblés pour la fête d'anniversaire. Récupéré le 18 janvier, 2017, de https://fr.123rf.com/photo_12006604_famille-se-sont-rassembler-pour-la-fete-d-anniversaire.html?term=birthday%2Bcandles

Restaurant

Filimonov, I. (date de publication inconnue). Une société de personnes à manger dans un restaurant tout en souriant serveuse leur sert. Récupéré le 18 janvier, 2017, de https://fr.123rf.com/photo_45301076_une-societe-de-personnes-manger-dans-un-restaurant-tout-en-souriant-serveuse-leur-sert.html?term=restaurant

Coiffeur

Filimonov, I. (date de publication inconnue). Belle femme en colère coiffeur blâmer mauvaise coupe de cheveux. Récupéré le 18 janvier, 2017, de https://fr.123rf.com/photo_58711852_belle-femme-en-colere-coiffeur-blamer-mauvaise-coupe-de-cheveux.html?term=clothes%2Bshop

Embouteillage

Conceptw (date de publication inconnue). Jam sur la route. Embouteillage en heure de

pointe. Récupéré le 18 janvier, 2017, de https://fr.123rf.com/photo_32525506_jam-sur-la-route-embouteillage-en-heure-de-pointe.html?term=traffic%2Bjam&vti=mz2um0d5exu0tl98qa

Mariage

Faukner, J. (date de publication inconnue). Moment de mariage, mariée et le marié main dans la main avec le bouquet et invités de la noce en arrière-plan. Récupéré le 18 janvier, 2017, de https://fr.123rf.com/photo_31487504_moment-de-mariage-mari-e-et-le-mari-main-dans-la-main-avec-le-bouquet-et-invite-s-de-la-noce-en-arriere-.html?term=marriage&vti=nke72l38uyk7q5vb6j

Plage

Nito500 (2014, 19, Août). Barcelone, Espagne, le 19 août, 2014 : Une foule de baigneurs dans La plage de Barceloneta à Barcelone, Espagne. Cette plage populaire accueille environ 500 000 visiteurs de partout pendant la saison d'été. Récupéré le 18 janvier, 2017, de https://fr.123rf.com/photo_38297763_barcelone-espagne-le-19-ao-t-2014-une-foule-de-baigneurs-dans-la-plage-de-barceloneta-barcelone-es.html?term=crowded%2Bbeach&vti=mjm1niwyqt4owsne82

Barbecue

Raths, A. (date de publication inconnue). Famille ayant un barbecue dans leur jardin en été. Récupéré le 18 janvier, 2017, de https://fr.123rf.com/photo_37078324_famille-ayant-un-barbecue-dans-leur-jardin-en-t.html?term=barbecue&vti=ns1aepygf3hom0tuhx

Cuisiner

Wavebreak Media Ltd (date de publication inconnue). Belle cuisine familiale dans leur cuisine. Récupéré le 18 janvier, 2017, de https://fr.123rf.com/photo_11681164_belle-cuisine-familiale-dans-leur-cuisine.html?term=cook%2Bfamily

Épicerie

Goodluz (date de publication inconnue). Une femme âgée avec jeune femme à l'épicerie. Récupéré le 18 janvier, 2017, de https://fr.123rf.com/photo_51881876_une-femme-g-e-avec-jeune-femme-l-picerie.html?term=supermarket

Musée

Flik47 (date de publication inconnue). Visitirs non identifiés dans le hall avec marbre de l'Acropole en Grèce ou en marbre Elgin dans le musée britannique. Londres, Royaume-Uni. Récupéré le 18 janvier, 2017, de https://fr.123rf.com/photo_49315802_visitirs-non-identifi-s-dans-le-hall-avec-marbre-de-l-acropole-en-gr-ce-ou-en-marbre-elgin-dans-le-m.html?term=museum&vti=n4vzec9aef6oa9e0im

Café

Grybanov, O. (date de publication inconnue). Une date dans un café pour une table en bois et une tasse de café homme exaspéré regarde la montre sur la main. Récupéré le 18 janvier, 2017, de https://fr.123rf.com/photo_64424670_on-a-date-at-a-cafe-for-a-wooden-table-and-a-cup-of-coffee-man-exasperated-looks-at-the-watch-on-the.html?term=coffee%2Bdelay&vti=ne2be57prw0x0wtpae

Déménagement

Kurhan (date de publication inconnue). Boîtes de déménagement dans la nouvelle maison. Real estate concept. Récupéré le 18 janvier, 2017, de https://fr.123rf.com/photo_46412296_bo-tes-de-d-m-nagement-dans-la-nouvelle-maison-real-estate-concept.html?term=move&vti=m5i8az8r52edqe9gnz

Gare

Alicephoto (date de publication inconnue). La station de métro de Londres train Blur personnes mouvement. Récupéré le 18 janvier, 2017, de https://fr.123rf.com/photo_42365412_la-station-de-m-tro-de-londres-train-blur-personnes-mouvement.html?term=train%2Bstation&vti=li4z390743jigt3ewe

Noël

Wavebreak Media Ltd (date de publication inconnue). L'ouverture des cadeaux de Noël de famille à la maison. Récupéré le 18 janvier, 2017, de https://fr.123rf.com/photo_1024866

7_l-ouverture-des-cadeaux-de- no-l-de-famille-la-maison.html?term=christmas%2Bfamily&vti=mqp7ipiffr552kylma

Shopping

Perugini, W. (date de publication inconnue). Homme ennuyé dans un magasin de vêtements d'attente pour les femmes, ils sont à la recherche à certains vêtements, il est de taper sur le téléphone intelligent. La situation commercial typique, concept de consumérisme. Récupéré le 18 janvier, 2017, de https://fr.123rf.com/photo_37108089_homme-ennuy-dans-un-magasin-de-vtements-d-attente-pour-les-femmes-ils-sont-la-recherche-certains-.html?term=clothes%2Bshop

Cinéma

Yeulet, C. (date de publication inconnue). Family Film Regarder Dans Cinéma. Récupéré le 18 janvier, 2017, de https://fr.123rf.com/photo_18710211_family-film-regarder-dans-cinema.html?term=cinema

Dentiste

Yeulet, C. (date de publication inconnue). Dentiste et son assistant en salle d'examen avec une femme dans une chaise en souriant. Récupéré le 18 janvier, 2017, de https://fr.123rf.com/photo_3600834_dentiste-et-son-assistant-en-salle-d-examen-avec-une-femme-dans-une-chaise-en-souriant.html?term=dentist

Jeux

Filimonov, I. (date de publication inconnue). Sourire amies supérieurs avec l'enfant assis à son bureau avec bingo. Récupéré le 18 janvier, 2017, de https://fr.123rf.com/images-libres-de-droits/card_game_old_woman.html?imgtype=0&sti=mwix8q2lztrqnhoxjp|&mediapopup=35748898

Pique-nique

Yeulet, C. (date de publication inconnue). Famille multi-génération Bén- éficiant de pique-nique dans la campagne. Récupéré le 18 janvier, 2017, de https://fr.123rf.com/photo_42309383_famille-multi-g-n-rations-b-n-ficiant-de-pique-nique-dans-la-campagne.html?term=picnic&vti=lrzho12uooro0trrs8

Zoo

Wollertz, C. (2015, 05, Février). Le Living Desert Zoo, Palm Desert, Californie, Février 05 : Tourist main nourrir une famille de girafe au zoo 05 Février 2015 Le zoo Living, Palm Desert, en Californie. Récupéré le 18 janvier, 2017, de https://fr.123rf.com/photo_41828934_le-living-desert-zoo-palm-desert-californie--f-vrier-05-tourist-main-nourrir-une-famille-de-girafe-a.html?term=family%2Bzoo&vti=ne5oy0ao8xnemvi7zb

Annexe 1.E : Notice de cotation des détails internes et externes suivant la méthode élaborée par Levine et collaborateurs (2002)

Lorsque la tâche demande par exemple au participant de relater un évènement spécifique qui ne doit pas s'étaler sur plus de quelques heures, et se dérouler en plus d'un endroit (e.g. fête d'anniversaire) : un détail spécifique est un détail qui est spécifique à l'évènement principal relaté (i.e. qui concerne uniquement cet évènement précis) et qui porte principalement sur les aspects épisodiques phénoménologiques et spatiotemporels de l'évènement. Un détail spécifique est caractérisé par une proposition composée à minima d'un sujet et d'un verbe, et accessoirement d'un complément ou d'un attribut (e.g. "Pierre a fait tomber son sandwich" = 1 détail). Si le sujet est cité pour la première fois, celui-ci compte pour un détail spécifique supplémentaire (e.g. "Pierre" = 1 détail). Si le complément 1) est un complément d'objet direct ou indirect ; 2) est un nom ou un groupement nominal désignant un individu ou un groupe d'individus (e.g. "Pierre a salué Paul") ; 3) est cité pour la première fois, alors ce complément est compté comme détail spécifique supplémentaire (e.g. "Paul" = 1 détail). Si le complément est un complément circonstanciel de temps (e.g. "Hier, je suis allé à la piscine."), de lieu (e.g. "Dans le bassin extérieur, j'ai fait plusieurs longueurs."), de manière (e.g. "Il toussait bruyamment."), de moyen (e.g. "Elle a cloué les planches avec un marteau."), de but (e.g. "Je me suis couvert pour ne pas prendre froid."), de cause (e.g. "Pierre a été puni à cause de son frère."), de conséquence (e.g. "J'ai crié à en perdre la voix."), ou de quantité (e.g. "Ce D.V.D. coûte vingt euros"), alors ce complément est compté comme détail spécifique supplémentaire. Bien que ces différents compléments ne soient pas essentiels, ils apportent néanmoins une information supplémentaire pertinente, qui porte aussi bien sur les circonstances de l'action décrite que sur les détails phénoménologiques ou spatio-temporels.

Un détail non-spécifique est un détail qui n'est pas spécifique à l'évènement principal relaté, ou qui est commun à plusieurs évènements similaires (e.g. "Chaque matin, je fais du footing."). Ce type de détail peut également prendre la forme d'une inférence (e.g. "Ils ont dû se disputer en arrivant."), d'une réflexion à posteriori (e.g. "C'est un moment qui m'a marqué."), d'une répétition (e.g. "Pierre a donc salué Paul, et. . ."), d'un fait, d'une connaissance générale (e.g. "Paris est la capitale de la France.") ou sur soi-même (e.g. "Je vais souvent au restaurant."). La méthode de cotation de ce type de détail est identique à celle des détails spécifiques.

