La consolidation de la mémoire dans le conditionnement évaluatif : Impact de l'accès aux ressources cognitives selon le moment de l'apprentissage émotionnel.

Thèse de Doctorat
En vue de l'obtention du grade de Docteur en psychologie
Soutenue le 08 décembre 2025

Auteur :
Pierre LYON

Laboratoire PSITEC – Université de Lille
Psychologie : Interactions, Temps, Émotions, Cognition
École Doctorale Sciences de l'Homme et de la Société

Axe de recherche
(Dys) Régulations Émotionnelles et Cognitives

Direction de thèse :
Pr Stéphane RUSINEK
Dr Thierry KOSINSKI

Composition du jury :

Pr Lucia ROMO	Présidente du jury	***Université Paris Nanterre***
Dr Rafika ZEBDI		***Université Paris Nanterre***
Pr Stéphane RUSINEK		***Université de Lille***
Dr Thierry KOSINSKI		***Université de Lille***

"J'ai une mémoire admirable, j'oublie tout."

– Alphonse Allais

Remerciements

Je tiens à adresser mes plus sincères remerciements à Thierry Kosinski pour son accompagnement tout au long de cette thèse. Plus qu'un encadrement académique accompagné de son expertise, son soutien a été marqué par une véritable compréhension de mon mode de fonctionnement et une admirable capacité à s'y adapter. Je tiens à remercier également Stéphane Rusinek pour ses conseils éclairés et retours constructifs qui ont nourri mes réflexions. Mes remerciements s'adressent aussi à Marion Luyat pour le suivi de ma thèse et la pertinence de ses conseils. Je remercie Geneviève Belleville pour la qualité de son écoute, sa bienveillance et son expertise dans toutes les étapes de l'écriture d'une thèse, ainsi que pour sa disponibilité.

Je remercie Lucia Romo et Rafika Zedbi pour leur présence et leur évaluation en tant que membres de mon jury de thèse.

Je remercie les membres du laboratoire PSITEC et de l'école doctorale Sciences de l'Homme et de la Société qui m'ont permis de mener à bien ce projet.

Je souhaite exprimer toute ma gratitude à mes proches, mes amis, et à tous ceux qui m'ont soutenu de près ou de loin durant cette aventure.

Un grand merci à Charlotte, mon épouse.

Beaucoup d'amour à mes deux garçons, Hugo et Alexandre.

Résumé

La consolidation de la mémoire dans le conditionnement évaluatif : Impact de l'accès aux ressources cognitives selon le moment de l'apprentissage émotionnel.

Cette thèse étudie l'impact des ressources cognitives sur la consolidation du conditionnement évaluatif (CE). L'objectif est de comprendre comment une charge cognitive, appliquée avant, pendant ou après l'encodage, influence la stabilisation des associations entre stimulus conditionné et inconditionné (SC–SI).

Après une revue des modèles du CE et de la mémoire (contiguïté, contingence, mémoire de travail, consolidation et reconsolidation), trois études expérimentales sont présentées. Elles examinent successivement l'effet d'une mobilisation cognitive au moment de l'apprentissage émotionnel, juste après, et juste avant.

Les résultats montrent que la disponibilité cognitive, selon son moment d'intervention, module différemment la force et la persistance des apprentissages affectifs. Ces données soutiennent une approche multi-processus du CE, mettant en évidence l'articulation entre mémoire associative et cognition contrôlée.

Les implications sont discutées pour des applications dans les domaines de la communication, de la sensibilisation et de l'éducation, en soulignant le rôle central des ressources cognitives dans la consolidation des apprentissages évaluatifs.

Mots-clés : apprentissage émotionnel ; conditionnement évaluatif ; ressources cognitives ; mémoire ; consolidation.

Abstract

Memory consolidation in evaluative conditioning: Impact of cognitive resource availability depending on the timing of emotional learning

This dissertation investigates the role of cognitive resources in the consolidation of evaluative conditioning (EC). The aim is to examine how cognitive load, applied before, during, or after encoding, influences the stabilization of associations between conditioned and unconditioned stimuli (CS–US).

Following a review of EC and memory models (contiguity, contingency, working memory, consolidation, and reconsolidation), three experimental studies are presented. They successively examine the effect of cognitive mobilization during emotional learning, immediately after, and just before it.

Findings indicate that the availability of cognitive resources, depending on timing, differentially modulates the strength and persistence of affective learning. These results support a multi-process perspective of EC, highlighting the interaction between associative memory and controlled cognition.

Implications are discussed for applications in communication, awareness strategies, and education, emphasizing the crucial role of cognitive resources in the consolidation of evaluative learning.

Keywords: emotional learning; evaluative conditioning; cognitive resources; memory; consolidation.

Préface

Cette thèse s'inscrit dans l'étude des mécanismes cognitifs sous-jacents au conditionnement évaluatif (CE), en particulier l'influence de l'accessibilité des ressources cognitives sur la consolidation des apprentissages évaluatifs. Plus précisément, l'objectif est d'examiner comment la disponibilité cognitive module la stabilisation des associations entre Stimulus Conditionné et Inconditionné (SC-SI) et d'évaluer le rôle du moment de cette mobilisation dans la dynamique d'apprentissage. L'approche adoptée combine une revue théorique approfondie des modèles existants du CE et de la mémoire, ainsi qu'une démarche expérimentale visant à tester empiriquement les effets de la disponibilité des ressources cognitives sur la formation et la persistance des apprentissages affectifs.

Cette thèse s'articule autour de deux parties principales et d'une discussion, chacune organisée de manière à favoriser une progression logique dans l'analyse des concepts et des processus sous-jacents au CE. La première partie se consacre à l'état de l'art et présente une revue détaillée des modèles du CE et de la mémoire, en mettant en lumière les distinctions entre apprentissage implicite et explicite, ainsi que les méthodes d'évaluation des attitudes. La différenciation entre effets directs et indirects y est abordée sous l'angle de leur fonctionnalité distincte et de leurs implications théoriques. Une attention particulière est également portée aux notions de contiguïté et contingence, qui jouent un rôle fondamental dans la formation et la stabilité des associations SC-SI. L'analyse des modèles théoriques du CE se structure selon trois approches complémentaires : les modèles associatifs, qui considèrent le CE comme un processus automatique basé sur des associations inconscientes ; les modèles propositionnels, qui postulent un rôle central de la prise de conscience et des inférences cognitives ; et les modèles multi-processus, qui proposent une interaction entre mécanismes associatifs et propositionnels en fonction du contexte et des ressources disponibles. L'étude des liens entre mémoire et CE est ensuite approfondie à travers différents cadres théoriques, notamment le

modèle de mémoire déclarative, qui suggère que le CE repose sur des représentations explicites et un encodage conscient, et les modèles de mémoire épisodique, parmi lesquels MINERVA 2, qui propose une approche contextuelle et probabiliste de l'apprentissage évaluatif. Le rôle de la mémoire de travail et des interférences cognitives est également exploré afin de mieux comprendre comment la mobilisation des ressources peut altérer ou renforcer la consolidation des apprentissages affectifs. Enfin, les processus de consolidation et de reconsolidation sont analysés sous l'angle de la malléabilité des souvenirs et des mécanismes permettant soit de stabiliser durablement les apprentissages, soit d'interrompre leur consolidation.

La seconde partie s'appuie sur trois études expérimentales originales, visant à tester empiriquement les hypothèses formulées dans la partie théorique. La première étude examine l'impact d'une mobilisation des ressources cognitives durant l'apprentissage sur la consolidation des associations SC-SI. Cette expérience permet de déterminer dans quelle mesure l'interférence cognitive au moment de l'encodage influence la force des associations SC-SI et modifie la stabilité des évaluations affectives. La seconde étude se concentre sur l'effet d'une charge cognitive appliquée après l'exposition aux paires SC-SI, afin d'analyser si la saturation des ressources mnésiques post-encodage affecte la robustesse des apprentissages affectifs et leur persistance dans le temps. La troisième étude s'intéresse à l'influence d'une mobilisation proactive des ressources cognitives, appliquée avant l'exposition aux associations SC-SI. Contrairement aux deux premières études, celle-ci explore l'hypothèse selon laquelle la disponibilité cognitive en amont de l'encodage pourrait moduler la force des apprentissages affectifs et influencer la distinction entre effets directs et indirects du CE. Les résultats expérimentaux obtenus permettent de mieux comprendre comment la consolidation des associations SC-SI est modulée par la charge cognitive, et sous quelles conditions elle peut être favorisée ou entravée. Ils affinent également la distinction entre effets directs et indirects, en identifiant des facteurs qui influencent leur stabilité à long terme. Ces conclusions prolongent

les travaux sur l'apprentissage incident et la mémoire implicite, tout en proposant une intégration avec les théories contemporaines de la mémoire et de l'apprentissage associatif. Une partie de cette thèse est ainsi consacrée à l'analyse des modèles multi-processus du CE, mettant en évidence les interactions entre mémoire associative et cognition contrôlée. En s'appuyant sur ces modèles, des pistes de recherche sont proposées afin de capturer plus finement la complexité des processus mnésiques impliqués dans l'apprentissage évaluatif. Par ailleurs, les implications appliquées sont discutées à travers l'étude des contextes d'apprentissage et des stratégies d'intervention comportementale, notamment dans des domaines tels que les campagnes publicitaires, les stratégies de sensibilisation et l'optimisation des dispositifs pédagogiques.

Ce travail de thèse constitue une contribution originale à la recherche sur le CE et la consolidation de la mémoire. Il mobilise une approche multidisciplinaire intégrant la psychologie cognitive, les neurosciences et la psychologie sociale pour analyser les interactions entre mémoire, apprentissage, émotions et cognition. Les résultats obtenus ouvrent des perspectives prometteuses pour le développement de nouvelles interventions comportementales et de nouvelles pistes de recherche dans les domaines de la psychologie expérimentale, des sciences cognitives appliquées et des neurosciences affectives. En mettant en lumière le rôle des ressources cognitives dans la consolidation des apprentissages affectifs, cette thèse vise à approfondir notre compréhension des bases mnésiques du CE et à enrichir les modèles existants de l'apprentissage évaluatif.

Sommaire

Remerciements **5**

Résumé **6**

Abstract **7**

Préface **9**

Liste des documents en annexes **15**

I. Partie théorique **17**

A. Le conditionnement évaluatif : état de l'art 17

1. Apprentissage implicite et explicite 19

2. Méthodes d'évaluation des attitudes implicites et explicites 19

3. Effets directs et indirects 21

3.1. Définition des effets directs et indirects 21

3.2. Différenciation fonctionnelle des effets directs et indirects 22

4. Contiguïté et contingence 24

5. Modèles théoriques 26

5.1. Modèles associatifs : le CE comme processus automatique 26

5.2. Modèles propositionnels : le CE comme processus cognitif contrôlé 28

5.3. Les modèles multi-processus 29

B. Mémoire, Apprentissage et Cognition 33

1. Bases théoriques de la mémoire et de l'apprentissage 33

2. Le rôle de la conscience 34

3. Mécanismes attentionnels et accès à la conscience des associations SC-SI : une approche du CE par le modèle du Global Neuronal Workspace 35

4. Mémoire et CE : Modélisation des processus mnésiques impliqués dans l'encodage et la récupération des associations SC-SI 38

4.1. Modèle de Mémoire Déclarative dans le CE (Declarative Memory Model) 39

4.2. Interférence dans la Mémoire de Travail 41

4.3. Mémoire épisodique et apprentissage propositionnel 43

4.3.1. Approche Propositionnelle de l'Apprentissage 43

4.3.2. MINERVA 2 et la mémoire contextuelle 44

5. Processus de consolidation, reconsolidation et blocage 45

5.1 Reconsolidation et malléabilité des souvenirs 46

5.2 Blocage de la reconsolidation et applications cliniques 47

5.3. Continuités et différences entre consolidation et reconsolidation émotionnelle 48

5.4. Interférences cognitives et consolidation 49

C. Questions de Recherche 51

II. Partie Recherche **57**

A. Étude 1 : L'influence de l'accessibilité des ressources cognitives sur la consolidation du CE 57

1. Analyse des mécanismes du blocage de la consolidation de la valence du SI 79

2. Mémoire de la valence et conscience des contingences - Lecture associative ou propositionnelle 80
3. Tâches multiples et interférence cognitive 82
B. Étude 2 : Mobilisation rétroactive des ressources cognitives sur la consolidation du CE 85
1. Impact de la mobilisation cognitive sur la consolidation des associations SC-SI ... 103
2. Influence du timing sur l'apprentissage SC-SI 104
3. Les caractéristiques des stimuli sur l'apprentissage SC-SI 106
C. Étude 3 : Mobilisation proactive des ressources cognitives avant le CE 111
1. Analyse de la mobilisation proactive sur la consolidation des associations SC-SI . 124
2. Concordance avec le modèle de l'erreur d'attribution implicite 125

III. Discussion 129

A. Modélisation de la Mémoire et de la Cognition dans le CE 131
1. Modèle de jugement basé sur la mémoire 131
2. Dissociation entre l'attente et l'appréciation dans le CE et hypothèse d'intégration temporelle 133
3. Critique de l'hypothèse d'intégration temporelle et proposition de modèles intégrés 135
4. Vers une intégration des modèles Minerva-AL et MINERVA 2 137
5. Intégration des modèles d'apprentissage incident et des processus intentionnels durant l'encodage 143
6. Modélisation du CE et mémoire : enjeux conceptuels et méthodologiques 147
B. Analyse critique : Modèles, Procédures, Stimuli, et leurs effets 149
1. Modèles conceptuels 149
2. Limites des inférences expérimentales dans le CE 153
3. Influence des effets indirects du CE 155
4. Stratégies computationnelles et coût d'opportunité / coût de renoncement 156
5. Prise de décision en contexte cognitif et effet de valence 158
C. Perspectives 163

IV. Conclusion 167

V. Annexes 171

VI. References 185

Liste des documents en annexes

- 8 Stimuli conditionnés (SC) à partir de la base de données de Minear et Park (2004)
- 12 Stimuli inconditionnés (SI) à partir de la base de données de l'International Affective Picture System (IAPS) (Bradley & Lang, 2017). US+: IAPS n°4220, US- : IAPS n°6312, US- : IAPS n°6313, US-: IAPS n°6315, US-: IAPS n°6350, US+ : IAPS n°8185, US+ : IAPS n°8190, US+: IAPS n°8200, US0: IAPS n°2002, US0: IAPS n°2026, US0: IAPS n°2038, US0: IAPS n°2102

I. Partie théorique

A. Le conditionnement évaluatif : état de l'art

Le conditionnement évaluatif (CE) est un processus d'apprentissage associatif dans lequel un stimulus initialement neutre (SN) acquiert une valence affective, c'est-à-dire une évaluation émotionnelle positive ou négative, après avoir été répétitivement associé à un stimulus inconditionné (SI) possédant une valeur émotionnelle intrinsèque. Une fois cette association établie, le SN devient un stimulus conditionné (SC), portant une évaluation affective (De Houwer, 2007). Contrairement au conditionnement pavlovien, qui génère une réponse réflexe, le CE modifie l'évaluation affective d'un stimulus sans nécessairement entraîner de changements comportementaux immédiats. Par exemple, dans la publicité, un logo neutre (SC) peut devenir positif ou négatif lorsqu'il est systématiquement présenté avec un stimulus émotionnellement chargé (SI) (Biegler & Vargas, 2013).

L'effet du CE repose sur deux principes fondamentaux, la contiguïté et la contingence, qui influencent la formation et la consolidation des associations SC-SI. La contiguïté fait référence à une présentation simultanée ou rapprochée des SC et SI. La contingence désigne la fréquence ou la probabilité avec laquelle le SC est associé au SI, plutôt que la prédiction directe du SI par le SC qui concerne plutôt le conditionnement classique. Plus cette association est fréquente, plus l'association SC-SI devient efficace et durable (De Houwer, 2007). Ces principes influencent l'encodage mnésique et la conscience de l'association, facteur qui peut jouer un rôle dans la stabilisation durable de l'évaluation affective du SC. Si certains modèles postulent que la prise de conscience du lien SC-SI est essentielle au CE (Pleyers et al., 2007b), d'autres suggèrent qu'un conditionnement peut se produire de manière implicite sans que l'individu soit capable d'exprimer la relation entre SC et SI (Sweldens et al., 2010).

Le CE est impliqué dans divers contextes, influençant la perception et les attitudes de manière durable. Dans le rapport à l'alcool, un logo de boisson alcoolisée (SC) associé à des

images valencées (SI) peut renforcer des attitudes envers l'alcool (Houben et al., 2010). Dans la stigmatisation sociale, l'exposition répétée d'un groupe social à des représentations négatives peut façonner des attitudes implicites par le biais du conditionnement évaluatif. Walther, Weil et Langer (2011) ont montré que l'association répétée d'un stimulus neutre à des stimuli émotionnellement négatifs suffit à induire une évaluation négative de ce stimulus. Ce type d'apprentissage associatif peut ainsi contribuer à la formation de biais implicites, influençant les jugements et comportements envers certains groupes sociaux. Un exemple supplémentaire est le "Kill-the-Messenger Effect", où un messager neutre (SC) devient affectivement négatif lorsqu'il est associé à des informations désagréables (SI). Ce phénomène est observé notamment en milieu organisationnel, où les porteurs de mauvaises nouvelles peuvent être injustement perçus de manière négative, indépendamment de leur rôle réel dans l'annonce du message (Manis et al., 1974).

Les recherches ont permis de modéliser des phénomènes sociaux et comportementaux liés à la formation et au maintien des attitudes. Un exemple marquant est la polarisation sociale, phénomène selon lequel l'exposition répétée à certaines associations SC-SI peut renforcer des attitudes extrêmes et accentuer les divisions sociales (Husnu & Crisp, 2010). Ce principe est également exploité dans les campagnes de sensibilisation, qui utilisent le CE pour associer des stimuli à connotation négative à des comportements problématiques afin de modifier les attitudes et encourager des changements de comportement (Hollands & Prestwich, 2011). La modulation des attitudes via le CE repose sur l'association répétée entre un SC et un SI, influençant de manière implicite les jugements affectifs, contrairement aux processus de persuasion classique qui reposent sur un raisonnement conscient et argumenté (Petty & Cacioppo, 1986). Ces applications soulignent l'impact des émotions sur la modulation des attitudes et montrent comment l'étude du CE éclaire les interactions entre mémoire, émotions et comportements.

1. Apprentissage implicite et explicite

Le jugement évaluatif, c'est-à-dire l'attribution d'une valence affective positive ou négative à un stimulus, est influencé par l'apprentissage implicite et explicite (De Houwer, 2007; Mitchell et al., 2009). L'apprentissage implicite désigne l'acquisition de connaissances ou de préférences sans effort conscient, souvent à travers des associations en mémoire associative, un type de mémoire permettant d'établir des liens entre stimuli de manière automatique, sans qu'une prise de conscience soit nécessaire (De Houwer, 2006; Shanks et al., 2021). L'apprentissage explicite, en revanche, mobilise des processus cognitifs conscients et repose sur une réflexion intentionnelle face aux stimuli ou aux informations. Il est généralement évalué par des questionnaires ou des entretiens, où les participants rapportent volontairement leurs jugements (Gawronski & Bodenhausen, 2006). Ces deux formes d'apprentissage ne sont pas mutuellement exclusives : elles peuvent interagir pour modifier les évaluations, notamment lorsque des associations initialement implicites sont réinterprétées consciemment, ou inversement, lorsque des connaissances explicites influencent des évaluations automatiques (Rydell & McConnell, 2006). Par exemple, Patterson et al. (2023) ont montré qu'un visage (SC) associé à un cri (SI) peut être réévalué avec une valence opposée lorsqu'une information complémentaire est introduite, telle que : "cet homme s'est précipité dans une maison en feu pour sauver un bébé". Ce phénomène illustre comment les processus explicites peuvent réajuster des associations formées implicitement, une interaction modulée par le contexte, la répétition et la validité perçue des nouvelles informations (Cone & Ferguson, 2015).

2. Méthodes d'évaluation des attitudes implicites et explicites

Les mesures implicites du CE, telles que la tâche d'association implicite (*Implicit Association Test*, IAT), évaluent des préférences affectives sans demander au participant

d'évaluer consciemment les stimuli (Gast & De Houwer, 2013). L'IAT repose sur le temps de réaction : les participants doivent catégoriser rapidement des stimuli selon différentes dimensions, et la rapidité de la réponse est interprétée comme un indicateur de la force des associations automatiques (Greenwald, McGhee, and Schwartz, 1998). Concernant le CE, l'IAT est généralement administré après la phase de conditionnement pour évaluer si les CS ont acquis une valence affective en raison de leur association répétée avec des SI. On observe des réponses le plus souvent plus rapides lorsque les CS sont appariés à des évaluations congruentes avec les SI avec lesquels ils ont été présentés de manière contiguë, comparé à des appariements incongruents. Une différence significative de latence est alors interprétée comme le reflet d'un apprentissage évaluatif implicite. Ces méthodes sont particulièrement adaptées à l'étude des processus automatiques, car elles réduisent les biais liés à l'effet de demande, c'est-à-dire la tendance des participants à ajuster leurs réponses en fonction des attentes perçues de l'expérimentateur (Orne, 1962), ainsi qu'à la désirabilité sociale, qui pousse les individus à donner des réponses socialement acceptables plutôt qu'honnêtes (Paulhus, 1991). Corneille et Gawronski (2024) soulignent que les mesures implicites sont souvent considérées comme plus représentatives des attitudes réelles, car les mesures explicites reposent sur des hypothèses dérivées des auto-déclarations et peuvent être moins robustes. Les mesures explicites mobilisent des ressources cognitives plus importantes et reposent sur des évaluations conscientes, souvent capturées par des questionnaires ou des interviews (Gawronski & Bodenhausen, 2006). Cette distinction repose sur les différences entre propriétés propositionnelles et associatives : les premières impliquent un raisonnement conscient basé sur des relations causales explicites (Mitchell et al., 2009), tandis que les secondes reposent sur un apprentissage automatique des co-occurrences sans traitement délibéré (De Houwer, 2009). Les attitudes implicites et explicites, bien que distinctes, ne s'excluent pas mutuellement. Les attitudes explicites sont davantage influencées par les informations conscientes, tandis que les

attitudes implicites se modifient via des associations en mémoire moins accessibles (Rydell et al., 2006). Des travaux ont montré que les mesures indirectes, telles que les tests de temps de réaction, peuvent être utilisées pour examiner les processus implicites : une réponse rapide indique une association mentale forte, tandis qu'un temps de réaction plus long reflète un faible lien associatif ou un conflit cognitif (Fazio et al., 1995). Étonnamment, les évaluations implicites peuvent influencer des réponses explicites. Par exemple, des instructions reçues explicitement à propos d'une personne peuvent modifier l'évaluation implicite de cette même personne, soulignant ainsi l'interaction entre les deux types d'apprentissage (Pleyers et al., 2007b). Les mesures directes, bien qu'initialement conçues pour mesurer les apprentissages explicites, peuvent aussi révéler des effets implicites. Hütter et al. (2012) ont ainsi observé qu'un participant pouvait attribuer une évaluation positive à une image, sans savoir pourquoi, après une exposition répétée à des stimuli associés illustrant un transfert d'apprentissage implicite vers une réponse explicite.

3. Effets directs et indirects

3.1. Définition des effets directs et indirects

Les effets de CE sont, selon certains auteurs, séparés en deux catégories : les effets directs et les effets indirects, caractérisés par des mécanismes sous-jacents distincts (Balas & Gawronski, 2012). Un effet de CE est qualifié de direct lorsque le SC acquiert une évaluation affective immédiatement après une exposition répétée aux associations SC-SI, sans nécessiter une prise de conscience explicite de la relation entre les deux stimuli. Ce processus repose sur un mécanisme automatique et indépendant d'un raisonnement conscient sur l'association SC-SI, illustrant un transfert de valence directe (Sweldens et al., 2010). Par exemple, dans le cas de la madeleine de Proust, l'effet direct correspond à la réponse émotionnelle immédiate de plaisir qu'elle suscite : le parfum (SC) de la madeleine active une réponse affective positive associée

à l'expérience nostalgique (SI), sans nécessiter d'interprétation consciente du lien entre les deux. L'effet indirect, en revanche, se produit lorsqu'un SC est évalué en fonction de sa relation avec un SI par le biais d'une probabilité d'occurrence. Ce mécanisme repose sur une analyse cognitive du SC comme un indicateur potentiel du SI, ce qui nécessite une prise en compte active de l'association (Mitchell et al., 2009). Dans le cas de la madeleine de Proust, l'effet indirect se manifeste lorsque des stimuli liés au parfum de la madeleine (ex. d'autres odeurs similaires, des images de pâtisseries) déclenchent une évaluation affective positive, même sans avoir été directement associés à l'expérience initiale. Les effets indirects sont donc basés sur une association référentielle, c'est-à-dire que le SC est évalué en fonction du SI qu'il évoque, et non en raison d'une réponse affective immédiate (Jones et al., 2009). À l'inverse, les effets directs reposent sur une expérience relationnelle immédiate entre le SC et le SI, où la valence affective du SI est directement transférée au SC sans nécessiter une évaluation cognitive intermédiaire (Gast & Rothermund, 2011).

3.2. Différenciation fonctionnelle des effets directs et indirects

La différenciation fonctionnelle des effets directs et indirects repose notamment sur leur sensibilité à la réévaluation du SC. Un effet indirect permet une réévaluation du SC, tandis que l'effet direct ne le permet pas ou difficilement (Sweldens et al., 2010). Lorsque le SC est directement lié à la réponse émotionnelle, le SI peut changer de valence, c'est-à-dire qu'il y a réévaluation du SI, du SC aussi. Ce n'est pas vrai lorsque le SC active la représentation du SI qui déclenche la réponse. La réévaluation du SC correspond à une modification de son évaluation affective après l'apprentissage initial, sous l'influence de nouvelles informations, d'un contexte modifié ou d'une instruction explicite. En raison de leur dépendance aux processus cognitifs flexibles, les effets indirects sont particulièrement sensibles aux changements contextuels, tandis que les effets directs restent robustes face aux variations de

l'environnement (Sweldens et al., 2010). Gast et Rothermund (2011) précisent que les effets indirects sont liés à la recontextualisation cognitive du SC, c'est-à-dire une mise à jour des associations SC-SI en fonction du contexte et des nouvelles informations disponibles. En revanche, les effets directs sont indépendants de ces influences, car l'évaluation affective du SC est immédiatement conditionnée par l'association avec le SI, sans nécessiter une élaboration cognitive supplémentaire. L'intégration des informations de validité influence également la stabilité des effets. Une information de validité concerne la perception qu'a un individu de la pertinence et de la fiabilité d'une association SC-SI. Dans le cas des effets indirects, une information postérieure indiquant que l'association SC-SI est invalide peut modifier l'évaluation du SC. En revanche, pour les effets directs, cette information a peu d'impact, car l'évaluation initiale du SC est solidement ancrée dans l'expérience relationnelle directe avec le SI (Sweldens et al., 2010). Une autre distinction fonctionnelle repose sur le degré d'implication des processus conscients. Les effets directs nécessitent une mobilisation attentionnelle minimale, se produisant de manière automatique et indépendante d'une prise de conscience explicite (Balas & Gawronski, 2012). En revanche, les effets indirects impliquent une intégration cognitive plus élaborée, ce qui les rend plus sensibles aux influences contextuelles et à la modification des représentations. Concernant les modèles d'apprentissage SC-SI, Baeyens, Eelen, Bergh, et al. (1992); Baeyens, Eelen, Crombez, et al., (1992); Martin & Levey (1978), considèrent que l'apprentissage de type Stimulus-Stimulus (S-S) implique une association entre le SC et la représentation mentale du SI, ce qui facilite la réévaluation du SC en fonction des nouvelles informations disponibles. À l'inverse, dans l'apprentissage Stimulus-Réponse (S-R) (Jones et al., 2009), le SC est directement associé à une réponse évaluative, indépendamment du SI. L'apprentissage S-S tend ainsi à produire des effets indirects, tandis que l'apprentissage S-R est davantage associé aux effets directs.

4. Contiguïté et contingence

Le CE est influencé par deux principes fondamentaux qui structurent la relation entre le SC et le SI : la contiguïté et la contingence. Ces deux facteurs jouent un rôle déterminant dans la formation et la stabilité des associations SC-SI. La contiguïté fait référence à la présentation simultanée ou rapprochée du SC et du SI, ce qui facilite leur association dans la mémoire (Jones et al., 2009). Pour Jones et al. (2009), les stimuli partageant une plus forte contiguïté, c'est-à-dire une proximité spatiale ou temporelle, auraient une plus forte association, et peuvent engendrer un apprentissage automatique du lien SC-SI, même en l'absence de prise de conscience explicite. Contrairement à la contiguïté, qui repose sur la co-occurrence répétée des SC et SI (fréquence d'apparition conjointe), la conscience de la contingence (contingency awareness) souligne l'importance de la prédictibilité, un type de mémoire des associations permettant la relation de cause à effet des co-occurrences, du SI par le SC (De Houwer, 2009). La contingence implique un traitement plus élaboré de la relation SC-SI, nécessitant parfois une prise de conscience explicite de la relation prédictive (Lovibond, 1992). Plus le SC est systématiquement suivi du SI, plus l'association est forte. Un SC est alors considéré comme contingent s'il annonce de manière fiable l'apparition du SI, renforçant ainsi l'association mnésique. L'ensemble signifie que ces deux facteurs interagissent dans la formation du CE, bien que leur influence respective soit débattue.

Baeyens et Hermans (1990) ont démontré que de faibles consciences de contingences SC-SI, c'est-à-dire la capacité à identifier le lien prédictif entre SC et SI, réduisent significativement l'effet de conditionnement, établissant ainsi la conscience de la contingence comme un facteur critique. De plus, plus le SC prédit de manière fiable l'apparition du SI, plus l'association SC-SI sera forte. La conscience de l'association SC-SI est donc souvent considérée comme un préalable au CE. Lovibond (1992) et Purkis & Lipp (2001) ont suggéré que la capacité à rapporter les contingences SC-SI est essentielle pour que le CE se produise. Mitchell

et al. (2009) ont également souligné que le CE nécessite une prise de conscience explicite des contingences et des attentes concernant l'apparition du SI.

La nécessité de la conscience pour l'apprentissage des associations fait l'objet de controverses. Elle est nécessaire pour l'obtention du CE selon Pleyers et al. (2007), mais pas selon Sweldens et al. (2010) pour qui il est tout à fait possible d'observer une contiguïté sans conscience de la contingence. La théorie de Rescorla & Wagner (1972) postule que les attentes du SI, construites à partir de la contiguïté répétée, influencent la formation des associations SC-SI en mémoire. En effet, certains apprentissages sont automatiques ; ils peuvent être volontaires ou non sur la relation entre SC et SI et sont engendrés par des co-occurrences dans l'environnement, des expositions répétées aux stimuli (Sweldens et al., 2010). Un apprentissage propositionnel nécessite quant à lui la conscience des associations, il implique un traitement cognitif volontaire des relations SC-SI, où l'individu tire consciemment des conclusions sur les liens entre stimuli (De Houwer, 2009). Il repose donc sur la conscience explicite des contingences. Cette distinction éclaire des phénomènes paradoxaux du CE. Un SC peut être associé à un SI en raison d'une forte contiguïté, même si la contingence est faible. Par exemple, un mot neutre (SC) associé aléatoirement à une image parfois positive, parfois négative (SI) entraîne une diminution de la perception de contingence, mais conserve une association affective via la contiguïté. Inversement, un SC peut prédire un SI de manière fiable (forte contingence), mais en l'absence de contiguïté spatiale ou temporelle. Par exemple, une musique associée à une publicité sera associée à la marque en raison de la contingence. La musique rappellera la marque, même en l'absence de la publicité.

Il convient de retenir que la condition optimale pour le CE semble résider dans une forte contiguïté, c'est-à-dire une simultanéité spatiale et temporelle du SC et du SI, combinée à une forte contingence, où le SC prédit de manière fiable l'apparition du SI. Par exemple, le logo

d'une marque (SC) est toujours affiché en même temps qu'une musique positive (SI), mais jamais seul.

5. Modèles théoriques

L'interprétation du CE a évolué à travers différents modèles théoriques, reflétant une compréhension plus fine des mécanismes d'apprentissage évaluatif. L'opposition centrale dans ces modèles concerne la nature des processus impliqués : sont-ils automatiques et associatifs, ou impliquent-ils un raisonnement cognitif conscient ? Les modèles associatifs postulent que le CE repose sur des processus de bas niveau, automatiques et peu coûteux cognitivement, où la simple exposition répétée à une paire SC-SI suffit à modifier l'évaluation du SC. Ces lectures théoriques concernent principalement le modèle holistique (Martin & Levey, 1978), le modèle référentiel (Baeyens et al., 1992), et le modèle de l'erreur d'attribution implicite (Jones et al., 2009). D'autres chercheurs interprètent le CE comme un processus de haut niveau dit non automatique, nécessitant le déploiement de ressources cognitives, et nécessitant une prise de conscience explicite des relations entre stimuli, impliquant des inférences logiques. Les principaux modèles à ce sujet sont le modèle propositionnel (De Houwer, 2009 ; Mitchell et al., 2009) et le modèle de catégorisation conceptuelle (Field & Davey, 1999).

5.1. Modèles associatifs : le CE comme processus automatique

L'approche holistique de Martin & Levey (1994, 1978) conceptualise le CE comme une modification automatique de la perception du SC par transfert de la valence du SI, conformément aux principes du conditionnement classique pavlovien. Cet apprentissage est qualifié de type S-S (Stimulus-Stimulus) puisqu'il provient directement d'un transfert de valence entre ces mêmes stimuli. L'association entre SC et SI est stockée en mémoire sans nécessiter une conscience explicite. Bien qu'initialement influente, cette approche ignore les

associations indirectes, la relation SC-SI passe par des étapes intermédiaires, une lacune mise en lumière par Hammerl et Grabitz (1996). L'incapacité à expliquer les processus associatifs indirects a limité l'applicabilité de ce modèle dans des contextes plus complexes.

Le modèle d'apprentissage référentiel (Baeyens et al., 1992) propose une distinction entre apprentissage prédictif, qui signifie qu'en voyant le SC on s'attend à ce que le SI apparaisse, et relationnel, qui implique que l'association entre le SC et le SI conduit à une évaluation plus complexe du SC en fonction des liens qu'il entretient avec d'autres stimuli, modifiant ainsi la perception globale du stimulus conditionné. Cette distinction met l'accent sur l'automaticité et l'indépendance de la conscience. C'est aussi un apprentissage de type S-S. Il postule que les associations SC-SI peuvent persister même en l'absence de nouvelles associations, comme le démontrent les travaux sur la résistance à l'extinction (Beckers et al., 2009; Boddez et al., 2014; Dwyer et al., 2007). Cependant, ce modèle a fait l'objet de critiques pour son traitement insuffisant des différences interindividuelles et pour le manque de dissociations claires entre les mesures implicites et explicites, une faiblesse soulignée par Corneille et Stahl (2019). L'accent mis sur l'indépendance de la conscience a également été jugé restrictif, l'argument principal que l'effet puisse être indépendant de la conscience de l'association étant à considérer comme réducteur par rapport à des processus décisionnels plus complexes.

Le modèle de l'erreur d'attribution implicite (Jones et al., 2009, 2010) propose que la valence émotionnelle du SI soit attribuée au SC via des activations automatiques, favorisées par des processus de bas niveau tels que la contiguïté spatio-temporelle et la saillance perceptive. Plus précisément, une proximité spatiale accrue ou des stimuli saillants amplifient l'effet de CE, indépendamment de la conscience explicite de l'association SC-SI. Ces mécanismes, impliquant un transfert d'affect basé sur la co-occurrence des stimuli, soutiennent que le CE peut émerger sans élaboration cognitive consciente, conformément aux théories

traditionnelles de l'apprentissage associatif. C'est un apprentissage qualifié de S-R. Toutefois, ce modèle minimise le rôle des processus décisionnels et les différences interindividuelles dans l'évaluation cognitive et perceptuelle, laissant des aspects critiques de l'apprentissage implicite inexplorés. Notons qu'il est important de prendre en compte les différences individuelles, car elles influencent de manière significative les résultats du CE (Corneille et Stahl, 2019). Toutefois, ces différences semblent avoir un impact minimal lorsqu'il s'agit de prédire la prise de conscience de la contingence (Y. Pavlov et al., 2024).

Les modèles successifs du CE ont permis de mieux cerner les mécanismes associatifs, de l'automaticité de l'apprentissage aux processus relationnels plus complexes impliquant la conscience et le raisonnement. Toutefois, dans ces modèles, des lacunes subsistent, notamment pour rendre compte de l'articulation des interactions entre les processus implicites et explicites, ainsi que dans l'intégration des contextes dynamiques et évolutifs. Ces limites soulignent la nécessité d'élaborer d'autres conceptualisations capables de rendre compte de la complexité des réponses émotionnelles dans des environnements changeants.

5.2. Modèles propositionnels : le CE comme processus cognitif contrôlé

À l'opposé, le modèle de l'apprentissage propositionnel (De Houwer, 2007, 2009 ; Mitchell et al., 2009) postule que le CE repose sur une conscience explicite des relations SC-SI, impliquant des processus cognitifs de haut niveau tels que la déduction et les inférences causales. Plus précisément, l'instruction explicite selon laquelle un SC est suivi d'un SI peut suffire à générer une réponse conditionnée en l'absence d'expérience directe (Gast & De Houwer, 2012). Ces résultats soulignent le rôle des représentations propositionnelles et des structures semblables au langage dans la formation des croyances et des évaluations. Cependant, pour certains, ce modèle surestime l'influence des processus conscients et peine à expliquer des phénomènes observés dans le CE, tels que sa résistance à l'extinction (Gawronski

et al., 2015) ou sa capacité à se produire malgré une absence de contingence explicite (Sweldens et al., 2014).

Le modèle de catégorisation conceptuelle (Davey, 1994b, 1994a; Field & Davey, 1999) propose que le CE émerge de la recherche de similarités entre SC et SI, où la congruence perçue et la récence des interactions jouent un rôle central. Ce cadre théorique explique des phénomènes tels que la généralisation de la réponse conditionnée, souvent observée dans des contextes de danger ou de menace. La généralisation de la réponse conditionnée est un phénomène adaptatif par lequel la réponse conditionnée (RC) initialement associée à un SC s'étend à d'autres stimuli similaires, même si ces derniers n'ont pas été directement associés au SI. Par exemple, un chien qui a appris à saliver (RC) en réponse au son d'une cloche (SC) associée à la nourriture (SI) peut également saliver avec un son de tonalité légèrement différente. Cependant, ce modèle a été critiqué pour son manque de précision dans la définition de la similarité et pour sa sous-estimation de l'influence des facteurs contextuels et cognitifs dans la formation des associations. De plus, son ancrage dans des références passées pourrait limiter son adaptabilité aux environnements dynamiques.