Annexes Expérience 3 (SIMS ISE)

Annexe 3.A : Présentations des miniatures des images des personnages au sein des blocs des conditions faible distinctivité et forte distinctivité, employées dans la tâche de reconnaissance



FIGURE 10.3 – Personnages condition faible distinctivité et forte distinctivité

Annexe 3.B : Version traduite en français de l'Induction de Spécificité Épisodique version imagination de Madore et collaborateurs (2018)

Induction de spécificité (imagination)

Introduction

Nous allons maintenant faire un exercice d'imagination. J'aimerais que vous pensiez à un évènement qui pourrait se dérouler dans les prochaines années. Cet évènement devra se dérouler dans [lieu retenu], et inclure [personne retenue] et [objet retenu]. (Recombinaison d'un endroit, d'une personne et d'un objet provenant de 3 différents souvenirs). Je ne connais rien à propos de cet endroit, ce personnage et cet objet, c'est vous qui en savez le plus. Dans un instant, vous allez me parler de [lieu et objet retenu], puis de vous-même et de [la personne retenue], et par la suite des actions que vous allez faire ensemble.

Imagerie mentale concernant la scène

Tout d'abord, j'aimerais que vous fermiez les yeux afin de former dans votre esprit une image du [lieu retenu]. J'aimerais que vous pensiez aux types d'objets qui sont présents au sein de cet environnement, à la manière dont ils sont arrangés, et à quoi ils ressemblent. Essayez d'imaginer quelque chose qui sorte de l'ordinaire à propos de cet environnement ? Est-ce la nuit ou la journée ? Est-ce l'automne ou l'hiver ? Qu'est ce qui est différent à son sujet ?

[Marquer une courte pause avant de poursuivre pour laisser un temps pour la construction]

Lorsque l'image que vous aurez formée sera très claire dans votre esprit, je souhaiterais que vous me décriviez tout ce que vous avez pu imaginer à propos de ce lieu, et de tous les objets présents dans ce lieu. Un des objets doit être [redonner l'objet retenu]. Essayez d'être le plus précis et détaillé possible.

Questionnaire générale concernant la scène

- Dites-m'en plus au sujet de ... (détail mentionné)
- Dites-m'en plus sur la façon dont (l'endroit) était arrangé...
- Dites-m'en plus sur ce qui se trouvait dans (cet endroit) ...

Imagerie mentale concernant les personnages

Maintenant, j'aimerais que vous fermiez les yeux et que vous formiez une autre image dans votre esprit. Cette fois-ci, concentrez-vous pour former une image de vous-même et de [la personne retenue]. Je souhaiterais que vous pensiez à votre apparence et celle de [la personne retenue], aux vêtements que vous portez ainsi que ceux de [la personne retenue]. Essayez d'imaginer quelque chose de nouveau concernant cette personne et vous. Par exemple, l'un d'entre vous a-t-il une nouvelle coupe de cheveux, ou un nouveau vêtement ? L'un d'entre vous semble-t-il plus vieux ? Qu'est ce qui est différent entre vous et cette autre personne ?

[Marquer une courte pause avant de poursuivre pour laisser un temps pour la construction]

Lorsque l'image que vous aurez formée sera très claire dans votre esprit, j'aimerais que vous me décriviez tout ce que vous avez pu imaginer à propos de vous-même et de l'autre personne. Là encore, essayez d'être le plus précis et détaillé possible.

Questionnaire général concernant les personnages

- Dites-m'en plus au sujet de ... (détail mentionné)
- Dites-m'en plus au sujet de vos vêtements/ des vêtements de l'autre personne.
- Dites-m'en plus au sujet de votre visage/ du visage de l'autre personne.
- Quel couleur de cheveux avez-vous/ l'autre personne a ?

Imagerie mentale concernant les actions

Maintenant, j'aimerais que vous fermiez les yeux et que vous formiez, à nouveau, une image dans votre esprit. Cette fois-ci, concentrez-vous pour former une image à propos des actions qui se déroulent dans votre imagination. Je souhaiterais que vous pensiez aux choses que vous et [la personne retenue] êtes en train de faire et comment vous les faites.

[Marquer une courte pause avant de poursuivre pour laisser un temps pour la construction]

Lorsque l'image que vous aurez formée sera très claire dans votre esprit, j'aimerais que vous me décriviez tout ce que vous avez pu imaginer à propos de ces actions, et ce de manière chronologique, en commençant par la première et en finissant par la dernière. Encore une fois, essayez d'être le plus précis et détaillé possible.

Questionnaire général concernant les actions

- Dites-m'en plus au sujet de ... (action mentionnée)

Suivi et répétition pour les actions

[Seulement si le participant ne donne pas d'emblée une séquence d'actions]

- Que se passe-t-il après cela ?
- Quelle est la chose suivante ?
- Quelle est la dernière chose pourrait se produire ?

Annexes Expérience 4 [(Mis)Match]

Annexe 4.A : Présentations des miniatures des images des personnages au sein des blocs de la condition faible distinctivité, employées dans la tâche de reconnaissance

Annexe 4.B : Induction Spécifique

Propriétés Perceptives

"Vous allez faire une tâche de visualisation mentale. Je vous demanderais donc de fermer les yeux, si vous vous sentez de le faire. Bien, on va commencer, veuillez m'écouter attentivement.

Imaginez que vous vous trouvez actuellement dans votre cuisine. Je vais vous dire à l'oral une série d'objets, et pour chacun d'eux, je souhaiterais que vous en formiez une image bien claire dans votre esprit. J'aimerais que vous pensiez à quoi l'objet ressemble avec le plus de détails possibles : sa couleur, sa taille, sa forme, etc. Dès que l'image que vous avez de l'objet est bien claire dans votre esprit, vous me décrierez son apparence dans le moindre détail. Vous avez tout le temps que vous voulez. Vous avez compris ce que j'attends de vous ? Bien, vous êtes prêt ?"

ITEM 1 PLAQUE DE CUISSON

ITEM 2 RÉFRIGIRATEUR

ITEM 3 ÉVIER

ITEM 4 PLACARD À VAISELLE

Propriétés Spatiales

"Maintenant, j'aimerais que vous visualisiez clairement chacun de ces objets, tels qu'ils sont disposés dans votre cuisine. Souvenez-vous, ces objets sont : [redonner objets]. Dès que vous avez image bien claire de l'emplacement de ces objets, vous me décrierez exactement l'endroit où ils se trouvent, leurs positions les uns par rapport aux autres, ainsi que par rapport au reste de la pièce, et ce dans le moindre détail. Vous êtes prêt ?"

Actions

"Maintenant, vous allez vous imaginer en train de cuire des pâtes. Je vais vous donner une série d'objets, et pour chacun d'eux, j'aimerais que vous imaginiez l'utilisation que vous en ferez dans la recette, avec le plus de détails possibles. Par exemple, imaginez-vous en train d'aller chercher et d'utiliser vos ustensiles, vos ingrédients, etc. Concentrez-vous également sur les sons que vous percevrez, les odeurs qui se dégageront, et toutes autres sensations générées par la préparation du plat. Dès que vous vous sentirez prêt, j'aimerais que vous me décriviez dans le moindre détail l'utilisation des objets dans la recette ainsi que vos perceptions. Vous êtes prêt ?"

ITEM 5 CASSEROLE

ITEM 6 PÂTES

ITEM 7 PASSOIRE

ITEM 8 SAUCE

ITEM 9 ASSIETTE

ITEM 10 FOURCHETTE

Annexe 4.C : Induction Catégorielle

“Je vais vous donner à l’oral une série de mots, et pour chacun d’eux, vous allez devoir donner à l’oral le plus de mot qui vous vient spontanément à l’esprit, et qui sont /sémantiquement/ associés au mot que vous entendrez, sans vous répéter. Vous aurez [en fonction du sujet précédent] secondes par mots. Rassurez-vous, il n’y a pas de bonnes ou de mauvaises réponses. En revanche, vous devez vous efforcer d’atteindre la fin du décompte. Vous êtes prêt?”

ITEM 1 PLAQUE DE CUISSON

ITEM 2 RÉFRIGIRATEUR

ITEM 3 ÉVIER

ITEM 4 PLACARD À VAISELLE

ITEM 5 POUBELLE

ITEM 6 COUVERTS

ITEM 7 TORCHON

ITEM 8 ÉPONGE

ITEM 9 VERRES

ITEM 10 TABLIER

ITEM 11 CASSEROLE

ITEM 12 SPAGHETTIS

ITEM 13 PASSOIRE

ITEM 14 SAUCE

ITEM 15 ASSIETTE

ITEM 16 FOURCHETTE

Annexe 4.D : Présentations des miniatures des images des animaux et objets employés dans la tâche de catégorisation

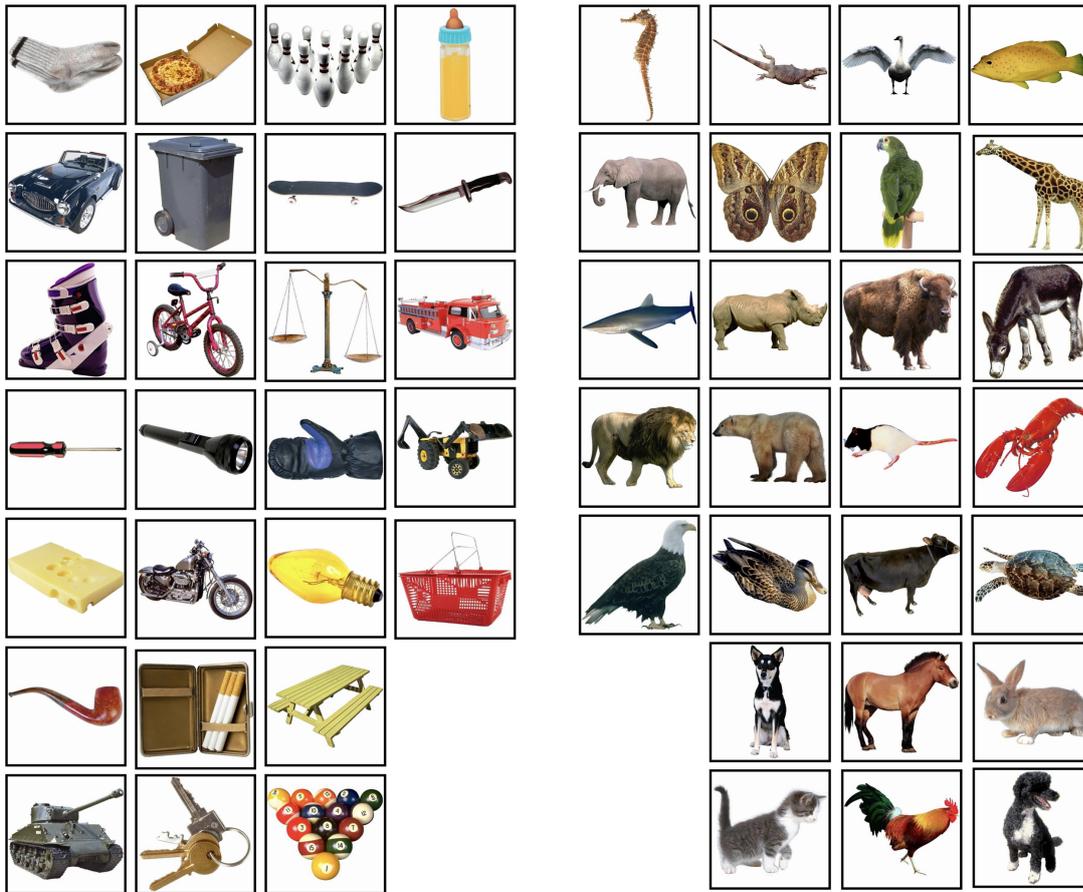


FIGURE 10.5 – Présentations des miniatures des images des animaux et objets employées dans la tâche de catégorisation

Références bibliographiques

- 2017 Alzheimer's disease facts and figures. (2017). *Alzheimer's & Dementia*, 13(4), 325–373. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2017.02.001>
- Addis, D. R., Pan, L., Musicaro, R., & Schacter, D. L. (2016). Divergent thinking and constructing episodic simulations. *Memory*, 24(1), 89–97. <https://doi.org/10.1080/09658211.2014.985591>
- Addis, D. R., Pan, L., Vu, M.-A., Laiser, N., & Schacter, D. L. (2009). Constructive episodic simulation of the future and the past : Distinct subsystems of a core brain network mediate imagining and remembering. *Neuropsychologia*, 47(11), 2222–2238. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2008.10.026>
- Addis, D. R., Wong, A. T., & Schacter, D. L. (2007). Remembering the past and imagining the future : Common and distinct neural substrates during event construction and elaboration. *Neuropsychologia*, 45(7), 1363–1377. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.10.016>
- Addis, D. R., Wong, A. T., & Schacter, D. L. (2008). Age-Related Changes in the Episodic Simulation of Future Events. *Psychological Science*, 19(1), 33–41. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2008.02043.x>
- Anderson, R. J., Dewhurst, S. A., & Dean, G. M. (2017). Direct and generative retrieval of autobiographical memories : The roles of visual imagery and executive processes. *Consciousness and Cognition*, 49, 163–171. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2017.02.010>
- Atance, C. M., & O'Neill, D. K. (2001). Episodic future thinking. *Trends in Cognitive Sciences*, 5(12), 533–539. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01804-0](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01804-0)
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human Memory : A Proposed System and its Control Processes. In K. W. Spence & J. T. Spence (Eds.), *Psychology of Learning and Motivation* (Vol. 2, pp. 89–195). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60422-3](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60422-3)
- Augustin, S. (401C.E.). *Confessions : Vol. Livre X* (One thousand, nine hundred sixty-fourth). Garnier Frères.
- Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current Biology : CB*, 20(4), R136–140. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.12.014>
- Baddeley, A. (1984). The fractionation of human memory1. *Psychological Medicine*, 14(2), 259–264. <https://doi.org/10.1017/S0033291700003536>
- Baddeley, A. (1996). The fractionation of working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 93(24), 13468–13472. <https://doi.org/10.1073/pnas.93.24.13468>
- 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. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2012.00015>
- Barsalou, L. (2003). Situated simulation in the human conceptual system. *Language and Cognitive Processes*, 18(5-6), 513–562. <https://doi.org/10.1080/01690960344000026>
- Barsalou, L. W. (2008). Grounded Cognition. *Annual Review of Psychology*, 59(1), 617–645. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.59.103006.093639>
- Barsalou, L. W. (2016). Situated conceptualization : Theory and applications. In *Foundations of embodied cognition : Perceptual and emotional embodiment* (pp. 11–37). Routledge/Taylor & Francis Group.

- Barsalou, L. W. (2009). Simulation, situated conceptualization, and prediction. *Philosophical Transactions of the Royal Society B : Biological Sciences*, *364*(1521), 1281–1289. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0319>
- Bartlett, F. C. (1932). *Remembering*. Cambridge. Cambridge University Press England.
- Bault, N., Chambon, V., Maïonchi-Pino, N., Pénicaud, F. X., Putois, B., & Roy, J. M. (2011). *Peut-on se passer de représentations en sciences cognitives ?* Bruxelles De Boeck.
- Belleville, S., Gilbert, B., Fontaine, F., Gagnon, L., Ménard, É., & Gauthier, S. (2006). Improvement of episodic memory in persons with mild cognitive impairment and healthy older adults : Evidence from a cognitive intervention program. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, *22*(5-6), 486–499.
- Belli, R. F., & Loftus, E. F. (1996). The pliability of autobiographical memory : Misinformation and the false memory problem. In *Remembering our past : Studies in autobiographical memory* (pp. 157–179). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511527913.006>
- Bennett, I. J., Golob, E. J., Parker, E. S., & Starr, A. (2006). Memory Evaluation in Mild Cognitive Impairment using Recall and Recognition Tests. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *28*(8), 1408–1422. <https://doi.org/10.1080/13803390500409583>
- Benoit, R. G., & Schacter, D. L. (2015). Specifying the core network supporting episodic simulation and episodic memory by activation likelihood estimation. *Neuropsychologia*, *75*, 450–457. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.06.034>
- Bernstein, D. M., Scoboria, A., Desjarlais, L., & Soucie, K. (2018). “False memory” is a linguistic convenience. *Psychology of Consciousness : Theory, Research, and Practice*, *5*(2), 161–179. <https://doi.org/10.1037/cns0000148>
- Blairy, S., Neumann, A., Nutthals, F., Pierret, L., Collet, D., & Philippot, P. (2008). Improvements in autobiographical memory in schizophrenia patients after a cognitive intervention. *Psychopathology*, *41*(6), 388–396.
- Blaženková, 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>
- Boulenger, V., Roy, A. C., Paulignan, Y., Deprez, V., Jeannerod, M., & Nazir, T. A. (2006). Cross-talk between Language Processes and Overt Motor Behavior in the First 200 msec of Processing. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *18*(10), 1607–1615. <https://doi.org/10.1162/jocn.2006.18.10.1607>
- Brainerd, C. J., & Reyna, V. F. (Eds.). (2005). *The Science of False Memory*. Oxford University Press.
- Brouillet, D. (2019). *Agir pour connaître*. PUG.
- Brouillet, T., Heurley, L., Martin, S., & Brouillet, D. (2010). The embodied cognition theory and the motor component of “yes” and “no” verbal responses. *Acta Psychologica*, *134*(3), 310–317. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2010.03.003>
- Brown, G. D. A., Neath, I., & Chater, N. (2007). A temporal ratio model of memory. *Psychological Review*, *114*(3), 539–576. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.114.3.539>
- Brunel, L. (2013). Does bigger mean louder ? Crossmodal congruency and memory judgment. *Multisensory Research*, *26*(0), 67–68. <https://doi.org/10.1163/22134808-000S0045>
- Brunel, L., Goldstone, R. L., Vallet, G., Riou, B., & Versace, R. (2013). When Seeing a Dog Activates the Bark. *Experimental Psychology*, *60*(2), 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*(4), 1081.
- 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*(5), 955–964. <https://doi.org/10.1080/17470210903134369>

- Brunel, L., Oker, A., Riou, B., & Versace, R. (2010). Memory and consciousness : Trace distinctiveness in memory retrievals. *Consciousness and Cognition*, *19*(4), 926–937. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2010.08.006>
- Buckner, R. L., Andrews-Hanna, J. R., & Schacter, D. L. (2008). The brain's default network : Anatomy, function, and relevance to disease. In *The year in cognitive neuroscience 2008* (pp. 1–38). Blackwell Publishing.
- Buckner, R. L., & DiNicola, L. M. (2019). The brain's default network : Updated anatomy, physiology and evolving insights. *Nature Reviews Neuroscience*, *20*(10), 593–608. <https://doi.org/10.1038/s41583-019-0212-7>
- 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), 559–573. <https://doi.org/10.1037/a0020893>
- Cabeza, R., Ciaramelli, E., Olson, I. R., & Moscovitch, M. (2008). Parietal Cortex and Episodic Memory : An Attentional Account. *Nature Reviews Neuroscience*, *9*(8), 613–625. <https://doi.org/10.1038/nrn2459>
- Camus, T., Brouillet, D., & Brunel, L. (2016). Assessing the functional role of motor response during the integration process. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, *42*(11), 1693–1702. <https://doi.org/10.1037/xhp0000237>
- Carmichael, L., Hogan, H. P., & Walter, A. A. (1932). An experimental study of the effect of language on the reproduction of visually perceived form. *Journal of Experimental Psychology*, *15*(1), 73–86. <https://doi.org/10.1037/h0072671>
- 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>
- Cermak, L. S. (1984). The episodic-semantic distinction in amnesia. *The Neuropsychology of Memory*, 55–62.
- Cherdiou, M., Versace, R., Rey, A. E., Vallet, G. T., & Mazza, S. (2018). Sleep on your memory traces : How sleep effects can be explained by ActIn, a functional memory model. *Sleep Medicine Reviews*, *39*, 155–163. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2017.09.001>
- Chiaromonte, C., & Rousset, S. (2011). Chapitre 05. Le concept de représentation mnésique contraint la relation entre perception et mémoire. L'exemple de la sélection attentionnelle. In *Peut-on se passer de représentations en sciences cognitives ?* (pp. 69–78). De Boeck Supérieur.
- Chubala, C. M., Ensor, T. M., Neath, I., & Surprenant, A. M. (2020). Dynamic visual noise affects ill-defined, not well-defined, images. *Memory*, *28*(1), 112–127. <https://doi.org/10.1080/09658211.2019.1691236>
- Clark, S. E., & Gronlund, S. D. (1996). Global matching models of recognition memory : How the models match the data. *Psychonomic Bulletin & Review*, *3*(1), 37–60. <https://doi.org/10.3758/BF03210740>
- Cohen, R. L. (1985). On the generality of the laws of memory. In *Perspectives on learning and memory* (pp. 247–277). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Conway, M. A. (1992). A Structural Model of Autobiographical Memory. In *Theoretical Perspectives on Autobiographical Memory* (pp. 167–193). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-015-7967-4_10