5.3. Les modèles multi-processus

Le débat entre les théories à double processus et les approches privilégiant les mécanismes accidentels ou non intentionnels (Corneille & Stahl, 2019a; Heycke & Stahl, 2018) met en lumière la nécessité de modèles plus intégratifs. Ceux-ci devraient combiner les contributions des processus automatiques et propositionnels pour mieux rendre compte de la formation et du maintien des associations SC-SI. En effet, le CE présente une plasticité qui dépasse les cadres strictement associatifs ou propositionnels, illustrant la complexité des interactions entre processus conscients et inconscients dans la modulation des attitudes.

Les mécanismes associatifs, reposant sur des processus de bas niveau, sont caractérisés par une formation et un stockage automatique en mémoire, sans lien explicite entre les objectifs

(intentionnalité) et les stimuli (Jones et al., 2009). Ces mécanismes, à faible coût cognitif, sont modulés par la saillance, la répétition et la contiguïté spatio-temporelle. Par exemple, une exposition répétée à un logo de marque (SC) associé à des images positives (SI) renforce la préférence des consommateurs sans nécessiter une conscience explicite de la relation SC-SI (Baeyens et al., 1992). Ces processus impliquent des schémas d'activation automatiques, où la fréquence et la récence de la co-activation des unités influencent l'évaluation du SC. L'effet direct du CE est ainsi décrit comme automatique, indépendant de la conscience et peu coûteux cognitivement (Bouy et al., 2014; Bouy & Masson, 2014).

L'automaticité de l'effet du CE dans sa définition est fortement reliée au contrôle que l'individu à sur un processus (Corneille & Stahl, 2019). Cette notion de contrôle dans l'automatisme est par ailleurs capitale (Bargh, 1994). Un processus est considéré contrôlé en CE lorsque l'on peut montrer qu'un individu recherche à établir une évaluation des SC en rapport à l'environnement d'exposition, et en fonction de la validité des associations de valence du SI qu'il rencontre, l'intègre dans l'évaluation de son SC, et réussit à lier de manière causale la tentative d'évaluation à l'intégration (Hütter & Sweldens, 2024; Moors, 2016). Autrement dit, un SC, associé à un SI positif, considéré comme invalide pour influencer le jugement du SC, et correctement intégré en ce sens, est contrôlé. À l'inverse, l'échec d'intégration de l'invalidité du SI dans l'évaluation du SC constitue un processus incontrôlé du CE. Lorsqu'une personne n'est pas en capacité d'annuler ou de modifier un effet d'influence issu du CE, on considère que l'effet est au moins partiellement incontrôlé (Gawronski & Corneille, 2014).

En contraste, les processus propositionnels impliquent un raisonnement de haut niveau basé sur des inférences conscientes et volontaires. Ils requièrent une charge cognitive élevée et une compréhension explicite de la relation SC-SI (De Houwer, 2009). Par exemple, associer un bruit mécanique (SC) à un problème technique (SI) repose sur une déduction causale consciente. Ces processus sont influencés par les instructions verbales et les connaissances

préalables, illustrant leur dépendance à une structuration cognitive délibérée (Mitchell et al., 2009). Cependant, l'approche propositionnelle, bien qu'utile pour modéliser des scénarios complexes, est critiquée pour minimiser l'impact des mécanismes automatiques et leur rôle dans la formation des attitudes.

L'approche multi-processus (De Houwer, 2007 ; Bouy et al., 2014) postule une coexistence dynamique des processus associatifs et propositionnels, fonctionnant de manière indépendante mais interdépendante. Les représentations SC-SI sont encodées sous forme de schémas d'activation associatifs, sur lesquels les processus de haut niveau s'appuient pour établir des relations propositionnelles. Ces modèles suggèrent un continuum allant de mécanismes automatiques, rapides et peu coûteux, à des processus délibérés, intentionnels et cognitivement exigeants. Par exemple, dans la prise de décision complexe, comme aux échecs, des processus associatifs rapides peuvent reconnaître des schémas, tandis que des raisonnements propositionnels planifient des stratégies à long terme.

Malgré leur potentiel explicatif, les approches multi-processus manquent de validation empirique robuste, notamment en raison de la difficulté à distinguer expérimentalement les processus de bas niveau des processus de haut niveau. Les définitions opérationnelles des charges cognitives faibles et élevées varient également d'une étude (Walther, 2002) à l'autre (Fulcher & Hammerl, 2001a, 2001b), limitant la généralisation des résultats. Par ailleurs, les interactions entre processus associatifs et propositionnels dans des environnements dynamiques, comme l'apprentissage ou la prise de décision, restent peu explorées. Ces observations appellent à un affinement des modèles pour mieux rendre compte de la multidimensionnalité des mécanismes cognitifs sous-jacents au CE.

Les explications sur le CE mentionnées plus haut sont issues de modèles de la mémoire, et reposent sur l'apprentissage et la cognition. Le CE n'est pourtant pas toujours abordé avec ce qu'il implique. Il reste à établir les mécanismes en jeu lorsqu'il est question de consolidation, de type de mémoire, de conscience, et autres processus essentiels. La section suivante abordera certains de ces aspects.

B. Mémoire, Apprentissage et Cognition

1. Bases théoriques de la mémoire et de l'apprentissage

La mémoire et l'apprentissage, bien que complémentaires, remplissent des fonctions distinctes. L'apprentissage repose sur des changements neuronaux durables induits par l'expérience, répétée ou non, permettant aux organismes d'identifier des relations causales environnementales (Zajonc, 1998). En revanche, la mémoire constitue un processus de stockage, d'organisation et de récupération des informations acquises (Zacks & Swallow, 2007). Ensemble, ces processus influencent les comportements, notamment via des mécanismes tels que le conditionnement classique et opérant (I. P. Pavlov, 1927; Skinner, 1953), où les associations modifient durablement les réponses comportementales.

L'encodage transforme les perceptions en représentations neuronales mémorisables, un processus modulé par l'attention et la profondeur de traitement (Craik & Lockhart, 1972). La consolidation stabilise ces représentations en mémoire à long terme, intégrant des influences émotionnelles et contextuelles (McGaugh, 2000). Lors de chaque récupération, la reconsolidation rend les souvenirs malléables, permettant leur mise à jour ou leur distorsion par de nouvelles expériences (Nader & Hardt, 2009). Ces mécanismes sont fondamentaux dans la modulation adaptative des souvenirs, mais ils augmentent également leur vulnérabilité à des distorsions, comme démontré par la suggestibilité de la mémoire (Loftus, 2005).

Les souvenirs, divisés en épisodiques et sémantiques, sont soutenus par des substrats neuronaux distincts. Les souvenirs épisodiques, dépendants de l'hippocampe, concernent des événements spécifiques et contextualisés (Squire & Zola, 1998). Les souvenirs sémantiques, en revanche, relèvent des connaissances générales et deviennent indépendants de l'hippocampe après leur consolidation initiale. La plasticité synaptique joue un rôle central dans la formation et la mise à jour de ces souvenirs, renforçant ou réorganisant les connexions neuronales à chaque récupération (Dudai, 2004). La théorie des réseaux associatifs (Collins & Loftus, 1975) explique comment des indices contextuels activent des concepts interconnectés, facilitant la

récupération des souvenirs via des chemins neuronaux renforcés. Une interaction entre émotions et mémoire amplifie la durabilité et la vivacité des souvenirs, notamment pour des événements marquants où l'activation de l'amygdale renforce les connexions hippocampiques (McGaugh, 2000). Les souvenirs émotionnels sont souvent résistants à l'oubli, mais leur malléabilité lors de la récupération les expose à des influences contextuelles, renforçant leur adaptabilité ou générant des faux souvenirs (Schacter, 2012). Des biais tels que l'aversion à la perte (Kahneman & Tversky, 1979) illustrent comment les mécanismes émotionnels façonnent les décisions complexes.

Le CE implique des associations SC-SI influencées par l'attention, la mémoire de travail, et les fonctions exécutives (De Houwer, 2002; De Houwer et al., 2001a, 2001b). L'encodage de ces associations nécessite une attention focalisée et une mobilisation active des ressources cognitives, renforçant la perception de contingence et de contiguïté. La consolidation stabilise les associations, tandis que les fonctions exécutives permettent d'inhiber les interférences et d'ajuster les stratégies d'apprentissage (Miyake et al., 2000). Ces processus intégrés facilitent un apprentissage à la fois efficace et adaptatif.

2. Le rôle de la conscience

La nécessité de conscience anime de manière importante les débats sur le CE, pourtant la formation d'attitudes et l'apprentissage associatif ont été décrits par des chercheurs à travers quatre grands principes opérants se basant sur la formation automatique des attitudes (Gawronski & Bodenhausen, 2009, 2014): l'inconscience, l'efficacité, l'indépendance vis-à-vis des buts et l'incontrôlabilité. Les liens associatifs sont soit considérés comme non qualifiés, indépendants de la validité et de leur signification relationnelle pour des co-occurrences simples entre SC-SI, soit comme une réponse évaluative engendrée par un autre stimulus puis encodée. Corneille et Stahl (2019a) ont réalisé un examen critique de l'apprentissage associatif et de la formation d'attitudes au regard des principes cités plus haut. Selon eux, concernant la

conscience, son indépendance dans l'apprentissage est avérée si l'encodage et le traitement en mémoire de l'association SC-SI restent indépendants.

Les ressources attentionnelles jouent un rôle clé dans la prise de conscience des contingences. Pearce & Hall (1980) et Pleyers et al. (2007a, 2009) ont montré que la disponibilité attentionnelle favorise le CE en renforçant la perception des contingences SC-SI. En revanche, des études telles que celles de Fulcher et Hammerl (2001b, 2001a) et Walther (2002) ont mis en évidence que le CE peut également se produire sous distraction, réduisant ainsi la conscience explicite des associations SC-SI. Ce phénomène a été observé dans des paradigmes subliminaux, où les stimuli sont présentés de manière brève (généralement < 50 ms), empêchant leur perception consciente tout en permettant un traitement implicite (De Houwer et al., 1994; Field & Moore, 2005). Cependant, l'effet du CE dans ces conditions reste généralement limité en l'absence d'un seuil minimal de conscience (Gast, 2018b; Stahl et al., 2016; Stahl & Heycke, 2016).

Bien que certains chercheurs aient observé des effets de CE sans conscience explicite (De Houwer et al., 2001 ; Mitchell et al., 2009), les résultats indiquent systématiquement des effets plus marqués lorsque les participants sont conscients des contingences SC-SI et mémorisent ces relations (Hofmann et al., 2010). Ainsi, la conscience semble renforcer l'association SC-SI, bien que des mécanismes inconscients puissent intervenir dans des conditions spécifiques.

3. Mécanismes attentionnels et accès à la conscience des associations SC-SI : une approche du CE par le modèle du Global Neuronal Workspace

Les processus attentionnels influencent l'accès à la conscience des relations SC-SI en modulant l'intégration des signaux dans le Global Neuronal Workspace (GNW). Ce modèle (Dehaene et al., 1998) propose une architecture fonctionnelle de l'accès à la conscience, distinguant un mode automatique inconscient et un mode conscient, ce dernier étant mobilisé

dans un espace de travail global. Il repose sur des interactions bidirectionnelles entre traitements ascendants et descendants, favorisant la transmission et l'amplification d'une information pré-sélectionnée. Ce processus refléterait une adaptation évolutive liée à la résolution de défis environnementaux complexes.

Le GNW est caractérisé par un réseau cortical interconnecté, permettant la communication entre différentes zones neuronales via de longues projections. Cette organisation limite la conscience à une seule représentation activée à la fois, attribuant cette saturation à une convergence globale des processeurs neuronaux. Ainsi, la conscience ne se réduit pas à une simple transmission d'informations mais résulte d'un état fonctionnel coûteux, impliquant une synchronisation neuronale à grande échelle.

Le modèle décrit deux étapes consécutives dans l'accès à la conscience. L'activation inconsciente ascendante (100-300 ms), qui correspond à une sélection initiale fondée sur la saillance, la cohérence avec les objectifs et les ressources attentionnelles disponibles. Et l'amplification descendante consciente, qui correspond à une rétroaction dirigée par les neurones du GNW, maintenant et consolidant la représentation sélectionnée. Cette dynamique temporelle explique comment les informations pertinentes, intégrant des éléments contextuels et émotionnels, sont traitées et stockées en mémoire (Zacks & Swallow, 2007). L'efficacité de cette intégration dépend de la saillance et de l'attention allouée lors du traitement (Dehaene et al., 2006).

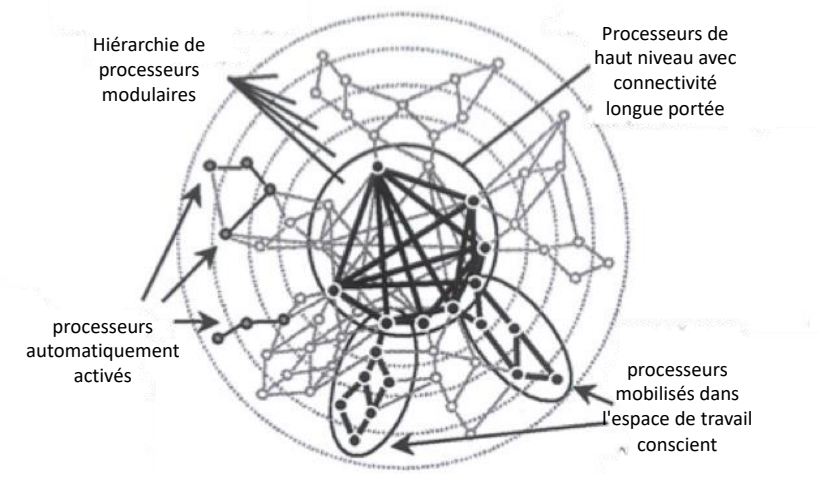


Figure 1 : Modèle de l'Espace de Travail Neuronal Global :Global Neuronal Workspace model, GNW; Dehaene et al., 1998)

La saillance agit par des mécanismes ascendants (bottom-up), tandis que l'attention mobilise des ressources descendantes (top-down) pour sélectionner et amplifier les signaux pertinents. Ces interactions pourraient être définies selon trois niveaux de conscience dans le CE (Heycke et al., 2017; Stahl et al., 2016). Le premier est l'accès conscient et implique une activation élevée du GNW et allocation attentionnelle importante. Dans un apprentissage intentionnel, les participants sont conscients des contingences SC-SI, favorisant un CE compatible avec les mécanismes propositionnels (Hu et al., 2016). Le deuxième est la préconscience. Ici la saillance du signal est forte, mais l'attention n'est pas mobilisée. Les contingences SC-SI sont perçues et encodées sans conscience explicite, comme dans les paradigmes d'apprentissage incident (Stahl & Heycke, 2016). Ce type d'apprentissage, souvent observé dans des tâches doubles, repose sur des expositions répétées, influençant le CE via des mécanismes implicites (Kattner, 2012). Le troisième est la subliminalité : Lorsque la force ascendante est insuffisante (par exemple, par des temps de présentation trop brefs), aucune conscience de la relation SC-SI n'émerge. Sans encodage efficace, l'effet de CE est absent dans ces conditions (Stahl & Corneille, 2016; Gast, 2018c).

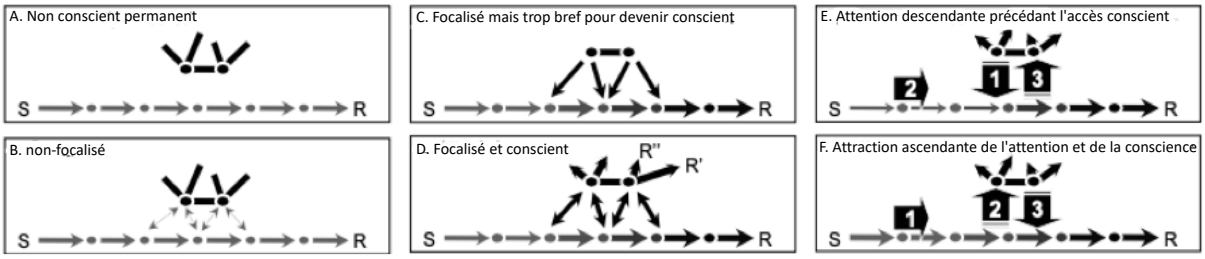


Figure 2 : Représentation schématique de l'accès a la conscience selon le GNW; Dehaene, Kerszberg, Changeux, 1998)

Le GNW postule que l'accès à la conscience résulte d'une interaction entre signaux ascendants et descendants. Les premiers, modulés par la saillance, captent l'attention, tandis que les seconds sélectionnent et amplifient les informations pertinentes (Dehaene et al., 1998). Ces boucles attentionnelles influencent directement l'encodage en mémoire épisodique, qui est également modulé par des facteurs descendants tels que la charge cognitive et les instructions explicites (Aust & Stahl, 2019). Une allocation insuffisante des ressources attentionnelles interfère à la fois avec l'effet de CE et la mémoire des contingences SC-SI (Stahl & Heycke, 2016).

4. Mémoire et CE : Modélisation des processus mnésiques impliqués dans l'encodage et la récupération des associations SC-SI

L'étude de la mémoire dans le CE s'appuie sur des modèles explicatifs distincts, chacun offrant une perspective sur les processus cognitifs impliqués dans l'encodage, le stockage, et la récupération des associations SC-SI. Parmi ces modèles, le Modèle de Mémoire Déclarative (Declarative Memory Model, DMM) de (Gast, 2018a) et le Modèle Inter-Systémique Néo-Structurel (MNESIS) d'Eustache et Desgranges (2008) se distinguent par leur approche complémentaire et leurs divergences conceptuelles. Le DMM est davantage centré sur une forme de mémoire séquentielle et délibérée, contrôlée, dépendant d'un apprentissage conscient et explicite, alors que le MNESIS propose une récupération simultanée et plus cognitive de la mémoire avec une approche intégrative de la mémoire basée sur l'interaction entre différents systèmes mnésiques, une dynamique qualifiable d'inter-systémique et distribuée.

4.1. Modèle de Mémoire Déclarative dans le CE (Declarative Memory Model)

Le DMM (figure 3) postule que le CE repose sur la mémoire déclarative, c'est-à-dire une mémoire consciente et accessible verbalement, qui stocke les associations SC-SI sous forme de représentations explicites. Cette approche repose sur trois processus clés. L'attention focalisée, qui module l'encodage initial des contingences SC-SI. La rétention stable des associations, garantissant leur stockage et leur consolidation en mémoire. Une récupération consciente, où l'évaluation du SC dépend directement des traces mnésiques stockées.

Ce modèle s'appuie sur la distinction entre mémoire déclarative et non déclarative (Squire, 2008), mais met en avant le rôle central de la mémoire explicite dans l'effet de CE. Contrairement aux modèles mettant en avant des processus automatiques, il soutient que la mobilisation consciente des souvenirs est une condition essentielle à la persistance et à la généralisation des effets évaluatifs.

Un élément distinctif du DMM est son postulat selon lequel la récupération des associations SC-SI est séquentielle et délibérée. Autrement dit, lorsque le SC est rencontré ultérieurement, son évaluation repose sur une activation contrôlée et progressive des souvenirs stockés. Cette approche est en contraste avec des modèles multi-processus qui envisagent la mémoire comme un système distribué et interconnecté. Ainsi, le DMM ne prend pas en compte la récupération implicite des associations et minimise l'impact des processus automatiques sur le CE, ce qui constitue l'un des principaux points de divergence avec d'autres théories mnésiques.

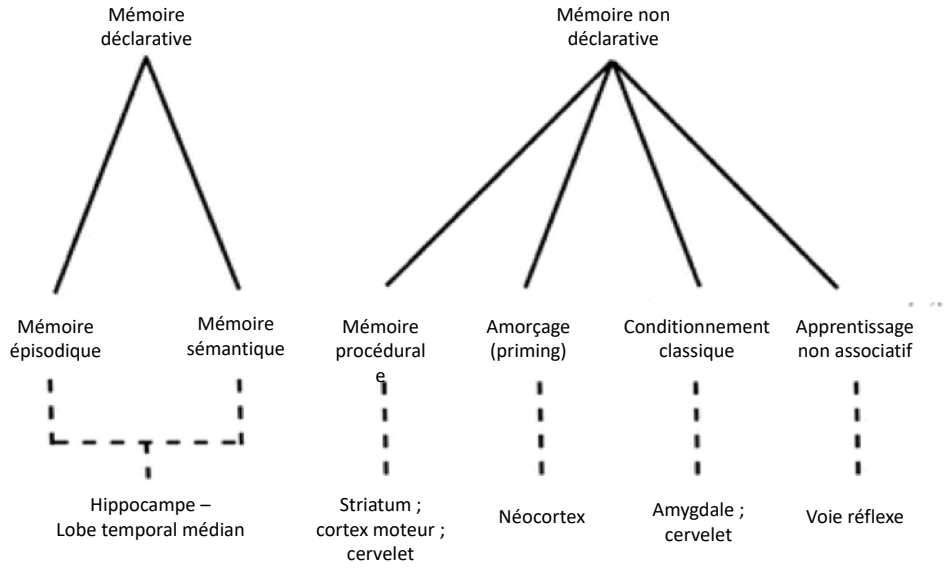


Figure 3: Adaptation du Declarative Memory Model (Gast, 2018a) basé sur Riedel & Blokland (2015)

MNESIS (Eustache & Desgranges, 2008), inspiré du modèle SPI de Tulving (1995), propose une interaction fluide entre différents systèmes de mémoire (voir figure 4), à savoir :

- Mémoire perceptive : traitement initial des informations sensorielles.
- Mémoire sémantique : stockage des connaissances générales.
- Mémoire épisodique : encodage et récupération des expériences vécues.
- Mémoire de travail : gestion temporaire et manipulation des informations.
- Mémoire procédurale : apprentissage implicite des automatismes moteurs et cognitifs.

Contrairement au DMM, qui repose sur un stockage structuré et une récupération séquentielle, le MNESIS met l'accent sur une récupération simultanée et intégrée des informations, reflétant les interconnexions dynamiques entre les différents systèmes mnésiques. Cette approche considère que la mémoire n'est pas un processus linéaire, mais une architecture distribuée où les traces mnésiques sont simultanément activées par plusieurs circuits neuronaux interconnectés. Le MNESIS, s'il était envisagé dans le cadre du CE, pourrait offrir une perspective globale sur la manière dont les souvenirs sont formés, consolidés et utilisés. Il pourrait permettre de souligner que les associations SC-SI ne sont pas stockées isolément dans

un seul système mnésique, mais qu'elles émergent d'un réseau dynamique impliquant différentes formes de mémoire, en fonction du contexte d'apprentissage et des ressources cognitives disponibles. Cette interaction multi-systémique expliquerait notamment pourquoi certaines associations évaluatives peuvent persister malgré des variations contextuelles ou être influencées par des facteurs implicites.

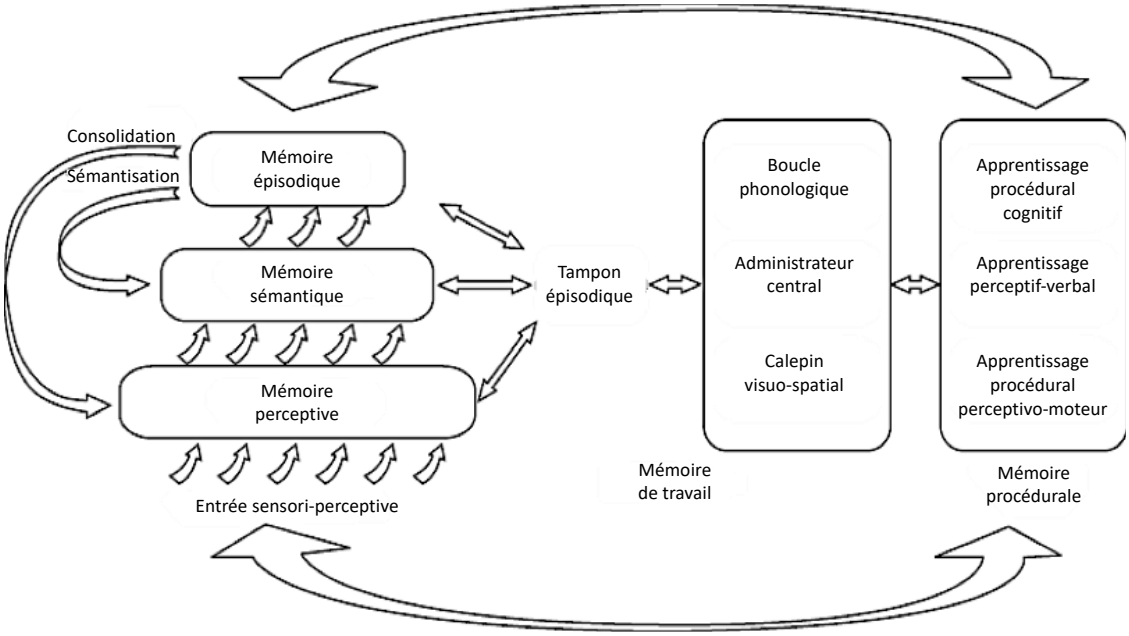


Figure 4: Adaptation du Modèle Inter-Systémique Néo-Structurel (MNESIS; Eustache and Desgranges, 2008)

4.2. Interférence dans la Mémoire de Travail

La mémoire de travail, issue du modèle de Baddeley (2003), est un système temporaire et limité en capacité, permettant le maintien et la manipulation active des informations nécessaires à des tâches cognitives complexes. Elle se compose de plusieurs sous-systèmes spécialisés (figure 5). La boucle phonologique, dédiée au traitement et à la répétition des informations verbales. Le calepin visuo-spatial, impliqué dans la gestion des représentations visuelles et spatiales. L'exécutif central, qui coordonne ces sous-systèmes et alloue les ressources attentionnelles en fonction des exigences de la tâche.

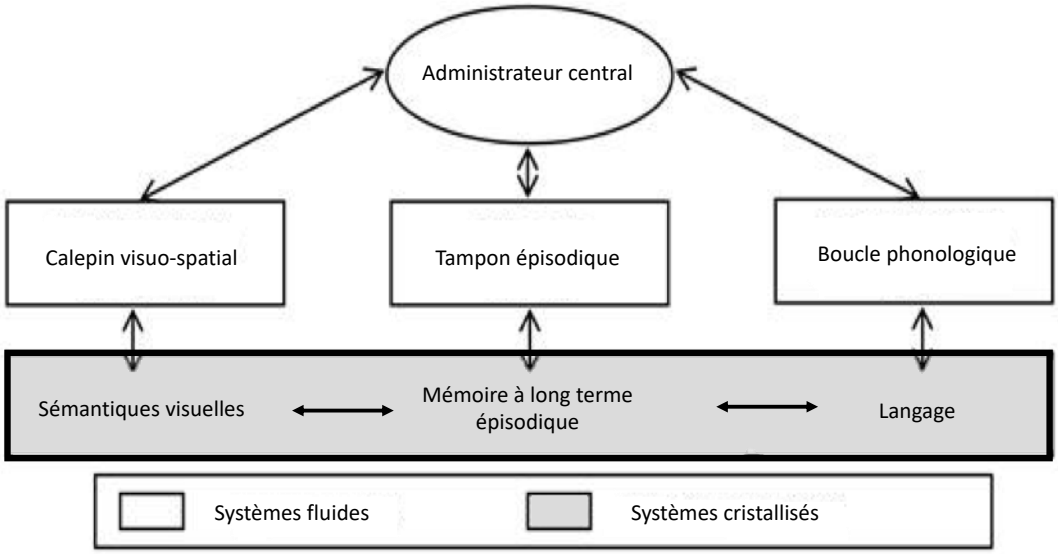


Figure 5: Baddeley & Hitch (1974) modèle de mémoire de travail (Working Memory)

Dans le cadre du CE, la mémoire de travail joue un rôle clé dans la consolidation des associations SC-SI, en influençant la disponibilité des ressources cognitives requises pour leur encodage et leur récupération. Les recherches (Cocchini et al., 2002; Halbeisen & Walther, 2015a, 2015b) ont montré que l'interférence en double tâche dépend de la similarité des exigences cognitives entre l'association SC-SI et la tâche secondaire. Plus la tâche secondaire sollicite des ressources similaires à celles mobilisées pour l'apprentissage SC-SI, plus l'interférence est forte, réduisant ainsi la stabilité des associations formées. Par ailleurs, les résultats suggèrent que des mécanismes propositionnels (reposant sur la relation SC-SI) et non propositionnels (traitant SC et SI individuellement) peuvent coexister. Cette observation est en accord avec la théorie de l'erreur d'attribution (Jones et al., 2009), qui postule que l'évaluation du SC peut être influencée par des processus automatiques indépendants d'une conscience explicite de la contingence SC-SI.

L'étude du CE met en évidence l'interaction entre mécanismes automatiques et contrôlés, particulièrement dans les paradigmes impliquant des présentations simultanées ou séquentielles (Hütter & Sweldens, 2013). Ces dynamiques s'inscrivent dans une temporalité contrainte par les ressources cognitives limitées, influençant la disponibilité des mécanismes impliqués dans l'encodage et la récupération des associations SC-SI. Dans ce contexte, la

mémoire épisodique joue un rôle central, notamment à travers le tampon épisodique (Baddeley, 2012). Ce composant du modèle de la mémoire de travail permet l'intégration temporaire d'informations issues de sources multiples (mémoire à court terme, mémoire à long terme, perception) afin de créer des représentations unifiées et contextualisées. Il agit comme un pont entre la mémoire de travail et la mémoire à long terme, facilitant la consolidation des associations SC-SI en leur conférant une structure cohérente. Les résultats empiriques soutenant des apprentissages à double processus ouvrent la voie à une compréhension plus nuancée des mécanismes mnésiques impliqués dans le CE. Ces approches suggèrent une interaction entre propositions conscientes et influences implicites, intégrant à la fois des mécanismes contrôlés et automatiques pour expliquer la persistance et l'adaptabilité des évaluations issues du CE.

4.3. Mémoire épisodique et apprentissage propositionnel

4.3.1. Approche Propositionnelle de l'Apprentissage

L'effet de CE repose sur des jugements informés par la mémoire épisodique, selon l'approche propositionnelle de l'apprentissage (PAL) de Mitchell et al. (2009). Cette approche postule que les associations SC-SI sont encodées dans la mémoire déclarative, où elles sont stockées sous forme de représentations explicites. Ces représentations sont ensuite récupérées pour guider les jugements et les comportements (Stahl & Aust, 2018). Un élément central du PAL est la notion de liens épisodiques, qui connectent le SC, le SI et le contexte d'apprentissage. Ces liens influencent la réponse évaluative à travers deux processus complémentaires. Un traitement ascendant basé sur l'attention à la saillance des stimuli. Un traitement descendant influencé par la charge cognitive et les attentes propositionnelles. L'impact de ces mécanismes mnésiques sur le CE dépend de plusieurs facteurs, notamment la force des associations formées lors de l'encodage. En effet, plus l'association entre SC et SI est robuste, plus son influence est durable. Également, les instructions explicites modulant la

récupération, une information verbale ou un contexte d'apprentissage particulier peut orienter la manière dont les souvenirs sont réactivés et influencent les évaluations ultérieures.

Les modèles formels de mémoire apportent un cadre théorique permettant d'expliquer ces dynamiques, en intégrant les variables influençant l'encodage, le stockage et la récupération des associations SC-SI.

4.3.2. MINERVA 2 et la mémoire contextuelle

Le modèle MINERVA 2 (Hintzman, 1988) est un modèle computationnel de mémoire épisodique, particulièrement pertinent pour comprendre le CE dans une approche propositionnelle. Il repose sur une modélisation de l'encodage sous forme d'épisodes distincts, stockés en mémoire sous la forme de vecteurs de caractéristiques. Chaque trace mnésique encapsule des informations sur le SC, le SI et le contexte d'apprentissage, permettant une récupération influencée par la similarité contextuelle.

Lors du processus de récupération, les épisodes en mémoire sont activés proportionnellement à leur degré de similarité avec un nouvel élément perçu. Cette activation se manifeste sous la forme d'un écho mnésique, résultant de la somme pondérée des similarités entre les épisodes en mémoire et le stimulus actuel.

Les caractéristiques contextuelles sont codées selon ce système : +1 : élément présent lors de l'encodage, -1 : élément absent, 0 : élément dont la présence est inconnue. L'activation de ces caractéristiques est modulée par un taux d'apprentissage, dépendant de la quantité de ressources attentionnelles allouées lors de l'encodage initial. Dans ce modèle, l'oubli est conceptualisé comme un processus probabiliste se déroulant sur des intervalles temporels aléatoires, plutôt que comme une simple perte linéaire d'informations. Ce fonctionnement permet d'expliquer la variabilité des jugements en mémoire épisodique, en tenant compte de la moyenne des épisodes similaires plutôt que d'un événement unique. Cette approche est

particulièrement utile dans le cadre du CE, où les évaluations sont souvent influencées par une accumulation d'expériences passées plutôt que par une seule exposition isolée (figure 6).

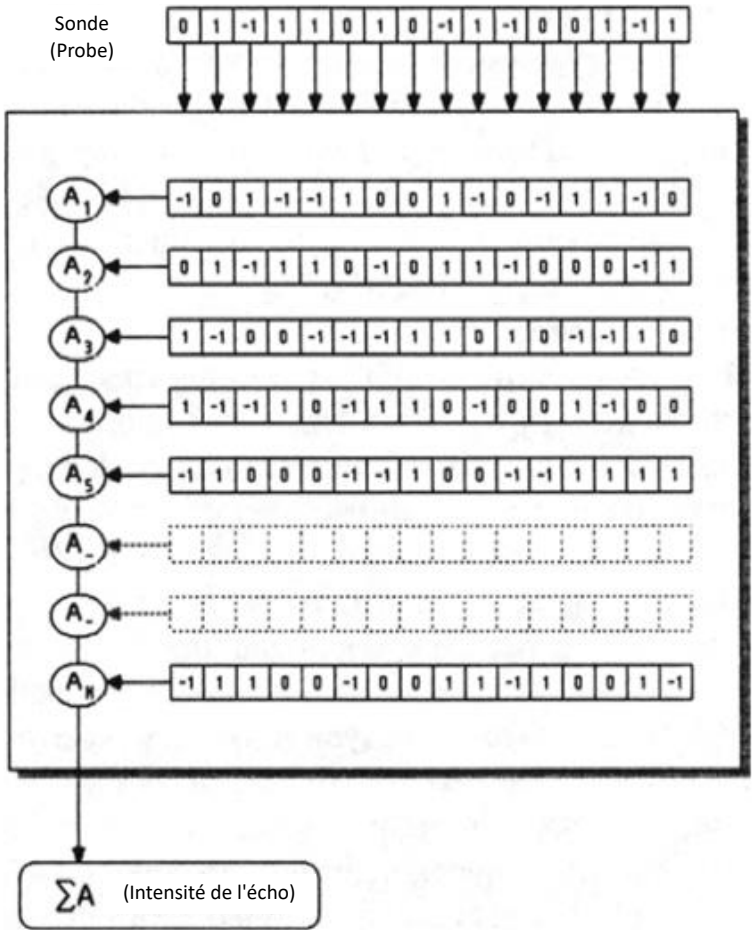


Figure 6: Presentation du modèle MINERVA 2. Adapté de "Judgments of Frequency and Recognition Memory in a Multiple-TraceMemory Model", Hintzman, 1988, Psychological Review, 95, 528-551.

5. Processus de consolidation, reconsolidation et blocage

La consolidation est une phase critique de l'apprentissage permettant le passage des souvenirs de la mémoire à court terme (MCT) vers la mémoire à long terme (MLT) (Baddeley, 2003). Ce processus, dépendant du temps (Nader & Hardt, 2009), peut suivre des mécanismes séquentiels et parallèles, impliquant parfois une intégration directe des informations en MLT sans transiter par la MCT (Eichenbaum, 1997; Jonides et al., 2008).

Deux états distincts caractérisent la consolidation. Un état labile, où les souvenirs sont malléables et vulnérables aux interférences. Un état stable, où les souvenirs deviennent durablement consolidés (Schwabe et al., 2014).

Les interférences temporelles influencent la consolidation en fonction de leur proximité avec l'apprentissage initial. Elles se divisent en interférences proactives, les souvenirs antérieurs perturbent l'encodage des nouvelles informations. Et en interférences rétroactives : les nouvelles informations altèrent les souvenirs déjà consolidés (Wixted, 2004).

La consolidation s'opère sur deux niveaux complémentaires. La consolidation synaptique, survenant dans les heures suivant l'apprentissage, elle implique des changements dans la force synaptique, via la plasticité neuronale et la synthèse protéique. La consolidation systémique, correspondant à la réorganisation des souvenirs à travers les réseaux corticaux sur une échelle temporelle plus longue, transférant leur dépendance de l'hippocampe vers des structures corticales (Alberini, 2009).

L'amygdale module directement la consolidation en influençant les régions du cerveau impliquées dans la mémoire explicite, notamment l'hippocampe (Cahill & McGaugh, 1998). Cette activation conjointe joue un rôle clé dans l'encodage des souvenirs émotionnels, particulièrement renforcé lorsque la mémoire est réactivée dans des contextes émotionnels saillants (LaBar & Cabeza, 2006).

Le sommeil est un facteur essentiel dans la consolidation, facilitant la réactivation et l'intégration des souvenirs récents à travers les circuits corticaux. Les phases de sommeil profond et paradoxal renforcent ainsi la stabilité mnésique (Diekelmann & Born, 2010).

5.1 Reconsolidation et malléabilité des souvenirs

La fenêtre de consolidation, estimée à environ six heures après l'encodage, est une période durant laquelle les souvenirs sont à la fois vulnérables aux interférences et optimisables par des facteurs comme le sommeil ou la répétition (Dudai et al., 2015; Walker, Brakefield, Morgan, et al., 2003). Toutefois, la consolidation n'est pas un processus définitif. Lorsqu'un souvenir est rappelé, il redevient labile, entrant dans une phase de reconsolidation, avant d'être

stabilisé à nouveau (Nader & Hardt, 2009). Ce phénomène, qui reflète la plasticité mnésique, ouvre des perspectives pour modifier ou supprimer certains souvenirs, notamment dans des contextes thérapeutiques liés aux traumatismes.

Trois critères définissent la reconsolidation, selon Nader (2003). La réactivation, la mémoire consolidée doit être réactivée pour redevenir labile. La synthèse protéique, processus essentiel pour stabiliser la trace mnésique après réactivation. La fenêtre temporelle, période critique durant laquelle la mémoire est vulnérable aux modifications - interférences. Les recherches ont démontré que cette reconsolidation s'applique à différents systèmes mnésiques ; mémoire déclarative (Hupbach et al., 2008) ; mémoire procédurale (Walker, Brakefield, Hobson, et al., 2003) ; mémoire autobiographique (Schwabe & Wolf, 2010). Dans le cadre du conditionnement classique de la peur, par exemple, l'injection d'un agent amnésique dans l'amygdale après réactivation a montré une suppression sélective des souvenirs en MLT, sans affecter la MCT (Nader et al., 2000; Przybyslawski et al., 1999a, 1999b). En revanche, si cette injection est administrée plus de six heures après la réactivation, les effets amnésiques ne sont plus observés. Passé ce délai, le souvenir redevient stable et résistant aux perturbations, ce qui confirme l'idée d'un processus de reconsolidation actif et temporellement délimité (Nader et al., 2000). Ces découvertes pourraient avoir des applications thérapeutiques majeures : dans le CE, il est possible d'atténuer ou de modifier des souvenirs évaluatifs négatifs par des interventions ciblées après leur réactivation.