- Conway, M. A. (1995). *Flashbulb memories* (pp. x, 140). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Conway, M. A., & Pleydell-Pearce, C. W. (2000). The construction of autobiographical memories in the self-memory system. *Psychological Review*, *107*(2), 261–288. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.107.2.261>
- Craik, F. I. M., & Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing : A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *11*(6), 671–684. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(72\)80001-X](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(72)80001-X)
- Croisile, B. (2009). Approche neurocognitive de la mémoire. *Gérontologie et Société*, *32*(3), 11–29.
- Dabic, S., Rey, A. E., Navarro, J., & Versace, R. (2018). Haptic modality takes its time : Dynamic of activations of sensory modalities in perceptual and memory processes. *International Journal of Psychology*, *53*(3), 237–242. <https://doi.org/10.1002/ijop.12368>
- Dando, C., Wilcock, R., & Milne, R. (2009). The cognitive interview : The efficacy of a modified mental reinstatement of context procedure for frontline police investigators. *Applied Cognitive Psychology*, *23*(1), 138–147. <https://doi.org/10.1002/acp.1451>
- D’Argembeau, A., & Van der Linden, M. (2006). Individual differences in the phenomenology of mental time travel : The effect of vivid visual imagery and emotion regulation strategies. *Consciousness and Cognition*, *15*(2), 342–350.
- D’Argembeau, A., & Van der Linden, M. (2004). Phenomenal characteristics associated with projecting oneself back into the past and forward into the future : Influence of valence and temporal distance. *Consciousness and Cognition*, *13*(4), 844–858. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2004.07.007>
- Darling, S., Della Sala, S., & Logie, R. H. (2007). Behavioural evidence for separating components within visuo-spatial working memory. *Cognitive Processing*, *8*(3), 175–181. <https://doi.org/10.1007/s10339-007-0171-1>
- Davis, M. R., McMahan, M., & Greenwood, K. M. (2005). The efficacy of mnemonic components of the cognitive interview : Towards a shortened variant for time-critical investigations. *Applied Cognitive Psychology*, *19*(1), 75–93. <https://doi.org/10.1002/acp.1048>
- Dean, G. M., Dewhurst, S. A., Morris, P. E., & Whittaker, A. (2005). Selective Interference With the Use of Visual Images in the Symbolic Distance Paradigm. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition*, *31*(5), 1043–1068. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.31.5.1043>
- Deese, J. (1959). On the prediction of occurrence of particular verbal intrusions in immediate recall. *Journal of Experimental Psychology*, *58*(1), 17–22. <https://doi.org/10.1037/h0046671>
- Delis, D. C., Kaplan, E., & Kramer, J. H. (2001). *Delis-Kaplan executive function system (D-KEFS)*. Psychological Corporation.
- Dent, K. (2009). Dynamic Visual Noise Affects Visual Short-Term Memory for Surface Color, but not Spatial Location. *Experimental Psychology*, *57*(1), 17–26. <https://doi.org/10.1027/1618-3169/a000003>
- Dijkstra, K., Kaschak, M. P., & Zwaan, R. A. (2007). Body posture facilitates retrieval of autobiographical memories. *Cognition*, *102*(1), 139–149. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2005.12.009>
- Dijkstra, K., & Post, L. (2015). Mechanisms of embodiment. *Frontiers in Psychology*, *6*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01525>
- Drag, L. L., & Bieliauskas, L. A. (2010). Contemporary Review 2009 : Cognitive Aging. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*, *23*(2), 75–93. <https://doi.org/10.1177/0891988709358590>
- 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>
- Ekstrom, A. D., & Yonelinas, A. P. (2020). Precision, binding, and the hippocampus : Precisely what are we talking about? *Neuropsychologia*, *138*, 107341. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2020.107341>

- Ellis, R., & Tucker, M. (2000). Micro-affordance : The potentiation of components of action by seen objects. *British Journal of Psychology*, *91*(4), 451–471. <https://doi.org/10.1348/000712600161934>
- 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.
- Euston, D. R., Gruber, A. J., & McNaughton, B. L. (2012). The Role of Medial Prefrontal Cortex in Memory and Decision Making. *Neuron*, *76*(6), 1057–1070. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2012.12.002>
- Fisher, R. P., & Geiselman, R. E. (1992). *Memory enhancing techniques for investigative interviewing : The cognitive interview*. Charles C Thomas Publisher.
- Fodor, J. A. (1975). *The Language of Thought*. Harvard University Press.
- Fodor, J. A. (1983). *The Modularity of Mind*. MIT Press.
- Fodor, J. A., & Pylyshyn, Z. W. (1988). Connectionism and Cognitive Architecture : A Critical Analysis. *Cognition*, *28*(1-2), 3–71. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(88\)90031-5](https://doi.org/10.1016/0010-0277(88)90031-5)
- Freund, D., & Smeeding, T. M. (2010). The Future Costs of Health Care in Ageing Societies : Is the Glass Half Full or Half Empty? In S. Tuljapurkar, N. Ogawa, & A. H. Gauthier (Eds.), *Ageing in Advanced Industrial States* (pp. 173–193). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-90-481-3553-0_8
- Gabbert, F., Hope, L., & Fisher, R. P. (2009). Protecting Eyewitness Evidence : Examining the Efficacy of a Self-Administered Interview Tool. *Law and Human Behavior*, *33*(4), 298–307. <https://doi.org/10.1007/s10979-008-9146-8>
- Gaesser, B., Sacchetti, D. C., Addis, D. R., & Schacter, D. L. (2011). Characterizing age-related changes in remembering the past and imagining the future. *Psychology and Aging*, *26*(1), 80–84. <https://doi.org/10.1037/a0021054>
- Gallo, D. A. (2006). *Associative illusions of memory : False memory research in DRM and related tasks*. Psychology Press.
- Gallo, D. A. (2010). False memories and fantastic beliefs : 15 years of the DRM illusion. *Memory & Cognition*, *38*(7), 833–848. <https://doi.org/10.3758/MC.38.7.833>
- Gardiner, J. M., Ramponi, C., & Richardson-Klavehn, A. (1998). Experiences of Remembering, Knowing, and Guessing. *Consciousness and Cognition*, *7*(1), 1–26. <https://doi.org/10.1006/ccog.1997.0321>
- Garry, M., Manning, C. G., Loftus, E. F., & Sherman, S. J. (1996). Imagination inflation : Imagining a childhood event inflates confidence that it occurred. *Psychonomic Bulletin & Review*, *3*(2), 208–214. <https://doi.org/10.3758/BF03212420>
- Gauthier, S., Reisberg, B., Zaudig, M., Petersen, R. C., Ritchie, K., Broich, K., Belleville, S., Brodaty, H., Bennett, D., Chertkow, H., Cummings, J. L., de Leon, M., Feldman, H., Ganguli, M., Hampel, H., Scheltens, P., Tierney, M. C., Whitehouse, P., & Winblad, B. (2006). Mild cognitive impairment. *The Lancet*, *367*(9518), 1262–1270. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(06\)68542-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(06)68542-5)
- Gawrylowicz, J., Memon, A., & Scoboria, A. (2014). Equipping witnesses with transferable skills : The Self-Administered Interview. *Psychology, Crime & Law*, *20*(4), 315–325. <https://doi.org/10.1080/1068316X.2013.777961>
- Gawrylowicz, J., Memon, A., Scoboria, A., Hope, L., & Gabbert, F. (2014). Enhancing older adults' eyewitness memory for present and future events with the Self-Administered Interview. *Psychology and Aging*, *29*(4), 885–890. <https://doi.org/10.1037/a0038048>
- Geraci, L., & Rajaram, S. (2004). The distinctiveness effect in the absence of conscious recollection : Evidence from conceptual priming. *Journal of Memory and Language*, *51*(2), 217–230. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2004.04.002>

- Glenberg, A. M. (1997). What memory is for : Creating meaning in the service of action. *Behavioral and Brain Sciences*, *20*(1), 41–50. <https://doi.org/10.1017/S0140525X97470012>
- Glisky, E. L., Rubin, S. R., & Davidson, P. S. (2001). Source memory in older adults : An encoding or retrieval problem? *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition*, *27*(5), 1131.
- Goddard, L., Pring, L., & Felmingham, N. (2005). The effects of cue modality on the quality of personal memories retrieved. *Memory*, *13*(1), 79–86. <https://doi.org/10.1080/09658210344000594>
- Godden, D. R., & Baddeley, A. D. (1975). Context-Dependent Memory in Two Natural Environments : On Land and Underwater. *British Journal of Psychology*, *66*(3), 325–331. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1975.tb01468.x>
- Goldberg, R. F., Perfetti, C. A., & Schneider, W. (2006). Perceptual Knowledge Retrieval Activates Sensory Brain Regions. *Journal of Neuroscience*, *26*(18), 4917–4921. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.5389-05.2006>
- Goldstein, I. S., Erickson, D. J., Sleeper, L. A., Haynes, R. L., & Kinney, H. C. (2017). The Lateral Temporal Lobe in Early Human Life. *Journal of Neuropathology and Experimental Neurology*, *76*(6), 424–438. <https://doi.org/10.1093/jnen/nlx026>
- Greenaway, M. C., Lacritz, L. H., Binengar, D., Weiner, M. F., Lipton, A., & Cullum, C. M. (2006). Patterns of verbal memory performance in mild cognitive impairment, Alzheimer disease, and normal aging. *Cognitive and Behavioral Neurology*, *19*(2), 79–84.
- Greenberg, D. L., & Knowlton, B. J. (2014). The role of visual imagery in autobiographical memory. *Memory & Cognition*, *42*(6), 922–934. <https://doi.org/10.3758/s13421-014-0402-5>
- 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>
- Greene, R. L. (2007). Foxes, Hedgehogs, and Mirror Effects : The Role of General Principles in Memory Research. In *The foundations of remembering : Essays in honor of Henry L. Roediger, III* (pp. 53–66). Psychology Press.
- Grilli, M. D., Coste, S., Landry, J. E., & Mangen, K. (2019). Evidence that an episodic mode of thinking facilitates encoding of perceptually rich memories for naturalistic events relative to a gist-based mode of thinking. *Memory*, *27*(10), 1468–1474. <https://doi.org/10.1080/09658211.2019.1657461>
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. McGraw-Hill.
- Haj, M. E., Antoine, P., & Kapogiannis, D. (2015). Flexibility decline contributes to similarity of past and future thinking in Alzheimer's disease. *Hippocampus*, *25*(11), 1447–1455. <https://doi.org/10.1002/hipo.22465>
- Hassabis, D., Kumaran, D., Vann, S. D., & Maguire, E. A. (2007). Patients with hippocampal amnesia cannot imagine new experiences. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *104*(5), 1726–1731. <https://doi.org/10.1073/pnas.0610561104>
- Herron, J. E. (2018). Direct electrophysiological evidence for the maintenance of retrieval orientations and the role of cognitive control. *NeuroImage*, *172*, 228.
- Herron, J. E., & Rugg, M. D. (2003). Retrieval Orientation and the Control of Recollection. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *15*(6), 843–854. <https://doi.org/10.1162/089892903322370762>
- Hintzman, D. L. (1986). "Schema abstraction" in a multiple-trace memory model. *Psychological Review*, *93*(4), 411–428. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.93.4.411>
- Holm, S. (1979). A Simple Sequentially Rejective Multiple Test Procedure. *Scandinavian Journal of Statistics*, *6*(2), 65–70.
- Hope, L., Gabbert, F., Fisher, R. P., & Jamieson, K. (2014). Protecting and Enhancing Eyewitness Memory : The Impact of an Initial Recall Attempt on Performance in an Investigative Interview. *Applied Cognitive Psychology*, *28*(3), 304–313. <https://doi.org/10.1002/acp.2984>