5.2 Blocage de la reconsolidation et applications cliniques

La plupart des recherches sur le blocage de la reconsolidation, ce qui correspond à empêcher le processus de consolidation via un moyen d'interférence, ont utilisé des agents pharmacologiques inhibant la synthèse protéique (Pigeon et al., 2022). Parmi eux, le propranolol s'est révélé particulièrement efficace pour altérer la reconsolidation des souvenirs

émotionnels. Ce bêtabloquant a montré une efficacité pour affaiblir les souvenirs s'il est administré dans une fenêtre temporelle précise après réactivation (deux heures après, mais inefficace après cinq heures). Une méta-analyse a révélé que cette méthode réduit significativement le rappel de souvenirs aversifs, et diminue les symptômes psychiatriques (stress post-traumatique, addiction, phobie) en diminuant la réactivité émotionnelle aux indices mnésiques (Pigeon et al., 2022). De manière similaire, l'anisomycine, administrée dans l'amygdale basolatérale après réactivation, inhibe la synthèse protéique nécessaire à la reconsolidation, perturbant ainsi la mémoire émotionnelle (Nader et al., 2000). Ces résultats confirment que la reconsolidation nécessite une réactivation préalable du souvenir et une synthèse protéique pour stabiliser ses modifications.

5.3. Continuités et différences entre consolidation et reconsolidation émotionnelle

Bien que la majorité des recherches sur le propranolol aient été menées dans le cadre de la reconsolidation, plusieurs résultats suggèrent que certains principes s'appliquent également à la consolidation initiale. En particulier, le rôle modulateur de l'adrénaline et de la noradrénaline via les récepteurs bêta-adrénergiques sur la mémorisation des événements émotionnels semble partagé entre les deux processus (McGaugh, 2004). L'administration de propranolol immédiatement après l'exposition à un stimulus émotionnel réduit l'intensité du souvenir ultérieur, indiquant un affaiblissement de la consolidation mnésique émotionnelle (Cahill, Prins, Weber, & McGaugh, 1994). Cette action préventive se distingue toutefois des effets observés lors de la reconsolidation, qui nécessitent impérativement une réactivation préalable du souvenir pour induire une instabilité transitoire de la trace mnésique (Nader & Hardt, 2009). Dans le cas de la consolidation, aucune réactivation n'est requise, et l'intervention pharmacologique cible directement la stabilisation initiale du souvenir encore labile. Ainsi, alors que la reconsolidation offre une opportunité de modifier des souvenirs déjà établis, la

consolidation constitue une fenêtre critique pour moduler la formation même de ces souvenirs. Strange et Dolan (2004) ont par ailleurs démontré, par imagerie cérébrale, que le propranolol inhibe l'activité de l'amygdale au moment de l'encodage d'un contenu émotionnel, confirmant son rôle dans l'atténuation du renforcement mnésique émotionnel dès les premières phases du traitement de l'information. Ces données suggèrent que si les deux processus partagent des mécanismes neurobiologiques communs, ils se distinguent néanmoins par leur temporalité, leurs conditions d'induction et leurs implications thérapeutiques. La consolidation, à ce titre, reste un levier d'intervention fondamental lorsque la prévention de la formation de souvenirs émotionnellement saillants est recherchée.

5.4. Interférences cognitives et consolidation

Une approche non pharmacologique pour perturber la consolidation et la reconsolidation repose sur les interférences cognitives. Deux types d'interférences ont été identifiés. Les interférences proactives, les souvenirs antérieurs empêchent l'encodage de nouvelles informations (Underwood, 1957). Les interférences rétroactives, les nouveaux apprentissages perturbent la stabilisation des souvenirs précédents (Dallenbach, 1924).

Certaines tâches cognitives visuo-spatiales réalisées immédiatement après un apprentissage émotionnel peuvent réduire les souvenirs involontaires liés à cet apprentissage. Par exemple, jouer à un jeu visuo-spatial (Tetris) après l'exposition à un contenu émotionnel négatif diminue la consolidation des aspects visuels de la mémoire, en mobilisant les ressources attentionnelles nécessaires à la stabilisation du souvenir (Holmes, 2009; Iyadurai, Visser, Lau-Zhu, et al., 2018). Ces interventions ont montré une efficacité clinique dans la réduction des souvenirs traumatiques involontaires, notamment dans le cadre de troubles de stress post-traumatique (Iyadurai et al., 2020), accouchements traumatiques (Horsch et al., 2017), survivants d'accidents de voiture (Iyadurai et al., 2018), événements traumatiques généraux

(Kanstrup, Singh, Göransson, et al., 2021; Kanstrup, Singh, Hermansson, et al., 2021). Ces travaux démontrent que la modulation des souvenirs en période critique peut être exploitée sans recours aux agents pharmacologiques, ouvrant des perspectives thérapeutiques innovantes.

C. Questions de Recherche

Les preuves actuelles issues de la littérature suggèrent que le CE repose non seulement sur des mécanismes associatifs, mais aussi sur des mécanismes propositionnels (voir la section concernant les modèles de CE). De Houwer (2009), Gawronski & Bodenhausen (2011), Mitchell et al. (2009), et d'autres auteurs, ont défini le mécanisme associatif comme l'activation de l'association en mémoire, et le mécanisme propositionnel comme une proposition à valider (évaluation d'une proposition comme vraie ou fausse). L'activation d'une représentation en mémoire est possible sans une relation qualifiée entre deux représentations élémentaires pour les mécanismes associatifs, mais pas pour les mécanismes propositionnels. Pour la formation et l'évaluation de la croyance en la proposition, la même proposition est supposée être consciente au moment de la consolidation. Dans ce cas, une fois consolidée, la proposition peut être récupérée, consciemment ou non. En effet, la conscience de la contingence est un modérateur de l'effet de CE en raison des processus cognitifs de haut niveau supposés par la formation de propositions (De Houwer, 2009; Hofmann et al., 2010). Les preuves issues des théoriciens de l'apprentissage suivant l'approche propositionnelle soutiennent que l'apprentissage n'a lieu qu'avec conscience et nécessite des ressources cognitives. Et les ressources cognitives ont un impact sur la consolidation avec des procédures de blocage (par exemple, Martini et al. 2017, 2018; Varma, 2017). Il est raisonnable de s'attendre à ce que le blocage de la consolidation de certaines ressources puisse influencer l'encodage, influençant ainsi le mécanisme propositionnel au moment de la récupération. De plus, la littérature suggère (par exemple, Finger & Pezdek, 1999; Mertens et al., 2018) que l'apprentissage est affecté par les instructions verbales, les règles et les processus de raisonnement déductif. Dans l'approche propositionnelle, les propositions sont des justifications (par exemple, De Houwer, 2007), comme une raison justifiable pour aimer ou ne pas aimer un objet. La formation de propositions

dépend des processus de raisonnement contrôlés, qui sont contingents à la conservation de l'information dans la mémoire de travail (Baddeley & Logie, 1999). Stout et al. (2013, 2015) montrent que la capacité de la mémoire de travail visuelle est priorisée par rapport aux autres informations à mémoriser. En activant les ressources cognitives visuelles pendant la consolidation, il semble alors possible d'orienter le mode de formation d'une proposition. En effet, les ressources cognitives mobilisées lors de tâches visuelles n'engagent pas les mêmes ressources que celles utilisées lors de tâches verbales. Plus précisément, Holmes et al. (2010) ont montré que les tâches verbales ne concurrencent pas les ressources nécessaires à la consolidation des images visuelles. Elles concurrencent les ressources qui soutiennent les tâches cognitives simultanées pendant la consolidation.

Nous savons qu'il est possible de bloquer la consolidation des souvenirs aversifs pour diminuer les souvenirs involontaires, mais nous ne connaissons pas les mécanismes cognitifs impliqués ni l'effet de ce blocage sur la valence émotionnelle. Les mécanismes sous-jacents ne sont pas encore bien connus. En effet, sans information sur l'évolution de la valence émotionnelle liée aux souvenirs, nous ne pouvons pas savoir si la diminution de la fréquence des souvenirs involontaires provient de la mémoire associative ou de l'affect qui y est lié. D'autres études ont mené des expériences pour déterminer le rôle des ressources cognitives dans la mémoire. Cependant, elles ont principalement orienté leurs recherches sur les mécanismes cognitifs à un niveau fonctionnel sans introduire la notion de valence affective. Bien que les mécanismes soient différents, cela peut servir de base pour étudier le côté affectif de l'apprentissage. Par exemple, Stickgold (2005) et Wamsley (2019) ont trouvé que la consolidation se produit principalement pendant le repos éveillé et le sommeil.

Certains auteurs comme Craig et al. (2014), Dewar et al. (2012, 2014), Mercer (2015), Varma et al. (2018) ont observé de meilleurs scores de mémoire avec le repos éveillé par rapport au travail sur une activité cognitive. Varma et al. (2017) ont trouvé des effets similaires du repos

éveillé et des tâches de rappel inversé verbales et visuelles sur la rétention de l'information verbale et visuelle. Les auteurs (par exemple, Martini et al., 2021 ; Varma et al., 2017) soutiennent qu'il n'y a pas d'interférence avec la consolidation de la mémoire lorsque la performance des tâches a des exigences minimales en matière de traitement de la mémoire épisodique sémantique et basée sur l'hippocampe. Martini et al. (2021) ont trouvé que le repos éveillé soutient la rétention de l'information verbale chez les enfants (voir aussi, Martini et al. 2018, 2019, 2020). À partir de ces études, Richter et al. (2021) ont mené deux expériences pour déterminer si le repos éveillé (par rapport à l'activité cognitive) et le sommeil (par rapport à l'éveil) consolident la mémoire de la contingence et le CE. Dans la première expérience, comme Mercer l'a fait en 2015, après avoir appris des paires de mots et effectué un test de mémoire, la moitié des participants s'est reposée (8 min) et a fait une tâche cognitive. L'autre moitié a fait l'ordre inverse. Les paires de mots ont été testées à nouveau. À ce stade, Mercer (2015) a trouvé une mémoire significativement meilleure dans la première condition, lorsque le repos est effectué avant. Richter et al. (2021), contrairement à Mercer (2015), ont ajouté aux deux groupes la même tâche de remplissage, trouver les différences entre des images, de 5 minutes (Dewar et al. 2012, 2014). Les SC correspondaient à dix pseudomots neutres. Les SI étaient dix noms dont cinq positifs et cinq négatifs. Les effets du CE et la mémoire de la contingence ont été testés. Pour la deuxième expérience, Richter et al. (2021) ont adapté une procédure menée par Ellenbogen et al. (2006) qui montre que le sommeil (par rapport à l'éveil) atténue l'effet de diminution de la mémoire pour les paires de mots originales. Richter et al. (2021) ont transformé cette procédure en une procédure de CE avec une phase de contre-conditionnement. Le contre-conditionnement consiste à associer un SC, qui déclenche une réponse conditionnée (RC), à un nouveau SI qui induit une réponse différente voire opposée. Cela vise à modifier ou supprimer la réponse initiale en favorisant une nouvelle association.

Ils ont étudié comment le sommeil stabilise le CE et la mémoire de contingence contre l'interférence d'une procédure de contre-conditionnement. Après une phase de conditionnement, les participants ont dormi ou sont restés éveillés. Après un délai de 12 heures, la moitié des SC ont été contre-conditionnés. Dans leurs expériences, Richter et al. (2021) n'ont trouvé aucune preuve de consolidation du CE pendant le repos éveillé et le sommeil. Ils n'ont pas observé de preuves de consolidation sur la mémoire de la contingence ou sur le CE. Les auteurs n'ont trouvé aucune diminution de l'oubli ni des effets de CE plus importants après le repos éveillé, et le sommeil n'a pas stabilisé la mémoire contre le contre-conditionnement, il ne l'a pas empêché. Le sommeil n'a pas influencé le CE ni sa résistance au contre-conditionnement. Lorsque les chercheurs ont étudié l'activité cognitive par rapport au repos éveillé ou à d'autres conditions (par exemple, Craig et al., 2014 ; Dewar et al., 2012, 2014; Martini et al., 2018, 2019, 2020, 2021; Mercer, 2015; Richter et al., 2021; Varma et al., 2017, 2018), ils n'ont pas comparé les ressources cognitives mobilisées entre elles et leur effet sous l'angle de l'apprentissage associatif et de la valence affective. Par conséquent, il serait prématuré d'affirmer que les scores de mémoire sont en réalité plus faibles pour l'activité cognitive de manière générale. Ces résultats ne concernent qu'une partie des ressources cognitives dans des tâches spécifiques. À ce jour, il semble qu'aucune étude n'ait comparé l'influence de la mobilisation des ressources cognitives sur la valence affective lors d'une procédure de blocage de la consolidation de la mémoire. Il est donc pertinent de comparer l'influence de l'accessibilité des différentes ressources cognitives impliquées dans une tâche d'apprentissage émotionnel sur la consolidation. Dans ce contexte, il pourrait être intéressant d'utiliser une procédure de CE (De Houwer, 2007) pour évaluer l'influence des procédures de blocage de la consolidation sur l'apprentissage émotionnel.

Trois études ont été menées dans le cadre de cette thèse. Ces études testent respectivement (Étude 1) la mobilisation des ressources pour voir l'impact sur la consolidation lors d'un apprentissage émotionnel séquentiel de type CE. Cette expérience permet de déterminer dans quelle mesure la mobilisation des ressources cognitives pendant l'encodage affecte la force de la relation entre le SC et le SI. L'étude 2 teste l'hypothèse de l'impact de la mobilisation rétroactive des ressources cognitives suite à un apprentissage émotionnel. Ici, la mobilisation des ressources cognitives intervient après l'exposition aux paires SC-SI, dans le but de comprendre si la stabilité des apprentissages affectifs est impactée. L'étude 3 teste l'hypothèse de l'impact de la mobilisation proactive des ressources cognitives avant un apprentissage émotionnel. Contrairement aux deux premières études, celle-ci explore l'effet de la mobilisation des ressources avant l'exposition aux paires SC-SI. Cette expérience teste l'hypothèse selon laquelle la disponibilité des ressources cognitives au moment de l'encodage pourrait moduler la force des apprentissages affectifs. L'objectif est de clarifier le rôle des ressources cognitives dans la dynamique d'apprentissage du CE et permettre l'identification de conditions spécifiques favorisant la consolidation ou, au contraire, le blocage des associations SC-SI.

II. Partie Recherche

A. Étude 1 : L'influence de l'accessibilité des ressources cognitives sur la consolidation du CE

The influence of cognitive resource accessibility on Evaluative Conditioning consolidation

Pierre Lyon*, Thierry Kosinski, Stephane Rusinek

Department of Psychology, Univ. Lille, France

Univ. Lille, ULR 4072 - PSITEC - Psychologie : Interactions Temps Émotions Cognition, F-59000 Lille, France

*Corresponding author:

E-mail: pierre.lyon.etu@univ-lille.fr (PL)

ORCID: 0000-0002-3630-1425

Résumé

Contexte : Le CE se réfère aux changements dans l'évaluation d'un stimulus après son association avec un stimulus positif ou négatif. Il a été démontré que l'effet de CE dépend des ressources cognitives et de la mémoire. L'objectif de la présente étude était d'explorer l'influence de la mobilisation des ressources cognitives pendant la fenêtre de consolidation de la mémoire, plus spécifiquement pendant la phase de conditionnement, sur l'apprentissage émotionnel.

Méthode : Les participants (n = 73) ont été répartis aléatoirement dans l'une des trois conditions de mobilisation des ressources : visuo-spatiale, verbale et contrôle. Une procédure de CE utilisant des visages neutres comme Stimuli Conditionnés (SC) et des images émotionnelles comme Stimuli Inconditionnés (SI) a été alternée avec une tâche de mobilisation des ressources. L'appréciation des SC a été mesurée à la fin de la procédure de conditionnement, puis à nouveau après un délai de 24 heures. Après cette mesure différée, tous les participants ont complété une tâche de reconnaissance pour déterminer les associations SC-SI.

Résultats : Immédiatement après la procédure de conditionnement, un effet de CE a été observé dans les trois conditions. Conformément à nos hypothèses, la mobilisation des ressources visuo-spatiales pendant la fenêtre de consolidation a éliminé la valence acquise des SC lors de la mesure différée. L'effet de CE a été préservé dans les autres conditions. La reconnaissance des associations SC-SI n'a pas été impactée par la manipulation expérimentale.

Conclusion : L'effet de CE semble nécessiter des ressources visuo-spatiales pendant la fenêtre de consolidation.

Mots-clés : apprentissage émotionnel ; conditionnement évaluatif ; ressources cognitives ; mémoire ; consolidation.

Abstract

Background: Evaluative Conditioning (EC) refers to changes in the evaluation of a stimulus after its association with a positive or a negative stimulus. EC effect has been shown to depend on cognitive resources and memory. The aim of the present study was to explore the influence of mobilizing cognitive resources during the memory consolidation window, more specifically during the conditioning phase, on emotional learning.

Methods: Participants (n = 73) were randomly assigned to one of three resource mobilization conditions: visuospatial, verbal, and control. An EC procedure using neutral faces as Conditioned Stimuli (CSs) and emotional pictures as Unconditioned Stimuli (USs) was alternated with a resource mobilization task. The liking of the CSs was measured at the end of the conditioning procedure and again after a 24-hour delay. Following this delayed measurement, all participants completed a memory recognition task to determine CS-US associations.

Results: Immediately after the conditioning procedure, an EC effect was observed across all three conditions. Importantly, in line with our hypotheses, visuospatial resources mobilization during the consolidation window eliminated the acquired valence of the CSs in the delayed measurement. EC effect was preserved in the other conditions. Recognition of CS-US associations was not impacted by the experimental manipulation.

Conclusions: EC effect appears to require visuospatial resources during the consolidation window.

Keywords: emotional learning; evaluative conditioning; cognitive resources; memory; consolidation.

Introduction

Emotions can be understood as responses that follow stimulus processing. They influence our feelings (e.g., love and hate), behaviors (e.g., approach or avoidance), as well as attention and memory (Tyng et al., 2017). While some emotional responses triggered by stimuli are innate and hardwired (Celeghin et al., 2017), most of our individual preferences are acquired through learning (Tyng et al., 2017). One process that shapes our preferences is evaluative conditioning (EC), which refers to changes in liking due to stimulus pairing (De Houwer J, 2007). For instance, a consumer product may acquire an affective value after being associated with an affective picture (Pleyers et al., 2007). Thus, the emotional valence of a neutral stimulus, known as the conditioned stimulus (CS), can be altered through its association with a positive or negative item called the unconditioned stimulus (US) (Pleyers et al., 2007). EC has been shown to modify both explicit and implicit attitudes (Lovibond & Shanks, 2002) and plays a role in a variety of pathological conditions and everyday behaviors (Houben et al., 2010).

Cognitive resources are required for the EC effect to occur (Mierop et al., 2020). Previous research has demonstrated that EC is sensitive to factors such as memory of CS-US pairings (Lovibond & Shanks, 2002; Pleyers et al., 2007; Stahl et al., 2009; Stahl & Unkelbach, 2009; Wardle et al., 2007), processing goals (Corneille et al., 2009; Gast & Rothermund, 2011), and attentional resources (Pleyers et al., 2007). For a comprehensive review, see Hofmann et al. (2010). Researchers have managed to weaken the EC effect using dual tasks devised to limit attentional resources availability during conditioning trials (Dedonder et al., 2010; Kattner, 2012; Pleyers et al., 2009) and have performed parafoveal exposure to limit the ability to encode CS-US association (Dedonder et al., 2014). While the encoding of CS-US association during conditioning trials requires cognitive resources (Mierop et al., 2020), the cognitive processes underpinning memory consolidation also occur outside of the pairing trials. However, little is known about the influence had by cognitive resource interference outside of CS-US pairing.

Consolidation

Memory formation requires the deployment of cognitive resources that are only accessible in limited quantities (Baddeley, 2003, 2010). These resources enable the memory stabilization process essential for storing newly acquired memories. A scarcity of cognitive resources impairs learning. According to the literature (Gunter & Bodner, 2008; Van den Hout & Engelhard, 2012), when these resources are limited, memories tend to be less vivid and emotional. This effect can be observed in any task employing working memory resources, which are in competition with learning processes (Baddeley & Andrade, 2000). The consolidation of learning is the time-dependent transition from short-term memory (STM) to long-term memory (LTM) (Nader & Hardt, 2009). The neurobiology of memory consolidation has identified a 6-hour delay after an event during which memories are malleable, known as the consolidation window (Nader, 2003; Walker et al., 2003). Once consolidated, memories can be reactivated either voluntarily or involuntarily. Studies have shown that it is possible to block the consolidation or reconsolidation of emotional memories in healthy adults through the use of a pharmacological agent (for a meta-analysis see Lonergan et al., 2013).

Given the limited accessibility of the cognitive resources involved in consolidation, some authors (Holmes et al., 2010; Iyadurai et al., 2018) investigated the influence of mobilization of cognitive resources during the consolidation of visual aversive memories (though not on EC). After exposing participants to negative visual emotional content, researchers mobilized participants' visual (or verbal) resources using a visuospatial (or verbal) task in order to limit the resources allocated to consolidation of the visual (or verbal) aspects of the memory. Researchers have shown that when a visuospatial task is performed during the consolidation window, voluntary memories were not altered, but involuntary retrievability of the consolidated content was reduced. The deleterious effect of cognitive resource mobilization on memory is referred to as blockage of consolidation. Other studies have found the same

results (Stickgold & Walker, 2013; Talamini et al., 2008). Conversely, verbal tasks have not been demonstrated to influence visual memory, with negative effects even being found (Holmes et al., 2010). While the blockage of consolidation appears to diminish involuntary memories, the underlying mechanisms are not yet well known. However, involuntary memories are known to be linked to emotional valence (Berntsen, 2002). Without information on how the emotional valence associated with memories evolves over time, it is unclear whether the weakening of involuntary memories results from an alteration of associative memory or from changes in the acquired emotional value.

Richter et al. (2021) conducted two experiments to determine whether wakeful rest (vs. cognitive activity) and sleep (vs. wakefulness) consolidate contingency memory and EC. In the first experiment, participants were asked to memorize vocabulary pairs. Next, half of participants rested for 8 minutes before performing a cognitive task, i.e., a task requiring cognitive resources, such as working memory or executive functions. The other half of participants followed the reverse sequence. Then, EC effects and contingency memory were tested. In the second experiment, Richter et al. (2021) investigated how sleep stabilizes EC and contingency memory against interference from a counter-conditioning procedure. After a conditioning phase, participants either slept or remained awake. After a 12-hour delay, half of the CSs were counter-conditioned (paired with a US of opposite value). In these experiments, Richter et al. (2021) found no evidence of consolidation of EC and contingency memory during wakeful rest or sleep. No difference in forgetting or enhancement of the EC effect was observed following wakeful rest, and sleep did not stabilize memory against counter-conditioning. However, it could be argued that the consolidation of the EC effect takes place during the course of the conditioning and is not affected by later interventions (with the exception of the natural time-related decline in memory) (Gast et al., 2012).

When researchers have mobilized cognitive resources in relation to emotional learning (Craig et al., 2014; Dewar et al., 2014; Martini et al., 2021; Richter et al., 2021; Varma et al., 2018), they have not differentiated between types of cognitive resources mobilized. Moreover, the mobilization occurred either after the conditioning phase or during conditioning trials with a dual task. To the best of our knowledge, no study has yet examined the influence of mobilizing different cognitive resources within a consolidation-blocking procedure during emotional learning while leaving cognitive resources unaffected during the conditioning trials.

We formulated the hypothesis that the performance of a task mobilizing visuospatial resources during the consolidation phase of a visual EC procedure could reduce the acquired affective valence outside of the consolidation window. We expected to find EC effects in short-term memory but impairment in long-term memory. However, consistent with existing literature, we did not expect the blockage of consolidation to influence the memory of associations. It is important to note that our procedure did not involve performing a dual task during the EC procedure. Instead, the mobilization of cognitive resources was meant to occur during the conditioning procedure, but only between conditioning trials, and within the consolidation window.

Method

Participants

Out of the 96 completed both experimental phases, 73 adhered to a one-day delay (had to wait one night but not exceed this limit) between the two phases (mean delay M = 24 hours and 59 minutes; SD = 4 hours and 01 minutes). Out of the 73 participants, 55 were women (mean age M = 25.45; SD = 9.56). The entire experiment was conducted online using Inquisit web software (Inquisit 6 [Computer software], 2022, retrieved from https://www.millisecond.com) on a voluntary and unpaid basis. Participants were recruited through social networks and were asked to express their willingness to participate. At the

beginning of the experiment, participants received and accepted informed consent. The study was conducted in accordance with the principles outlined in the Declaration of Helsinki and complied with French legislation. Participants were over 18 years old and fluent in French.

Design

The experimental design (figure 7) was a 3 (type of task: visuospatial, verbal, control) × 2 (CS type: CS+, CS−) × 2 (measurement time: phase 1, phase 2) mixed design, with task as a between-subjects factor and CS type and time as within-subjects factors. Participants were randomly assigned to one of the three condition (type of task).

Stimuli

Conditioned Stimuli (CS): For the CS, 8 Caucasian-type male face pictures were utilized from the Minear and Park (2004) database, each portraying a neutral affective state. During the conditioning and recollection tasks, the CSs consistently appeared on the left side of the screen, while during the rating task, they appeared in the center of the screen.

Unconditioned Stimuli (US): The USs consisted of 8 pictures obtained from the International Affective Picture System (IAPS) database (Bradley & Lang, 2017). These pictures included 4 aversive pictures (e.g., anti-social behavior like a knife attack) and 4 positive pictures (e.g., a man surfing). The positive and negative USs differed in valence but elicited equivalent emotional arousal. The USs consistently appeared on the right side of the screen (refer to the appendix for the images' corresponding IAPS numbers.)

Procedure

At the beginning of the experiment, participants were provided an outline of the overall course of the experiment, conditions of anonymity, and their ability to withdraw at any time.

They were also informed about the presence of emotional stimuli. Each participant filled in a unique anonymization code at the beginning of the experimental procedure. Instructions were presented in white text on a black background. Participants were asked to turn off their cell phones and to only participate if they could commit to 25 minutes of uninterrupted availability. Finally, participants were asked to enter their age and gender, and were invited to proceed by agreeing to participate in the study.

Phase 1

Evaluative Conditioning Task. During this task, pictures were displayed on the screen, each occupying 2/5 of the participant's screen. Unconditioned stimuli (USs) and conditioned stimuli (CSs) were paired using an Evaluative Conditioning procedure. The CS-US pairs were pseudo-randomized. A given CS was paired with a positive US for half of the participants, and to a negative US for the other half. The randomization of CS-US pairs prevented any potential inherent valence effect of the CS. Four CSs were paired with a positive US (CS+) and 4 others were paired with a negative US (CS-). Each CS was consistently associated with a single US throughout the EC task. Each conditioning trial presented a CS-US pair, with the CS appearing alone on the left side of the screen for 500 milliseconds, followed by the US appearing next to the CS on the right side of the screen for 1500 milliseconds. A 1000 ms Inter-Trial Interval (ITI) followed each conditioning trial. During the ITI, the screen remained black. Each CS-US pair was presented nine times in random order, resulting in a total of 72 conditioning trials. Experimental manipulation was conducted between conditioning trials. The Evaluative Conditioning task is depicted in Figure 7.

Experimental manipulation. Two conditioning trials were systematically followed by an experimental task, which varied according to the assigned condition: a visuospatial trial, three verbal trials or a control trial. Participants were randomly assigned to one of these three conditions. In each condition, the manipulation was designed to last for approximately 10

minutes (these durations were pre-tested). The different manipulations were variably designed to mobilize visuospatial resources, verbal resources, or not to mobilize any of these resources between conditioning trials. The number of manipulation trials sandwiched between conditioning trials was calibrated to ensure an average manipulation duration of around 15 seconds.

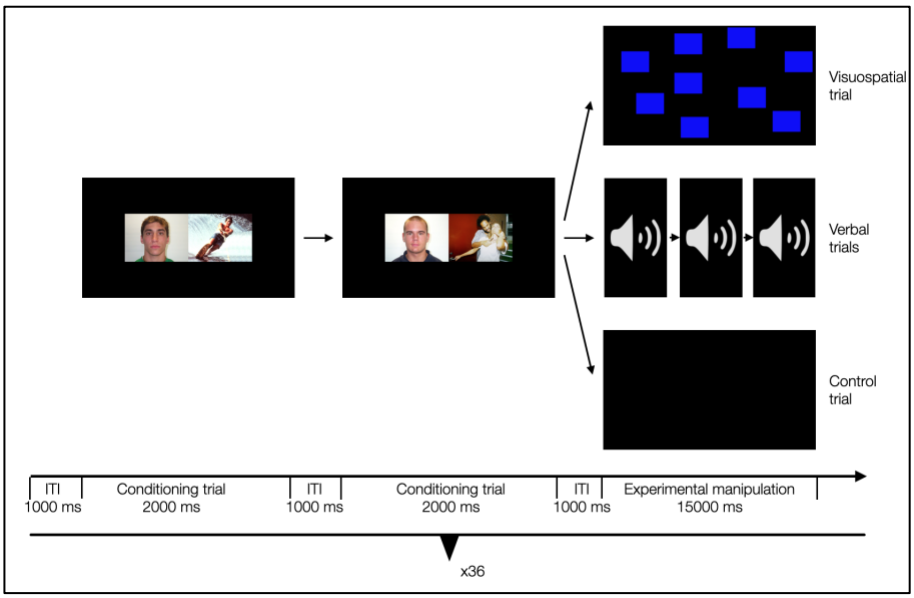


Figure 7: Experimental design

Visuospatial task: Inspired by Kessels et al. (2000), the Corsi task was initially designed to assess the capacity of the visuospatial sketchpad by engaging the visuospatial resources of working memory. The objective was to mobilize these resources during the consolidation window. In this task, participants were asked to memorize and reproduce a random sequence of squares that changed color among nine squares presented in different areas of the screen by clicking on them in the correct order. The squares, blue against a black background, would successively flash yellow on the screen. The flash time was 500 ms, with an Inter-Onset Interval of 1000 ms. The task started with a sequence of two squares to be recalled. If participants successfully reproduced a sequence, the sequence length increased in the next visuospatial trial. If a trial was not fully or correctly recalled, the participant remained the same in the next visuospatial trial. Participants completed 36 visuospatial trials interspersed

within the 72 conditioning trials. The average length of the longest depicted sequence was M = 13.86, SD = 2.46. The average maximum correct trial length was M = 8.10, SD = 1.14.

Verbal task: Based on a design by Majerus, Van der Linden, Poncelet, and Metz-Lutz (2004), a rhyme judgment task was used to mobilize the resources of the phonological loop and the verbal resources of working memory. In each trial, participants were to determine whether two orally presented words rhymed (by pressing the left arrow key on a keyboard) or not (right arrow). They could also listen to the sequence again (up arrow). An example of a non-rhyming sequence might be "chat" then "mur" (meaning "cat" and "wall" in French), while a rhyming sequence could be "visière" then "cuillère" (meaning "visor" then "spoon") in French. Half of the trials involved a rhyming sequence. Participants completed 108 verbal trials interspersed within the 72 conditioning trials. The average length of the longest depicted sequence was M = 110.32, SD = 3.72. The average maximum correct trial length was M = 91.68, SD = 4.73. As the pre-test revealed that the average duration of a verbal trial was three times shorter than the average duration of a visuospatial trial, three verbal trials were inserted between conditioning trials to match the average duration of visuospatial manipulation.

Control task: During this task, participants were instructed during each trial to refrain from engaging in any specific activity and to remain inactive for 15000 ms in the absence of any stimulation. The screen remained black and did not require the allocation of dedicated working memory resources, whether verbal or visuospatial. Participants completed 36 control trials interspersed within the 72 conditioning trials.

Short term valence measurement. Immediately after the conditioning (and manipulation) phase, participants were asked to rate each CS on a Liking scale ranging from 1 (very negative) to 9 (very positive). CSs were presented individually in random order in the center of the screen. Each trial was separated by an intertrial interval of 500 milliseconds.

At the conclusion of the first phase, participants received a link and were invited to connect 24 hours later for the second part of the experiment.

Phase 2

Participants entered their anonymization code and read the instructions, which requested them to turn off their phones for 5 minutes, eliminate distractions, and emphasized their ability to stop the experiment at any time. Once ready, they could proceed to the next step.

Long term valence measurement. Participants performed a valence measurement task under the same conditions as in phase 1.

Subsequently, they completed a memory task known as a recollection task.

Recollection task: In each trial, a CS was presented individually on the left side of the screen, while 8 USs were displayed on the right side. Participants had to indicate to which US each CS they had been associated with 24 hours earlier. They could also choose the answer, "I don't know". CSs were presented in random order. Each trial was separated by an intertrial interval of 500 milliseconds.

Finally, participants were thanked and provided with a short debriefing text. No financial compensation was provided.

Results

EC effects

Overall analyses

A three-way mixed ANOVA with CS type (CS+, CS−), type of task (control, visuospatial, verbal), and measurement time (phase 1 vs. phase 2) revealed a significant main effect of CS type, $F(1, 70) = 31.117$, $p < .001$ ($\eta^2 = .31$). No main effects were found for type of task $F(2, 70) = 1.991$, $p = .14$, or for measurement time $F(1, 70) = 2.118$, $p = .15$. Analysis also revealed a first-order interaction between CS type and measurement time, $F(1, 70) = 14.343$, $p < .001$ ($\eta^2 = .17$). No first-order interaction was found between CS type and task F(2,

70) = 2.003, p = .14, nor for measurement time and type of task F(2, 70) = 1.866, p = .16. Importantly, a significant second-order interaction was found between measurement time, CS Type and Type of task, F(2, 70) = 3.588, p = .03 (η^2 = .09).

EC effect in STM

An ANOVA with CS type (CS+, CS-), and type of task (control, visuospatial, verbal) as independent variables, and valence rating from phase 1 as the dependent variable revealed a significant main effect of CS type, F(1, 70) = 36.272, p < .001 (η^2 = .34). No significant main effect of type of task was observed F(2, 70) = 1.754, p = .18. As expected, there was no significant interaction between CS Type and type of task variables, F(2, 70) = .843; p = .43 (figure 8).

The main effect of CS Type indicated that the CS+ were rated significantly more positively (M = 5.24, SD = 1.10) than CS- (M = 3.92, SD = 1.19), t(72) = 6.167, p < .001 (d = .72).

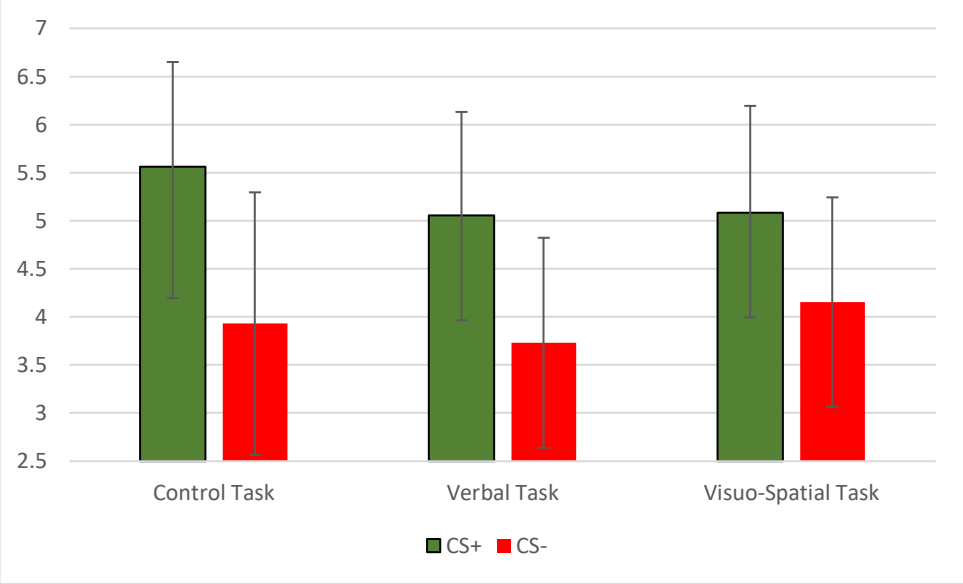


Figure 8: Mean CS evaluations in phase 1 (± SD)

EC effect in LTM

An ANOVA (identical to that conducted for phase 1) was performed on phase 2 valence ratings. Results revealed a significant main effect of CS type, F(1, 70) = 21,920, p < .001 (η^2 =

.24). No significant main effect of type of task was observed, F(2, 70) = 2.201, p = .12. However, a significant interaction between CS type and type of task was observed, F(2, 70) = 3.729, p = .03 (η^2 = .10) (figure 9).

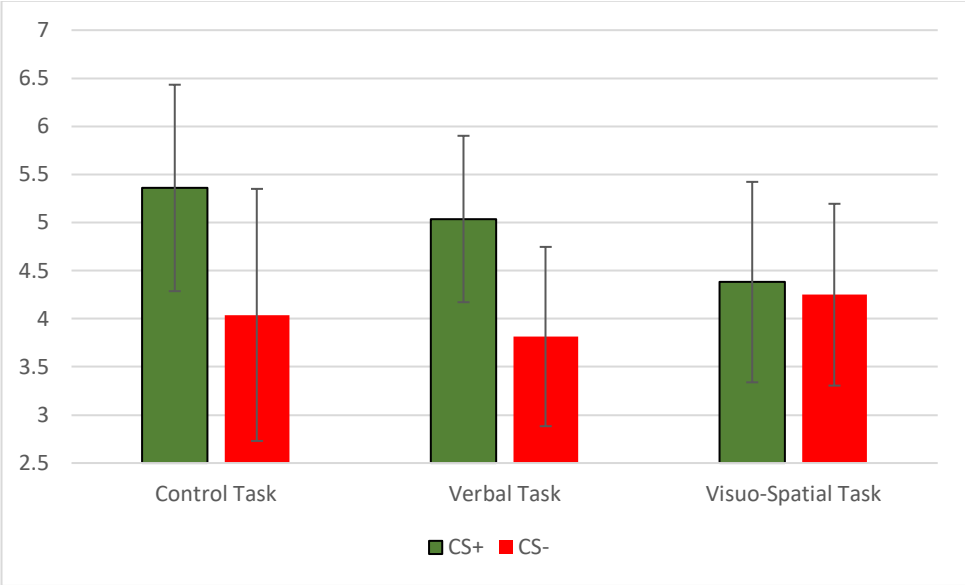


Figure 9: Mean CS evaluations in phase 2 (± SD)

The main effect of CS Type revealed that the CS+ were rated as significantly more positive (M = 4.96, SD = 1.05), than CS- (M = 4.02, SD = 1.08), t(72) = 4.797, p < .001 (d = .56).

To further explore the CS Type x Type of Task interaction paired sample t-test between CS+ and CS- were conducted separately for each type of task. In the control condition, CS+ (M =5.36, SD = 1.07) were rated significantly more positively than CS- (M = 4.04, SD = 1.31), t(24) = 3.26, p = .003 (d = .65). In the verbal condition a similar preference for CS+ (M =5.08, SD = .86) over CS- (M = 3.81, SD = .93), t(26) = 4.051, p < .001 (d = .78) was observed. However, the visuo-spatial condition analysis revealed no preference for CS+ (M = 4.38, SD = 1.04) over CS- (M = 4.25, SD = .94), t(20) = .586, p = .56.

Memory recognition

An ANOVA with CS type (CS+, CS-) and type of task (control, visuospatial, verbal) as independent variables and on the number of correctly recalled CS-US pairs as the dependent variable revealed a significant main effect of CS type, $F(1,70) = 38.459$, $p < .001$ ($\eta^2 = .35$). No significant main effect of type of task, $F(2, 70) = 1.000$, $p = .37$ was observed, nor interaction effect between CS type and type of task, $F(2, 70) = .005$, $p = .99$ (Figure 10).

The main effect of CS type indicated that the mean number of recalled CS+/US pairs was significantly higher (M = 2.15, SD = 1.37) than that of CS-/US pairs (M = 1.33, SD = 1.31), $t(72) = 6.33$, $p < .001$ (d = .74).

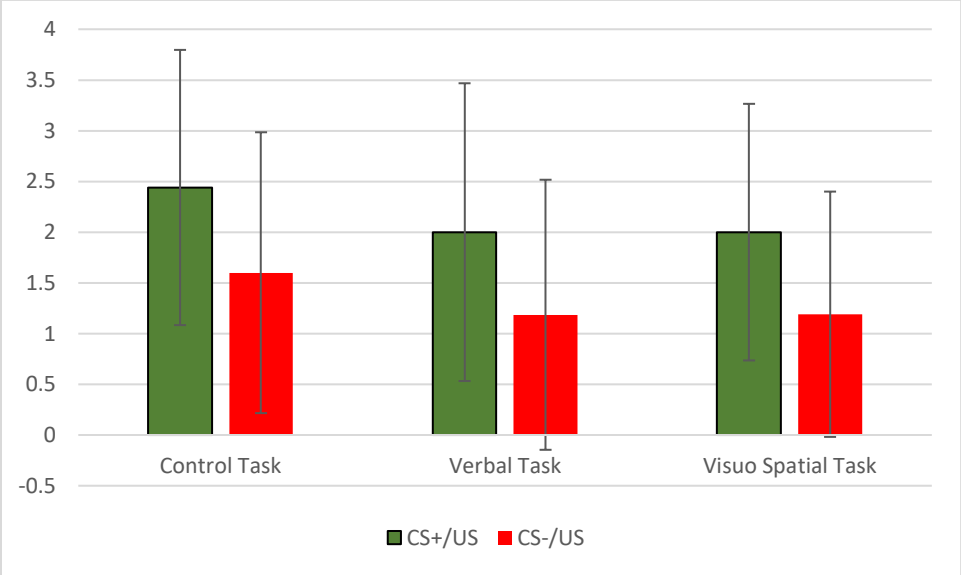


Figure 10: Mean number of correctly recalled CS-US pairs (± SD)

Discussion

The present study aimed to test whether engaging visuospatial cognitive resources during the memory consolidation window would disrupt the consolidation of emotional valence acquired through EC. As expected, EC effects were observed immediately after conditioning across all conditions, indicating that the manipulation did not interfere with the short-term acquisition of stimulus valence. These findings are consistent with the theoretical framework suggesting that consolidation blockade should selectively impact long-term memory processes rather than initial encoding. Specifically, the experimental manipulation appeared to reduce the valence of the CS+ to the level of the CS–, while recognition performance remained unaffected

across conditions. This pattern of results supports the view that the EC effect is sensitive to post-learning manipulations targeting memory consolidation, rather than encoding.

This aligns with models distinguishing the early, labile state of memories from their subsequent stabilization, as shown in other learning domains (Dudai, 2004). Critically, EC effects were significantly reduced 24 hours later in the visuospatial condition, while they remained intact in the verbal and control conditions. This pattern supports our hypothesis that visuospatial tasks interfere with the consolidation of emotional valence. Importantly, recognition performance was unaffected by task condition. This pattern supports the idea that while CS–US associations may form automatically and be reflected in STM, their long-term consolidation, particularly of emotional value, may require cognitive resources. This suggests that the consolidation process may be constrained by the availability of cognitive resources shortly after encoding, particularly for affective components. The outcome also reinforces the idea that emotional valence may not be automatically consolidated, even if the associative trace is present, highlighting the selective vulnerability of emotional content during consolidation. This aligns with broader models of memory systems emphasizing a distinction between associative traces and affective impact, especially under conditions involving limited attentional or cognitive capacity (LaBar & Cabeza, 2006; Schwabe et al., 2014).

These findings parallel and may help explain previous research by Holmes et al. (2009; 2010) and James et al. (2015), who demonstrated that engaging visuospatial resources through a visuospatial task during the memory consolidation window significantly reduced the frequency of intrusive, involuntary memories following exposure to traumatic material. This dissociation between affective and declarative memory systems may help explain why emotional memories are less frequently involuntarily reactivated after visuospatial interference. It suggests that the affective charge of the stimulus fails to consolidate into long-term memory even though the memory of the event remains accessible, echoing findings that involuntary

memories are often emotionally intense and vivid (Berntsen, 2009). Several mechanisms could account for this dissociation.

One possibility is that the visuospatial task disrupted the consolidation of CS–US associations. However, this explanation seems unlikely, given that recognition performance was not impaired. This suggests that the visual memory trace of the CS–US pairing was preserved, and thus the absence of EC effects cannot be attributed to a failure in associative encoding.

A second possibility is that the CS–US associations were successfully consolidated, but the emotional valence of the CSs failed to be integrated into long-term memory. At first glance, this seems inconsistent with previous EC research, which suggests that memory for the CS–US association is typically sufficient to produce EC effects (Hofmann et al., 2010). However, more recent findings suggest that while memory for the CS–US pairing is necessary, it may not be sufficient for EC to occur (Mierop, Maurage, & Corneille, 2020). This suggests that the consolidation of affective meaning may rely on different or additional mechanisms beyond mere associative linkage. It is also conceivable that the affective quality of the US itself was selectively disrupted during consolidation, leading to a weakened transfer of valence to the CS. A third explanation is that the visuospatial task reduced the vividness or emotional impact of the memory of the USs during consolidation. This has been proposed in prior studies examining emotional memories for stimuli that elicit affect unconditionally (Engelhard, Van Uijen & Van Den Hout, 2010; van den Hout & Engelhard, 2012), but to our knowledge, it has not previously been observed in the context of acquired emotional value through conditioning. Thus, the CS could have acquired the emotional valence of the US, but the memory of the US's emotional valence itself was weakened by the visuospatial task. In this case, the CS–US association may have been correctly encoded and retained, but the affective power of the US diminished, thereby weakening the EC effect. This would resemble what is observed in US revaluation procedures

(Baeyens et al., 1992; Walther et al., 2009), potentially explaining the absence of an EC effect despite preserved associative memory. Measuring the emotional valence of USs in long-term memory could have provided insights into this mechanism. Future research should explore this possibility further. In addition, it is worth noting that although the memory of the CS–US pairing may remain intact, the emotional memory trace may be selectively weakened, which is particularly relevant for understanding how trauma-related memories might be attenuated without erasing factual information.

It is also possible that positive USs used in the study required more cognitive resources to be interpreted (e.g., inferential scenes like skiing or skydiving), compared to negative USs, which may have conveyed affect more directly and automatically. These differences could have modulated the ease of consolidation. This interpretation aligns with ecological and cognitive theories suggesting that negative stimuli tend to generate stronger and more generalizable memory traces due to their immediate salience and lower interpretive demands (Baumeister et al., 2001; Sperlich & Unkelbach, 2024). In line with Bouton's (1993) model, the cost of cognitive processing may influence not only how associations are encoded but also how context-dependent they are. Specifically, the more inferential nature of positive USs could lead to stronger contextual dependency, while negative USs might promote a more general retrieval strategy focused on salient features, thus enhancing their long-term stability. This asymmetry may have contributed to the differential consolidation of positive versus negative valence observed in our data. Moreover, the negative USs used in the present study may have presented a more explicit and homogeneous nature (e.g., scenes of aggression involving two men, with the presence of a weapon), requiring relatively little cognitive effort to decode their negative valence. In contrast, the positive USs, such as skiing, skydiving, or surfing, were more varied and potentially required inferential processing, making them more demanding in terms of cognitive resources. These differences may have influenced how these stimuli were encoded

and later consolidated in memory. These observations are also consistent with Sperlich and Unkelbach's (2024) cognitive-ecological account of valence biases. According to this model, the frequency and ecological distribution of positive or negative features in the environment shape cognitive expectations and memory biases. A negativity bias is more likely to emerge when negative characteristics are rare and therefore more salient, while a positivity bias may emerge in contexts where positivity is infrequent. When positive and negative information is equally distributed, as is often the case in experimental EC paradigms, no dominant bias should be observed. However, under naturalistic conditions, these ecological dynamics may significantly impact the encoding and retrieval of valenced stimuli. In parallel, research suggests that positive and negative emotional stimuli are processed differently at the perceptual level. Positive stimuli are often associated with a global processing style, whereas negative stimuli elicit a more detail-oriented visual analysis (Ostaszewski & Klonowicz, 1998). This distinction could further contribute to the differential impact of visuospatial interference on the consolidation of emotional memories, depending on the perceptual demands of the stimuli involved. From this perspective, memorization strategies might adapt to the structural properties of the environment. Alves et al. (2015, 2018) have shown that the rarity of positive or negative information can reverse expected biases, suggesting that the encoding of valence is context-sensitive. Thus, beyond valence itself, it is the informational structure and cognitive cost of interpretation that influence what is retained and how it is consolidated. Future research should further investigate how the perceptual and inferential properties of USs modulate consolidation processes. For example, electrophysiological measures (e.g., ERPs or EEG) could be used to examine how emotional valence influences attention allocation and memory encoding when visual-spatial or verbal stimuli are involved. Such approaches could clarify the mechanisms by which the emotional content of USs affects the durability and generalizability of EC effects, complementing current findings focused on post-encoding manipulations. These

results can be interpreted as consistent with both classical associative and propositional approaches to learning. Associative models posit that CS–US links form automatically and independently of an individual's goals, cognitive resources, or beliefs (Gast, Gawronski, & De Houwer, 2012), which could explain the successful encoding of associations and the emergence of conditioned responses in short-term memory (STM) despite cognitive resource mobilization. This view is also supported by the presence of preserved contingency memory in our visuospatial condition, where participants remained aware of CS–US pairings even when the EC effect was no longer present. However, the absence of an EC effect in long-term memory (LTM) suggests that cognitive resources are necessary for the consolidation of emotional learning, aligning with the propositional approach, which conceptualizes learning as a non-automatic process requiring cognitive resources, particularly when emotional information must be integrated into durable memory representations (De Houwer, 2009; Mitchell, De Houwer, & Lovibond, 2009). From this perspective, it is plausible that while the CS–US propositions were encoded, the emotional component of these propositions failed to consolidate due to the cognitive load introduced by the visuospatial task. This reinforces the idea that emotional learning involves a dual pathway, an associative trace and an affective component, each with potentially distinct consolidation dependencies. Overall, our results indicate a potential influence of memory consolidation processes on the magnitude and persistence of the EC effect. Specifically, they suggest that the critical period for the consolidation of the EC effect may occur during the conditioning phase, rather than exclusively after the conditioning phase (Richter et al., 2021). This temporal distinction could account for discrepancies in previous findings, as some studies implemented post-conditioning interventions only after a delay, potentially missing the optimal window for memory destabilization. By inserting the interference task immediately between conditioning trials, our design may have directly targeted the labile state of the memory trace, disrupting the affective consolidation of CS–US

associations more effectively. Our findings are also consistent with studies using dual-task paradigms during EC acquisition. Several studies have shown that performing a concurrent task during conditioning can interfere with the acquisition of EC effects (Baeyens, Field & De Houwer, 2005; Dedonder et al., 2010; Kattner, 2012). Although findings in this area are mixed, a prevailing hypothesis is that the presence of cognitive load during conditioning reduces EC effects by disrupting the encoding of CS–US associations (Mierop et al., 2020). Importantly, these prior studies typically did not assess EC effects beyond the immediate post-conditioning phase, thereby limiting conclusions about long-term memory processes. In contrast, in our study, cognitive resource mobilization was not manipulated during the conditioning trials themselves. Instead, cognitive tasks were inserted between trials. Nonetheless, the mobilization of resources immediately before or after the conditioning trials appears sufficient to interfere with the long-term consolidation of the EC effect, while leaving short-term effects unaffected. This supports the notion that memory traces are vulnerable to interference not only during encoding but also during specific post-encoding phases, particularly when consolidation is ongoing.

To our knowledge, this study is the first to demonstrate the elimination of acquired valence by examining the impact of mobilizing different types of cognitive resources during the memory consolidation window. Notably, this effect was achieved while maintaining full cognitive resource availability during the conditioning trials and preserving associative memory integrity following the intervention. This stands in contrast with most pharmacological approaches to disrupting memory consolidation, such as the use of propranolol or anisomycin, which impair protein synthesis and may affect both affective and declarative memory traces (Nader et al., 2000; Pigeon et al., 2022). The current findings suggest that a non-pharmacological visuospatial intervention can selectively target the emotional component of

consolidated memories, without erasing the factual content. Future research should compare the efficacy and selectivity of such cognitive manipulations with pharmacological methods in both experimental and clinical settings.

Implications and limitations

Limitations of the present study include a relatively small sample size. Additionally, data were collected online, which, although convenient, may introduce variability in task compliance and environmental distraction. However, recent evidence indicates that online data quality is comparable to that obtained in laboratory settings (Sauter, Draschkow & Mack, 2020). Furthermore, the successful observation of EC effects in the verbal and control conditions suggests that data quality was not compromised in the present study. Future research should replicate these findings in controlled laboratory settings and examine whether similar effects are observed with different types of emotional learning (e.g., fear conditioning) or clinical populations.

Conclusion

In conclusion, the present study provides novel evidence that engaging visuospatial resources during the memory consolidation window can selectively disrupt the long-term acquisition of the affective intensity of stimuli associated with negative experiences, without impairing declarative memory. This dissociation between affective and associative memory consolidation is particularly relevant for clinical applications, especially in the context of post-traumatic stress disorder (PTSD), where intrusive and emotionally charged memories are a core symptom. These findings support the potential utility of cognitive interventions, specifically those targeting visuospatial resources during the consolidation window, as early, non-pharmacological strategies to modulate maladaptive acquired emotional memories and reduce the risk of long-term psychological distress.

1. Analyse des mécanismes du blocage de la consolidation de la valence du SI

L'objectif de cette étude était d'évaluer l'impact d'une procédure de blocage de la consolidation sur l'effet de CE. Conformément aux hypothèses de l'étude 1, la mobilisation des ressources visuo-spatiales pendant la fenêtre de consolidation a éliminé la valence acquise des SC lors de la mesure différée en MLT, tout en préservant l'effet de CE dans les autres conditions. La conscience des contingences SC-SI n'a pas été affectée, suggérant une réduction spécifique du lien mnésique reliant SC et SI, perçu comme moins émotionnel. Une interprétation des résultats peut être que la mobilisation des ressources visuo-spatiales a bloqué la consolidation de la valence du SC sans influencer la valence du SI. Nous n'avons pas testé cela, nous ne pouvons alors pas soutenir de manière certaine que la mémoire du SI n'est pas impactée et que seule la valence du SC n'est pas acquise. Une autre explication possible des résultats est que la mobilisation des ressources visuo-spatiales a bloqué la consolidation de la valence émotionnelle du SI sans affecter directement la consolidation de l'effet de CE. Ce mécanisme rappelle les résultats de Baeyens et al. (1992), qui ont montré que la réévaluation du SI après son association avec un SC neutre altérait la valeur acquise du SC. Dans leurs expériences, l'exposition simultanée à des adjectifs de valence positive ou négative modifiant la perception du SI a influencé l'évaluation des SC associés. Ces résultats soutiennent l'hypothèse selon laquelle la valence acquise d'un SC est dépendante de la valence du SI dans un cadre d'apprentissage référentiel. Dans le cadre de l'apprentissage référentiel, la valence acquise d'un SC est modulée par sa relation au SI, contrairement aux théories d'apprentissage intrinsèque qui postulent une indépendance entre le SC et le SI après l'apprentissage initial (Baeyens et al., 1992). La sensibilité du SC aux modifications de la valence du SI suggère une mémoire associative dynamique, où les représentations SC-SI évoluent en réponse à de nouvelles informations. Cette flexibilité mémorielle soutient l'idée d'une signification évaluative contextuellement dépendante, plutôt que d'une réponse conditionnée fixe. Ces

résultats s'alignent avec les théories de l'apprentissage par signal (Baeyens et al., 1989), qui mettent en avant une évaluation des stimuli basée sur des références contextuelles. Les associations SC-SI sont ainsi des constructions dynamiques susceptibles d'évoluer avec la perception du SI, reflétant une mémoire adaptative plutôt qu'un enregistrement statique. Cette dynamique est essentielle pour comprendre comment les informations nouvelles influencent les jugements évaluatifs et souligne le rôle de l'apprentissage référentiel dans le CE. Les observations mettent en évidence que les processus de blocage de la consolidation, via des manipulations cognitives telles que la mobilisation des ressources visuo-spatiales, permettent de moduler les associations SC-SI. Ces résultats offrent des perspectives cliniques intéressantes, notamment pour réduire la vivacité des souvenirs émotionnels dans des contextes traumatiques. Une exploration approfondie des mécanismes sous-jacents à cette mémoire dynamique et de son interaction avec les processus décisionnels est nécessaire pour affiner les modèles théoriques du CE.

2. Mémoire de la valence et conscience des contingences - Lecture associative ou propositionnelle

Les travaux de Lovibond et Shanks (2002) sur le conditionnement pavlovien ont mis en évidence que la conscience des contingences SC-SI n'est pas suffisante au succès du conditionnement. Ce sont plutôt la perception et la conscience de la valence émotionnelle du SI qui jouent un rôle déterminant. Les effets conditionnés se révèlent significativement plus marqués lorsque les participants se souviennent explicitement la valence du SI, même en l'absence de reconnaissance consciente de son identité. Ces conclusions sont étendues au CE par Stahl et al. (2009), qui montrent que la mémoire de la valence du SI peut persister indépendamment de la reconnaissance des associations SC-SI. Lors de l'évaluation de la mémoire des contingences, il est fréquent de constater que la valence du SI est mémorisée même lorsque son identité spécifique est oubliée. Cela suggère que la consolidation en mémoire favorise des informations plus abstraites ou générales, comme la valence émotionnelle, aux

dépens de détails spécifiques. Cette généralisation pourrait refléter un mécanisme adaptatif, où des représentations simplifiées permettent de préserver des réponses évaluatives en dépit de l'oubli partiel des détails associés. Le modèle de dissociation des processus (PD) de Hütter et al. (2012) illustre cette différence entre mémoire dégradée et attitudes préservées. Les résultats indiquent que la mobilisation des ressources cognitives et le mode d'apprentissage influencent fortement l'intégration des informations en mémoire. Une intégration progressive, plutôt qu'en blocs, semble cruciale pour maintenir des attitudes évaluatives, même lorsque des détails spécifiques sont omis ou altérés.

Les modèles propositionnels d'apprentissage (De Houwer, 2009 ; Mitchell et al., 2009) soulignent l'importance de la conscience explicite et des ressources cognitives dans l'intégration des relations SC-SI en MLT. Ces modèles postulent que l'établissement de propositions nécessite des ressources cognitives spécifiques : lorsque ces dernières sont mobilisées par une tâche concurrente, comme une activité visuo-spatiale, la consolidation émotionnelle peut être compromise. Nos résultats suggèrent que, bien que la relation propositionnelle entre SC et SI puisse être intégrée en MLT, la composante émotionnelle de cette relation dépend fortement de l'accessibilité des ressources cognitives. Cela est particulièrement vrai pour les stimuli visuels, où les ressources visuo-spatiales semblent critiques pour la consolidation de la valence émotionnelle. En revanche, en MCT, l'impact de cette accessibilité semble nul. Ces observations indiquent que les processus de consolidation jouent un rôle clé dans le maintien de l'effet de CE, en particulier dans des contextes où la valence émotionnelle du SI est essentielle. Les différences observées entre MCT et MLT soulignent l'importance des mécanismes cognitifs impliqués dans la mémoire déclarative et émotionnelle. Des recherches futures sont nécessaires pour clarifier l'interaction entre tâches concurrentes, ressources cognitives, et consolidation dans le cadre du CE. Une exploration

approfondie pourrait fournir une base théorique plus complète pour comprendre les mécanismes mnésiques et émotionnels du conditionnement évaluatif.

3. Tâches multiples et interférence cognitive

Les paradigmes de double tâche sont couramment utilisés pour étudier l'influence de la charge cognitive sur la formation d'associations SC-SI dans le CE. Ces paradigmes impliquent l'exécution simultanée de deux tâches, l'une servant à perturber l'apprentissage ou la consolidation de l'autre. Par exemple, des tâches telles que le calcul mental à rebours (Field & Moore, 2005) ou la répétition de chiffres (Walther, 2002) sont utilisées pour examiner comment l'interférence impacte la formation de propositions (Mitchell et al., 2009). Les résultats de ces études sont contrastés : certains travaux montrent une réduction significative de l'effet de CE sous une charge cognitive élevée (Dedonder et al., 2010 ; Pleyers et al., 2009 ; Kattner, 2012a), tandis que d'autres constatent un maintien de l'effet malgré l'interférence (Walther, 2002 ; Walther & Trasselli, 2003). Des chercheurs ont montré qu'en condition de double tâche, la charge cognitive est fortement reliée à la difficulté de la tâche, et joue un rôle dans l'effet de CE (Johnsrude et al., 1999; Brunstrom & Higgs, 2002). Une hypothèse explicative réside dans la dissociation entre processus associatifs et propositionnels. Les doubles tâches qui interfèrent spécifiquement avec la relation SC-SI, mais non avec le SC ou le SI individuellement, semblent préserver l'effet de CE via des mécanismes associatifs non propositionnels (Baeyens et al., 1989 ; Jones et al., 2009). Les résultats de l'étude 1 s'alignent avec des travaux suggérant que la charge cognitive réduit l'effet de CE en perturbant l'encodage des relations SC-SI (Mierop et al., 2020). Toutefois, notre paradigme met en évidence une distinction cruciale : bien que les doubles tâches affectent généralement l'encodage en MCT, l'interférence utilisée dans cette thèse impacte spécifiquement la transition vers la MLT. L'effet de CE reste intact en MCT mais est altéré en MLT, suggérant que la manipulation influence la consolidation, et non l'encodage initial. Les doubles tâches impliquent un apprentissage incident et non intentionnel, mobilisant

principalement des processus ascendants avec une saillance perceptive élevée. En revanche, le paradigme de cette thèse engage des processus descendants et ascendants, nécessitant des ressources cognitives plus complexes, notamment pour la mémoire de contingence et le raisonnement propositionnel. Ce cadre favorise une saturation de la mémoire de travail, entravant la consolidation des associations SC-SI en MLT sans affecter leur encodage initial. Pour Van den Hout & Engelhard (2012) c'est en raison de la sollicitation de la MDT, réduisant les ressources nécessaires à la reconsolidation, que les tâches de rappel de souvenirs permettent, si effectuées dans le même temps qu'une double tâche, de réduire la vivacité des souvenirs (Engelhard, van Uijen, & van den Hout, 2010 ; Leer, Engelhard, & van den Hout, 2014 ; van den Hout et al., 2011). Pour Gunter et Bodner (2008) cela permet une nouvelle évaluation de la mémoire ce qui a pour effet de réduire la valence de la représentation du SI. Dans l'étude précédente, la mémoire de la valence du SI a été spécifiquement altérée dans la condition visuo-spatiale, tandis que la qualité de l'association SC-SI en mémoire demeurait intacte. Ces résultats soulèvent des questions quant à leur généralisation à d'autres moments et configurations d'apprentissage. En particulier, il reste à déterminer l'impact d'une mobilisation des ressources cognitives lorsqu'elle est appliquée après l'apprentissage du CE, notamment lorsque celui-ci est structuré en blocs d'induction. L'hypothèse sous-jacente est que le timing et l'ordre des processus d'apprentissage et d'interférence jouent un rôle déterminant dans la dynamique de la consolidation. Des recherches futures devront explorer si la mobilisation des ressources cognitives après le conditionnement initial, en perturbant potentiellement la phase de consolidation, pourrait altérer différemment la mémoire de la valence du SI et la qualité de l'association SC-SI. De telles investigations permettraient d'élargir notre compréhension des mécanismes sous-jacents au CE et de la manière dont la mémoire associative peut être modulée par des facteurs contextuels et temporels.

B. Étude 2 : Mobilisation rétroactive des ressources cognitives sur la consolidation du CE

Retroactive cognitive resource mobilization on Evaluative Conditioning consolidation.

Pierre Lyon*, Thierry Kosinski, Stephane Rusinek

Department of Psychology, Univ. Lille, France

Univ. Lille, ULR 4072 - PSITEC - Psychologie : Interactions Temps Émotions Cognition, F-59000 Lille, France

*Corresponding author:

E-mail: pierre.lyon.etu@univ-lille.fr (PL)

ORCID: 0000-0002-3630-1425

Résumé

Contexte : Le CE se réfère aux changements dans l'évaluation d'un stimulus après son association avec un stimulus positif ou négatif. Il a été démontré que l'effet de CE dépend des ressources cognitives et de la mémoire. L'objectif de cette étude était d'explorer l'influence de la mobilisation des ressources cognitives sur l'apprentissage émotionnel pendant la fenêtre de consolidation de la mémoire. Plus précisément, d'examiner l'impact de cette mobilisation sur la consolidation ultérieure lorsqu'elle est effectuée après un CE.

Méthode : Les participants (n = 124) ont suivi une procédure de CE en utilisant des visages neutres comme stimuli conditionnés (SC) et des images émotionnelles comme stimuli inconditionnés (SI). Ensuite, immédiatement après, toujours pendant la fenêtre de consolidation, les participants ont été répartis aléatoirement dans l'une des trois conditions de mobilisation des ressources : visuo-spatiale, verbale, et contrôle. L'évaluation des SC a été mesurée à la fin de la procédure de conditionnement puis à nouveau après un délai de 24 heures. Après cette mesure différée, tous les participants ont complété une tâche de reconnaissance de mémoire pour déterminer les associations SC-SI.

Résultats : Un effet de CE a été observé dans les trois conditions. La mobilisation des ressources visuo-spatiales pendant la fenêtre de consolidation n'a pas altéré la valence acquise des SC lors de la mesure différée. L'effet de CE a été préservé dans toutes les conditions. La reconnaissance des associations SC-SI a été impactée par la manipulation expérimentale, uniquement dans la condition visuo-spatiale.

Conclusion : L'effet de valence du CE semble résister à la privation des ressources visuo-spatiales pendant la fenêtre de consolidation, mais pas la qualité de la mémoire associée.

Mots-clés : apprentissage émotionnel ; conditionnement évaluatif ; ressources cognitives ; mémoire ; consolidation.

Abstract

Background: Evaluative Conditioning (EC) refers to changes in the evaluation of a stimulus after its association with a positive or a negative stimulus. EC effect has been shown to depend on cognitive resources and memory. The objective of this study was to explore the influence of cognitive resource mobilization on emotional learning during the memory consolidation window. More specifically, to investigate the impact of such mobilization on subsequent consolidation when performed after an evaluative conditioning (EC).

Methods: Participants (n = 124) underwent an EC procedure using neutral faces as conditioned stimuli (CS) and emotional pictures as unconditioned stimuli (US). Then, immediately afterward, still during the consolidation window, participants were randomly assigned to one of three resource mobilization conditions: visuospatial, verbal, and control. Evaluation of the CS was measured at the end of the conditioning procedure and again after a 24-hour delay. Following this delayed measurement, all participants completed a memory recognition task to determine CS-US associations.

Results: An EC effect was observed in all three conditions. Mobilizing visuospatial resources during the consolidation window did not alter the acquired valence of the CS in the delayed measurement. The EC effect was preserved in all conditions. Recognition of CS-US associations was impacted by the experimental manipulation, only in the visuospatial condition.

Conclusions: The valence effect of EC appears to withstand the deprivation of visuospatial resources during the consolidation window but not the quality of the associated memory.

Keywords: emotional learning; evaluative conditioning; cognitive resources; memory; consolidation.

Introduction

The temporal interference model proposed by Wixted (2004) highlights the impact of the timing between learning sessions on memory consolidation and interference. Lipp et al. (2010) suggest that these evaluative judgments be integrative based on history, time-dependent: based on recent events in the form of momentary temporary judgments. The context or time would organize learning as a flexible history depending on demands.

Interference theory predicts that if new information is introduced before the stabilization of the initial association, it can alter synaptic and systemic consolidation, weakening the mnemonic trace. Therefore, introducing new stimuli after a conditioning phase can disrupt the consolidation of previously learned associations. Studies on memory neuroplasticity emphasize that memory malleability is possible up to 6 hours after the event, corresponding to the consolidation window (Nader, 2003; Walker et al., 2003). Based on this principle, researchers like McGaugh (2000) have worked directly on protein synthesis through a moderating agent to study consolidation mechanisms.

Although memory becomes much more resistant to interference over time (Dudai et al., 2015; McGaugh J. L, 2000), Nader et al. (2000) proposed a reconsolidation theory suggesting that each time a memory is reactivated, it is in a labile state, open to modifications. The majority of research on blocking reconsolidation has been conducted using a pharmacological agent that blocks protein synthesis (Pigeon et al., 2022). Interference caused by new learning is another way to block reconsolidation (Forcato, Argibay, Pedreira, & Maldonado, 2009; Schiller et al., 2010).

Authors have also studied blocking the consolidation of aversive memories to decrease involuntary memories. A visuospatial working memory (WM) task performed immediately after emotional learning, retroactive interference, shows a decrease in intrusive memories (Deeprose et al., 2012). Proactive interference allows an old memory to prevent the recording of new information. Retroactive interference allows retaining new information at the expense

of older information. Researchers use retroactive interferences as tools to generalize learning, aiming to modify the strength of initial learning (Glautier, Elgueta, & Nelson, 2013). This can be observed, for example, in studies using retrieval cues (Brooks & Bouton, 1993) or habituation to context changes (Bouton, Garcia-Gutierrez, Ziliski & Moody, 2006). For instance, with focused-attention induction, researchers have shown that initial learning could be reduced, decreasing the recovery from retroactive interference, thus favoring second-order learning (Miller et al. 2014). Playing a visuospatial computer game, like "Tetris" (Pajitnov & Nelson, 2008), leads to this same decrease (e.g., Holmes et al., 2009), even if the retroactive interference task is performed 30 minutes later or 4 hours later (Holmes et al., 2010). For example, Holmes et al. (2010) and Iyadurai et al. (2018), after exposing participants to negative emotional content, mobilized participants' visual resources via a visuospatial task, to limit the amount of resources allocated to the consolidation of visual aspects of memory.

It is known that cognitive resources impact consolidation with blocking procedures (e.g., Martini et al., 2017, 2018; Varma, 2017). It is reasonable to expect that blocking the consolidation of certain resources could subconsciously influence encoding, thus affecting the proposal mechanism at the time of retrieval (De Houwer, 2009).

As reported in the preceding article, EC effects were consistently observed across all conditions immediately after conditioning, indicating that the short-term acquisition of stimulus valence was preserved. However, 24 hours later, the EC effect had disappeared in the visuospatial condition, while it remained intact in the control and verbal groups, suggesting that mobilizing visuospatial resources selectively disrupted the consolidation of emotional valence.

Study 2 adopts the paradigm of Study 1, with the main difference lying in the sequence order, featuring an EC in one block followed by interference also in one block to perform

retroactive interference. The second difference is the addition of neutral US for more comparisons.

Method

Participants

Out of the 150 completed both experimental phases, 124 adhered to a one-day delay (had to wait one night but not exceed this limit) between the two phases (mean delay M = 24 hours and 24 minutes; SD = 3 hours and 46 minutes). Out of the 124 participants, 73 were women (mean age M = 31.10; SD = 15.35). The entire experiment was conducted online using Inquisit web software (Inquisit 6 [Computer software], 2022, retrieved from https://www.millisecond.com) on a voluntary and unpaid basis. Participants were recruited through social networks and were asked to express their willingness to participate. At the beginning of the experiment, participants received and accepted informed consent. The study was conducted in accordance with the principles outlined in the Declaration of Helsinki and complied with French legislation. Participants were over 18 years old and fluent in French.

Design

The experimental design employed a 3 (condition: visuo-spatial task, verbal task, control task) x 3 (CS type: CS+, CS0, CS-) x 2 (time of measurement: phase 1, phase 2) mixed design. The first factor was manipulated between participants, while the others were manipulated within participants. Random assignment of participants to the different conditions was conducted.

Conditioned Stimuli (CS): For the CS, twelve caucasian-type male face pictures were utilized from the Minear and Park (2004) database, each of which portrayed a neutral affective

state. During the conditioning and the recollection task, the CSs consistently appeared on the left side of the screen, while during the rating task, it appeared in the center of the screen.

Unconditioned Stimuli (US): The USs consisted of twelve pictures obtained from the International Affective Picture System (IAPS) database (Bradley & Lang, 2017). These pictures included 4 aversive pictures (e.g., anti-social behavior like a knife attack), 4 positive pictures (e.g., a man surfing), and 4 neutral pictures (e.g. a person with a neutral expression in a store). The positive and negative USs differed in valence but elicited equivalent emotional arousal. The USs consistently appeared on the right side of the screen. (Refer to the appendix for the corresponding IAPS numbers of the images.)

Procedure

At the beginning of the experiment, participants were provided the same information for all three studies.

Phase 1

Evaluative Conditioning Task. During this task, pictures were displayed on the screen, with each picture occupying 2/5th of the participant's screen. Unconditioned stimuli (USs) and conditioned stimuli (CSs) were paired using an Evaluative Conditioning procedure. Each participant was confronted to phase 1 in a pseudo-random manner. For the same participant, each CS is affiliated to a single US and will be kept along the EC. Randomization of the CS-US pairs avoid a possible intrinsic valence effect of the CS. Four CSs were paired with a positive US, 4 CSs were paired with a negative US and 4 CSs were paired a neutral US. For each trial a CS-US pair was presented, the CS appeared on the left side of the screen alone for 500 milliseconds. Then the US appears to the right side of the screen, next to the CS, for 1500

milliseconds. A 1000 ms Inter-Trial Interval (ITI) followed each conditioning trial. During the ITI, the screen remained black. Each pair was presented 5 times in random order, for a total of 72 trials. Participants were then asked to rate each CS (presented alone in random order) on a scale ranging from 1 (very negative) to 9 (very positive). After having evaluated the CSs for the first time, the participants were distributed randomly in each of the visuospatial, verbal or control conditions for a period of 10 minutes (see above). The aim was to test the influence of a task mobilizing visual, verbal or non-mobilizing resources on the consolidation of the emotional memory and valence of associations. Each condition had a duration of 10 minutes. Evaluative Conditioning task is depicted in figure 11.

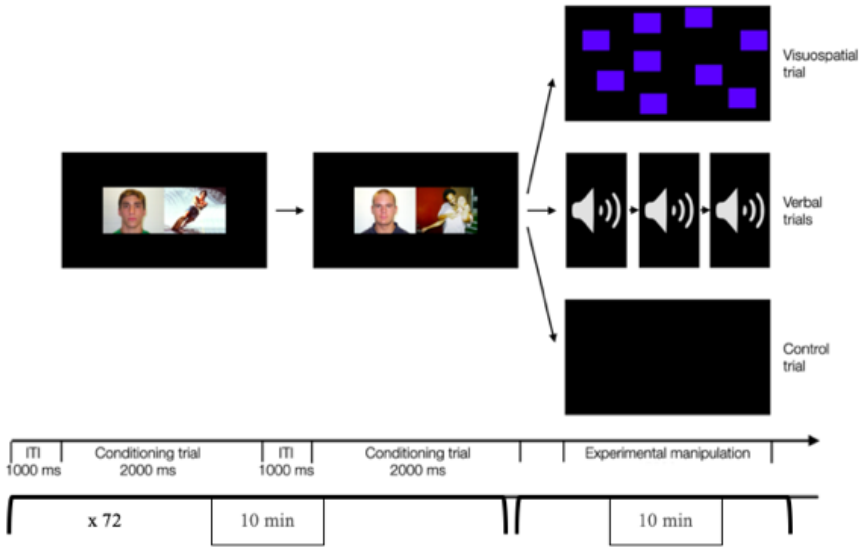


Figure 11: Experimental design

Visuospatial task: The Corsi task used was the same in all three studies, except that it was designed to last for 10 minutes in studies 2 and 3. The average length of the longest depicted sequence was M = 11.93, SD = 2.02. The average maximum correct trial length was M = 7.13, SD = 1.05.

Verbal task: The rhyme judgment task used was the same in all three studies, except that it was designed to last for 10 minutes in studies 2 and 3. The average length of the longest depicted sequence was M = 105.16, SD = 16.08. The average maximum correct trial length was M = 91.39, SD = 5.49. As the pre-test revealed that the average duration of a verbal trial was three times shorter than the average duration of a visuospatial trial, three verbal trials were inserted between conditioning trials to match the average duration of visuospatial manipulation.

Control task: During this task, participants were instructed to refrain from engaging in any specific activity and to remain inactive for 10 minutes in the absence of any stimulation. The screen remained black and did not require the allocation of dedicated working memory resources, whether verbal or visuo-spatial.

Short term valence measurement. Immediately after the conditioning (and manipulation) phase, participants were then asked to rate each CS on a Liking scale ranging from 1 (very negative) to 9 (very positive). CSs were presented individually in random order in the center of the screen. Each trial was separated by an intertrial interval of 500 milliseconds.

At the end of the first phase, participants received a link and were invited to connect to it 24 hours later for the second part of the experiment.

Phase 2

Participants entered their anonymization code and read the instructions, which requested them to turn off their phones for 5 minutes, eliminate distractions, and emphasized their ability to stop the experience at any time. Once they felt ready, they could proceed to the next step.

Long term valence measurement. Participants performed a valence measurement task under the same conditions as in phase 1.

Following that, they completed in a memory task called a recollection task.

Recollection task: At each trial, a CS was presented individually on the left side of the screen. The 12 USs were displayed on the right side of the screen. Participants had to indicate, for each CS, which US they had been associated with 24 hours earlier. They could also choose the answer "I don't know". CSs were presented in random order. Each trial was separated by an intertrial interval of 500 milliseconds.