- Howe, M. L. (1998). When Distinctiveness Fails, False Memories Prevail. *Journal of Experimental Child Psychology*, *71*(2), 170–177. <https://doi.org/10.1006/jecp.1998.2469>
- Howell, D. C. (2013). *Statistical Methods for Psychology*. Cengage Learning.
- Hoyer, W. J., & Verhaeghen, P. (2006). Ten - Memory Aging. In J. E. Birren, K. W. Schaie, R. P. Abeles, M. Gatz, & T. A. Salthouse (Eds.), *Handbook of the Psychology of Aging (Sixth Edition)* (pp. 209–232). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012101264-9/50013-6>
- Hunt, R. R. (1995). The subtlety of distinctiveness : What von Restorff really did. *Psychonomic Bulletin & Review*, *2*(1), 105–112. <https://doi.org/10.3758/BF03214414>
- Hyman, I. E., & Rubin, D. C. (1990). Memorabilia : A naturalistic study of long-term memory. *Memory & Cognition*, *18*(2), 205–214. <https://doi.org/10.3758/BF03197096>
- Irish, M., & Piolino, P. (2016). Impaired capacity for prospection in the dementias Theoretical and clinical implications. *British Journal of Clinical Psychology*, *55*(1), 49–68. <https://doi.org/10.1111/bjc.12090>
- Israel, L., & Schacter, D. L. (1997). Pictorial encoding reduces false recognition of semantic associates. *Psychonomic Bulletin & Review*, *4*(4), 577–581. <https://doi.org/10.3758/BF03214352>
- Jeannerod, M., & Frak, V. (1999). Mental imaging of motor activity in humans. *Current Opinion in Neurobiology*, *9*(6), 735–739. [https://doi.org/10.1016/S0959-4388\(99\)00038-0](https://doi.org/10.1016/S0959-4388(99)00038-0)
- Jing, H. G., Madore, K. P., & Schacter, D. L. (2016). Worrying about the future : An episodic specificity induction impacts problem solving, reappraisal, and well-being. *Journal of Experimental Psychology : General*, *145*(4), 402–418. <https://doi.org/10.1037/xge0000142>
- Jing, H. G., Madore, K. P., & Schacter, D. L. (2017). Preparing for what might happen : An episodic specificity induction impacts the generation of alternative future events. *Cognition*, *169*, 118–128. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2017.08.010>
- Johnson, M. K., Hashtroudi, S., & Lindsay, D. S. (1993). Source monitoring. *Psychological Bulletin*, *114*(1), 3.
- Kemps, E., & Andrade, J. (2012). Dynamic visual noise reduces confidence in short-term memory for visual information. *Cognitive Processing*, *13*(2), 183–188. <https://doi.org/10.1007/s10339-011-0429-5>
- Klein, S. B., Robertson, T. E., & Delton, A. W. (2010). Facing the future : Memory as an evolved system for planning future acts. *Memory & Cognition*, *38*(1), 13–22. <https://doi.org/10.3758/MC.38.1.13>
- Kolers, P. A., & Roediger, H. L. (1984). Procedures of mind. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *23*(4), 425–449. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(84\)90282-2](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(84)90282-2)
- Koriat, A. (1993). How do we know that we know ? The accessibility model of the feeling of knowing. *Psychological Review*, *100*(4), 609–639. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.100.4.609>
- Koriat, A. (1995). Dissociating knowing and the feeling of knowing : Further evidence for the accessibility model. *Journal of Experimental Psychology : General*, *124*(3), 311–333. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.124.3.311>
- Koriat, A. (2000). Control processes in remembering. In *The Oxford handbook of memory* (pp. 333–346). Oxford University Press.
- Koriat, A., & Goldsmith, M. (1994). Memory in naturalistic and laboratory contexts : Distinguishing the accuracy-oriented and quantity-oriented approaches to memory assessment. *Journal of Experimental Psychology : General*, *123*(3), 297–315. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.123.3.297>
- Koriat, A., & Goldsmith, M. (1996). Memory metaphors and the real-life/laboratory controversy : Correspondence versus storehouse conceptions of memory. *Behavioral and Brain Sciences*, *19*(2), 167–188. <https://doi.org/10.1017/S0140525X00042114>

- Koriat, A., Goldsmith, M., & Pansky, A. (2000). Toward a psychology of memory accuracy. *Annual Review of Psychology*, *51*, 481–537. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.51.1.481>
- Korkki, S. M., Richter, F. R., Jeyarathnarajah, P., & Simons, J. S. (2020). Healthy ageing reduces the precision of episodic memory retrieval. *Psychology and Aging*, *35*(1), 124–142. <https://doi.org/10.1037/pag0000432>
- Kosslyn, S. M. (1996). *Image and Brain : The Resolution of the Imagery Debate*. MIT Press.
- Koutstaal, W., & Cavendish, M. (2006). Using what we know : Consequences of intentionally retrieving gist versus item-specific information. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition*, *32*(4), 778–791. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.32.4.778>
- Kovalenko, L. Y., Chaumon, M., & Busch, N. A. (2012). A Pool of Pairs of Related Objects (PO-PORO) for Investigating Visual Semantic Integration : Behavioral and Electrophysiological Validation. *Brain Topography*, *25*(3), 272–284. <https://doi.org/10.1007/s10548-011-0216-8>
- Köhnken, G., Milne, R., Memon, A., & Bull, R. (1999). The cognitive interview : A meta-analysis. *Psychology, Crime & Law*, *5*(1-2), 3–27. <https://doi.org/10.1080/10683169908414991>
- Kutas, M., & Federmeier, K. D. (2011). Thirty Years and Counting : Finding Meaning in the N400 Component of the Event-Related Brain Potential (ERP). *Annual Review of Psychology*, *62*(1), 621–647. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.093008.131123>
- Lampinen, J. M., Neuschatz, J. S., & Payne, D. G. (1998). Memory illusions and consciousness : Examining the phenomenology of true and false memories. *Current Psychology : A Journal for Diverse Perspectives on Diverse Psychological Issues*, *16*(3-4), 181–224. <https://doi.org/10.1007/s12144-997-1000-5>
- Leiker, E. K. (2017). *Electrophysiological correlates of orienting retrieval to remote and recent memories : Effects of an episodic specificity induction* [Thesis]. University of Missouri–Columbia.
- Lemaire, P., & Bherer, L. (2005). *Psychologie du vieillissement : Une perspective cognitive*. De Boeck Supérieur.
- 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>
- Loftus, E. F. (2003). Make-believe memories. *American Psychologist*, *58*(11), 867–873. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.58.11.867>
- Loftus, E. F. (2004). Memories of Things Unseen. *Current Directions in Psychological Science*, *13*(4), 145–147. <https://doi.org/10.1111/j.0963-7214.2004.00294.x>
- Loftus, E. F., & Palmer, J. C. (1996). Eyewitness Testimony. In P. Banyard & A. Grayson (Eds.), *Introducing Psychological Research : Sixty Studies that Shape Psychology* (pp. 305–309). Macmillan Education UK. https://doi.org/10.1007/978-1-349-24483-6_46
- Loftus, E. F., & Palmer, J. C. (1974). Reconstruction of automobile destruction : An example of the interaction between language and memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *13*(5), 585–589. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(74\)80011-3](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(74)80011-3)
- Lyle, K., & Johnson, M. (2006). Importing perceived features into false memories. *Memory*, *14*(2), 197–213. <https://doi.org/10.1080/09658210544000060>
- Macri, A., Claus, C., Pavard, A., & Versace, R. (2020). Distinctive Effects of Within-Item Emotion Versus Contextual Emotion on Memory Integration. *Advances in Cognitive Psychology*, *16*(1), 67–75. <https://doi.org/10.5709/acp-0285-4>
- 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>
- Macri, A., & Versace, R. (2015). Memory efficiency and sensorimotor integration. *19th Conference of the European Society for Cognitive Psychology (ESCOF)*.

- Madore, K. P., Addis, D. R., & Schacter, D. L. (2015). Creativity and Memory : Effects of an Episodic-Specificity Induction on Divergent Thinking. *Psychological Science, 26*(9), 1461–1468. <https://doi.org/10.1177/0956797615591863>
- 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, and Cognition, 40*(3), 609–622. <https://doi.org/10.1037/a0034885>
- Madore, K. P., Jing, H. G., & Schacter, D. L. (2019). Episodic specificity induction and scene construction : Evidence for an event construction account. *Consciousness and Cognition, 68*, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2018.12.001>
- 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, 0*(0), 1–11. <https://doi.org/10.1080/09658211.2018.1502322>
- Madore, K. P., Jing, H. G., & Schacter, D. L. (2016). Divergent creative thinking in young and older adults : Extending the effects of an episodic specificity induction. *Memory & Cognition, 44*(6), 974–988. <https://doi.org/10.3758/s13421-016-0605-z>
- Madore, K. P., & Schacter, D. L. (2014). An episodic specificity induction enhances means-end problem solving in young and older adults. *Psychology and Aging, 29*(4), 913–924. <https://doi.org/10.1037/a0038209>
- Madore, K. P., & Schacter, D. L. (2016). Remembering the past and imagining the future : Selective effects of an episodic specificity induction on detail generation. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 69*(2), 285–298. <https://doi.org/10.1080/17470218.2014.999097>
- Madore, K. P., Szpunar, K. K., Addis, D. R., & Schacter, D. L. (2016). Episodic specificity induction impacts activity in a core brain network during construction of imagined future experiences. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 113*(38), 10696–10701. <https://doi.org/10.1073/pnas.1612278113>
- Maestas, K. L., & Rude, S. S. (2012). The Benefits of Expressive Writing on Autobiographical Memory Specificity : A Randomized Controlled Trial. *Cognitive Therapy and Research, 36*(3), 234–246. <https://doi.org/10.1007/s10608-011-9358-y>
- Maki, Y., Yamaguchi, T., Yamagami, T., Murai, T., Hachisuka, K., Miyamae, F., Ito, K., Awata, S., Ura, C., Takahashi, R., & Yamaguchi, H. (2014). The impact of subjective memory complaints on quality of life in community-dwelling older adults. *Psychogeriatrics, 14*(3), 175–181. <https://doi.org/10.1111/psyg.12056>
- Mandler, G. (1980). Recognizing : The judgment of previous occurrence. *Psychological Review, 87*(3), 252–271. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.87.3.252>
- Matheson, H. E., & Barsalou, L. W. (2017). Embodied cognition. In J. Wixted (Ed.), *The Stevens' Handbook of Experimental Psychology and Cognitive Neuroscience [4th edition]*. Wiley.
- Mathôt, S., Schreij, D., & Theeuwes, J. (2012). OpenSesame : An open-source, graphical experiment builder for the social sciences. *Behavior Research Methods, 44*(2), 314–324.
- Maturana, H. R., & Varela, F. J. (1980). *Autopoiesis and Cognition : The Realization of the Living*. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-009-8947-4>
- Mäntylä, T. (1993). Knowing but not remembering : Adult age differences in recollective experience. *Memory & Cognition, 21*(3), 379–388. <https://doi.org/10.3758/BF03208271>
- McClelland, J. L., McNaughton, B. L., & O'Reilly, R. C. (1995). Why there are complementary learning systems in the hippocampus and neocortex : Insights from the successes and failures of connectionist models of learning and memory. *Psychological Review, 102*(3), 419–457. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.102.3.419>
- McConnell, J., & Quinn, J. G. (2004). Complexity factors in visuo-spatial working memory. *Memory, 12*(3), 338–350. <https://doi.org/10.1080/09658210344000035>