Finally, participants were thanked and provided with a brief debriefing text without financial compensation.

Results

EC effects

Overall analyses

A three-way ANOVA with CS type (CS+, CS0, CS-), condition (control, visual, verbal) and, measurement time (phase 1 for the first phase; phase 2 for the second phase) as independent variables and CS type as dependent variable. This analysis revealed a **main effect of CS type**, $F(2, 242) = 67.829$; $p < .001$; $\eta^2_p = .359$. The results also showed **a main effect of measurement time**, $F(1, 121) = 6.760$; $p < .01$; $\eta^2_p = .053$. No main effect of the type of task was found $F(2, 121) = .892$; $p = .412$. Importantly**, a second order interaction effect was found between CS type, measurement time and type of task**, $F(4, 242) = 2.563$; $p = .039$; $\eta^2_p = .041$. No other interaction was found. Neither between CS type and type of task, $F(4, 242) = .354$; $p = .841$, nor between measurement time and type of task, $F(2, 121) = .503$; $p = .606$, nor between CS type and measurement time, $F(2, 242) = .1.408$; $p = .247$.

EC effect in phase 1

We conducted an ANOVA with CS type (CS+, CS0, CS-), and type of task (control, visuo-spatial, verbal) as independent variables, and valence rating on phase 1 as dependent variable. This analysis revealed a **main effect of CS type**, $F(2, 242) = 55.722$; $p < .001$; $\eta^2_p = .315$. However, no main effect of type of task was observed $F(2, 121) = .354$; $p = .703$. We found no interaction between the CS Type and task type variables, $F(4, 242) = 1.091$; $p = .362$. Results are depicted in figure 12.

The main effect of CS Type revealed that the rating of valence for CS+ and CS0 was both significantly higher than CS-. Actually, CS0 was significantly higher than CS-, respectively $M = 5.498$, $SD = .985$ and $M = 4.079$, $SD = 1.374$, $t(121) = 8.703$, $p < .001$, $d = 1.236$, $ES = .166$; and CS+, $M = 5.365$, $SD = 1.120$, was also significantly higher than CS-, $t(121) = 7.608$, $p < .001$, $d = 1.127$, $ES = .174$. No rating difference was found between CS+ and CS0, $t(121) = -1.197$, $p > .05$, $d = -.109$, $ES = .107$. The absence of interaction between CS Type and Condition indicated that this effect was not affected by the condition in phase 1.

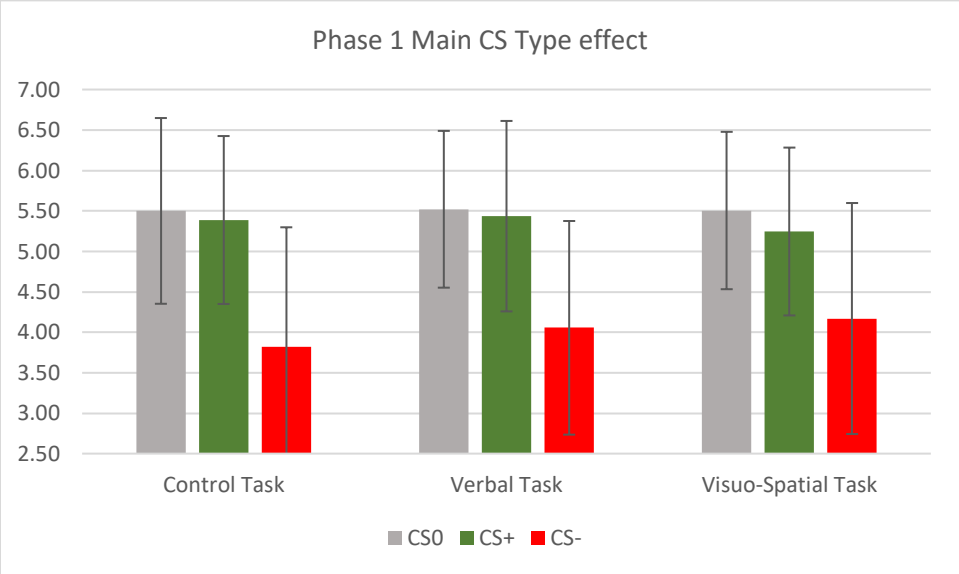


Figure 12: Average of CS evaluations in phase 1

EC effect in phase 2

We conducted an ANOVA with CS type (CS+,CS0, CS-), and type of task (control, visuo-spatial, verbal) as independent variables, and valence rating on phase 2 as dependent variable. This analysis revealed a main effect of CS type, $F(2, 242) = 56.580$; $p < .001$; $\eta^2_p = .319$. Also, no main effect of Type of Task was found, $F(2, 121) = 1.275$; $p = .283$. Nether a significant interaction effect between CS Type and type of task, $F(4,242) = .284$; $p = .888$. Results are depicted in figure 13.

The main effect of CS Type revealed that the rating of valence for CS+ and CS0 was both significantly higher than CS-. Actually, CS0 was significantly higher than CS-, respectively $M = 5.306$, $SD = .948$ and $M = 4.038$, $SD = 1.252$, $t(121) = 9.340$, $p < .001$, $d = 1.170$, $ES = .135$; and CS+, $M = 5.214$, $SD = .997$, was also significantly higher than CS-, $t(121) = 7.835$, $p < .001$, $d = 1.084$, $ES = .149$. No rating difference was found between CS+ and CS0, $t(121) = -.848$, $p > .05$, $d = -.086$, $ES = .109$. The absence of interaction between CS Type and type of task indicated that this effect was not affected by the condition in phase 2.

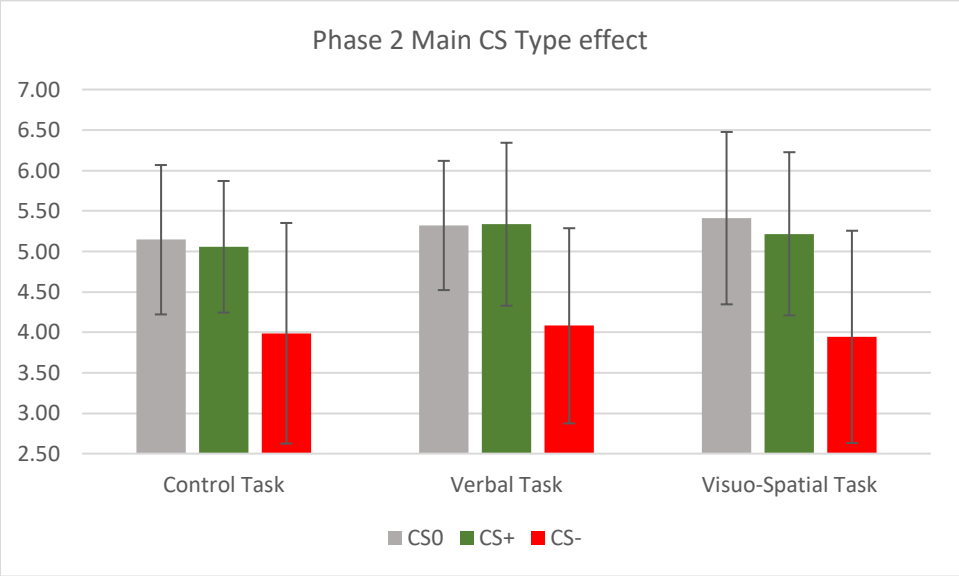


Figure 13: Average of CS evaluations in phase 2

The **second-order interaction effect between CS Type, Measurement Time and Type of task** revealed no difference for Control tasks for CS- between phase 1, M = 3.750, SD = 1.492 and phase 2, M = 3.949, SD = 1.312, t(121) = -1.069, p > .05, d = -.176, ES = .186, nor for Verbal tasks for CS- between phase 1, M = 4.125, SD = 1.213 and phase 2, M = 4.165, SD = 1.146, t(121) = -.244, p > .05, d = -.035, ES = .163, neither for Visuo-Spatial tasks for CS- between phase 1, M = 4.277, SD = 1.412 and phase 2, M = 3.984, SD = 1.320, t(121) = 1.837, p > .05, d = .261, ES = .160. The analysis revealed also no difference for Control tasks for CS0 between phase 1, M = 5.522, SD = 1.027 and phase 2, M = 5.140, SD = .919, t(121) = 5.323, p > .05, d = 1.206, ES = .255, nor for Verbal tasks for CS0 between phase 1, M = 5.460, SD = .937 and phase 2, M = 5.324, SD = .820, t(121) = .967, p > .05, d = .121, ES = .141. Also, no significant difference was found for Visuo-Spatial tasks for CS0 between phase 1, M = 5.516, SD = 1.020 and phase 2, M = 5.413, SD = 1.077, t(121) = .749, p > .05, d = .092, ES = .138. The analysis revealed also no difference for Control tasks for CS+ between phase 1, M = 5.426, SD = 1.081 and phase 2, M = 5.029, SD = .843, t(121) = 2.882, p > .05, d = .353, ES = .138, nor for Verbal tasks for CS+ between phase 1, M = 5.460, SD = 1.193 and phase 2, M = 5.358, SD = 1.036, t(121) = .844, p > .05, d = .091, ES = .121. Also, no significant difference was found for Visuo-Spatial tasks for CS+ between phase 1, M = 5.228, SD = 1.085 and phase 2, M = 5.212, SD = 1.061, t(121) = .138, p > .05, d = .014, ES = .118. By comparing the conditions, no difference in CS between phase 1 and phase 2 was obtained. This confirms the absence of a main effect of the task, and of an interaction with the time of measurement and with the type of CS. However, when comparing the evaluations of different CS within the same condition between the two time points, a significant difference was obtained. Indeed, the differences in evaluation between CS0 and CS+ are the same across all conditions between phase 1 and phase 2 (statistically non-different), as well as the differences between all conditions for CS- and CS0 (statistically different). However, for the Visuo-Spatial condition, regarding CS+ and CS-, the

effects show in phase 1 that no significant difference exists between the two evaluations, t(121) = 3.366, p = .086, d = .845, ES = .283, and a significant difference is observed in phase 2, t(121) = 5.065, p < .001, d = 1.091, ES = .242. The significant differences remain unchanged for the control and verbal conditions.

Contingency memory

An ANOVA was carried out with CS type factor (CS+, CS0, CS-), and type of task (control, visuo-spatial, verbal) as independent variables and on the correctly recalled pairs as dependent variable. A main effect of CS type on contingency memory was found, F(2,242) = 27.750; p < .001; η^2_p = .187. Also, no main effect of Type of Task, F(2, 121) = 1.779; p = .173. First order interaction effect was found between CS type and task type, F(4,242) = 2.908; p = .022; η^2_p = .046. Results are depicted in figure 14.

The main effect of CS type revealed that, overall, the mean recovery for CS0/US pairs was significantly greater, M = .381, SD = .299 compared to CS+/US pairs M = .289, SD = .266, t(123) = 3.350, p < .001, d = .301, ES = .099, both greater than CS-/US pairs M = .192, SD = .231, respectively t(123) = 6.814, p < .001, d = .612, ES = .112, and t(123) = 3.756, p < .001, d = .337, ES = .107. Also, this effect was influenced by condition.

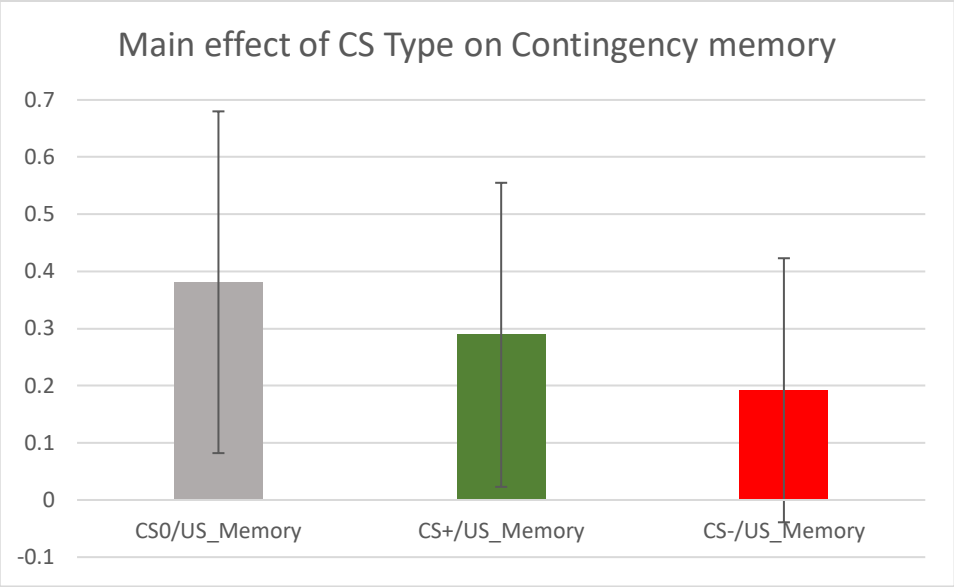


Figure 14: Main effect of CS Type on Contingency memory

The CS Type x Type of Task interaction was explored (figure 15) by conducting repeated measure t-test comparisons of CS+, CS0 and CS- ratings separately for the three conditions. The analysis of Control condition revealed a better recall for CS+/US, M =.357; SD = .248 over CS-/US, M = .165; SD = .209, $t(121) = 3.953$, $p < .005$, $d = .730$, ES = .049. Also for CS0/US, M =.479; SD = .306 over CS-/US, $t(121) = 6.139$, $p < .001$, $d = 1.192$, ES = .051. However, no CS/US difference for recall between CS0/US, over CS+/US, $t(121) = 2.326$, $p > .05$, $d = .462$, ES = .052.

The analysis of Verbal condition revealed a better recall for CS0/US, M =.394; SD = .297 over CS-/US, M = .205; SD = .218, $t(121) = 3.870$, $p < .005$, $d = .870$, ES = .059. However, no CS/US difference for recall between CS+/US, M =.277; SD = .289 over CS-/US $t(121) = 1.687$, $p > .05$, $d = .276$, ES = .043. Also, no CS/US difference for recall between for CS0/US over CS+/US, $t(121) = 2.537$, $p > .05$, $d = .443$, ES = .046.

The analysis of Visuospatial condition revealed no CS/US difference for recall between CS+/US, M =.250; SD = .251 over CS-/US, $t(121) = 1.193$, $p > .05$, $d = .189$, ES = .042. Neither

for CS0/US, M =.296; SD = .277 over CS-/US, M = .200; SD = .260, t(121) = 2.171, p > .05, d = .362, ES = .044. Also for CS0/US over CS+/US, t(121) = .874, p > .05, d = .869, ES = .045.

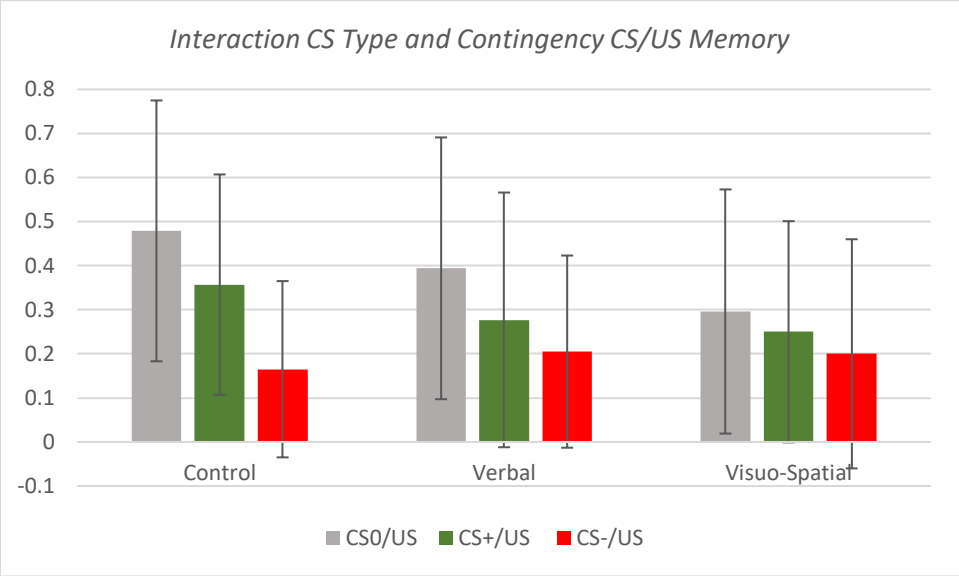


Figure 15: Interaction CS Type and Contingency CS/US Memory

Discussion

The present research aimed to investigate the impact of a consolidation blocking procedure on the EC effect. An EC effect was observed in all three conditions in STM. Contrary to our hypotheses, the mobilization of visuospatial resources during the consolidation window did not eliminate the acquired valence of CSs in the delayed measure in LTM. The EC effect was preserved in all conditions, indicating that the experimental procedure had no detectable effect on affective evaluations. However, contingency awareness was affected by the manipulation. A significant interaction emerged between task condition and CS type: in the visuospatial condition, the usual distinctions between positive and negative stimuli, as well as between neutral and positive stimuli, were no longer observed.

In contrast with our previous findings, the current study did not replicate the selective disruption of EC effects in the visuospatial condition. While the initial conditioning was

effective across all groups, with CS+ and CS0 rated more positively than CS−, no significant difference emerged between conditions in the delayed phase, and the visuospatial task failed to alter the long-term consolidation of emotional valence. These results suggest that, despite using the same interference manipulation, the sequence and structure of exposure, particularly the use of blocked rather than interleaved interference, may critically influence the efficacy of visuospatial tasks in disrupting consolidation. This highlights the sensitivity of the consolidation window to task timing and contextual dynamics, and suggests that further parametric investigation is required to delineate the conditions under which consolidation interference is effective.

One possible explanation for the absence of disruption in affective consolidation lies in the structural differences between the two paradigms. In contrast to our earlier design, where interference trials were interleaved with conditioning, the present procedure introduced interference in a temporally distinct, blocked phase. This may have reduced temporal overlap between encoding and interference, allowing affective associations to stabilize before the task began. The preserved EC effect thus reinforces the idea that interference timing plays a key role in determining its impact on memory.

Interestingly, although valence ratings remained stable, contingency memory was selectively affected in the visuospatial condition. Participants in this group no longer reliably distinguished CS–US pairings, indicating a potential dissociation between affective memory and associative awareness. This finding suggests that while the emotional impression of the stimuli was retained, the precise relational knowledge linking CS and US was more vulnerable to disruption.

This dissociation is particularly relevant in light of theoretical models that distinguish between associative and affective components of memory. While EC effects are often interpreted as evidence of associative learning (De Houwer, Thomas, & Baeyens, 2001), the current results indicate that the affective trace can remain intact even when contingency memory is compromised. This observation has potential implications for therapeutic strategies aiming to weaken pathological memories while preserving factual knowledge, as in the treatment of PTSD.

Moreover, the asymmetry observed across stimulus types could be influenced by the nature of the USs used. Positive USs in this study may have required more inferential processing than negative ones, which often rely on more direct and homogeneous cues. This difference in cognitive demand could have influenced how readily each type of US was consolidated, and how sensitive it was to disruption. Previous research (Baumeister et al., 2001; Sperlich & Unkelbach, 2024) supports the idea that negative stimuli, being more salient and less ambiguous, form more robust memory traces.

This perspective aligns with broader ecological accounts of memory bias, suggesting that stimulus properties, perceptual demands, and contextual frequency jointly shape how memories are encoded and maintained. Furthermore, perceptual style, global for positive stimuli, local for negative, may also modulate the effectiveness of visuospatial tasks in disrupting consolidation (Ostaszewski & Klonowicz, 1998).

Taken together, these findings emphasize the complexity of memory consolidation processes. They underscore that disrupting memory is not only a matter of task modality or resource engagement, but also of when and how interference is introduced relative to learning.

Future research should systematically manipulate task structure, delay, and the nature of encoded material to map the precise boundary conditions of consolidation interference.

Conclusion

In summary, while this study did not reproduce the selective disruption of emotional valence observed in our previous work, it revealed a dissociation between affective and contingency memory under blocked interference conditions. This highlights the need for more fine-grained experimental designs to disentangle the mechanisms of emotional memory consolidation and their vulnerability to cognitive modulation. These observations could have significant clinical implications, as interventions to limit the emotional charge of an event could be enlisted as protective factors against emotionally charged memories.

1. Impact de la mobilisation cognitive sur la consolidation des associations SC-SI

Dans l'étude 2, la mobilisation des ressources visuo-spatiales a potentiellement empêché la consolidation du lien SC-SI en saturant les mécanismes cognitifs responsables de cette phase. Ce phénomène pourrait s'expliquer par une interférence avec la mémoire de travail visuo-spatiale, spécifiquement le visual cache ou l'inner scribe (Baddeley & Logie, 1999). Une charge visuelle continue peut perturber le stockage temporaire et empêcher le rafraîchissement des traces mnésiques en mémoire tampon épisodique (Baddeley, 2003). Ces observations suggèrent que le blocage de la consolidation dépend de la nature des stimuli et des modalités de la tâche. L'utilisation d'outils comme le suivi oculaire pourrait confirmer cette hypothèse en mesurant l'attention visuelle portée aux stimuli, et par exemple un TMT-A (trail making test) pour l'attention cognitive visuelle. Une hypothèse alternative est que la distraction post-encodage a altéré la qualité du rappel en affectant spécifiquement les stimuli visuo-spatiaux. Des travaux comme ceux de Martini et al. (2019) montrent que les distractions influencent

différemment les performances selon l'âge et la nature des stimuli. Dans leur étude, les participants âgés bénéficiaient davantage de périodes de repos post-encodage, alors que les distractions réduisaient leurs capacités mnésiques. Cette variabilité pourrait s'appliquer aux effets observés dans l'étude 2, où les distractions semblent avoir davantage affecté les stimuli visuo-spatiaux que ceux de nature différente. Ainsi, la distraction pourrait agir de manière sélective, reproduisant des résultats similaires à ceux obtenus dans des conditions de repos. Depuis Müller & Pilzecker (1900), il est établi que la mémoire est affectée par la période entre l'apprentissage et le rappel. Des études contemporaines confirment que le repos post-encodage réduit l'oubli par rapport aux conditions impliquant une tâche de distraction exigeante (Dewar et al., 2012 ; Craig & Sala, 2015). La distraction interfère particulièrement avec la mémoire si elle est introduite immédiatement après l'encodage, lorsque la trace mnésique est encore instable (Wixted, 2004). Cependant, Varma et al. (2017) montrent que le simple ajout de repos n'améliore pas systématiquement la consolidation à long terme, suggérant que la qualité de la consolidation dépend aussi de la nature des stimuli et de leur traitement initial. Dans les études 1 et 2, les variations des résultats semblent liées à l'ordre d'apprentissage et au moment des interférences. Ces résultats suggèrent que l'effet des distractions pourrait être modulé par la nature des stimuli de la tâche distractrice. Une exploration systématique du rôle du timing, notamment en comparant des paradigmes de repos et de distraction pour des stimuli visuo-spatiaux et non visuo-spatiaux, pourrait éclairer davantage les mécanismes en jeu. Ces investigations devraient également tenir compte de facteurs tels que l'âge, comme le démontrent les résultats de Martini et al. (2019), pour mieux comprendre les interactions entre interférence, consolidation et nature des stimuli.

2. Influence du timing sur l'apprentissage SC-SI

Les effets du timing sur l'apprentissage associatif SC-SI sont bien établis, comme en témoignent les travaux pionniers de Pavlov (1927). Différents types de conditionnement

temporel ont été identifiés, chacun ayant des implications distinctes pour la force des réponses conditionnées. Par exemple, le conditionnement différé (où le SC précède et coïncide avec le SI) génère des réponses conditionnées plus robustes que le conditionnement à trace (SC suivi par SI après un intervalle), tandis que le conditionnement simultané (SC et SI présentés ensemble) et le conditionnement rétroactif (SI présenté avant le SC) produisent des réponses plus faibles, voire absentes. Ces observations, corroborées par Rescorla (1988), soulignent l'importance critique du timing pour l'efficacité des associations SC-SI. Dans cette thèse, nous avons manipulé l'ordre des phases expérimentales sans modifier les contingences temporelles associatives entre SC et SI, maximisant ainsi les chances d'obtenir des réponses évaluatives significatives. Cependant, cette approche laisse une ouverture pour des recherches futures explorant les effets des différents types de conditionnement temporel dans le CE. Les travaux récents de Corneille et Mertens (2020) indiquent que le CE pourrait partager des mécanismes spécifiques avec le conditionnement pavlovien, notamment en ce qui concerne la sensibilité au timing. Le modèle d'interférence temporelle de Wixted (2004) offre un cadre explicatif pertinent pour comprendre l'impact du timing sur la consolidation mnésique et les interférences. Selon ce modèle, des apprentissages rapprochés dans le temps peuvent provoquer un chevauchement des traces mnésiques, entraînant une compétition pour les ressources cognitives nécessaires à la consolidation synaptique (modifications à court terme) et systémique (réorganisation neuronale à long terme). Une introduction prématurée de nouvelles informations peut affaiblir les traces mnésiques associatives SC-SI, diminuant leur force et leur durabilité. Cela est particulièrement pertinent pour l'effet de CE, où la robustesse des associations est cruciale pour maintenir l'impact évaluatif. Les résultats obtenus suggèrent que le timing, à la fois dans les contingences SC-SI et dans les phases expérimentales, est un facteur clé pour optimiser l'apprentissage et la consolidation dans le CE. Par exemple nous savons que le mode de présentation des stimuli (simultané ou séquentiel) influence la force du CE et la

mémoire explicite. C'est à dire qu'une présentation simultanée favorise un encodage intégré, tandis qu'une présentation séquentielle renforce l'encodage individuel (Hütter & Sweldens, 2013 ; Stahl & Heycke, 2016). De plus, des appariements SC-SI espacés dans le temps produisent des effets de CE plus marqués que des présentations prolongées et continues (Richter & Gast, 2017). De même, nous savons que l'effet de CE est amplifié lorsque l'attention se concentre sur les stimuli ou leur valence, mais diminue lorsque l'attention est détournée vers des éléments non pertinents (Corneille et al., 2009 ; Gast & Rothermund, 2011). Ces observations corroborent l'idée que les niveaux de traitement, tels que proposés par Craik & Lockhart (1972), influencent non seulement le contenu de la mémoire mais également la dynamique des interactions entre conscience, attention, et contingences SC-SI. Une exploration des parallèles entre les mécanismes temporels du conditionnement pavlovien et ceux du CE pourrait enrichir la compréhension théorique des processus associatifs et propositionnels impliqués. Les recherches montrent que les contextes temporels permettent de résoudre l'ambiguïté entre plusieurs modalités concurrentes. Par exemple, Bouton (1997) suggère que les associations acquises dans des contextes différents peuvent être récupérées sélectivement en fonction du contexte activé. Matute et al. (2011) complètent cette vision en démontrant que les contextes temporels ne se limitent pas aux stimuli physiques mais incluent des représentations flexibles qui évoluent avec le temps. De plus, l'intégration des modèles mnésiques comme celui de Wixted dans les paradigmes expérimentaux permettrait d'évaluer plus précisément comment la compétition temporelle et les interférences influencent les associations SC-SI.

3. Les caractéristiques des stimuli sur l'apprentissage SC-SI

Dans les deux études, les SI ont été sélectionnés sur la base de leur valence émotionnelle, sans prendre en compte les coûts cognitifs nécessaires à leur identification. Cela soulève la question d'une éventuelle influence des propriétés cognitives des stimuli sur

l'encodage et la consolidation des associations SC-SI. Les SI négatifs utilisés présentaient une nature explicite et homogène (e.g., scènes d'agression impliquant deux hommes, dont deux avec un couteau), nécessitant peu de ressources pour en extraire la valence. En revanche, les SI positifs, plus variés (e.g., ski, parachutisme, surf), reposaient sur une interprétation inférentielle, mobilisant davantage de ressources cognitives de haut niveau pour accéder à leur sens positif. Ces différences pourraient influencer la dynamique de l'apprentissage associatif. Les stimuli neutres, bien qu'ayant une valence absente ou minimale, pourraient avoir activé eux-mêmes une fonction de recherche visuo-spatiale pour identifier leurs caractéristiques. Ainsi, les SI négatifs, explicites et homogènes, facilitaient une acquisition systématique de la valence émotionnelle, mais pouvaient inhiber l'apprentissage des détails non émotionnels des associations SC-SI. À l'inverse, les SI positifs, distincts et plus coûteux cognitivement, favorisaient un encodage plus détaillé mais moins systématique des associations SC-SI. Ces observations sont cohérentes avec le modèle de Bouton (1993), selon lequel les associations SC-SI pourraient devenir contextuellement spécifiques en fonction de la nature des stimuli et des coûts cognitifs associés. Le modèle de Bouton (1993) permet d'illustrer les implications des coûts cognitifs sur l'apprentissage SC-SI. Les SI négatifs (coût cognitif faible) favorisent une généralisation de la stratégie de récupération, privilégiant des caractéristiques de surface (e.g., valence explicite) au détriment des détails. Les SI positifs (coût cognitif élevé) pourraient renforcer une dépendance contextuelle plus forte en raison de la mobilisation accrue des ressources cognitives nécessaires à leur encodage. Le blocage de la consolidation, tel que testé dans nos études, aurait alors agi pour libérer cette dépendance contextuelle en réduisant les biais d'encodage liés à la nature des stimuli. Les stimuli négatifs sont généralement associés à une empreinte mnésique plus forte, en raison de leur impact plus marqué sur l'attention, la mémoire et la prise de décision (Baumeister et al., 2001). Des auteurs pensent que cela proviendrait d'une plus grande fréquence des éléments à caractère positif dans l'environnement (Unkelbach et al.,

2019), l'organisme serrait plus enclin à focaliser de l'attention sur les stimuli négatifs ce qui amène à favoriser la mémoire des éléments négatifs plutôt de que positifs. Sperlich et Unkelbach (2024) proposent une explication cognitivo-écologique qui suppose que l'interaction des processus cognitifs et des propriétés structurelles de l'écologie déterminent le biais. La stratégie de mémorisation dépendrait alors du contexte puisque les inversions sont possibles (Alves & Bueno, 2017). Selon Sperlich et Unkelbach (2024), un biais de positivité ou de négativité émerge lorsqu'il y a rareté du caractère positif ou négatif. Aucun biais de négativité ou de positivité ne devrait émerger lorsque les informations positives et négatives sont également fréquentes (ce qui semble le cas dans la quasi majorité des protocoles expérimentaux en CE). Cependant, ce biais de négativité pourrait refléter une empreinte émotionnelle globale, englobant des informations de surface, plutôt qu'un encodage détaillé ou directionnel. Cela contraste avec les stimuli positifs, qui pourraient consommer davantage de ressources cognitives pour l'interprétation contextuelle, nuisant à la mémoire de travail spatiale (Li et al., 2020). Ces observations sont cohérentes avec des études montrant que les émotions négatives favorisent un traitement visuel focalisé sur les détails, tandis que les émotions positives induisent un traitement global (Ostaszewski & Klonowicz, 1998). Les résultats suggèrent que les caractéristiques des stimuli, au-delà de leur valence émotionnelle, influencent les dynamiques d'encodage et de consolidation. Les futurs travaux devraient examiner la manière dont les coûts cognitifs et les propriétés perceptives des SI influencent la qualité et la direction des associations SC-SI. Par exemple, en utilisant des mesures électrophysiologiques, il serait possible d'évaluer comment la valence émotionnelle module l'allocation des ressources attentionnelles et la récupération mnésique dans des contextes impliquant des stimuli visuo-spatiaux ou verbaux (Li et al., 2020). De telles approches permettraient de clarifier les mécanismes par lesquels la nature explicite ou inférentielle des SI influence l'apprentissage associatif et la généralisation des apprentissages.

Les résultats de l'étude 1 suggèrent que la mobilisation des ressources visuo-spatiales a bloqué la consolidation de la valence émotionnelle du SI sans affecter directement la consolidation de l'effet de CE dans la condition visuo-spatiale, alors que l'étude 2 met en évidence une préservation de cette consolidation, avec un impact marqué sur la qualité des associations SC-SI. Ces observations soulignent l'importance de l'allocation des ressources cognitives visuo-spatiales pendant et après la période de conditionnement. Une question critique demeure : la privation de ces ressources avant le CE, c'est-à-dire avant même l'entrée dans la fenêtre de consolidation, pourrait-elle suffire à altérer la consolidation ou la qualité des associations SC-SI ?

En privant les participants de leurs ressources cognitives visuo-spatiales en amont du CE, plusieurs scénarios sont envisageables. Il peut y avoir altération directe de la valence du SI ; si les ressources cognitives visuo-spatiales sont indispensables pour encoder et traiter efficacement la valence émotionnelle du SI, leur privation pourrait entraîner une diminution de l'intensité émotionnelle perçue. Cela impliquerait que l'effet de CE repose en partie sur une intégration perceptive et affective qui mobilise ces ressources. Il peut y avoir un impact sur la qualité des associations SC-SI ; l'indisponibilité des ressources visuo-spatiales pourrait perturber l'établissement initial des liens associatifs entre le SC et le SI, indépendamment de la valence perçue. Cela réduirait la cohérence et la robustesse des associations en mémoire, compromettant leur consolidation ultérieure. La privation des ressources cognitives avant l'encodage initial pourrait influencer l'encodage sensoriel et affectif ; les SI nécessitant une mobilisation importante des ressources visuo-spatiales (e.g., images complexes ou ambiguës) pourraient voir leur valence perçue réduite en raison d'un traitement incomplet ou superficiel. Et également influencer la formation des associations SC-SI ; une privation de ressources visuo-spatiales avant le CE pourrait limiter la capacité des participants à établir des connexions fortes

entre SC et SI, entraînant un encodage fragmenté ou incohérent des relations associatives. Ces explorations contribueraient à clarifier le rôle des ressources cognitives dans le CE, en particulier avant l'entrée dans la fenêtre de consolidation. Cela offrirait une perspective complémentaire aux travaux actuels, qui se concentrent principalement sur l'impact des manipulations pendant ou après l'encodage (Corneille & Stahl, 2019). Une meilleure compréhension de l'effet préventif des charges cognitives visuo-spatiales permettrait d'élargir les théories existantes sur les mécanismes propositionnels et associatifs en CE.

C. Étude 3 : Mobilisation proactive des ressources cognitives avant le CE

Proactive cognitive resource mobilization before Evaluative Conditioning

Pierre Lyon*, Thierry Kosinski, Stephane Rusinek

Department of Psychology, Univ. Lille, France

Univ. Lille, ULR 4072 - PSITEC - Psychologie : Interactions Temps Émotions Cognition, F-59000 Lille, France

*Corresponding author:

E-mail: pierre.lyon.etu@univ-lille.fr (PL)

ORCID: 0000-0002-3630-1425

Résumé

Contexte : Le CE se réfère aux changements dans l'évaluation d'un stimulus après son association avec un stimulus positif ou négatif. Il a été démontré que l'effet de CE dépend des ressources cognitives et de la mémoire. L'objectif de la présente étude était d'explorer l'influence de la mobilisation des ressources cognitives sur l'apprentissage émotionnel avant la fenêtre de consolidation de la mémoire.

Méthode : Les participants (n = 74) ont été répartis aléatoirement dans l'une des trois conditions de mobilisation des ressources : visuo-spatiale, verbale et contrôle. Immédiatement après, les participants ont suivi une procédure de CE utilisant des visages neutres comme stimuli conditionnés (SC) et des images émotionnelles comme stimuli inconditionnés (SI). L'évaluation des SC a été mesurée à la fin de la procédure de conditionnement, puis à nouveau après un délai de 24 heures. Après cette mesure différée, tous les participants ont complété une tâche de reconnaissance de mémoire pour déterminer les associations SC-SI.

Résultats : Immédiatement après la procédure de conditionnement, un effet de CE a été observé dans les trois conditions. La mobilisation des ressources visuo-spatiales avant la fenêtre de consolidation n'a pas altéré la valence acquise des SC lors de la mesure différée. L'effet de CE a été préservé dans toutes les conditions. La reconnaissance des associations SC-SI n'a pas été impactée par la manipulation expérimentale.

Conclusion : La privation des ressources visuo-spatiales avant la fenêtre de consolidation ne semble pas avoir été suffisante avec ce paradigme ; le CE a persisté, tout comme la qualité de la mémoire de l'association SC-SI.

Mots-clés : apprentissage émotionnel ; conditionnement évaluatif ; ressources cognitives ; mémoire ; consolidation.

Abstract

Background: Evaluative Conditioning (EC) refers to changes in the evaluation of a stimulus after its association with a positive or a negative stimulus. EC effect has been shown to depend on cognitive resources and memory. The aim of the present study was to explore the influence of cognitive resource mobilization on emotional learning before the memory consolidation window.

Methods: Participants (n = 74) were randomly assigned to one of three resource mobilization conditions: visuospatial, verbal, and control. Immediately after, participants underwent an EC procedure using neutral faces as conditioned stimuli (CS) and emotional pictures as unconditioned stimuli (US). Evaluation of the CS was measured at the end of the conditioning procedure and again after a 24-hour delay. Following this delayed measurement, all participants completed a memory recognition task to determine CS-US associations.

Results: Immediately after the conditioning procedure, an EC effect was observed in all three conditions. Mobilizing visuospatial resources before the consolidation window did not alter the acquired valence of the CS in the delayed measurement. The EC effect was preserved in all conditions. Recognition of CS-US associations was not impacted by the experimental manipulation.

Conclusions: Deprivation of visuospatial resources before the consolidation window does not seem to have been sufficient with this paradigm; EC persisted, as did the quality of CS-US association memory.

Keywords: emotional learning; evaluative conditioning; cognitive resources; memory; consolidation.

Introduction

The neurobiology of memory consolidation identifies a six-hour consolidation window during which memories remain malleable (Nader, 2003; Walker et al., 2003). After this, memories become consolidated and retrievable either voluntarily or involuntarily. Emotional memory consolidation and reconsolidation can be disrupted in healthy adults using pharmacological agents (Lonergan et al., 2013). Research has examined how mobilizing cognitive resources impacts the consolidation of aversive visual memories (Holmes et al., 2010; Iyadurai et al., 2018). Tasks requiring visuospatial or verbal resources, performed after exposure to negative content, disrupt resource allocation for consolidating specific memory components. Visuospatial tasks reduce involuntary memory retrieval without affecting voluntary recall, a process known as "blockage of consolidation" (Stickgold & Walker, 2013; Talamini et al., 2008). Verbal tasks, however, show no significant effect and may even impair visual memory (Holmes et al., 2010). While blocking consolidation diminishes involuntary memories, its mechanisms remain unclear. Involuntary memories, linked to emotional valence (Berntsen, 2002), may weaken due to changes in associative memory or emotional value.

Richter et al. (2021) tested wakeful rest versus cognitive activity and sleep versus wakefulness in consolidating contingency memory and EC. Participants either rested or performed cognitive tasks before testing, or underwent conditioning followed by sleep or wakefulness prior to counter-conditioning. Results showed no evidence that wakeful rest or sleep enhanced EC or contingency memory, suggesting EC consolidation occurs during conditioning and is minimally affected by later interventions (Gast et al., 2012).

Studies on cognitive resource mobilization in emotional learning (Craig et al., 2014; Dewar et al., 2014; Martini et al., 2021; Richter et al., 2021; Varma et al., 2018) rarely differentiate resource types and focus on dual-task paradigms. No study has examined the effect of resource-specific mobilization during consolidation while leaving conditioning trials unaffected.

In Study 1, interleaved visuospatial interference disrupted the long-term consolidation of emotional valence. In Study 2, a blocked interference procedure preserved valence but impaired contingency memory, suggesting that the timing and structure of interference modulate its impact. This study aimed to investigate the impact of a consolidation blocking procedure on the evaluative conditioning effect when the mobilization of resources is conducted before EC, prior to the consolidation window.

Method

Participants

Out of the 95 completed both experimental phases, 74 adhered to a one-day delay (had to wait one night but not exceed this limit) between the two phases (mean delay M = 25 hours and 13 minutes; SD = 3 hours and 31 minutes). Out of the 74 participants, 48 were women (mean age M = 28.41; SD = 12.42). The entire experiment was conducted online using Inquisit web software (Inquisit 6 [Computer software], 2022, retrieved from https://www.millisecond.com) on a voluntary and unpaid basis. Participants were recruited through social networks and were asked to express their willingness to participate. At the beginning of the experiment, participants received and accepted informed consent. The study was conducted in accordance with the principles outlined in the Declaration of Helsinki and complied with French legislation. Participants were over 18 years old and fluent in French.

Design

The experimental design is identical to that of Study 2. It is employed a 3 (condition: visuo-spatial task, verbal task, control task) x 2 (CS type: CS+, CS-) x 2 (time of measurement: phase 1, phase 2) mixed design. The first factor was manipulated between participants, while the others were manipulated within participants. Random assignment of participants to the different conditions was conducted.

The **Conditioned Stimuli (CS)** was the same, the **Unconditioned Stimuli (US)** was the same, under the same conditions and parameters, in similar quantities, and also with the same pseudo-randomization.

Procedure

At the beginning of the experiment, participants were provided the same information for all three studies.

Phase 1

The **Visuospatial task,** the **Verbal task, and the Control task** are the same as those used in Study 1. Concerning the **Visuospatial task**, the average length of the longest depicted sequence was M = 12.57, SD = 1.34. The average maximum correct trial length was M = 7.43, SD = .73. Concerning the **Verbal task, t**he average percentages of correct trials for the Verbal task were M = 93.47, SD = 3.82. The average length of the longest depicted sequence was M = 107.12, SD = 20.61. As Study 2, the pre-test revealed that the average duration of a verbal trial was three times shorter than the average duration of a visuospatial trial, three verbal trials were inserted between conditioning trials to match the average duration of visuospatial manipulation.

Evaluative Conditioning Task. The evaluative conditioning task was the same as the one used in Study 1. Evaluative Conditioning task is depicted in figure 16.

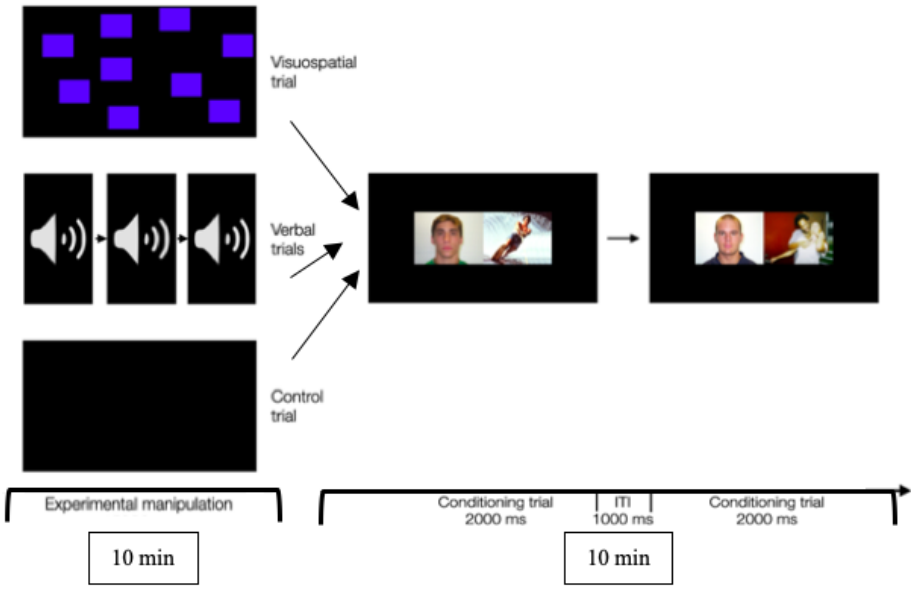


Figure 16: Experimental design

Short term valence measurement was the same that used in Study 1 and 2.

At the end of the first phase, participants also received a link and were invited to connect to it 24 hours later for the second part of the experiment.

Phase 2

The phase was identical to Study 1 and 2.

Long term valence measurement was the same also. Participants performed a valence measurement task under the same conditions as in phase 1.

Following that, they completed in a memory task called a recollection task.

Recollection task was the same as study 1 and 2.

Finally, participants were thanked and provided with a brief debriefing text without financial compensation.

Results

EC effects

Overall analyses

A three-way ANOVA with CS type (CS+, CS-), condition (control, visual, verbal) and, measurement time (phase 1 for the first phase; phase 2 for the second phase) as independent variables and valence as dependent variable. This analysis revealed **a main effect of CS type**, $F(1, 71) = 49.693$; $p < .001$, $\eta^2_p = .412$. No main effect of measurement time or type of task was found, respectively $F(1, 71) = .261$; $p = .611$ and $F(1, 71) = 1.370$; $p = .261$. An **interaction effect was found between CS type and measurement time**, $F(1, 71) = 18.057$; $p < .001$, $\eta^2_p = .203$. No other interaction was found between CS type and type of task $F(2, 71) = .413$; $p = .663$ or between measurement time and type of task $F(2, 71) = 1.955$; $p = .149$, nor between CS type, measurement time and type of task $F(2, 71) = .346$; p .709.

Although no interaction was observed between CS type and condition, follow-up analyses were conducted separately for each phase. This approach was guided by the significant CS type × time interaction observed in the overall model, and ensures analytical consistency across the experiments presented in this dissertation.

EC effect in phase 1

We conducted an ANOVA with CS type (CS+, CS-), and type of task (control, visuo-spatial, verbal) as independent variables, and valence rating on phase 1 as dependent variable. This analysis revealed **a main effect of CS type**, $F(1, 71) = 52.964$; $p < .001$, $\eta^2_p = .427$. However, no main effect of type of task was observed $F(2,71) = 1.658$; $p = .198$. As expected, we found no interaction between CS type and type of task variables, $F(2, 71) = .475$; $p = .624$. Results are depicted in figure 17.

The main effect of CS Type revealed that the rating of valence for CS+ was significantly higher, $M = 5.767$, $SD = 1.171$, compared to CS-, $M = 3.736$, $SD = 1.564$, $t(71) = 7.278$, $p < .001$, $d = 1.455$, $ES = .277$. However, the absence of interaction between CS Type and Condition indicated that this effect was not affected by the condition in phase 1.

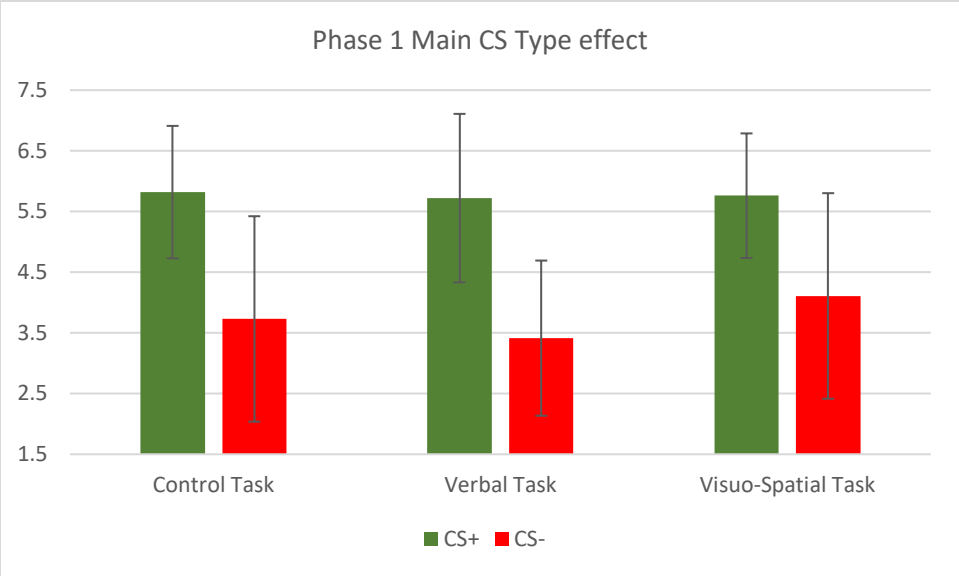


Figure 17: Average of CS evaluations in phase 1

EC effect in phase 2

We conducted an ANOVA with CS type (CS+, CS-), and type of task (control, visuo-spatial, verbal) as independent variables, and valence rating on phase 2 as dependent variable. This analysis revealed **a main effect of CS type**, $F(1, 71) = 38.292$; $p < .001$, $\eta^2_p = .350$. Also, no main effect of condition was found, $F(2, 71) = 1.289$; $p = .282$. No significant difference interaction was found between CS type and type of task, $F(2, 71) = .308$; $p = .736$. Results are depicted in figure 18.

The main effect of CS Type revealed that, overall, the rating of valence for CS+ was significantly higher, $M = 5.426$, $SD = 1.037$, compared to CS-, $M = 4.017$, $SD = 1.284$, $t(71) = 6.188$, $p < .001$, $d = 1.194$, $ES = .226$. However, the absence of interaction between CS Type and Condition indicated that this effect was not affected by the condition in phase 2.

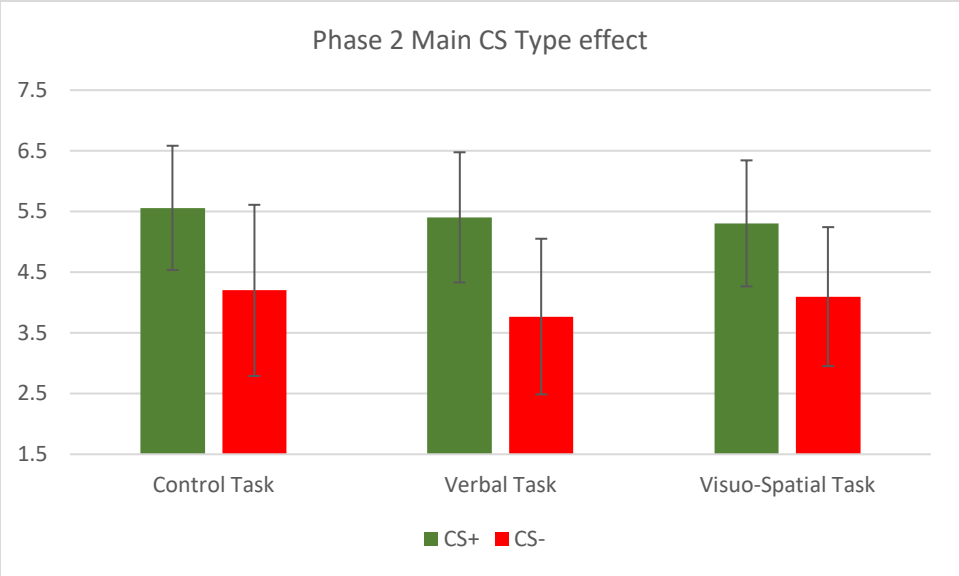


Figure 18: Average of CS evaluations in phase 2

Contingency memory

An ANOVA was carried out with CS type factor (CS+, CS-), and type of task (control, visuo-spatial, verbal) as independent variables and on the correctly recalled pairs as dependent variable. A **main effect of CS type** on contingency memory was found, $F(1.71) = 24.214$; $p < .001$, $\eta^2_p = .254$. Also, no main effect of type of task, $F(2, 71) = .189$; $p = .828$, neither interaction effect was found between CS type and task type, $F(2, 71) = 1.348$, $p = .266$. Results are depicted in figure 19.

The **main effect of CS type** revealed that, overall, the mean recovery for CS+/US pairs was significantly greater, $M = .667$, $SD = .315$, compared to CS-/US pairs, $M = .463$, $SD = .394$, $t(71) = 4.921$, $p < .001$, $d = .566$, $ES = .041$. However, this effect was not influenced by condition.

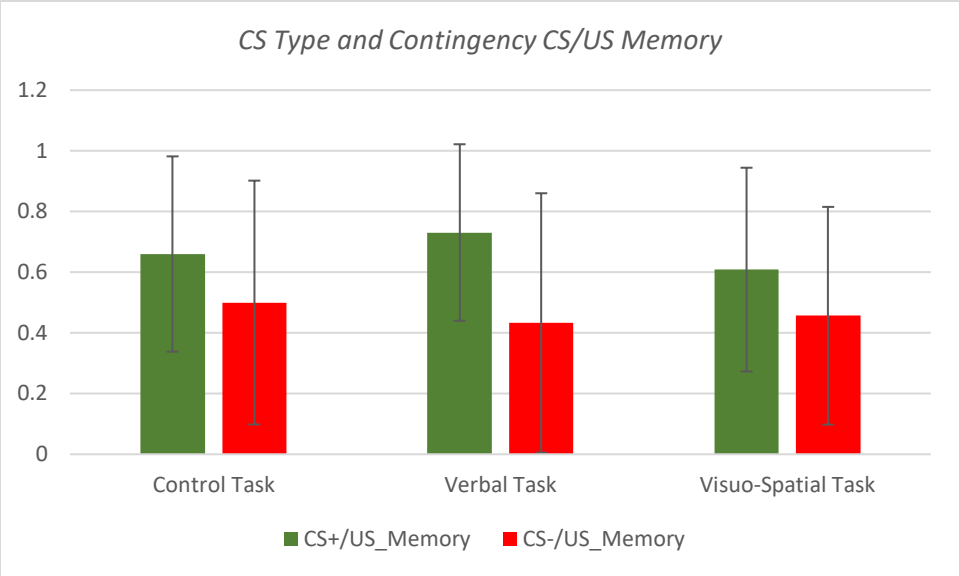


Figure 19: Average of contingency memory

Discussion

The present study aimed to investigate whether mobilizing cognitive resources before EC could disrupt the subsequent consolidation of emotional valence. Contrary to this hypothesis, the results showed a robust EC effect both immediately after conditioning (STM) and 24 hours later (LTM), regardless of whether participants had completed a visuospatial, verbal, or control task prior to learning. In addition, contingency memory was preserved across all conditions, with CS+–US pairings recalled more accurately than CS−–US pairings. These findings suggest that resource mobilization before the onset of the consolidation window does not impair either the encoding or consolidation of emotional learning. This outcome contrasts with the results of Studies 1 and 2. In Study 1, visuospatial interference interleaved with the learning phase disrupted the long-term consolidation of emotional valence, while Study 2 showed that a blocked interference task performed immediately after conditioning preserved valence but disrupted contingency awareness. Taken together, these findings suggest that the timing of cognitive load relative to encoding is a critical factor in determining its impact on memory consolidation. One plausible explanation is that, although cognitive resources were mobilized prior to EC, the interference did not extend into the critical consolidation window

following learning. This may have allowed encoding and early consolidation processes to proceed unaffected. Alternatively, working memory systems may have recovered or rebalanced during the brief delay between task offset and learning onset, minimizing any residual interference. As proposed by Baddeley (2003), components such as the episodic buffer may have been refreshed by the time EC began, and the visuospatial cache may have initiated a normal consolidation process in the absence of immediate post-learning disruption. Logie's model (1995) further suggests that the inner scribe responsible for spatial rehearsal may play a more prominent role during and after encoding, rather than beforehand. These theoretical accounts support the idea that consolidation is more sensitive to interference occurring during or shortly after learning than to cognitive load occurring beforehand. These findings reinforce the idea that the consolidation window is temporally bounded, and that interventions must occur during or immediately following encoding to influence the durability of emotional memory. Mobilizing visuospatial resources prior to EC may induce transient cognitive fatigue, but this is insufficient to disrupt affective encoding or the stabilization of valenced associations. Importantly, the fact that both EC effects and contingency memory were preserved suggests that both associative and affective components of EC are resilient to pre-learning interference. This is consistent with dual-process models of EC (De Houwer, 2009; Mierop et al., 2020), which distinguish between automatic associative formation and the integration of affective meaning. While prior studies showed that interference during or after EC could selectively disrupt these components, the current findings suggest that pre-encoding interference does not affect either process. These findings refine our understanding of when cognitive interventions must be applied to be effective. Cognitive tasks administered prior to exposure to emotionally salient material may not be sufficient to weaken emotional memory formation. Rather, interventions aimed at modulating the emotional impact of a memory should target the period during or after encoding, when memory traces are still malleable. This insight has implications

for the design of therapeutic strategies aimed at preventing the consolidation of distressing emotional memories, such as those encountered in trauma-related disorders.

Conclusion

The present study provides new evidence that mobilizing cognitive resources prior to evaluative conditioning does not interfere with the encoding or consolidation of emotional associations. Unlike interventions occurring during or immediately after learning shown to modulate the persistence of emotional memory pre-encoding interference appears to leave both affective and associative memory traces intact. These findings underscore the importance of the temporal dynamics of consolidation and suggest that successful memory disruption requires cognitive interference to overlap with the consolidation window. Understanding this temporal specificity is essential for the development of targeted, non-pharmacological interventions aimed at modifying maladaptive emotional memories.

1. Analyse de la mobilisation proactive sur la consolidation des associations SC-SI

L'étude 3 met en évidence la robustesse des effets du CE, tant au niveau des évaluations de valence que de la mémoire de contingence, et ce malgré la mobilisation préalable de ressources visuo-spatiales. Contrairement aux études 1 et 2, qui ont manipulé l'interférence cognitive pendant ou après l'apprentissage, la mobilisation cognitive avant le CE ne semble pas altérer ni la force affective des CS+, ni la qualité des associations CS–SI. Cela suggère que la temporalité de la mobilisation cognitive joue un rôle déterminant : lorsque l'interférence est antérieure à l'encodage, elle ne compromet pas l'établissement ni la consolidation des relations émotionnelles. Une première explication est que les ressources cognitives, bien que sollicitées en amont, étaient disponibles au moment critique de l'apprentissage. Il est également possible qu'un temps de récupération minimal entre la tâche interférente et le CE ait permis un rééquilibrage cognitif suffisant pour préserver les processus d'encodage. Des modèles comme celui de Baddeley (2003), avec son buffer épisodique, ou celui de Logie (1995), avec le rôle différé du scribe interne dans la consolidation spatiale, offrent un cadre pour comprendre cette résilience. Si aucune altération directe de la mémoire de contingence n'a été observée, il reste envisageable que la mobilisation pré-encodage puisse affecter de manière plus subtile la nature des relations formées, en favorisant par exemple des inférences de valence plus abstraites ou généralisées, au détriment d'associations contextuelles précises. Cette hypothèse est en accord avec les modèles à double processus du CE (De Houwer, 2009 ; Mierop, Maurage, et al., 2020; Mierop, Stahl, et al., 2020), qui distinguent des composantes associatives automatiques et inférentielles plus flexibles. En ce sens, l'étude 3 invite à approfondir la compréhension des dynamiques relationnelles et inférentielles à l'œuvre dans le CE, en tenant compte non seulement du type de tâche interférente, mais surtout de son positionnement temporel. Une approche systématique, testant l'effet d'une mobilisation cognitive pré-, pendant ou post-encodage, permettrait de préciser les conditions dans lesquelles les processus affectifs ou

associatifs sont les plus vulnérables. De même, des paradigmes alternant apprentissage Stimulus–Stimulus (S–S) et Stimulus–Réponse (S–R) (Gawronski & Bodenhausen, 2018a, 2018b) pourraient éclairer la robustesse des mécanismes selon le format représentationnel sollicité. Enfin, l'intégration de mesures attentionnelles et physiologiques (comme le suivi oculaire ou le trail making task) permettrait de mieux comprendre l'impact des ressources cognitives disponibles sur la qualité des relations formées en mémoire.

2. Concordance avec le modèle de l'erreur d'attribution implicite

La présente thèse n'a pas encore abordé l'hypothèse selon laquelle le blocage de la consolidation n'aurait pas opéré comme attendu dans le cadre des paradigmes expérimentaux mis en œuvre. Les protocoles expérimentaux utilisés visaient explicitement une mobilisation des ressources cognitives, en supposant que leur saturation entraverait la consolidation mnésique. Toutefois, il est concevable que ces ressources aient été stimulées plutôt qu'épuisées, ce qui pourrait avoir modulé les résultats observés. Dans les deux dernières études, les effets sur la valence sont restés homogènes entre les conditions, indépendamment des manipulations expérimentales. Si une stimulation cognitive avait effectivement eu lieu, les conditions verbale et visuo-spatiale auraient dû induire une capacité accrue à discriminer les associations SC-SI, se traduisant par : une diminution des erreurs dans les associations SC-SI, une amélioration de la mémoire de contingence, un renforcement global de l'effet CE, surpassant les observations de la condition contrôle. Or, ces observations ne se sont pas matérialisées, invalidant ainsi l'hypothèse d'une stimulation accrue des capacités cognitives par ces conditions. Le paradigme utilisé dans l'étude 2, consistant en une séquence CE-blocage de la consolidation, présente des similitudes méthodologiques notables avec Holmes et al. (2010), ayant démontré un effet robuste de blocage de la consolidation. En revanche, l'étude 1 introduit une variante avec des boucles répétitives (CE-blocage). Cette structure expérimentale pourrait avoir induit des phénomènes de recharge cognitive intermittente, atténuant potentiellement l'effet de saturation

escompté, malgré un protocole conçu pour minimiser cette possibilité. Les données issues des évaluations en MCT révèlent une absence d'interférence notable, suggérant que l'effet CE ne dépend pas directement des tâches de blocage appliquées en MCT. Toutefois, les résultats en mémoire à long terme indiquent une atténuation spécifique de l'effet CE dans la condition visuo-spatiale, principalement caractérisée par une diminution de la valence des stimuli positifs, sans impact significatif sur la mémoire d'association SC-SI. Une hypothèse en réponse à ces observations pourrait être que le blocage de la consolidation ait limité la possibilité d'une attribution implicite erronée de la valence positive. Selon cette hypothèse, la valence positive des stimuli, incorrectement jugée plus forte conformément à certaines théories, n'aurait pas pu opérer l'attribution implicite requise pour renforcer l'association SC-SI. Cette interprétation suggèrerait un effet inversé de la procédure de blocage, corrigeant les erreurs d'attribution au lieu de les exacerber. Cependant, cette hypothèse se heurte à plusieurs limites empiriques et théoriques. Premièrement, le fait qu'il y ait une absence de renforcement systématique avec des stimuli faiblement valencés est à considérer. Les travaux existants n'appuient pas l'idée qu'un SI faiblement valencé entraîne un effet CE plus marqué, alors que des stimuli fortement valencés n'entraînent pas d'effets similaires (Mierop & Corneille, 2018a, 2018b). Cela correspond aux avancées de LaBar et Cabeza (2006) sur les différences entre émotions positives et négatives stipulant que bien que les émotions négatives tendent à engendrer une activation plus marquée de l'amygdale et une meilleure consolidation des souvenirs, les émotions positives peuvent aussi favoriser la mémorisation, mais par des mécanismes moins intenses. Ce qui semble expliqué par l'attention sélective que suscitent ces émotions, qui permet de mieux capter l'essence de l'événement (Hamann, 2001). Deuxièmement, le constat d'une faiblesse des preuves empiriques pour l'erreur d'attribution implicite n'est pas favorable. Bien que l'attribution implicite ait été proposée comme mécanisme explicatif (Jones et al., 2009), des études récentes adoptant des paradigmes similaires (Kurdi & Banaji, 2022; Moran, 2020) n'ont

pas confirmé son rôle prépondérant. Troisièmement, les données actuelles concernant les modèles d'apprentissage implicite : Les recherches de Béna et Corneille (2022), de Corneille et Stahl (2019a), et Hütter et Houwer (2017) remettent également en question la robustesse des mécanismes d'attribution implicite dans le CE. Les observations indiquent que la procédure de blocage n'a pas échoué à proprement parler, mais a potentiellement produit des effets inattendus sur la dynamique des relations SC-SI. Ces résultats soulignent l'importance de clarifier les mécanismes d'interaction entre la mobilisation cognitive et la consolidation mnésique. Principalement concernant une validation expérimentale des processus cognitifs sous-jacents. Il est impératif de mieux contrôler les effets des tâches de mobilisation sur les ressources cognitives, en utilisant des outils tels que le suivi oculaire pour évaluer l'attention dirigée. Également avec l'exploration des variations temporelles et structurelles. Des recherches futures devraient examiner l'impact du timing et de la structure des blocs d'apprentissage sur la consolidation mnésique et les processus inférentiels. Mais aussi avec des études comparatives entre apprentissage S-R et S-S. Des investigations supplémentaires permettraient de distinguer les dynamiques mnésiques propres à chaque type d'apprentissage et d'enrichir la compréhension des mécanismes impliqués dans le conditionnement évaluatif. Ces pistes contribueront à affiner les théories existantes et à élaborer des modèles explicatifs plus complets pour les mécanismes d'apprentissage dans le conditionnement évaluatif.

III. Discussion

Cette thèse vise à évaluer la consolidation de la mémoire dans le cadre du CE, en examinant plus particulièrement l'impact de la disponibilité des ressources cognitives selon leur moment d'intervention dans le processus d'apprentissage émotionnel. Comme attendu, l'étude 1 a montré que la mobilisation de ressources visuo-spatiales pendant la phase post-apprentissage perturbait la consolidation de la valence émotionnelle en MLT, sans altérer la conscience des contingences SC–SI. Ces résultats soutiennent l'idée que l'interférence cognitive, lorsqu'elle survient immédiatement après l'encodage, peut compromettre sélectivement la consolidation des aspects affectifs du CE, sans affecter les représentations associatives. Cette dissociation entre composantes émotionnelle et relationnelle du CE s'aligne partiellement avec les travaux de Mierop et al. (2020), bien que notre manipulation diffère de leurs paradigmes en double tâche, en ce qu'elle cible la fenêtre de consolidation, et non l'encodage immédiat en mémoire de travail. L'effet de CE reste ici intact en MCT, mais s'atténue à distance, ce qui soutient une interprétation en termes de perturbation du transfert vers la MLT.

Dans l'étude 2, une mobilisation cognitive interférente introduite immédiatement après l'apprentissage a, cette fois, perturbé la mémoire de contingence, tout en préservant l'effet de CE. Cet effet n'est apparu que dans la condition visuo-spatiale. Il est possible que cette tâche ait affecté la capacité à maintenir ou rafraîchir les traces relationnelles dans la mémoire tampon épisodique (Baddeley, 2003), ou dans des composantes plus spécifiques telles que le visual cache ou l'inner scribe (Logie, 1995 ; Baddeley & Logie, 1999). La dissociation obtenue ici suggère que la consolidation des relations SC–SI peut être fragilisée par une surcharge cognitive, même lorsque l'évaluation affective reste intacte. Elle confirme également que la nature de la tâche (visuo-spatiale vs verbale) et le moment de son introduction sont des déterminants majeurs de l'impact sur la mémoire. Ces résultats sont compatibles avec l'idée

que la consolidation repose sur des processus différenciés selon le type de contenu (valence vs relation), et que leur sensibilité à l'interférence dépend du système sollicité (Martini et al., 2019). L'étude 3 a exploré un scénario complémentaire, en introduisant une mobilisation visuo-spatiale avant l'apprentissage. Contrairement aux deux études précédentes, aucune altération des effets de CE, ni affective ni associative, n'a été observée, que ce soit à court ou à long terme. Cela suggère que la privation temporaire de ressources cognitives avant l'encodage ne suffit pas à perturber l'établissement ou la consolidation des apprentissages émotionnels. Ces résultats renforcent l'hypothèse selon laquelle la fenêtre critique de consolidation est temporellement délimitée, et que l'interférence ne peut produire ses effets qu'à condition de coïncider, même partiellement, avec cette phase (Wixted, 2004). Des modèles comme celui de Baddeley (2003) ou Logie (1995) permettent de concevoir que les systèmes de mémoire de travail aient eu le temps de se réinitialiser entre la fin de la tâche et le début du CE. En l'absence d'une surcharge pendant l'encodage ou juste après, les processus mnésiques ont pu se déployer normalement. Ces résultats convergent ainsi avec ceux de Corneille et Stahl (2019), qui soulignent l'importance du timing dans les effets de manipulation cognitive sur le CE.

La comparaison entre les trois études souligne donc l'importance de la temporalité de l'interférence cognitive sur les composantes du CE. Les interférences post-apprentissage perturbent la consolidation de la valence (étude 1), tandis que les interférences immédiatement après l'encodage altèrent la mémoire des contingences (étude 2). En revanche, une interférence pré-apprentissage (étude 3) n'a aucun effet mesurable. Cette dissociation temporelle apporte un éclairage original sur la dynamique des apprentissages évaluatifs, en montrant que les composantes affectives et associatives du CE ne partagent pas exactement les mêmes contraintes temporelles de consolidation. Ces résultats sont compatibles avec les modèles à double processus du CE (De Houwer, 2009 ; Hütter & De Houwer, 2017 ; Mierop et al., 2020), qui distinguent entre formation associative automatique et inférences de valence plus

contrôlées. Ils rejoignent également les approches cognitivo-écologiques (Sperlich & Unkelbach, 2024) qui soulignent l'influence des caractéristiques des stimuli sur la robustesse des apprentissages.

Enfin, ces résultats soulignent des implications méthodologiques et cliniques : ils indiquent que pour perturber efficacement un apprentissage émotionnel, par exemple dans un cadre thérapeutique, une tâche interférente doit cibler la fenêtre post-encodage immédiate, période durant laquelle les traces mnésiques sont encore malléables. À l'inverse, une manipulation antérieure à l'encodage semble insuffisante pour altérer la consolidation. Cette distinction temporelle ouvre des perspectives pour le développement de protocoles expérimentaux et cliniques visant à moduler la consolidation de souvenirs émotionnels.

Ces constats expérimentaux appellent maintenant une mise en perspective théorique. Situer ces résultats dans les principaux modèles de la mémoire et de la cognition permet, dans un premier temps, de préciser les mécanismes d'encodage, de consolidation et de récupération susceptibles d'expliquer la dissociation temporelle observée. Sur cette base, il devient ensuite possible d'examiner comment la dimension temporelle peut être intégrée et ajustée dans ces cadres, ouvrant la voie à une discussion critique et à des propositions de modèles intégratifs.

A. Modélisation de la Mémoire et de la Cognition dans le CE

1. Modèle de jugement basé sur la mémoire

Le Memory-Based Judgment Account (Stahl & Aust, 2018; Aust, Haaf, & Stahl, 2019) postule que les jugements évaluatifs émergent principalement de la récupération d'informations stockées en mémoire, plutôt que d'un calcul en temps réel basé sur les contingences perçues. Dans ce cadre, la récupération des associations SC-SI influence directement la persistance et l'intensité des effets du CE. Plus précisément, l'effet de CE s'articule autour des processus fondamentaux de l'encodage, du stockage et de la récupération des relations entre les SC et les

SI. L'encodage correspond à la transformation initiale d'une information sensorielle en une trace mnésique stockable. Le stockage désigne la rétention de cette trace en mémoire à court ou long terme. Enfin, la récupération fait référence à l'accès ultérieur à ces informations, influençant directement les jugements évaluatifs dans le cadre du CE. La force de l'encodage dans ce modèle dépend des ressources attentionnelles mobilisées et de la motivation au moment de l'apprentissage. Cependant, la récupération de l'association SC-SI n'est pas systématique ni garantie, ce qui introduit une variabilité dans les effets du CE. Toute manipulation affectant ces étapes mnésiques, qu'elle concerne l'encodage, la consolidation ou la récupération, est ainsi identifiée comme un déterminant potentiel des effets du CE (Stahl et al., 2016; Stahl & Heycke, 2016). Bien qu'il partage des similitudes avec le Associative-Propositional Evaluation Model (APE) (Gawronski & Bodenhausen, 2018), notamment dans la reconnaissance de la détermination des associations mnésiques par des mécanismes de similarité, le modèle de jugement basé sur la mémoire s'en distingue par son focus explicite sur les mécanismes de récupération pour influencer les jugements évaluatifs. Le modèle APE postule que les évaluations résultent de deux processus distincts : les associations implicites, qui opèrent de manière automatique, et les jugements propositionnels, qui nécessitent une intégration consciente des relations SC-SI. Ce modèle met en évidence la coexistence et l'interaction de ces deux types de processus dans la formation des attitudes. Toutefois, l'APE reste relativement silencieux sur les mécanismes précis de récupération mnésique, alors que ceux-ci sont centraux dans le modèle de jugement basé sur la mémoire. Dans ce cadre, Gast (2018a), à travers le Declarative Memory Model (DMM), propose que le CE représente une capture instantanée des relations SC-SI. Le DMM repose sur l'hypothèse que le CE est un processus de mémoire déclarative, où les associations SC-SI sont encodées et stockées sous une forme explicite. La récupération de ces traces mnésiques détermine la force de l'effet CE : plus l'information sur la relation SC-SI est facilement accessible, plus l'effet CE est intense. Ainsi, l'intensité de

l'effet CE serait directement corrélée à la richesse des informations récupérées sur la probabilité de co-occurrence des SC et des SI. Inversement, un oubli partiel ou complet de cette association, ou un échec dans sa récupération, affaiblirait les effets du CE. Ces mécanismes soulignent que le CE dépend non seulement de l'apprentissage initial, mais également de la disponibilité et de l'accessibilité des informations en mémoire.

2. Dissociation entre l'attente et l'appréciation dans le CE et hypothèse d'intégration temporelle

L'étude des processus mnésiques et temporels dans le CE met en évidence que les attentes et les évaluations affectives du SC ne sont pas toujours alignées, ce qui suggère des mécanismes d'apprentissage distincts. L'attente renvoie à l'anticipation causale d'un SI à partir d'un SC, tandis que l'appréciation désigne l'évaluation affective du SC indépendamment de sa capacité à prédire le SI. Cette distinction est au cœur de l'hypothèse d'intégration temporelle, qui examine comment la perception et l'évaluation des contingences SC-SI varient selon le moment de l'apprentissage et le délai entre les stimuli. En effet, les difficultés à expliquer la dissociation observée entre l'attente du SI et l'évaluation du SC dans le CE révèlent les limites des théories à processus unique (Baeyens et al., 2005). Cette dissociation est particulièrement visible en situation d'extinction, c'est-à-dire lorsque le SC est présenté seul de manière répétée, ce qui entraîne une diminution progressive de la réponse conditionnée jusqu'à son éventuelle disparition (Pavlov, 1927). En ce sens, Lipp et Graf (2010) proposent l'hypothèse de l'intégration temporelle, inspirée des travaux sur l'apprentissage causal de Collins et Shanks (2002). Ces derniers avaient identifié une distinction fondamentale entre jugements causaux intégratifs et prédictions momentanées, mettant en évidence que la fréquence des évaluations influence la manière dont les relations causales sont perçues. Selon eux, les évaluations régulières reposent principalement sur des informations récentes, tandis que des évaluations plus tardives tendent à intégrer l'ensemble des données acquises au fil du temps. Les recherches

de Matute et Marez (2002) renforcent cette distinction en montrant que les jugements prédictifs favorisent des stratégies momentanées, alors que les relations causales conduisent à des stratégies intégratives. Lipp et Graf (2010) postulent que la dissociation entre l'attente et l'évaluation découle d'une synthèse différente d'une représentation SC-SI unique en mémoire. Ce modèle attribue un rôle clé au contexte et au temps dans l'organisation de l'apprentissage, conceptualisant les jugements comme des récits flexibles adaptés aux exigences de la tâche. Ainsi, Lipp et Purkis (2006) précisent que la fréquence des évaluations influence distinctement l'attente du SI et l'évaluation du SC. Ils rapportent que des relations causales entre SC et SI peuvent être identifiées en contre-conditionnement, mais qu'aucun effet de CE n'est observé lors des évaluations finales. Parallèlement, lors de l'extinction, un effet initial de CE disparaît en l'absence de relations causales explicites. La sensibilité contextuelle des jugements évaluatifs en extinction est particulièrement intéressante. L'hypothèse d'intégration temporelle postule que les jugements intégratifs, influencés par l'évaluation globale de l'apprentissage, persistent au-delà de l'acquisition. En revanche, les jugements momentanés, basés sur des contingences SC-SI récentes, sont davantage sensibles aux effets d'extinction (Aust & Stahl, 2019). Aust et al. (2019) avancent que cette dissociation reflète deux systèmes distincts impliqués dans l'encodage des relations SC-SI : un système qui privilégie les informations les plus récentes de la phase d'extinction, basé sur l'actualisation immédiate, qui privilégie les contingences récentes, expliquant ainsi la sensibilité des jugements momentanés à l'extinction, et un autre qui intègre des traces mnésiques plus globales accumulées durant l'apprentissage, et permet de consolider des évaluations affectives plus stables, expliquant la persistance des jugements intégratifs. Cependant, la nature exacte de cette dissociation reste ouverte à débat. Gawronski et Houwer (2015) suggèrent que les évaluations systématiques tout au long de l'apprentissage peuvent moduler l'encodage sans nécessairement modifier la nature des informations elles-mêmes. De plus, Teige-Mocigemba et Klauer (2008) notent que les mesures

indirectes d'évaluation nécessitent davantage de ressources cognitives, ce qui pourrait influencer l'interprétation des jugements différés. En effet, les jugements momentanés semblent reposer sur les contingences SC-SI en temps réel, tandis que les jugements intégratifs résultent d'une consolidation plus lente et d'un traitement plus global. Or, pour Aust et al. (2019) durant une évaluation continue des SC, la dissociation entre ces deux processus diminue considérablement.