- McDermott, K. B., Wooldridge, C. L., Rice, H. J., Berg, J. J., & Szpunar, K. K. (2016). Visual perspective in remembering and episodic future thought : *Quarterly Journal of Experimental Psychology*.
- McFarland, C. P., Primosch, M., Maxson, C. M., & Stewart, B. T. (2017). Enhancing memory and imagination improves problem solving among individuals with depression. *Memory & Cognition*, 1–8. <https://doi.org/10.3758/s13421-017-0706-3>
- Mead, K. M. L., & Ball, L. J. (2007). Music tonality and context-dependent recall : The influence of key change and mood mediation. *European Journal of Cognitive Psychology*, 19(1), 59–79. <https://doi.org/10.1080/09541440600591999>
- 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>
- Minett, T. S. C., Silva, R. V. D., Ortiz, K. Z., & Bertolucci, P. H. F. (2008). Subjective memory complaints in an elderly sample : A cross-sectional study. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 23(1), 49–54. <https://doi.org/10.1002/gps.1836>
- Morcom, A. M., & Rugg, M. D. (2012). Retrieval Orientation and the Control of Recollection : An fMRI Study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24(12), 2372–2384. https://doi.org/10.1162/jocn_a_00299
- Morris, C. D., Bransford, J. D., & Franks, J. J. (1977). Levels of processing versus transfer appropriate processing. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 16(5), 519–533. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(77\)80016-9](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(77)80016-9)
- Moscovitch, M. (1992). Memory and Working-with-Memory : A Component Process Model Based on Modules and Central Systems. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 4(3), 257–267. <https://doi.org/10.1162/jocn.1992.4.3.257>
- Moulton, S. T., & Kosslyn, S. M. (2009). Imagining predictions : Mental imagery as mental emulation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B : Biological Sciences*, 364(1521), 1273–1280. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0314>
- Mullally, S. L., & Maguire, E. A. (2014). Memory, Imagination, and Predicting the Future : A Common Brain Mechanism ? *The Neuroscientist*, 20(3), 220–234. <https://doi.org/10.1177/1073858413495091>
- Murphy, K. J., Troyer, A. K., Levine, B., & Moscovitch, M. (2008). Episodic, but not semantic, autobiographical memory is reduced in amnesic mild cognitive impairment. *Neuropsychologia*, 46(13), 3116–3123. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2008.07.004>
- Nelson, D. L., McKinney, V. M., Gee, N. R., & Janczura, G. A. (1998). Interpreting the influence of implicitly activated memories on recall and recognition. *Psychological Review*, 105(2), 299–324. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.105.2.299>
- Neshat-Doost, H. T., Dalgleish, T., Yule, W., Kalantari, M., Ahmadi, S. J., Dyregrov, A., & Jobson, L. (2013). Enhancing Autobiographical Memory Specificity Through Cognitive Training : An Intervention for Depression Translated From Basic Science. *Clinical Psychological Science*, 1(1), 84–92. <https://doi.org/10.1177/2167702612454613>
- Nhouyvanisvong, A., & Reder, L. M. (1998). Rapid feeling-of-knowing : A strategy selection mechanism. In *Metacognition : Cognitive and social dimensions* (pp. 35–52). Sage Publications, Inc. <https://doi.org/10.4135/9781446279212.n3>
- Norman, K. A., & Schacter, D. L. (1996). Implicit memory, explicit memory, and false recollection : A cognitive neuroscience perspective. In L. M. Reder (Ed.), *Implicit memory and metacognition*. Erlbaum Associates ; Erlbaum Associates.
- Nyberg, L., & Pudas, S. (2019). Successful Memory Aging. *Annual Review of Psychology*, 70(1), 219–243. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010418-103052>
- Olson, I. R., Page, K., Moore, K. S., Chatterjee, A., & Verfaellie, M. (2006). Working Memory for Conjunctions Relies on the Medial Temporal Lobe. *Journal of Neuroscience*, 26(17), 4596–4601. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1923-05.2006>

- Ost, J., Blank, H., Davies, J., Jones, G., Lambert, K., & Salmon, K. (2013). False Memory \neq False Memory : DRM Errors Are Unrelated to the Misinformation Effect. *PLOS ONE*, *8*(4), e57939. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0057939>
- Otgaar, H., Verschuere, B., Meijer, E. H., & van Oorsouw, K. (2012). The origin of children's implanted false memories : Memory traces or compliance? *Acta Psychologica*, *139*(3), 397–403. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2012.01.002>
- Ozubko, J. D., & Joordens, S. (2008). Super Memory Bros. : Going from mirror patterns to concordant patterns via similarity enhancements. *Memory & Cognition*, *36*(8), 1391–1402. <https://doi.org/10.3758/MC.36.8.1391>
- Palombo, D. J., Alain, C., Söderlund, H., Khuu, W., & Levine, B. (2015). Severely deficient autobiographical memory (SDAM) in healthy adults : A new mnemonic syndrome. *Neuropsychologia*, *72*, 105–118. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.04.012>
- Parker, A., & Dagnall, N. (2019). Reduced impact of imagery processing on false autobiographical recollection : The effects of dynamic visual noise. *Memory*, *27*(2), 163–173. <https://doi.org/10.1080/09658211.2018.1495236>
- Parker, A., & Dagnall, N. (2009). Concreteness effects revisited : The influence of dynamic visual noise on memory for concrete and abstract words. *Memory*, *17*(4), 397–410. <https://doi.org/10.1080/09658210902802967>
- Parker, A., Kember, T., & Dagnall, N. (2017). Reduced effects of pictorial distinctiveness on false memory following dynamic visual noise. *Memory*, *25*(6), 845–855. <https://doi.org/10.1080/09658211.2016.1229793>
- Perfect, T. J., Andrade, J., & Syrett, L. (2012). Environmental Visual Distraction during Retrieval Affects the Quality, Not the Quantity, of Eyewitness Recall. *Applied Cognitive Psychology*, *26*(2), 296–300. <https://doi.org/10.1002/acp.1823>
- Petersen, R. C. (2004). Mild cognitive impairment as a diagnostic entity. *Journal of Internal Medicine*, *256*(3), 183–194. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2796.2004.01388.x>
- Petersen, R. C., & Morris, J. C. (2005). Mild Cognitive Impairment as a Clinical Entity and Treatment Target. *Archives of Neurology*, *62*(7), 1160–1163. <https://doi.org/10.1001/archneur.62.7.1160>
- Piolino, P. (2006). La mémoire autobiographique : Théorie et pratique en neuropsychologie. *Revue Québécoise de Psychologie*, *27*(3), 65–85.
- Platt, J. J., & Spivack, G. (1975). *Manual for the Mean-end Problem-solving Procedure (MEPS) : A Measure of Interpersonal Cognitive Problem-solving Skill*. Hahnemann Community Mental Health/Mental Retardation Center, Hahnemann Medical College and Hospital.
- Pohl, R., & Pohl, R. F. (2004). *Cognitive Illusions : A Handbook on Fallacies and Biases in Thinking, Judgement and Memory*. Psychology Press.
- Polyn, S. M., Natu, V. S., Cohen, J. D., & Norman, K. A. (2005). Category-Specific Cortical Activity Precedes Retrieval During Memory Search. *Science*, *310*(5756), 1963–1966. <https://doi.org/10.1126/science.1117645>
- 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.
- 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*, 1403.
- Quinn, J. G., & McConnell, J. (1996). Irrelevant Pictures in Visual Working Memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, *49*(1), 200–215. <https://doi.org/10.1080/713755613>
- Quinn, J. G., & McConnell, J. (2006). The interval for interference in conscious visual imagery. *Memory*, *14*(2), 241–252. <https://doi.org/10.1080/09658210500210019>
- Raes, F., Williams, J. M. G., & Hermans, D. (2009). Reducing cognitive vulnerability to depression : A preliminary investigation of MEmory Specificity Training (MEST) in inpatients

- with depressive symptomatology. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, *40*(1), 24–38. <https://doi.org/10.1016/j.jbtep.2008.03.001>
- Ranganath, C., & Paller, K. A. (1999). Frontal Brain Potentials during Recognition Are Modulated by Requirements to Retrieve Perceptual Detail. *Neuron*, *22*(3), 605–613. [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(00\)80714-X](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(00)80714-X)
- Raz, N., Lindenberger, U., Rodrigue, K. M., Kennedy, K. M., Head, D., Williamson, A., Dahle, C., Gerstorff, D., & 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>
- Renoult, L., Tanguay, A., Beaudry, M., Tavakoli, P., Rabipour, S., Campbell, K., Moscovitch, M., Levine, B., & Davidson, P. S. R. (2016). Personal semantics : Is it distinct from episodic and semantic memory ? An electrophysiological study of memory for autobiographical facts and repeated events in honor of Shlomo Bentin. *Neuropsychologia*, *83*, 242–256. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.08.013>
- Rey, A. E., Riou, B., Muller, D., Dabic, S., & Versace, R. (2015). “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.
- 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/Revue Canadienne de Psychologie Expérimentale*, *71*(1), 14–22. <https://doi.org/10.1037/cep0000100>
- Ricarte, J. J., Hernández-Viadel, J. V., Latorre, J. M., & Ros, L. (2012). Effects of event-specific memory training on autobiographical memory retrieval and depressive symptoms in schizophrenic patients. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, *43*, S12–S20.
- 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., Lesourd, M., Brunel, L., & Versace, R. (2011). Visual memory and visual perception : When memory improves visual search. *Memory & Cognition*, *39*(6), 1094–1102. <https://doi.org/10.3758/s13421-011-0075-2>
- 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*(6), 1223–1230. <https://doi.org/10.1080/17470218.2014.978876>
- Ritchie, K., & Touchon, J. (2000). Mild cognitive impairment : Conceptual basis and current nosological status. *The Lancet*, *355*(9199), 225–228. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(99\)06155-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(99)06155-3)
- Roediger, H. L. (1980). Memory metaphors in cognitive psychology. *Memory & Cognition*, *8*(3), 231–246. <https://doi.org/10.3758/BF03197611>
- Roediger, H. L., & McDermott, K. B. (1995). Creating false memories : Remembering words not presented in lists. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition*, *21*(4), 803.
- Roediger, H. L., McDermott, K. B., & Robinson, K. J. (1998). The role of associative processes in creating false memories. *Theories of Memory II*, 187–245.
- Romero, K., & Moscovitch, M. (2012). Episodic memory and event construction in aging and amnesia. *Journal of Memory and Language*, *67*(2), 270–284.
- Rosenbaum, R. S., Köhler, S., Schacter, D. L., Moscovitch, M., Westmacott, R., Black, S. E., Gao, F., & Tulving, E. (2005). The case of K.C. : Contributions of a memory-impaired person to memory theory. *Neuropsychologia*, *43*(7), 989–1021. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2004.10.007>