3. Critique de l'hypothèse d'intégration temporelle et proposition de modèles intégrés

Une critique centrale formulée à l'égard des travaux de Lipp et Purkis (2006) concerne leur méthodologie, qui aurait favorisé des jugements momentanés en raison des caractéristiques de la demande. Les caractéristiques de la demande désignent l'ensemble des indices contextuels et instructions expérimentales susceptibles d'influencer involontairement les réponses des participants, notamment en les orientant vers certaines stratégies de jugement (Orne, 1962). En l'occurrence, le fait de tester simultanément l'attente du SI et l'évaluation du SC, avec des évaluations répétées, aurait pu conduire les participants à privilégier des jugements immédiats plutôt que des évaluations intégratives (Gawronski & Corneille, 2014). Cette limitation méthodologique met en évidence l'importance d'une conception expérimentale capable de distinguer les dynamiques temporelles dans l'évaluation des relations SC-SI. Aust et Stahl (2019) ont repris cette critique en éliminant l'effet des caractéristiques de la demande en recueillant les évaluations du SC uniquement après la phase d'apprentissage. Ils confirment ainsi l'hypothèse d'intégration temporelle et proposent une double dissociation entre les stratégies de jugement associées à l'attente du SI et celles relatives à l'évaluation du SC. La double dissociation réfère ici à l'existence de deux processus cognitifs distincts, chacun étant affecté différemment par une variable indépendante. En d'autres termes, l'attente du SI et l'évaluation du SC ne dépendent pas des mêmes mécanismes mnésiques, renforçant ainsi la

robustesse théorique du modèle. Cette double dissociation met en lumière la malléabilité et la réversibilité des jugements évaluatifs, ce qui suggère que les effets du CE peuvent être modulés en fonction des exigences expérimentales. Cependant, si ce cadre explique efficacement la dynamique des jugements au fil du temps, il reste incomplet dans sa description des mécanismes sous-jacents au stockage et à la récupération des informations. Pour répondre à ces limites, Aust et Stahl (2019) s'appuient sur le modèle MINERVA 2, une structuration computationnelle de la mémoire épisodique proposée par Hintzman (1988). En s'inspirant des travaux de Matute et Marez (2011) et de Zacks et Swallow (2007), ils postulent l'encodage systématique d'un nouveau contexte temporel à chaque épisode d'apprentissage. Chaque encodage incorporerait discrètement des informations préalablement mémorisées. L'encodage systématique d'un contexte temporel signifie que chaque exposition à une association SC-SI est mémorisée avec des informations implicites sur le moment et l'environnement d'apprentissage, permettant ainsi une interaction dynamique entre les épisodes temporels successifs. Cette perspective offre une approche intégrative qui relie les jugements évaluatifs à la structure temporelle de l'apprentissage. Les avancées présentées dans cette thèse permettent de proposer des ajustements supplémentaires à la dynamique temporelle du CE dans le modèle MINERVA 2. Voici trois propositions d'ajustement concernant la flexibilité temporelle des jugements, l'interaction mémoire-temps, et les implications pour les stratégies d'apprentissage. Des ajustements pourraient inclure une flexibilité temporelle des jugements. C'est-à-dire que les évaluations affectives ne sont pas statiques, mais varient en fonction des facteurs contextuels et temporels. Les jugements basés sur des informations récentes sont influencés par des processus de récupération directs, tandis que des jugements intégratifs font appel à des traces mnésiques plus globales, accumulées sur le long terme. Ces ajustements pourraient inclure aussi l'interaction mémoire-temps. L'intégration explicite des dimensions temporelles dans le modèle permettrait de mieux comprendre comment le temps module les relations SC-SI,

influençant l'apprentissage et la récupération des associations, et de ce fait la stabilité mnésique. Par exemple, une association récente pourrait être plus forte mais plus vulnérable à l'extinction, tandis qu'une association consolidée sur plusieurs sessions d'apprentissage serait plus résistante aux interférences. Et ces ajustements comprendraient des implications pour les stratégies d'apprentissage en incluant une différenciation de l'apprentissage intentionnel et incidentel, ainsi que de l'encodage passif et actif, pour offrir une compréhension plus fine de la manière dont les individus adaptent leurs stratégies en fonction des exigences expérimentales. L'apprentissage intentionnel, impliquant un effort conscient pour mémoriser les associations SC-SI, pourrait favoriser des jugements plus précis et plus résistants aux interférences. À l'inverse, l'apprentissage incidentel, qui se fait sans intention explicite d'apprentissage, pourrait favoriser des jugements plus sensibles aux variations contextuelles. La flexibilité des jugements évaluatifs en fonction du temps et du contexte souligne la nécessité d'une prise en compte dynamique des mécanismes mnésiques dans le CE. Ces considérations ont des implications significatives pour les recherches futures, en particulier dans l'exploration des interactions entre apprentissage, mémoire et stratégies cognitives. La prochaine section élargira ces perspectives en intégrant les processus intentionnels et incidentels, ainsi que les distinctions entre encodage passif et actif, dans le cadre théorique proposé.

4. Vers une intégration des modèles Minerva-AL et MINERVA 2

En réponse aux principes du conditionnement classique décrits par Rescorla et Wagner, 1972b), Jamieson et al. (2011) ont proposé Minerva-AL, un modèle de mémoire qui repose sur l'apprentissage basé sur l'erreur de prédiction. L'apprentissage par erreur de prédiction repose sur le principe selon lequel une différence entre ce qu'un stimulus évoque comme conséquence

attendue et le résultat réellement observé constitue un moteur d'ajustement des représentations mnésiques. Contrairement à MINERVA 2, qui considère l'encodage comme un mécanisme passif et se limite à un enregistrement épisodique des événements, Minerva-AL postule que l'encodage est actif et ajusté en fonction des prédictions erronées. Cependant, il est important de préciser que, dans MINERVA 2, bien que l'encodage soit souvent décrit comme passif, il est en réalité dynamique, dans la mesure où les réponses aux stimuli sont activées et modifiées en fonction des associations antérieures et des événements contextuels. Ainsi, même si MINERVA 2 repose sur un enregistrement épisodique des événements, cet enregistrement n'est pas simplement passif ; il peut être réactivé et modifié au fil du temps en fonction des interactions entre les différentes traces mnésiques. Une distinction importante entre ces modèles réside dans la façon dont ils abordent l'apprentissage incidentel. Minerva-AL ne reconnaît pas explicitement l'apprentissage incidentel, considérant que tout apprentissage est intentionnel. En revanche, MINERVA 2 repose sur l'idée que des événements peuvent être stockés passivement, indépendamment de l'intention consciente de l'individu (Aust et Stahl, 2019). Cependant, cette vision de MINERVA 2 pourrait être affinée. En réalité, les événements peuvent être mémorisés même lorsqu'ils n'ont pas fait l'objet d'une intention explicite d'apprentissage, et le modèle pourrait mieux intégrer l'idée que l'apprentissage peut être implicite sans être nécessairement totalement passif. Or, les recherches récentes sur le CE montrent que les jugements évaluatifs résultent d'une combinaison de processus automatiques et contrôlés (Gawronski & Bodenhausen, 2018), suggérant que ni un modèle entièrement passif ni un modèle purement basé sur l'erreur de prédiction ne peuvent expliquer la diversité des effets observés. L'orientation de cette thèse explore une approche intégrative et multiprocessuelle de la mémoire, reconnaissant que l'apprentissage mobilise simultanément des dimensions associatives et propositionnelles, des mécanismes conscients et inconscients, des processus intentionnels et incidentels, des dynamiques directes et indirectes. Une question fondamentale

émerge : est-il possible d'harmoniser un modèle passif avec un modèle actif et adaptatif ? Et comment concilier des processus intentionnels et prédictifs avec des mécanismes automatiques et incidentels ?

Une proposition innovante consisterait à combiner dans un modèle hybride les cadres de MINERVA-AL et MINERVA 2, en intégrant les complémentarités de ces modèles. Par une combinaison de prédictions associatives et propositionnelles, ce modèle hybride pourrait générer simultanément des réponses associatives (issues de traces mnésiques) et propositionnelles (issues d'une réflexion consciente), permettant de mieux anticiper des jugements évaluatifs adaptatifs. Les capacités explicatives des modèles existants seraient augmentées, particulièrement pour des phénomènes complexes comme l'évaluation et la généralisation. L'objectif est d'obtenir une combinaison multiprocessuelle intégrative, ce qui ressemblerait à une espérance mathématique de jugements adaptatifs multidirectionnels. Des recherches supplémentaires seraient nécessaires pour poursuivre avec succès cette approche, cette intégration n'a pas encore été, à date, formalisée ou testée expérimentalement. En particulier, dans les modèles de mémoire comme MINERVA 2, les prédictions sont basées sur des éléments extraits de l'environnement, introduits selon des valeurs qui définissent des règles de priorité. De manière très simple, lors de la réalisation de calculs, une règle classique en mathématiques est l'ordre des opérations, comme l'introduction d'un poids pour garantir que les résultats respectent les termes du calcul dans des conditions spécifiques. MINERVA 2 s'appuie également sur les avancées de la recherche en matière de jugement évaluatif pour prendre en compte ses paramètres. Cela peut inclure le poids indiquant l'intensité de l'association, des indices indiquant la probabilité de récupération des stimuli, des facteurs de pondération attribuant des coefficients qui influencent, par exemple, l'impact du temps ou du contexte sur les associations SC-SI, ou d'autres paramètres comme la fréquence d'occurrence ou la saillance. L'influence du temps avec l'intégration de l'hypothèse temporelle est modélisée sous forme de

poids. Par exemple, étant donné qu'il y a un effet de récence fréquemment observé dans les recherches, les associations plus récentes sont présumées plus susceptibles d'être rappelées (Berntsen, 2009a), elles se voient alors attribuer un poids plus élevé que les associations plus anciennes. Il existe également l'effet de récupération facilitée dans des contextes similaires au contexte d'apprentissage, qui est indexé dans les calculs. Les études de cette thèse ouvrent la discussion sur l'ajustement et la précision des indices et des poids. Par exemple, l'étude 1 montre que le blocage de la consolidation a réduit la valence négative apprise 24 heures après l'apprentissage, mais pas la qualité de la mémoire. Modélisé dans MINERVA 2, un blocage de consolidation peut être représenté par un coefficient qui réduit l'impact de l'association émotionnelle entre deux stimuli lorsqu'un troisième est présenté simultanément (par exemple, dans les paradigmes de double tâche) ou séquentiellement. En termes de poids, il pourrait être possible de spécifier les stimuli par leur nature, comme le visuo-spatial avec un effet plus important du blocage de la consolidation pour les stimuli du même type, et un effet plus faible pour des types différents (e.g., verbal). Dans l'Étude 2, nous avons observé qu'une stratégie pourrait expliquer les différences dans le rappel des relations SC-SI. Encore une fois, il pourrait être intéressant de proposer un outil qui pourrait expliquer un tel ajustement dans un modèle de mémoire. Nous ne savons pas à quel niveau de conscience les stratégies d'adaptation sont mises en œuvre lors de l'évaluation de la relation SC-SI pendant le blocage de la consolidation, et MINERVA 2 n'est pas conçu pour fonctionner de manière active ; il ne prend pas en compte les stratégies en place. L'intégration d'un poids contextuel basé sur l'engagement de processus descendants ou ascendants à partir d'un niveau de coût cognitif (par exemple, explicite vs implicite) pourrait orienter les stratégies dans MINERVA 2. Alors que MINERVA-AL anticipe les erreurs de prédiction, MINERVA 2 pourrait proposer deux probabilités, plus propositionnelles sous une sollicitation cognitive faible, et plus associatives sous une forte demande cognitive. Cela rendrait le modèle MINERVA 2 plus actif. La porte est ouverte pour

que les chercheurs dans ce domaine utilisent de telles procédures pour anticiper plus précisément les jugements évaluatifs. Dans l'attente, la suggestion d'un tel modèle ne se limiterait pas à une simple juxtaposition de Minerva-AL et MINERVA 2, mais chercherait à intégrer leurs complémentarités pour améliorer la compréhension des processus d'apprentissage et de mémoire impliqués dans le CE.

Le modèle d'hypothèse d'intégration temporelle proposé par Aust et Stahl (2019) met l'accent sur la prise en compte des ajustements spécifiques aux contextes et aux types de conditionnement, en intégrant les considérations sur la manière dont le temps peut affecter le traitement de la mémoire. Ce modèle peut être encore affiné en intégrant les lois de la (re)consolidation de la mémoire. Par exemple, l'intégration d'une fenêtre de consolidation d'environ 6 heures, comme le suggèrent les recherches de Nader (2003) et Walker et al. (2003), pourrait aider à modéliser comment les souvenirs se stabilisent et deviennent résistants aux interférences au fil du temps. D'autres améliorations pourraient prendre en compte le faible coût cognitif des souvenirs involontaires, car ils ne nécessitent aucun effort de récupération délibéré (Berntsen, 2009b; Berntsen et al., 2015). De plus, la récupération rapide de ces souvenirs, comme discuté par Staugaard et Berntsen (2014), pourrait également être modélisée pour refléter leurs caractéristiques cognitives et temporelles distinctes. En outre, l'intégration des résultats de Holmes et al. (2010) et d'Iyadurai et al. (2018) sur le blocage de la consolidation des souvenirs aversifs, connu pour réduire les souvenirs involontaires, pourrait fournir des informations sur les applications thérapeutiques, comme dans le traitement du SSPT ou d'autres troubles anxieux. Ces chercheurs ont exploré comment des interventions peu de temps après un événement traumatique pourraient potentiellement diminuer la consolidation des souvenirs aversifs, réduisant ainsi la fréquence et l'intensité des rappels involontaires futurs. De même, lorsqu'un nouveau contexte temporel est encodé à chaque nouvelle occurrence, il y a intégration des informations précédentes avec les suivantes. Cette intégration dépend de la disponibilité

des ressources cognitives et de celles requises pour l'évaluation. Une considération supplémentaire pourrait alors être l'intégration d'un gradient de charge cognitive dans le modèle MINERVA 2. Un tel modèle intégré non seulement améliorerait notre compréhension des processus de mémoire dans différentes conditions, mais pourrait également conduire à des stratégies plus efficaces pour gérer les troubles liés à la mémoire en manipulant le timing et la nature des interventions basées sur la fenêtre de consolidation et les caractéristiques spécifiques de la récupération de la mémoire.

Les modèles comme MINERVA 2 prédisent de manière strictement épisodique que nous devrions être capables d'isoler la signification sémantique au sein d'une multitude de traces liées à l'épisode. Cela représente finalement une forme d'indépendance entre les traces (voir, par exemple, l'effet de distinctivité qui biaise la comparaison entre les traces, Versace, 2014). Cependant, cela pose un problème pour expliquer l'interférence entre les traces, qui peut ne pas être représentative de la réalité. En réalité, il n'y aurait pas de modification des traces, mais plutôt une émergence de la connaissance. De plus, le modèle suppose l'indépendance des traits au sein des traces, ce qui semble peu probable. Pour y remédier, il est nécessaire de considérer les modèles de mémoire distribuée (voir section suivante).

Dans cette thèse la mémoire est perçue comme intégrative et multiprocessuelle. Comparer différentes conceptions de la mémoire et proposer une correspondance entre elles pourrait générer une combinaison intégrative multiprocessuelle, permettant de mieux anticiper des jugements adaptatifs sur plusieurs dimensions et offrant probablement une compréhension plus complète de la façon dont différents processus d'apprentissage interagissent. Cette intégration peut conduire à des prédictions plus précises du comportement et informer le développement d'interventions efficaces. La section suivante suggère de considérer à la fois les processus intentionnels lors de l'encodage et les modèles d'apprentissage incident, et souligne la nécessité d'une approche globale de la modélisation de la mémoire.

5. Intégration des modèles d'apprentissage incident et des processus intentionnels durant l'encodage

Bien que Minerva-AL et MINERVA 2 aient apporté des contributions majeures à la compréhension des mécanismes mnésiques, ces modèles présentent des limites. Minerva-AL repose uniquement sur un encodage actif basé sur l'erreur de prédiction, tandis que MINERVA 2 considère un enregistrement passif des traces mnésiques sans articuler la combinaison simultanée apprentissage intentionnel et incidentel. Et alors qu'un parallèle direct n'ait pas encore été établi et nécessiterait un travail substantiel pour trouver une équivalence des concepts, un modèle pourrait être candidat pour combiner les concepts abordés ici et pallier les lacunes respectives. Le modèle Act-In (Adaptive Control of Thought-Inclusive, Versace & Bertini, 2009; Versace & Lang, 2002; Versace, 2014) prend en compte, contrairement aux approches précédentes, les processus intentionnels et incidentels au sein d'un système unique. De plus, il intègre des processus cognitifs tels que la prise de décision et la résolution de problèmes. Le modèle proposé par Versace (2014) également basé sur des traces multiples, intègre toutefois des dimensions sensorielles tant inter-traces qu'intra-traces. L'intégration intra-trace signifie que chaque trace mnésique encode de manière multimodale différentes dimensions sensorielles et cognitives associées à une expérience. L'intégration inter-trace signifie que les nouvelles expériences sont comparées aux traces existantes pour déterminer les similarités et les divergences, influençant ainsi la récupération des souvenirs. Act-In est conçu comme multidimensionnel, chaque expérience est stockée sous forme de multiples dimensions interconnectées, chaque module encodant séparément les propriétés sensorielles et conceptuelles d'une situation donnée. Lorsqu'un stimulus est présenté, l'activation synchrone de plusieurs modules sensoriels permet une récupération flexible, tenant compte du contexte et de l'objectif du rappel. Par exemple, dans le CE, si un SC a été précédemment associé à un SI positif dans un contexte donné, la récupération de cette association dépendra à la fois de la

saillance du SC et des conditions d'apprentissage. A ce niveau pour ce modèle il est important de spécifier la différence entre mémoire et connaissance. La connaissance correspond à une multitude de traces antérieures activées. Une mémoire serait un état déclenché proche d'un état précédent. La reconsolidation implique alors l'activation d'un état proche d'un état précédent avec comparaison à une multitude de traces antérieures activées. Tandis que la consolidation serait une modification d'un état spécifique de la mémoire. Il faut donc comprendre ici que l'activation d'une trace n'est pas la même représentation de ce qui a été vécu, mais seulement ce que l'expérience a laissé comme empreinte. Le modèle Act-In de Versace (2014) propose l'inclusion dans un système mnésique unique et global de toutes les informations implicites et explicites. L'efficacité de la mémoire repose principalement sur la connexion entre les spécificités qui constituent une trace mnésique (Versace & Padovan, 2002).

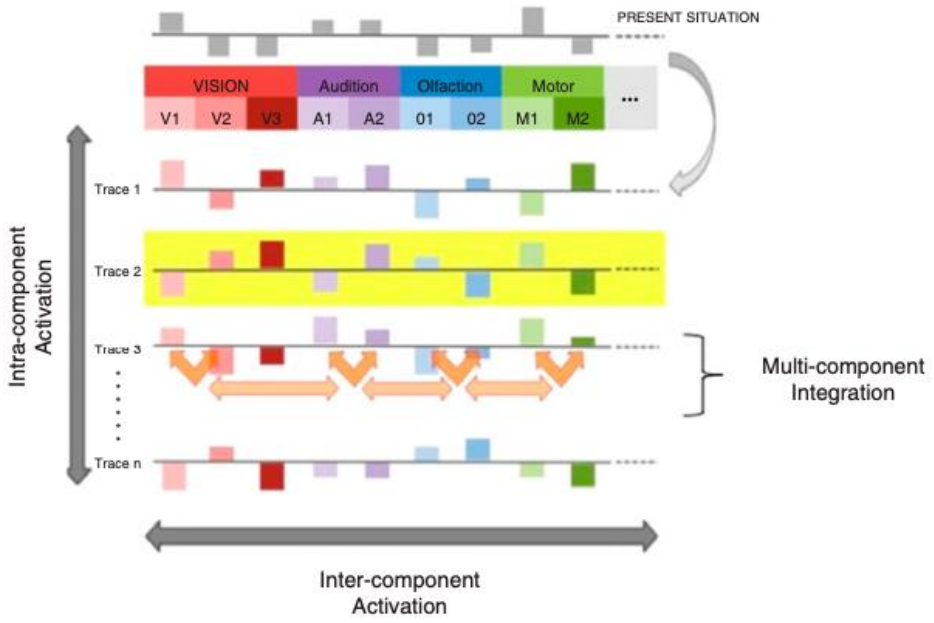


Figure 20 : Représentation Schématique de l'Adaptive Control of Thought-Inclusive Network - Act-in model (Versace et al., 2014), un modèle de la mémoire intégratif des mécanismes mnésiques.

La force de cette connexion est directement liée à l'efficacité du processus d'intégration. Act-In est un modèle intégratif des mécanismes de mémoire (voir figure 20 ci-dessus), il suggère que la force de l'intégration des caractéristiques détermine la réémergence de traces dédiées. Selon Versace et collaborateurs, lors d'un événement, l'information est perçue et

traitée, puis stockée dans des espaces dédiés, dans des zones responsables du stockage et du traitement de ces informations spécifiques. Lorsqu'une trace, reflétant toutes les propriétés sensorielles des expériences passées, implique un traitement visuel, cette trace est censée créer une trace dans le cortex visuel. C'est une combinaison de traces liées à des propriétés intégrées dans les espaces pertinents qui compose la trace. Elle devrait comprendre à la fois l'information souhaitée et les informations contextuelles associées. Lorsque la mémoire épisodique est engagée, par exemple, lors d'activités discriminantes (Versace et al., 2014), plus les traces rappelées sont pertinentes pour l'événement exigeant, plus la mémoire atteint son potentiel d'efficacité. Ce qui au passage rejoint la littérature sur l'impact des émotions dans la mémoire, attendue comme devant être modulée à la fois par l'intensité émotionnelle de l'événement et par l'interaction entre différentes structures cérébrales (Berntsen, 2002). Dans la reconnaissance explicite, il y a récupération d'une trace plutôt que d'autres, et en même temps, il y a une dépendance à l'intégration multimodale correcte de la trace. Soit la comparaison se fait globalement, soit sur des traits spécifiques si cela favorise la trace à avoir sa propre particularité. Cela présuppose que les traces intra-composantes sont intégrées. D'où la question de la conscience de l'association dans l'effet CE. Dans la reconnaissance implicite, la récupération se fait automatiquement sans intentionnalité, et la modalité perceptive dirige l'intégration. C'est-à-dire qu'une caractéristique spécifique significative n'implique pas nécessairement un rôle majeur des composantes pour l'intégration (intra-trace) puisque le signal sera suffisant pour la catégorisation. Si l'intégration nécessite une multimodalité, tout ce qui peut favoriser la discrimination dimensionnelle pour l'intégration des modalités de trace sera pris en compte dans le déploiement. Cela signifie que lorsque le contexte est explicite, il est exigeant et sollicite des dimensions sous forme d'activations multimodales. Dans les modèles de Versace, cette distinction, implicite – explicite, est modélisée comme un continuum d'intégration où l'explicite nécessite une forte intégration et l'implicite plutôt faible. Dans la reconnaissance explicite, la

récupération de la trace est dirigée activement par la demande cognitive, nécessitant une forte intégration multimodale. Dans la reconnaissance implicite, la récupération est automatique, sans intentionnalité, et repose sur une intégration plus faible, dirigée par les modalités perceptives. Autrement dit, lorsqu'un individu est exposé à une association SC-SI sans conscience explicite de cette relation, son évaluation affective du SC peut être influencée sans qu'il en ait un souvenir précis. Voir aussi le contexte spatio-temporel de la trace (Rousset, 2000). Le niveau spécifique d'intégration des traces détermine la qualité et la probabilité de sélectionner la trace précise demandée, c'est-à-dire que plus l'intégration est bonne, meilleure sera la récupération de la trace. Versace et al. (2014) proposent l'émotion comme un facteur d'optimisation de l'intégration. Versace et Rose (2007) ont trouvé une récupération plus rapide de l'information pour les stimuli négatifs (vs neutres). Earles et Starkings (2016) ont obtenu une meilleure mémoire pour les informations émotionnelles. Bisby et Burgess (2014) ont trouvé une meilleure mémoire pour les contextes négatifs (vs neutres).

Le modèle Act-In constitue une avancée majeure dans la modélisation des interactions entre mémoire et apprentissage, en intégrant les mécanismes d'encodage, de consolidation et de récupération au sein d'un même cadre théorique. Il pourrait permettre d'expliquer comment les processus automatiques et contrôlés coexistent dans l'apprentissage évaluatif. Et il pourrait relier mémoire, prise de décision et reconnaissance émotionnelle, et apporter une approche intégrative plus précise du CE. L'intégration des processus cognitifs tels que la prise de décision et la résolution de problèmes, est une proposition d'une approche multidimensionnelle où chaque dimension est codée séparément. Elle met en évidence la connexion entre les spécificités constituant une trace mnésique et la réémergence des traces, avec l'émotion agissant comme un facteur d'optimisation pour l'intégration. La complexité des processus impliqués dans la mémoire doit être prise en compte dans une compréhension globale. Il est nécessaire de disposer de modèles qui tiennent compte de la nature dynamique de la mémoire et de son

influence sur le comportement. Dans la section suivante, une réflexion critique sur la conception même de ces modèles est proposée, abordant les biais potentiels et suggérant des améliorations pour des représentations plus précises et complètes.

6. Modélisation du CE et mémoire : enjeux conceptuels et méthodologiques

La diversité des modèles théoriques dans les domaines du CE, de la mémoire, de la cognition et des émotions, bien qu'elle reflète une richesse conceptuelle, pose un problème central de modélisation. En effet, ces modèles, en cherchant à représenter des fonctionnements cognitifs communs, tendent souvent à ignorer les spécificités individuelles et contextuelles. Cette tension entre généralisation théorique et variabilité individuelle soulève des questions fondamentales quant à la validité et à la portée des prédictions issues de ces modèles. Les erreurs de prédiction observées dans ces modèles peuvent être de deux ordres. D'une part, elles relèvent de l'erreur statistique classique, qui correspond à l'ajustement progressif des paramètres qui déterminent la certitude au fil de l'accumulation de nouvelles données empiriques D'autre part, elles résultent d'une erreur de prédiction opérationnelle, plus problématique, où la modélisation échoue à capturer des différences intra-individuelles ou interindividuelles significatives, biaisant ainsi les inférences tirées des résultats expérimentaux. Ces biais opérationnels reflètent souvent un manque de connaissances ou une limitation inhérente à la conception du modèle, ce qui peut entraîner des effets de cascade, tels que des biais d'échantillonnage ou de procédure. Ce problème est particulièrement visible dans les modèles de mémoire et de prise de décision, où les hypothèses sous-jacentes peuvent ne pas être représentatives d'une variété de fonctionnements. Par exemple, Malcuit et Pomerleau (1994) ont proposé que des situations de contingence idéale reflètent une probabilité de renforcement optimale. Cependant, des travaux comme ceux de Rose et Desrochers (2008) sur les nourrissons de 3 et 6 mois révèlent des contradictions avec ce postulat. Ces auteurs montrent

que les nourrissons de 6 mois, contrairement à ceux de 3 mois, présentent des scores de fixation visuelle plus élevés dans des conditions de faible contingence. Ces résultats, corroborés par les travaux de Gergely et Watson (1996, 1999), remettent en question l'idée que la contingence élevée prédit systématiquement une attention accrue, suggérant que ces prédictions sont contextuelles et dépendantes du développement. De tels exemples mettent en lumière la nécessité pour les modèles de prédiction de la mémoire de mieux intégrer les spécificités contextuelles et opérationnelles. Une solution pourrait résider dans une collaboration interdisciplinaire, où des équipes issues de courants théoriques différents – neurosciences cognitives, psychologie sociale, ou même génétique comportementale – confrontent leurs modèles respectifs. Bien que ces initiatives existent, elles restent souvent isolées et peu systématiques. Une approche plus structurée et collaborative pourrait accélérer les avancées, réduire les redondances et affiner les modèles.

L'analyse des modèles de mémoire appliqués à le CE met en évidence des processus complexes impliquant des interactions entre concepts passifs et actifs, intentionnels et non intentionnels. Par conséquent, les recherches futures doivent non seulement affiner ces modèles, mais aussi explorer des méthodologies capables d'intégrer des perspectives variées pour dépasser les limitations actuelles. Cela pourrait s'envisager par exemple avec le développement des modèles dynamiques capables de s'adapter aux variations individuelles et aux contextes d'apprentissage, en intégrant des méthodologies mixtes combinant mesures expérimentales, analyses computationnelles et neurosciences, ou en exploitant les avancées en intelligence artificielle pour simuler les processus d'apprentissage évaluatif et tester les prédictions des modèles existants. Une telle démarche, en enrichissant la compréhension des interactions entre apprentissage et mémoire, pourrait également aider à développer des interventions plus efficaces pour modifier les attitudes et comportements dans des domaines tels que la santé publique, l'éducation et la publicité.

B. Analyse critique : Modèles, Procédures, Stimuli, et leurs effets

L'étude du CE ne peut être dissociée des procédures expérimentales et des caractéristiques des stimuli, qui jouent un rôle clé dans l'encodage et la récupération des associations SC-SI (Jones et al., 2009). Si le CE est un phénomène robuste, ses effets varient selon les contextes expérimentaux et les différences méthodologiques. Cette section explore comment les choix méthodologiques influencent l'apprentissage et la consolidation des associations SC-SI, en mettant l'accent sur les ambiguïtés conceptuelles, les biais expérimentaux et les implications pour la modélisation du CE.

1. Modèles conceptuels

La littérature sur la mémoire met en évidence des ambiguïtés conceptuelles qui reflètent la complexité de l'organisation et du fonctionnement mnésique. Un exemple central est le modèle de mémoire proposé par Squire (2008), qui distingue la mémoire déclarative de la mémoire non déclarative. Dans ce modèle, la mémoire déclarative est caractérisée par un accès explicite et conscient, tandis que la mémoire non déclarative est implicite et automatique. Cependant, cette distinction repose sur des bases théoriques qui peuvent prêter à confusion en raison du chevauchement conceptuel avec d'autres classifications, notamment celles proposées par Schacter (1985), qui différencie les processus mnésiques explicites et implicites. Contrairement à Squire, la distinction explicite/implicite chez Schacter se fonde sur le niveau de conscience mobilisé lors de l'encodage et de la récupération, et non sur le type de contenu mnésique. Dans ce cadre, la mémoire explicite implique une mobilisation volontaire et consciente, tandis que la mémoire implicite opère de manière involontaire et non consciente. Cette différence fondamentale entre les dimensions procédurales (déclarative/non déclarative) et fonctionnelles (explicite/implicite) révèle un mélange conceptuel problématique dans le

modèle de Squire. Certains exemples illustrent ces confusions conceptuelles. Par exemple, la mémoire procédurale, souvent catégorisée comme non déclarative, peut néanmoins impliquer des processus explicites et déclaratifs. Un individu récitant l'alphabet ou les mois de l'année mobilise des connaissances procédurales qui sont à la fois déclaratives et explicites. De manière similaire, des expériences épisodiques peuvent être non déclaratives en raison de l'incapacité du langage à transmettre certains aspects sensoriels ou émotionnels. Ainsi, même un souvenir parfaitement encodé dans la mémoire épisodique peut être difficilement exprimé verbalement, particulièrement lorsqu'il s'agit de ressentis émotionnels intenses. Ces nuances démontrent la nécessité d'un modèle de mémoire global qui considère la différenciation entre mémoire implicite et non déclarative tout en évitant les confusions conceptuelles. Cela est particulièrement pertinent dans le contexte du CE, où les processus implicites et explicites interagissent pour façonner les jugements et les comportements. En effet, certaines associations SC-SI peuvent être apprises de manière implicite (ex. : biais affectifs inconscients), mais leur récupération peut nécessiter des processus explicites (ex. : verbalisation d'une préférence). Cette double dynamique illustre les limites des classifications strictes et appelle à une approche plus flexible, prenant en compte la nature dynamique et évolutive des représentations mnésiques. Une telle intégration conceptuelle est abordée dans la section dédiée aux mesures implicites et explicites du CE, où l'importance de cette distinction est mise en lumière. Malgré ces limites conceptuelles, le modèle de Squire reste une référence fondamentale pour ses contributions neuroanatomiques. Ce modèle identifie le rôle central des lobes temporaux dans la mémoire, en particulier le lobe temporal interne pour la mémoire épisodique et le lobe temporal externe pour la mémoire sémantique, et leurs connexions avec l'hippocampe. Ces structures jouent un rôle clé dans la consolidation et la récupération des souvenirs, et leur importance est renforcée dans le cadre de modèles tels que la théorie des traces multiples (Multiple Trace Theory ; Nadel et al., 2000). Selon cette théorie, le lobe temporal interne reste

impliqué dans chaque réactivation mnésique, permettant la création de nouvelles traces à chaque récupération. Ce mécanisme renforce les souvenirs fréquemment rappelés en multipliant les traces mnésiques, mais facilite également l'oubli des informations peu réactivées. Cette perspective met en lumière le rôle dynamique du lobe temporal interne, non seulement dans le stockage initial des souvenirs, mais également dans leur transformation au fil du temps. Une autre illustration pertinente des distinctions mnésiques implicite/explicite réside dans les travaux de LeDoux (1994, 1995), qui différencient deux types de mémoire émotionnelle. La première, implicite et inconsciente, est médiée par une voie thalamo-amygdalienne rapide, permettant des réponses affectives automatiques. La seconde, explicite et consciente, est associée à une voie cortico-amygdalienne, offrant des réponses plus lentes et élaborées. Cette distinction met en évidence la complémentarité des systèmes mnésiques implicites et explicites dans la régulation des réponses émotionnelles, un aspect crucial pour comprendre les mécanismes du CE. Les limites conceptuelles des modèles de mémoire, telles qu'illustrées par le modèle de Squire, renforcent la nécessité d'une approche intégrative qui prenne en compte la complexité des interactions entre mémoire implicite et explicite. Cette intégration est particulièrement pertinente dans le cadre du CE, où les processus d'encodage, de stockage et de récupération des SC et SI dépendent de multiples systèmes mnésiques.

Une illustration de chevauchement de concept dans la littérature sur l'effet CE peut s'effectuer concernant le débat le plus visible des dernières années, celui de la nécessité de conscience (Corneille & Stahl, 2019 ; Gawronski & Corneille, 2025). L'idée n'est pas de répondre au débat mais de montrer les risques de ces superpositions théoriques. Une critique formulée par Dedonder et al. (2014) serait le mélange de concept entre la conscience des associations SC-SI et le type de traitement à effectuer, l'objectif vis-à-vis de la tâche (se reposer, compter, etc.). Ces chercheurs dans leur étude se sont appuyés sur le fait que les présentations parafovéales sont censées être moins conscientisables que celles fovéales, pour présenter des

SI en fovéale associés à des SC fovéaux ou parafovéaux. Dedonder et collaborateurs ont obtenu un effet de CE pour les SC plus accessibles à la conscience (fovéaux) seulement. Hödgen et al. (2018) ont critiqué cela en argumentant sur un probable chevauchement de concept entre proximité spatiale et conscience dans la polarisation fovéale – parafovéale, pour respectivement, l'aspect conscient - non conscient. Hödgen et collaborateurs ont utilisé un paradigme dit de suppression de flashs continus qui consiste en la présentation d'informations d'une teneur différente, en termes d'intensité, d'un œil à l'autre. Pendant qu'un œil recevait la forte stimulation (clignotement rapide avec masquage coloré) sensées être plus accessible à la conscience, l'autre recevait les SC à faible stimulation (figure/forme grise immobile). Autant en direct qu'en indirect, pas d'effet de CE retrouvé pour les SC moins conscients. Peut-être pouvons-nous imaginer une suite de critique au mélange de concept, par exemple perception versus conscience, et concevoir un paradigme contournant ce problème. Toujours est-il qu'il est crucial de trouver les bonnes méthodologies en rapport à ce qu'il est réellement censé mesurer, c'est finalement le principe de validité psychométrique (Kelley, 1927). Il y a bien évidemment d'autres biais de mesure liés à la modélisation et au chevauchement. Pour illustrer ce propos par un autre exemple, Vazire (2019) ou encore Yarkoni (2020) avancent qu'il est important de distinguer un effet statistique reproductible (Moran et al., 2021), signifie que la même tendance est observée dans plusieurs études, d'une inférence reproductible concernant une hypothèse d'intérêt, qui signifie que les conclusions générales du modèle sont valides dans différents contextes expérimentaux (Kurdi et al., 2022), c'est la cas des études répliquant le paradigme de Olson et Fazio (2001). Une perspective d'amélioration serait à ces mises en évidence relatives à la complexité des interactions entre perception, mémoire et conscience dans le CE. Plusieurs biais méthodologiques et chevauchements conceptuels rendent nécessaire une approche plus rigoureuse, intégrant des contrôles méthodologiques précis pour éviter les erreurs d'interprétation. Si des recommandations doivent être proposées pour améliorer la

validité des études sur le CE elles pourraient être de mieux distinguer perception et conscience dans la conception des expériences ; de s'assurer que les paradigmes expérimentaux mesurent bien les processus supposés être étudiés ; d'intégrer des contrôles psychométriques pour garantir la validité et la reproductibilité des effets du CE.

2. Limites des inférences expérimentales dans le CE

L'examen critique de l'inférence, particulièrement dans des paradigmes expérimentaux complexes, révèle des zones d'ambiguïté, notamment lorsqu'il s'agit de différencier les mécanismes associatifs et propositionnels. L'exemple de l'extinction en conditionnement classique, comparée au CE, illustre cette problématique. Le conditionnement pavlovien est caractérisé par une sensibilité accrue à l'extinction (Ny, 1992). Dans le conditionnement pavlovien, l'extinction se produit lorsque le SC est présenté seul à plusieurs reprises, ce qui réduit progressivement la réponse conditionnée et cette atténuation est souvent interprétée comme une mise à jour des attentes de l'organisme concernant la relation SC-SI. Alors que le CE résiste souvent à ce processus (Mierop & Corneille, 2018b). En effet dans le CE, la valence émotionnelle du SC est souvent préservée malgré l'absence de contingence directe avec le SI, ce qui suggère que les associations évaluatives sont consolidées différemment des réponses réflexes pavloviennes. Des hypothèses ont été avancées pour expliquer cette résistance du CE à l'extinction. Par exemple, contrairement aux réponses conditionnées pavloviennes qui s'affaiblissent rapidement sans renforcement, ou à l'inverse, l'absence répétée du SI en présence du SC informe l'organisme que l'association n'est plus valable ; les évaluations affectives peuvent persister car elles sont encodées dans des systèmes mnésiques plus complexes, ce qui suppose l'implication de la mémoire épisodique et des traces mnésiques durables (Gast, 2018). De manière parallèle, aucune conséquence comportementale immédiate ne vient signaler que le SC n'est plus associé au SI, ce qui complique l'extinction dans le cadre

du CE. Il y a absence d'un feedback clair sur l'invalidité de l'association : dans le conditionnement pavlovien, l'absence répétée du SI en présence du SC informe l'organisme que l'association n'est plus valable. Dans le CE les représentations affectives sont souvent intégrées dans un réseau sémantique plus vaste, contrairement au conditionnement pavlovien, où un SC unique est relié à un SI unique. Cette distinction est centrale mais soulève des préoccupations méthodologiques liées à l'interprétation des données. Prenons l'exemple de l'impuissance apprise, tel que décrit initialement par Seligman et Maier (1967), qui fut interprétée comme un mécanisme d'apprentissage. Les travaux ultérieurs (Maier et Seligman, 2016) ont cependant révélé que cette passivité comportementale résulte plutôt d'une réponse par défaut médiée par l'activité du noyau dorsal du raphé. Cet effet peut être inversé par un apprentissage de contrôle engageant le cortex préfrontal, soulignant ainsi une compréhension différente du phénomène à la lumière des données neurobiologiques modernes. Ce cas illustre comment les conclusions tirées à partir des connaissances disponibles à une époque donnée peuvent évoluer avec les avancées scientifiques. La méthodologie expérimentale peut ainsi être sujette à des biais d'inférence. Par exemple, dans l'observation de l'extinction, la cessation comportementale peut être interprétée comme une extinction totale, alors qu'elle reflète uniquement l'absence momentanée de comportement observable. Ce raisonnement abductif, bien que nécessaire en recherche, peut introduire un biais de confirmation lorsque l'expérimentateur mesure ce qu'il s'attend à observer (Gibson, 1979). Des phénomènes tels que la persistance des croyances, les corrélations illusoires ou encore l'effet de distinctivité (Versace, 2014) renforcent cette tendance à polariser les interprétations. Dans le cadre du CE, la question de l'extinction, ou de la conscience, ne peut se réduire à la polarisation, une simple dichotomie, entre processus associatifs et propositionnels. Une compréhension approfondie nécessite l'intégration de modèles plus complexes, notamment ceux reposant sur des systèmes de mémoire multisensoriels et distribués. Les données obtenues en CE, telles que la résistance

à l'extinction ou la préservation des évaluations malgré l'absence de contingence directe SC-SI, témoignent de dynamiques mnésiques plus complexes que les paradigmes classiques de conditionnement pavlovien. Les paradigmes de CE doivent également prendre en compte davantage la nature intrinsèquement biaisée de la lecture expérimentale, ou effet des attentes (Kosinski, 2014). En effet, les attentes des chercheurs peuvent influencer la manière dont les stimuli sont perçus et interprétés, ce qui nécessite une triangulation des données issues de méthodologies variées, incluant des modèles intégratifs de mémoire, des mesures indirectes et des analyses neurobiologiques.