- Ross, B. H., Wang, R. F., Kramer, A. F., Simons, D. J., & Crowell, J. A. (2007). Action information from classification learning. *Psychonomic Bulletin & Review*, *14*(3), 500–504. <https://doi.org/10.3758/BF03194097>
- Rousset, S. (2000). Memory as a single system : Theoretical considerations. *Revue de Neuropsychologie*, *10*(1), 27–51.
- Rubin, D. C., & Umanath, S. (2015). Event memory : A theory of memory for laboratory, autobiographical, and fictional events. *Psychological Review*, *122*(1), 1–23. <https://doi.org/10.1037/a0037907>
- Rugg, M. D., Allan, K., & Birch, C. S. (2000). Electrophysiological Evidence for the Modulation of Retrieval Orientation by Depth of Study Processing. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *12*(4), 664–678. <https://doi.org/10.1162/089892900562291>
- Rugg, M. D., & Wilding, E. L. (2000). Retrieval processing and episodic memory. *Trends in Cognitive Sciences*, *4*(3), 108–115. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01445-5](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01445-5)
- Russell, B. (1931). *The scientific outlook*. W.W. Norton, Incorporated.
- 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>
- Schab, F. R., & Crowder, R. G. (1995). *Memory for odors* (pp. viii, 187). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Schacter, D. L. (1989). Memory. In *Foundations of cognitive science* (pp. 683–725). The MIT Press.
- Schacter, D. L. (1999). The seven sins of memory : Insights from psychology and cognitive neuroscience. *American Psychologist*, *54*(3), 182.
- Schacter, D. L. (2001). *The seven sins of memory : How the mind forgets and remembers* (pp. x, 272). Houghton, Mifflin and Company.
- Schacter, D. L. (2012). Constructive memory : Past and future. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, *14*(1), 7–18.
- Schacter, D. L., & Addis, D. R. (2007a). Constructive memory : The ghosts of past and future. *Nature*, *445*(7123), 27–27. <https://doi.org/10.1038/445027a>
- Schacter, D. L., & Addis, D. R. (2007b). The cognitive neuroscience of constructive memory : Remembering the past and imagining the future. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B : Biological Sciences*, *362*(1481), 773–786. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2087>
- Schacter, D. L., Addis, D. R., & Buckner, R. L. (2008). Episodic Simulation of Future Events. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1124*(1), 39–60. <https://doi.org/10.1196/annals.1440.001>
- Schacter, D. L., Addis, D. R., & Buckner, R. L. (2007). Remembering the past to imagine the future : The prospective brain. *Nature Reviews Neuroscience*, *8*(9), 657–661. <https://doi.org/10.1038/nrn2213>
- Schacter, D. L., Addis, D. R., Hassabis, D., Martin, V. C., Spreng, R. N., & Szpunar, K. K. (2012). The Future of Memory : Remembering, Imagining, and the Brain. *Neuron*, *76*(4), 677–694. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2012.11.001>
- Schacter, D. L., Benoit, R. G., & Szpunar, K. K. (2017). Episodic future thinking : Mechanisms and functions. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, *17*, 41–50. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2017.06.002>
- Schacter, D. L., & Coyle, J. T. (1995). *Memory Distortion : How Minds, Brains, and Societies Reconstruct the Past*. Harvard University Press.
- Schacter, D. L., Gaesser, B., & Addis, D. R. (2013). Remembering the Past and Imagining the Future in the Elderly. *Gerontology*, *59*(2), 143–151. <https://doi.org/10.1159/000342198>

- Schacter, D. L., Guerin, S. A., & St. Jacques, P. L. (2011). Memory distortion : An adaptive perspective. *Trends in Cognitive Sciences*, *15*(10), 467–474. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.08.004>
- Schacter, D. L., & Madore, K. P. (2016). Remembering the past and imagining the future : Identifying and enhancing the contribution of episodic memory. *Memory Studies*, *9*(3), 245–255. <https://doi.org/10.1177/1750698016645230>
- Schacter, D. L., Norman, K. A., & Koutstaal, W. (1998). The cognitive neuroscience of constructive memory. *Annual Review of Psychology*, *49*(1), 289–318. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.49.1.289>
- Schacter, D. L., & Tulving, E. (1994). What are the memory systems of 1994? In *Memory systems 1994* (pp. 1–38). The MIT Press.
- Schacter, D. L., Verfaellie, M., & Koutstaal, W. (2002). Memory illusions in amnesic patients : Findings and implications. In *Neuropsychology of memory*, 3rd ed (pp. 114–129). The Guilford Press.
- Scheerer, N., & Marrone, D. F. (2014). Age-Related Deficits in Conjunctive Representation of Complex Objects. *Current Aging Science*, *7*(3), 214–219. <https://doi.org/10.2174/1874609808666150201215549>
- Sekeres, M. J., Winocur, G., & Moscovitch, M. (2018). The hippocampus and related neocortical structures in memory transformation. *Neuroscience Letters*. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2018.05.006>
- Sheldon, S., Amaral, R., & Levine, B. (2016). Individual differences in visual imagery determine how event information is remembered. *Memory*, *25*(3), 360–369. <https://doi.org/10.1080/09658211.2016.1178777>
- Sheldon, S., Cool, K., & El-Asmar, N. (2019). The processes involved in mentally constructing event- and scene-based autobiographical representations. *Journal of Cognitive Psychology*, *31*(3), 261–275. <https://doi.org/10.1080/20445911.2019.1614004>
- Sheldon, S., Gurguryan, L., Madore, K. P., & Schacter, D. L. (2019). Constructing autobiographical events within a spatial or temporal context : A comparison of two targeted episodic induction techniques. *Memory*, *27*(7), 881–893. <https://doi.org/10.1080/09658211.2019.1586952>
- Sheldon, S., McAndrews, M. P., & Moscovitch, M. (2011). Episodic memory processes mediated by the medial temporal lobes contribute to open-ended problem solving. *Neuropsychologia*, *49*(9), 2439–2447. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2011.04.021>
- Sherry, D. F., & Schacter, D. L. (1987). The evolution of multiple memory systems. *Psychological Review*, *94*(4), 439–454. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.94.4.439>
- Simon, H. A. (1990). Invariants of Human Behavior. *Annual Review of Psychology*, *41*(1), 1–20. <https://doi.org/10.1146/annurev.ps.41.020190.000245>
- Slotnick, S. D., & Schacter, D. L. (2004). A sensory signature that distinguishes true from false memories. *Nature Neuroscience*, *7*(6), 664–672. <https://doi.org/10.1038/nn1252>
- Smith, R. E., & Hunt, R. R. (2000). The Effects of Distinctiveness Require Reinstatement of Organization : The Importance of Intentional Memory Instructions. *Journal of Memory and Language*, *43*(3), 431–446. <https://doi.org/10.1006/jmla.2000.2707>
- Smith, R. E., & Hunt, R. R. (2019). When do pictures reduce false memory? *Memory & Cognition*. <https://doi.org/10.3758/s13421-019-00995-5>
- Smith, R., Lane, R. D., Alkozei, A., Bao, J., Smith, C., Sanova, A., Nettles, M., & Killgore, W. D. S. (2018). The role of medial prefrontal cortex in the working memory maintenance of one's own emotional responses. *Scientific Reports*, *8*(1), 3460. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-21896-8>
- Smith, S. M., Glenberg, A., & Bjork, R. A. (1978). Environmental context and human memory. *Memory & Cognition*, *6*(4), 342–353. <https://doi.org/10.3758/BF03197465>
- Solomon, K. O., & Barsalou, L. W. (2004). Perceptual simulation in property verification. *Memory & Cognition*, *32*(2), 244–259. <https://doi.org/10.3758/BF03196856>

- Spencer, W. D., & Raz, N. (1995). Differential effects of aging on memory for content and context : A meta-analysis. *Psychology and Aging, 10*(4), 527–539. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.10.4.527>
- Squire, L. R. (1992). Declarative and Nondeclarative Memory : Multiple Brain Systems Supporting Learning and Memory. *Journal of Cognitive Neuroscience, 4*(3), 232–243. <https://doi.org/10.1162/jocn.1992.4.3.232>
- Squire, L. R. (2004). Memory systems of the brain : A brief history and current perspective. *Neurobiology of Learning and Memory, 82*(3), 171–177. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2004.06.005>
- St-Amand, D., Sheldon, S., & Otto, A. R. (2018). Modulating Episodic Memory Alters Risk Preference during Decision-making. *Journal of Cognitive Neuroscience, 30*(10), 1433–1441. https://doi.org/10.1162/jocn_a_01253
- Suddendorf, T., & Busby, J. (2005). Making decisions with the future in mind : Developmental and comparative identification of mental time travel. *Learning and Motivation, 36*(2), 110–125. <https://doi.org/10.1016/j.lmot.2005.02.010>
- Surprenant, A. M., & Neath, I. (2009). *Principles of Memory*. Psychology Press.
- Szpunar, K. K. (2010). Episodic Future Thought : An Emerging Concept. *Perspectives on Psychological Science, 5*(2), 142–162. <https://doi.org/10.1177/1745691610362350>
- Taylor, S. E., & Schneider, S. K. (1989). Coping and the Simulation of Events. *Social Cognition, 7*(2), 174–194. <https://doi.org/10.1521/soco.1989.7.2.174>
- 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, 148*(9), 1480–1493. <https://doi.org/10.1037/xge0000577>
- Tulving, E. (1972). Episodic and semantic memory. In *Organization of memory* (pp. xiii, 423–xiii, 423). Academic Press.
- Tulving, E. (1985a). How many memory systems are there? *American Psychologist, 40*(4), 385.
- Tulving, E. (1985b). Memory and consciousness. *Canadian Psychology/Psychologie Canadienne, 26*(1), 1–12. <https://doi.org/10.1037/h0080017>
- Tulving, E. (1993). What is episodic memory? *Current Directions in Psychological Science, 2*(3), 67–70.
- Tulving, E. (1995). Organization of memory : Quo vadis. *The Cognitive Neurosciences, 839847*.
- Tulving, E. (1999). On the uniqueness of episodic memory. In *Cognitive neuroscience of memory* (pp. 11–42). Hogrefe & Huber Publishers.
- Tulving, E. (2002). Episodic Memory : From Mind to Brain. *Annual Review of Psychology, 53*(1), 1–25. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135114>
- Tulving, E. (1984). Multiple Learning and Memory Systems. In K. M. J. Lagerspetz & P. Niemi (Eds.), *Advances in Psychology* (Vol. 18, pp. 163–184). North-Holland. [https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(08\)62626-6](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(08)62626-6)
- Tulving, E. (1967). The effects of presentation and recall of material in free-recall learning. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 6*(2), 175–184. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(67\)80092-6](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(67)80092-6)
- Tulving, E. (1983). *Elements of Episodic Memory*. Oxford University Press.
- Tulving, E. (2001). Episodic memory and common sense : How far apart? *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences, 356*(1413), 1505–1515. <https://doi.org/10.1098/rstb.2001.0937>
- Tulving, E., & Pearlstone, Z. (1966). Availability versus accessibility of information in memory for words. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 5*(4), 381–391. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(66\)80048-8](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(66)80048-8)

- Tulving, E., & Schacter, D. L. (1990). Priming and human memory systems. *Science*, *247*(4940), 301–306. <https://doi.org/10.1126/science.2296719>
- Tulving, E., Schacter, D. L., McLachlan, D. R., & Moscovitch, M. (1988). Priming of semantic autobiographical knowledge : A case study of retrograde amnesia. *Brain and Cognition*, *8*(1), 3–20. [https://doi.org/10.1016/0278-2626\(88\)90035-8](https://doi.org/10.1016/0278-2626(88)90035-8)
- Tulving, E., & Thomson, D. M. (1973). Encoding specificity and retrieval processes in episodic memory. *Psychological Review*, *80*(5), 352–373. <https://doi.org/10.1037/h0020071>
- Uttl, B. (2008). Memory and Emotion from Interdisciplinary Perspectives. In *Memory and Emotion* (pp. 1–12). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9780470756232.ch1>
- Vallet, G., Brunel, L., & Versace, R. (2010). The Perceptual Nature of the Cross-Modal Priming Effect. *Experimental Psychology*, *57*(5), 376–382. <https://doi.org/10.1027/1618-3169/a000045>
- Vallet, G., Simard, M., & Versace, R. (2011). Sensory-Dependent Knowledge in Young and Elderly Adults : Argument from the Cross-Modal Priming Effect. *Current Aging Science*, *4*(2), 137–149.
- 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*(9), 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., Versace, R., & Mazza, S. (2013). The perceptual nature of audiovisual interactions for semantic knowledge in young and elderly adults. *Acta Psychologica*, *143*(3), 253–260. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2013.04.009>
- Vandermorris, S., Sheldon, S., Winocur, G., & Moscovitch, M. (2013). Differential contributions of executive and episodic memory functions to problem solving in younger and older adults. *Journal of the International Neuropsychological Society : JINS*, *19*(10), 1087–1096. <https://doi.org/10.1017/S1355617713000982>
- Vann, S. D., Aggleton, J. P., & Maguire, E. A. (2009). What does the retrosplenial cortex do? *Nature Reviews Neuroscience*, *10*(11), 792–802. <https://doi.org/10.1038/nrn2733>
- Varela, F. J., Thompson, E., & Rosch, E. (1993). *L’inscription corporelle de l’esprit : Sciences cognitives et expérience humaine*.
- Verfaellie, M., Page, K., Orlando, F., & Schacter, D. L. (2005). Impaired implicit memory for gist information in amnesia. *Neuropsychology*, *19*(6), 760–769. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.19.6.760>
- Versace, R., Brouillet, D., & Vallet, G. (2018). *Cognition incarnée : Une cognition située et projetée*. 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.
- Versace, R., Nevers, B., & Padovan, C. (2002). *La mémoire dans tous ses états*. Solal Marseille,, France.
- Versace, R., Vallet, G. T., Riou, B., Lesourd, M., Labeye, É., & Brunel, L. (2014). Act-In : An integrated view of memory mechanisms. *Journal of Cognitive Psychology*, *26*(3), 280–306.
- von Restorff, H. (1933). Über die Wirkung von Bereichsbildungen im Spurenfeld. *Psychologische Forschung*, *18*(1), 299–342. <https://doi.org/10.1007/BF02409636>
- Wheeler, M. E., Petersen, S. E., & Buckner, R. L. (2000). Memory’s echo : Vivid remembering reactivates sensory-specific cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *97*(20), 11125–11129. <https://doi.org/10.1073/pnas.97.20.11125>

- Whittlesea, B. W. (1987). Preservation of specific experiences in the representation of general knowledge. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition*, *13*(1), 3–17. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.13.1.3>
- Whittlesea, B. W. A. (1989). Selective attention, variable processing, and distributed representation : Preserving particular experiences of general structures. In *Parallel distributed processing : Implications for psychology and neurobiology* (pp. 76–101). Clarendon Press/Oxford University Press.
- Whittlesea, B. W. A., & Brooks, L. R. (1988). Critical influence of particular experiences in the perception of letters, words, and phrases. *Memory & Cognition*, *16*(5), 387–399. <https://doi.org/10.3758/BF03214219>
- Wilding, E. L., & Ranganath, C. (2012). Electrophysiological correlates of episodic memory processes. In *The Oxford handbook of event-related potential components* (pp. 373–395). Oxford University Press.
- Willems, R. M., Hagoort, P., & Casasanto, D. (2010). Body-specific representations of action verbs : Neural evidence from right- and left-handers. *Psychological Science*, *21*(1), 67–74. <https://doi.org/10.1177/0956797609354072>
- Williams, J. M. G., Ellis, N. C., Tyers, C., Healy, H., Rose, G., & Macleod, A. K. (1996). The specificity of autobiographical memory and imageability of the future. *Memory & Cognition*, *24*(1), 116–125. <https://doi.org/10.3758/BF03197278>
- Williams, M. D., & Hollan, J. D. (1981). The process of retrieval from very long-term memory. *Cognitive Science*, *5*(2), 87–119.
- Yee, E., Chrysikou, E. G., Hoffman, E., & Thompson-Schill, S. L. (2013). Manual Experience Shapes Object Representations. *Psychological Science*, *24*(6), 909–919. <https://doi.org/10.1177/0956797612464658>
- 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*(4), 1384–1397. <https://doi.org/10.1037/a0034021>
- Zhu, B., Chen, C., Loftus, E. F., Lin, C., & Dong, Q. (2013). The relationship between DRM and misinformation false memories. *Memory & Cognition*, *41*(6), 832–838. <https://doi.org/10.3758/s13421-013-0300-2>

Résumé

Dans certaines situations, il est crucial de pouvoir accéder rapidement et avec exactitude au souvenir d'une expérience spécifique, tandis que dans d'autres situations, il importe plus d'accéder à une connaissance générale formée à partir de multiples expériences. Ces connaissances, tant spécifiques que générales, doivent toutefois être adaptées à la situation dans laquelle elles sont requises. Dans le cas contraire, les conséquences peuvent être désastreuses (e.g., confondre une personne innocente avec l'agresseur, confondre un champignon toxique avec un champignon comestible...). L'efficacité de la mémoire doit alors être optimale dans un grand nombre de circonstances, et le rester aussi longtemps que possible. D'autant que l'avancée en âge s'accompagne d'un déclin progressif de l'efficacité mnésique, notamment pour les souvenirs spécifiques. Le présent travail de thèse propose donc d'étudier les facteurs qui influencent l'efficacité mnésique. Plus précisément, ce travail porte sur les mécanismes qui sous-tendent l'accès aux connaissances, et sur les facteurs qui influencent ces mécanismes. Trois grandes conceptualisations théoriques du fonctionnement mnésique envisagent différemment ces mécanismes, ainsi que la nature même des connaissances. Ces mécanismes sont envisagés comme étant soit reproductifs, soit (re)constructifs, soit re-créatifs. Le présent travail de thèse vise à justifier l'intérêt d'une conception re-créative de la mémoire fondée sur les approches incarnées et situées et sur les modèles à traces multiples, qui postulent une émergence dynamique des connaissances à partir des mécanismes d'un unique système mnésique où les connaissances sont ancrées dans leurs propriétés modales essentiellement sensorimotrices. Plus précisément, ce travail met l'accent sur la dynamique des mécanismes responsables de l'émergence des connaissances, autrement appelée la dynamique de simulation sensorimotrice. Cette dynamique est supposée être différente selon le type de connaissance émergente. Elle est dite spécifique lorsqu'elle conduit à la re-création de l'état neuronal associé à une expérience spécifique et à l'émergence de souvenirs, et non-spécifique lorsqu'elle conduit à la re-création du type d'état neuronal associé à une catégorie d'expériences similaires et à l'émergence de connaissances générales. L'hypothèse défendue est que la dynamique de simulation dans une situation donnée pourrait être influencée par la dynamique de simulation antérieure dans une situation récente, et différemment selon si ces dynamiques sont concordantes ou non. Quatre études ont été conduites en utilisant un paradigme original d'induction, dans lequel une tâche impliquant une dynamique spécifique (tâche d'induction spécifique) est administrée juste avant une tâche subséquente impliquant une dynamique similaire, ce qui augmenterait les performances mnésiques dans la tâche subséquente. L'hypothèse défendue était que l'effet bénéfique d'induction venait d'une concordance des dynamiques de simulation. L'Étude 1 (ISE FR) a permis de traduire et valider en Français le paradigme d'induction spécifique. L'Étude 2 (ISE DVN) a testé et confirmé que le paradigme permettait bien de cibler la simulation sensorimotrice à travers la suppression des effets bénéfiques d'induction spécifique par la présentation d'un masque visuel dynamique pendant le rappel des détails de courtes vidéos. L'Étude 3 (SIMS ISE) a permis de montrer dans la condition d'induction spécifique une réduction des erreurs de mémoire dans les situations où celles-ci étaient les plus nombreuses, c'est-à-dire lorsqu'il s'agissait de faire émerger les détails d'une expérience spécifique mais fortement similaire à d'autres expériences. Enfin, à travers la conception d'une tâche d'induction non-spécifique (catégorielle), l'Étude 4 [(Mis)Match] a permis de montrer des effets de concordance des dynamiques dans une tâche de catégorisation (tâche non-spécifique) et de non-concordance des dynamiques dans une tâche de rappel spatial (tâche spécifique). Ensemble, ces résultats plaident pour l'importance fondamentale de la dynamique de simulation dans l'étude du fonctionnement mnésique. Ils constituent les fondations d'un nouveau principe mnésique d'*adéquation de la dynamique de simulation*, et ouvrent de nouvelles perspectives de recherche et de développement d'interventions cognitives visant à améliorer l'efficacité mnésique, à destination notamment des personnes âgées avec et sans trouble cognitif.