3. Influence des effets indirects du CE

Les recherches récentes soulignent que la spécificité des procédures constitue un modérateur fondamental des effets du CE. Comme l'ont démontré Jones et al. (2009), l'attention alternante et répétée sur la relation SC-SI sur de courtes périodes favorise l'observation des effets directs du CE, tandis que des présentations stables et uniformes des contingences SC-SI tendent à générer des effets indirects (Sweldens et al., 2010). Cette dynamique souligne une différenciation cruciale entre ces deux types d'effets, avec des implications méthodologiques et conceptuelles importantes. Dans des contextes où le SI varie tout en maintenant une valence constante, les effets directs du CE sont significativement renforcés (Balas, 2023; Balas & Gawronski, 2012; Hütter et al., 2012). Cependant, les études menées dans cette thèse, en optant pour une présentation séquencée des paires SC-SI, semblent avoir privilégié l'émergence des effets indirects du CE. Cette approche méthodologique contraste avec des présentations simultanées, qui pourraient, en théorie, altérer les résultats en mettant en lumière des processus directs. Ainsi, les conclusions formulées ici doivent être interprétées dans les limites de l'influence potentielle des effets indirects. Gawronski et Bodenhausen (2018b) ont proposé que les mesures indirectes, bien qu'informatives, modifient potentiellement le contexte

expérimental en affectant les jugements évaluatifs. Cela indique que l'intégration des stimuli par les participants est sensible aux interactions entre les procédures expérimentales et les caractéristiques perceptives des stimuli. De tels ajustements contextuels influenceraient alors les jugements immédiats et, potentiellement, les conclusions globales. Au-delà des considérations procédurales, il est impératif d'examiner la spécificité des stimuli eux-mêmes dans la genèse des effets de CE. La manière dont les stimuli sont structurés, présentés et perçus impacte directement leur traitement cognitif et affectif. Le moment de la présentation du conditionnement des SC et SI a été largement étudié (Moran et al., 2023; Gast et al., 2016 ; Rydell & Jones, 2009; Richter & Gast, 2025; Hofmann et al., 2010). Par exemple, de manière simultanée (SC et SI dans le même temps ou partiellement), en conditionnement direct (le SI présenté après), en conditionnement inversé (le SI présenté avant). Ce point est particulièrement crucial lorsqu'il s'agit d'expliquer des effets indirects, qui dépendent fortement de la dynamique perceptive et contextuelle. Ainsi, toute analyse des phénomènes liés au CE nécessite une prise en compte conjointe des facteurs procéduraux et des spécificités des stimuli. Les effets indirects du CE, bien qu'essentiels, ne constituent qu'une partie du spectre des influences qui façonnent les jugements évaluatifs.

4. Stratégies computationnelles et coût d'opportunité / coût de renoncement

Les recherches sur le CE se concentrent souvent sur la manière dont la valeur des stimuli influence l’attention et oriente les jugements (Hofmann et al., 2010). Ces travaux s'inscrivent dans une perspective computationnelle, où la valeur attribuée à un stimulus détermine la priorité attentionnelle. Kurzban et Myers (2013) conceptualisent ce processus en termes de stratégies computationnelles, mettant en évidence les ressources déployées pour des tâches spécifiques en fonction des coûts d'opportunité associés. Le coût d'opportunité peut être défini comme la différence entre le gain attendu d’une tâche et celui d’une alternative potentiellement plus

avantageuse. Par exemple, dans un choix simultané entre deux options (A ou B), chaque action implique un rendement temporel associé. Lorsque le rendement d'une option devient inférieur à celui de l'autre, le coût d'opportunité augmente (Andreani, 1967). Ce concept pourrait enrichir les modèles de mémoire en capturant l'équilibre entre les ressources cognitives allouées et les alternatives possibles, en particulier dans les paradigmes de double tâche où des choix constants entre des activités concurrentes sont nécessaires. Cependant, les coûts d'opportunité ne concernent pas uniquement des décisions conscientes. On peut envisager des mécanismes inconscients d'arbitrage cognitif, où les caractéristiques des stimuli eux-mêmes influencent les choix. Une décision fondée sur la valeur attribuée ne représente qu'une partie du processus ; d'autres paramètres, tels que la saillance et les instructions expérimentales, interviennent également (Hofmann, 2010). Ces facteurs démontrent que la valeur d'un stimulus est contextuellement dépendante et liée aux objectifs du sujet, en particulier dans des environnements à ressources limitées (Valéry & Dehais, 2019). Le but joue un rôle déterminant dans l'allocation des ressources attentionnelles. Par exemple, lorsque le temps est limité, les individus peuvent prioriser des stimuli moins saillants en fonction de leur pertinence pour atteindre un but précis. Cela signifie que le but sous-jacent ne détermine pas seulement la valeur d'un stimulus, mais influence également son poids dans le processus de prise de décision. Cette idée trouve un écho dans les modèles d'utilité multi-attributs, qui attribuent des poids variables aux différents attributs d'une tâche en fonction de leur pertinence pour un objectif donné (Edwards & Tversky, 1967). Pour illustrer ce concept, considérons l'achat de vêtements. Un consommateur pourrait accorder plus de poids à l'aspect esthétique (agrément) qu'à l'adéquation avec les tendances de la mode, selon ses objectifs. De manière similaire, dans des études S-S, les participants évaluent les éléments en fonction de leur utilité perçue et des objectifs qu'ils poursuivent. Dans un cadre propositionnel, Corneille et al. (2009) et De Houwer (2009) ont suggéré que les objectifs pourraient jouer un rôle parcimonieux, mais déterminant,

en influençant la conscience des contingences et la dépendance aux ressources cognitives. Cela soulève l'idée que les coûts d'opportunité devraient être intégrés dans les modèles de mémoire pour mieux comprendre comment les ressources cognitives sont allouées en fonction des objectifs sous-jacents et comment ces processus impactent les jugements évaluatifs. L'intégration des coûts d'opportunité permettrait d'améliorer la compréhension des dynamiques entre ressources cognitives et jugement évaluatif. En ajoutant ces données, il serait possible d'affiner les ajustements des poids et des priorités attribués aux variables dans les modèles existants. Ces ajustements pourraient également fournir des informations cruciales sur la manière dont les jugements évoluent en fonction des contraintes contextuelles et temporelles. La prochaine section explore un deuxième exemple, basé sur l'intégration de l'effet de valence dans les modèles de mémoire et son rôle potentiel dans l'élaboration des décisions, complétant ainsi la perspective globale sur la dynamique du CE et la prise de décision.

5. Prise de décision en contexte cognitif et effet de valence

Les observations réalisées dans cette thèse peuvent être éclairées par une adaptation contemporaine de la loi de l'effet initialement formulée par Thorndike (1911). Ce dernier conceptualisait la loi de l'effet dans le cadre du conditionnement instrumental, selon lequel un comportement est renforcé ou affaibli en fonction des conséquences qu'il produit dans l'environnement. En d'autres termes, les comportements tendent à se répéter lorsqu'ils aboutissent à des résultats satisfaisants et à s'estomper dans le cas contraire. Thorndike décrit le comportement comme intrinsèquement dépendant de ses effets sur l'environnement et, par extension, de leur influence sur l'organisme. Dans le contexte des études sur le CE, les stratégies déployées pour associer les SC et SI semblent dépendre des coûts cognitifs impliqués et de l'effet perçu des stimuli sur l'allocation des ressources attentionnelles. Les stimuli à valence négative, souvent plus aversifs et nécessitant une moindre interprétation, conduisent à une

allocation minimale de ressources, favorisant un traitement rapide et superficiel pour libérer des capacités cognitives. En revanche, les stimuli à valence positive mobilisent davantage de ressources, les individus ayant tendance à prolonger l'interaction pour en maximiser les effets gratifiants une fois la valence positive identifiée. Skinner (1938) élargit la compréhension de la loi de l'effet en introduisant trois principes fondamentaux : (1) la continuité comportementale, où les organismes expriment des comportements de manière continue ; (2) l'influence des conséquences comportementales sur leur probabilité de répétition ; et (3) le rôle des états motivationnels et contextuels dans la modulation de ces conséquences. Par exemple, l'efficacité renforçatrice d'un stimulus alimentaire varie en fonction de la durée de la privation alimentaire. Appliqués au CE, ces principes suggèrent une adaptation flexible de l'allocation des ressources cognitives en fonction des caractéristiques des stimuli et des contraintes contextuelles. Dans des conditions de privation cognitive, comme lors de tâches à charge élevée, la stratégie adaptative semble s'orienter vers la préservation des ressources nécessaires pour traiter efficacement les stimuli les plus saillants ou pertinents. La littérature met en avant le rôle de l'amygdale en réponse à des stimuli émotionnels, qui semble favoriser la consolidation de la mémoire spécifiquement pour les événements choquants ou traumatiques, en augmentant l'attention aux détails centraux (Berntsen, 2002). En effet, selon Bernsten (2002) la valence émotionnelle affecte la centralité des informations mémorisées, avec un biais vers les détails essentiels de l'événement, au détriment des informations périphériques. Les détails centraux se rapportent aux éléments essentiels à la compréhension de l'événement (comme les actions clés, les émotions fortes, les décisions cruciales). Les détails périphériques, en revanche, concernent des aspects moins pertinents, comme les objets, les sons de fond, ou d'autres informations contextuelles secondaires. Selon le modèle des niveaux de traitement (Craik & Lockhart, 1972), les tâches sollicitant un traitement sémantique produisent une meilleure consolidation que celles impliquant un traitement superficiel (Craik & Tulving, 1975). Dans le CE, la nature des stimuli

joue un rôle déterminant, les émotions associées au SI renforcent la consolidation des associations SC-SI en engageant des régions cérébrales impliquées dans la mémoire émotionnelle et l'attention, comme l'amygdale et l'hippocampe (Phelps & LeDoux, 2005). L'attention portée à un événement émotionnel augmente les chances que celui-ci soit efficacement encodé en mémoire. L'émotion influence les fonctions cognitives telles que la résolution de problèmes, l'attention, la perception et la mémoire (Tyng et al., 2017). Ces émotions sont distinguées pas l'arousal (excitation) et la valence (attractivité / aversion) (Costanzi et al., 2019). L'arousal, ou excitation émotionnelle, a des effets immédiats et puissants sur l'encodage, en renforçant les souvenirs liés aux aspects saillants de l'événement.

Costanzi et al. (2019), ont étudié l'impact de la valence émotionnelle et de l'arousal sur la MDT visuo-spatiale. Les résultats montrent que des images négatives sont mieux mémorisées que celles neutres, cependant seulement lorsque les images sont présentées dans un contexte non compétitif (sans images émotionnelles concurrentes). Lors de deux expériences suivantes, les chercheurs ont ajouté des éléments de compétition en associant des images émotionnelles (positives et négatives) avec des objets dans une même séance d'encodage. Les résultats ont révélé que les objets associés à des images émotionnelles étaient mieux mémorisés que ceux associés à des images neutres. Dans une autre expérience, les chercheurs ont montré que bien que l'arousal pouvait améliorer la mémoire à long terme pour les images émotionnelles, il ne modifie pas la performance en MDT visuo-spatiale. A nouveau lors d'une autre expérience ces mêmes auteurs, en gardant constant le niveau d'arousal, ont retrouvé de meilleures performances pour les objets associés à des images négatives ou positives par rapport aux images neutres. Lors d'une dernière expérience, les résultats ont montré qu'il n'y avait pas d'effet de la valence émotionnelle sur la performance en mémoire de travail lorsque les stimuli émotionnels étaient les seuls présentés (pas de neutre). Les effets sur la MDT visuelle ou plus largement sur la mémoire sont directement impactés par le contexte et du type de compétition

entre stimuli. Ici nous manipulons des stimuli positifs et d'autres négatifs mais nous ne sommes pas concernés par la compétition car selon les auteurs il y a compétition à partir du moment où des stimuli sont présentés simultanément dans le même essai d'encodage. La compétition se manifeste lorsque ces stimuli se disputent l'accès aux ressources de la mémoire de travail, particulièrement lorsque les stimuli émotionnels, en raison de leur charge émotionnelle, peuvent capturer davantage d'attention et donc influencer la performance de la mémoire spatiale. Cette compétition peut augmenter la mémorisation des objets associés à des stimuli émotionnels, améliorant ainsi la mémoire de travail visuo-spatiale. LaBar et Cabeza (2006) soulignent que l'arousal est directement lié à la capacité de se souvenir des éléments émotionnellement significatifs d'un événement. Une attention plus intense permet de mieux traiter et de conserver des souvenirs émotionnels, à l'opposé des détails périphériques qui sont souvent ignorés ou oubliés, comme dans les phénomènes de "weapon focus" ou "tunnel memory" ((Berntsen, 2002; Berntsen & Rubin, 2002). Contrairement à la dissociation ou à la répression, les informations émotionnellement saillantes et liées au cœur de l'événement sont souvent mieux conservées dans la mémoire et selon Berntsen (2002) ce processus est directement lié à l'activation de circuits cérébraux responsables de la gestion émotionnelle et de la mémoire autobiographique. Ces dynamiques soulignent l'interdépendance entre attention, engagement émotionnel et consolidation dans l'établissement des réponses évaluatives.

Les résultats des trois études menées dans cette thèse mettent en lumière la modulation de la mémoire et des jugements évaluatifs en fonction des ressources cognitives disponibles. Nous avons vu que lorsque les ressources sont fortement sollicitées (étude 1), la mobilisation des ressources visuo-spatiales a éliminé la valence acquise. Et une activation plus modérée des ressources (étude 2) semble conduire à une priorité accordée aux valences par rapport aux informations associées. Ici, la différenciation entre les stimuli positifs et négatifs tend à

s'effacer, bien que les stimuli neutres restent distincts des stimuli négatifs. En l'absence d'engagement significatif des ressources avant ou pendant l'encodage (étude 3), l'information et l'évaluation coexistent pour orienter les jugements évaluatifs, les informations positives continuant d'être mieux mémorisées. Ces données convergent pour montrer une flexibilité stratégique dans l'allocation des ressources cognitives, influencée par les exigences contextuelles et les caractéristiques des stimuli. Cette flexibilité s'inscrit dans une logique d'optimisation des processus cognitifs face aux contraintes externes. Ce qui signifie une forme d'adaptation, ce qui rappelle Tolman (1948) qui a proposé une perspective complémentaire à celle de Thorndike (1911, 1933) en introduisant le concept de cartes cognitives et l'idée de planification motivée. En effet, contrairement à l'approche de Thorndike, qui relie les choix futurs aux récompenses immédiates via des associations comportementales, Tolman suggère que des processus latents de planification permettent aux individus d'anticiper des récompenses futures en fonction de leur environnement. Les cartes cognitives de Tolman offrent une grille d'analyse potentielle pour comprendre comment les individus organisent les relations SC-SI de manière flexible et adaptative. Dans le cadre du CE, et en prenant le recul via cette thèse, ces considérations invitent à intégrer davantage les dimensions de raisonnement et de planification motivée dans les modèles de mémoire et de prise de décision. Les résultats de cette thèse soulignent la nécessité d'élargir les modèles existants en y intégrant les développements récents des sciences cognitives. Les modèles de mémoire gagneraient à tenir compte des processus d'allocation flexible des ressources cognitives, et intégrer des paramètres liés à la planification, au raisonnement et aux ajustements dynamiques en fonction des contextes. Cela pourrait offrir une compréhension plus complète de l'apprentissage et des jugements évaluatifs. La prochaine section explorera des pistes de recherche visant à intégrer ces perspectives dans une approche unifiée des processus cognitifs et mnésiques impliqués dans le CE.

C. Perspectives

Les travaux réalisés dans cette thèse offrent des pistes de recherche potentiellement infinies, particulièrement en ce qui concerne l'interaction entre mémoire, émotions et cognition. L'un des axes prometteurs réside dans l'exploration des liens entre déficits cognitifs, comme ceux liés à la mémoire de travail spatiale, et les dysfonctionnements observés dans les troubles psychiatriques. Les travaux de Purcell et Keller (1998) soulignent déjà ce lien, en identifiant des altérations spécifiques de la mémoire de travail spatiale dans des troubles comme la schizophrénie. Ces observations appellent à une réplication des expériences menées ici dans des contextes cliniques, afin d'évaluer leur pertinence pour développer des interventions thérapeutiques innovantes.

Les avancées réalisées dans cette thèse révèlent également un potentiel pour optimiser les techniques cliniques actuelles, notamment les thérapies d'exposition utilisées dans le traitement de troubles anxieux. Une distinction fondamentale entre l'extinction et le blocage de la reconsolidation mérite ici d'être soulignée. L'extinction, comme le souligne Bouton (1993), repose sur un nouvel apprentissage qui recouvre mais ne supprime pas la trace mnésique initiale. Ce processus est sensible aux contextes, à la récupération spontanée et aux effets de réintégration, ce qui peut limiter sa durabilité. En revanche, le blocage de la reconsolidation, selon Duvarci et Nader (2004), atténue directement une trace mnésique sans nécessiter de nouvel apprentissage. Cette approche semble moins dépendante des variables contextuelles et offre donc une stabilité potentiellement plus grande. Sur le plan moléculaire, Dudai et Eisenberg (2004) ont également démontré des mécanismes distincts entre extinction et reconsolidation, appuyant la robustesse de cette distinction. En thérapie comportementale pour des troubles comme l'anxiété sociale, les procédures actuelles d'exposition visent à créer de nouveaux apprentissages pour contrer les biais cognitifs. Par exemple, selon Heeren et McNally (2017), ces biais maintiennent l'anxiété en amplifiant la perception de menace sociale, comme la peur

de l'exclusion. Les techniques d'exposition traditionnelles visent à réentraîner ces biais en multipliant les contextes d'apprentissage (Bouton, 1993). Le blocage de la reconsolidation pourrait offrir une simplification majeure. Au lieu de nécessiter de nouveaux contextes d'apprentissage, cette technique permettrait d'atténuer directement l'apprentissage initial négatif. En réactivant la trace mnésique liée à l'exclusion sociale, il serait possible de réduire l'impact affectif associé, sans créer une nouvelle trace qui pourrait elle-même nécessiter une généralisation. Cette approche pourrait ainsi accélérer la thérapie d'exposition tout en augmentant sa durabilité. Les possibilités offertes par le blocage de la reconsolidation dans le cadre des thérapies comportementales sont multiples. Par exemple, le blocage des affects émotionnels initiaux. Atténuer les réactions émotionnelles négatives liées à des expériences passées, facilitant ainsi un nouvel apprentissage moins chargé émotionnellement. Ou encore, la réactivation et déconditionnement. Consistant à réactiver la trace initiale pour réduire ou supprimer les associations émotionnelles négatives, sans avoir à recouvrir ces apprentissages par de nouveaux. Ou également, un contre-conditionnement ciblé. Le fait d'utiliser les principes traditionnels du contre-conditionnement tout en minimisant les interférences affectives, simplifiant ainsi les protocoles thérapeutiques. Un point essentiel à explorer est la généralisation des lois de la reconsolidation aux agents cognitifs, qui pourraient offrir une alternative aux approches pharmacologiques actuelles. Des recherches supplémentaires pourraient examiner si les résultats obtenus avec des procédures cognitives respectent les mêmes principes que ceux observés dans les paradigmes pharmacologiques. Ces explorations permettraient de répondre à des questions fondamentales, telles que l'étendue des applications thérapeutiques possibles, la durabilité des effets, et la compatibilité avec des troubles spécifiques. Elles ouvriraient également la voie à une personnalisation accrue des interventions, en intégrant des considérations sur les types de mémoire et les processus cognitifs sous-jacents à chaque trouble. C'est également vrai pour les âges et milieux différents, ou toutes les différences inter

individuelles qui jouent un rôle dans la mémoire (Golay, 2014). Les répercussions sont à envisager par exemple à l'école sur le mode d'apprentissage en fonction du timing, qui pourrait permettre une optimisation des dispositifs pédagogiques. Une idée serait de favoriser la mémoire à long terme sans engendrer de stress lié à l'évaluation. Plusieurs études pourraient permettre de vérifier une méthodologie adéquate.

En conclusion, les travaux réalisés dans cette thèse soulignent non seulement l'importance d'approfondir notre compréhension des processus de mémoire dans les contextes de recherche théorique et clinique, mais aussi le potentiel d'innovation dans les pratiques thérapeutiques. Ces perspectives, à la croisée des sciences cognitives et sociales, offrent un cadre riche pour le développement de traitements plus efficaces et durables.

IV. Conclusion

Les travaux réalisés dans cette thèse convergent vers une distinction fonctionnelle entre les processus d'encodage et de consolidation dans le conditionnement évaluatif. En perturbant les ressources cognitives à différents moments du traitement, il devient possible d'identifier les fenêtres temporelles critiques pour chacun de ces processus.

L'étude 1 suggère que l'effet de CE semble nécessiter des ressources visuo-spatiales pendant la fenêtre de consolidation, et que valence émotionnelle attribuée aux stimuli dépend d'un processus de consolidation actif, vulnérable aux interférences post-encodage. L'étude 2 suggère que l'effet de valence du CE semble résister à la mobilisation proactive des ressources visuo-spatiales, mais pas la qualité de la mémoire associée. En revanche, l'étude 3 montre que le moment de la mobilisation cognitive, effectuée avant l'apprentissage, ne répond pas aux mêmes mécanismes que lors d'une mobilisation après ou durant l'apprentissage. Ces résultats appuient l'idée selon laquelle les mécanismes impliqués dans l'acquisition évaluative ne sont pas homogènes, mais reposent sur des étapes successives aux exigences cognitives différenciées. La consolidation affective semble exiger une période de stabilisation post-encodage, tandis que la capacité à former des liens mémoriels entre les éléments présentés dépend davantage de l'état cognitif au moment de l'exposition initiale. En articulant ces dynamiques autour de la temporalité de l'apprentissage émotionnel, cette interprétation ouvre la voie à une compréhension plus fine des conditions nécessaires à la formation, la stabilisation et la modulation des évaluations affectives. Il est important de comprendre les multiples facettes de l'apprentissage, associatif et/ou propositionnel, qui constituent des éléments essentiels dans la compréhension de l'effet du CE. Cependant, cette compréhension ne suffit pas à expliquer pleinement les mécanismes liés à l'effet de CE. Au-delà de la distinction entre associatif et propositionnel, ou entre encodage et consolidation, l'objectif de cette thèse est d'utiliser les résultats obtenus qui trouvent un écho dans plusieurs cadres théoriques de la mémoire et de la

cognition pour proposer d'articuler les données empiriques de grandes familles de modèles, en passant du modèle de jugement basé sur la mémoire aux approches temporelles de l'évaluation, et évoquer des modèles computationnels intégratifs. Le modèle intégratif multiprocessus reste en phase empirique, nécessitant des enrichissements pour capturer les dynamiques complexes de la mémoire et de l'apprentissage. Parmi ces lacunes figurent des concepts fondamentaux du fonctionnement cognitif, tels que ceux avancés par le modèle du Global Workspace Network de Dehaene et Changeux (Dehaene et al., 1998; Dehaene & Sergent, 1998), ou encore les principes temporels de la consolidation décrits par Nader, Schafe, et Le Doux (2000). Ces dimensions doivent être intégrées pour fournir un cadre véritablement global. Les progrès en neurosciences continuent de redéfinir notre compréhension des processus mnésiques. Par exemple, des études récentes ont révélé une implication plus complexe de l'hippocampe, qui ne se limite pas à l'encodage initial, mais joue également un rôle dans l'organisation et l'intégration contextuelle au fil du temps (Moyse & Berry, 2024). Ces résultats confirment que les représentations mnésiques évoluent avec la consolidation, un mécanisme en accord avec l'hypothèse de l'intégration temporelle. Ils montrent également que des souvenirs spécifiques peuvent coexister avec une assimilation en temps réel de nouveaux apprentissages. Ces processus expliquent des phénomènes comme l'effet de renouvellement ou la récupération spontanée après extinction, soulignant la nécessité de modèles qui prennent en compte à la fois la dynamique temporelle et la spécificité contextuelle. Le conditionnement évaluatif trouve des applications pratiques dans des domaines variés, tels que le marketing et la psychothérapie. Par exemple, comme le montrent Biegler et Vargas (2013), les publicités pour les médicaments exploitent les principes du CE pour influencer les attitudes des consommateurs, souvent sans considération adéquate pour leurs implications psychologiques. En associant des images plaisantes à des produits neutres, ces campagnes manipulent subtilement les croyances sur la sécurité et l'efficacité des produits, soulevant des préoccupations éthiques majeures. Les

réglementations actuelles, qui se concentrent sur le contenu explicite, peinent à contrer ces pratiques. Une meilleure compréhension des mécanismes du CE pourrait contribuer à protéger les individus face à ces influences, tout en offrant des outils pour renforcer l'autonomie décisionnelle des consommateurs. Par exemple, la notion de contrôle soulève cette question éthique. Si des personnes qui sont exposées à des influences externes, telles que les publicités, ne contrôlent pas l'influence de ces sources, elles ne peuvent pas maitriser leur jugement sur ces dernières. Comme le suggèrent Hütter et Sweldens (2024), il serait judicieux d'élaborer une raison sémantique du désaccord et non juste être contre l'annonce (expérience 3 versus 1 et 2, Hütter et Sweldens, 2024). Il semble essentiel d'opter pour une stratégie préventive pour mettre en avant l'importance de contrer les influences indésirables avant ou pendant l'exposition et pas après. En psychothérapie comme en marketing, une manipulation éclairée des stimuli émotionnels pourrait renforcer l'efficacité des interventions en optimisant les réponses conditionnées souhaitées. À travers ces contributions, cette thèse complète la compréhension des processus mnésiques, tout en ouvrant de nombreuses pistes pour des recherches futures. L'intégration des mécanismes cognitifs avancés, des dynamiques contextuelles et des implications temporelles pourrait aboutir à des modèles prédictifs plus robustes. Ces modèles, à leur tour, pourraient transformer des applications pratiques allant du traitement des troubles mentaux à la conception de politiques publiques plus éthiques. Le défi est maintenant de poursuivre cette intégration théorique tout en explorant ses implications pratiques pour maximiser l'impact de ces découvertes au profit d'un cadre plus intégré et adaptable.

V. Annexes

Étude 1 :

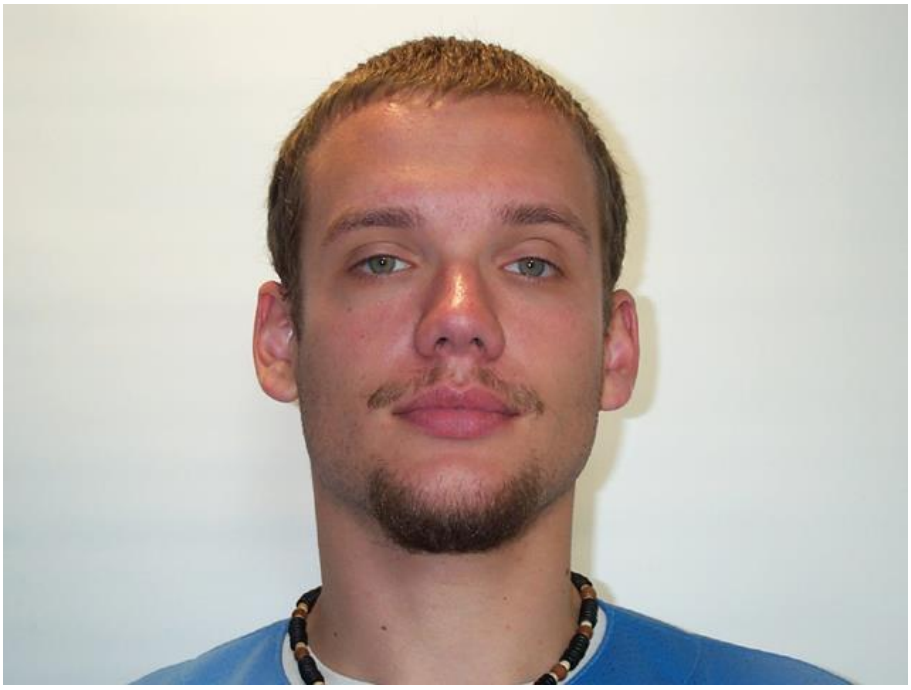
Stimuli conditionnés (SC) : Pour les SC, 8 photos de visages d'hommes de type caucasien ont été utilisées à partir de la base de données de Minear et Park (2004), chacune représentant un état affectif neutre.

Study 1:

Conditioned Stimuli (CS): For the CS, 8 Caucasian-type male face pictures were utilized from the Minear and Park (2004) database, each portraying a neutral affective state.

Face N°1: 

Face N°2: 

Face N°3: 

Face N°4: 

Face N°5: 

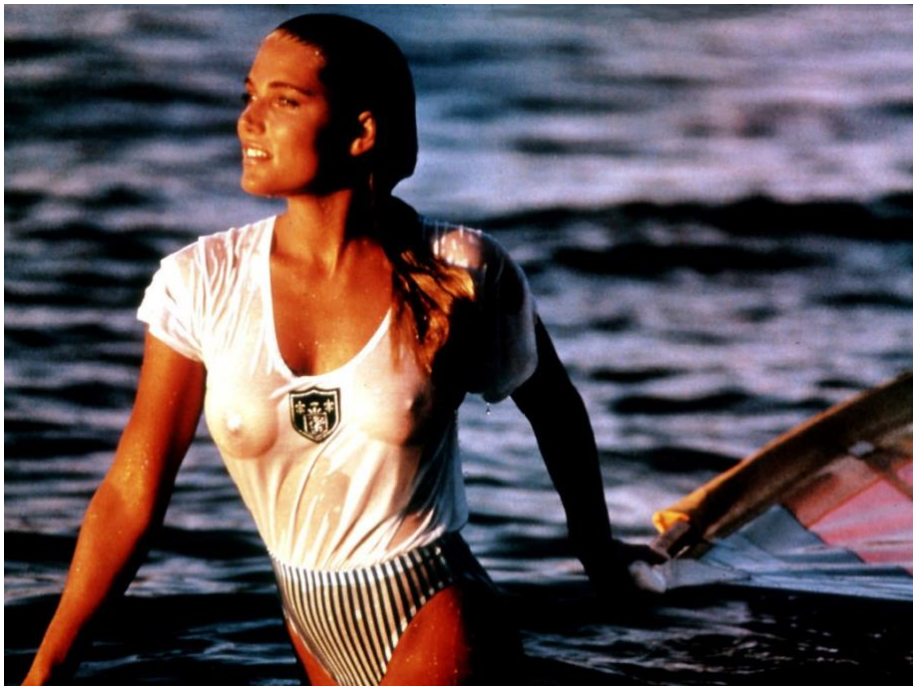
Face N°6: 

Face N°7: 

Face N°8: 

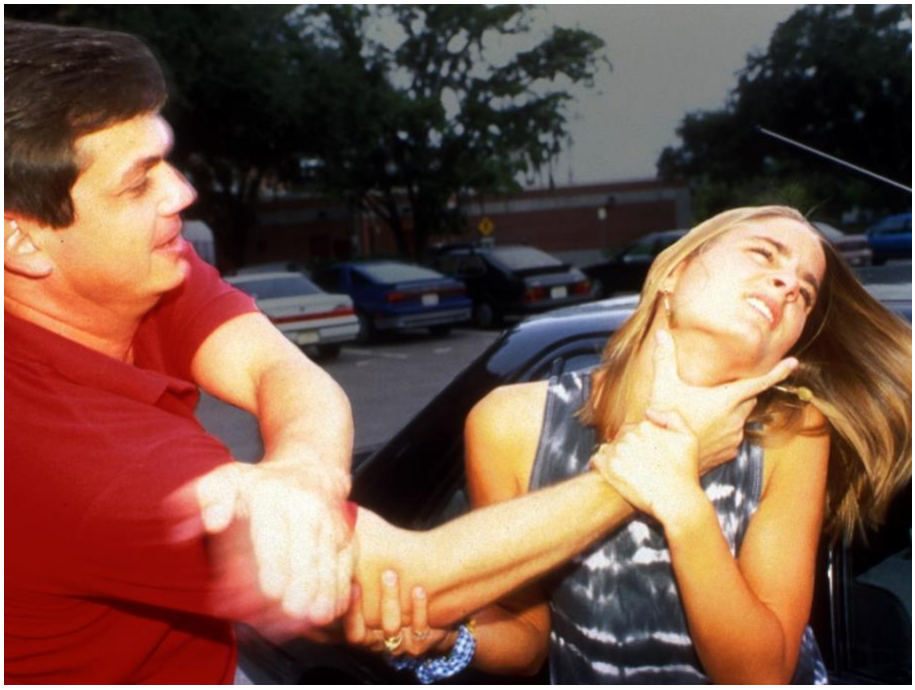
Stimuli inconditionnés (SI) : Les SI se composaient de 8 images obtenues à partir de la base de données de l'International Affective Picture System (IAPS) (Bradley & Lang, 2017). Ces images incluaient 4 images aversives (SI-, par exemple, un comportement antisocial comme une attaque au couteau) et 4 images positives (SI+, par exemple, un homme en train de faire du surf).

Unconditioned Stimuli (US): The USs consisted of 8 pictures obtained from the International Affective Picture System (IAPS) database (Bradley & Lang, 2017). These pictures included 4 aversive pictures (US-, e.g., anti-social behavior like a knife attack) and 4 positive pictures (US+, e.g., a man surfing).

US+: IAPS n°4220: 

US- : IAPS n°6312: 

US- : IAPS n°6313: 

US-: IAPS n°6315: 

US-: IAPS n°6350: 

US+ : IAPS n°8185: 

US+ : IAPS n°8190:



US+: IAPS n°8200:



Étude 2 :

Stimuli inconditionnés (SI) : Les SI étaient représentés par 12 images obtenues de la base de données de l'International Affective Picture System (IAPS) (Bradley & Lang, 2017). Ces images incluaient les 4 images aversives (SI-) utilisées précédemment dans l'Étude 1 (voir annexe), les 4 images positives (SI+) utilisées précédemment dans l'Étude 1 (voir annexe), ainsi que 4 images neutres (SI0), comme suit :

Study 2:

Unconditioned Stimuli (US): The USs were represented by 12 images obtained from the International Affective Picture System (IAPS) database (Bradley & Lang, 2017). These images included the 4 aversive pictures (US-) used earlier in Study 1(see appendix), the 4 positive pictures (US+) used earlier in Study 1 (see appendix), as well as 4 neutral pictures (US0) as follows:

US0: IAPS n°2002:



US0: IAPS n°2026:



US0: IAPS n°2038:



US0: IAPS n°2102:



VI. References

Alberini, C. (2009). Transcription Factors in Long-Term Memory and Synaptic Plasticity. *Physiological Reviews*, *89*, 121–145. https://doi.org/10.1152/physrev.00017.2008

Alves, M. V., & Bueno, O. (2017). Retroactive Interference: Forgetting as an Interruption of Memory Consolidation. *Temas Em Psicologia*, *25*, 1055–1067. https://doi.org/10.9788/TP2017.3-07En

Aust, F., Haaf, J. M., & Stahl, C. (2019). A memory-based judgment account of expectancy-liking dissociations in evaluative conditioning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *45*(3), 417–439. https://doi.org/10.1037/xlm0000600

Aust, J. M. Haaf, & Stahl, C. (2019). Evaluative conditioning in the context of other learning processes. *Social Cognition*, *37*, 279–301.

Baddeley, A. (2003). Working memory and language: An overview. *Journal of Communication Disorders*, *36*(3), 189–208. https://doi.org/10.1016/s0021-9924(03)00019-4

Baddeley, A. (2012). Working memory: Theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology*, *63*, 1–29. https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422

Baddeley, A., & Logie, R. H. (1999). Working memory: The multiple-component model. In A. Miyake & P. Shah (Eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 28–61). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9781139174909.005

Baeyens, E. Hendrickx, D. Crombez, & Hermans, E. (1990). Conditioned evaluative responses: A review of theory and research. *Behaviour Research and Therapy*, *28*, 93–112.

Baeyens, F., Eelen, P., Bergh, O. V. den, & Crombez, G. (1992). The content of learning in human evaluative conditioning: Acquired valence is sensitive to US-revaluation.

Learning and Motivation, *23*(2), 200–224. https://doi.org/10.1016/0023-9690(92)90018-H

Baeyens, F., Eelen, P., Crombez, G., & Van den Bergh, O. (1992). Human evaluative conditioning: Acquisition trials, presentation schedule, evaluative style and contingency awareness. *Behaviour Research and Therapy*, *30*(2), 133–142. https://doi.org/10.1016/0005-7967(92)90136-5

Balas, R., & Gawronski, B. (2012). How strong is the influence of evaluative conditioning on attitudes? Insights from a meta-analysis. *Journal of Experimental Social Psychology*, *48*, 315–319.

Bargh, J. A. (1994). The four horsemen of automaticity: Awareness, intention, efficiency, and control in social cognition. In *Handbook of social cognition: Basic processes; Applications, Vols. 1-2, 2nd ed.* (pp. 1–40). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Beckers, T., De Houwer, J., & Eelen, P. (2009). Automatic integration of non-perceptual action effect features in response representations: The case of associative learning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *35*(1), 1–14. https://doi.org/10.1037/a0012982

Béna, A. Mierop, & Corneille, J. (2022). The impact of valence on implicit attitudes: A meta-analysis of evaluative conditioning effects. *Journal of Experimental Social Psychology*, *96*, 104120.

Berntsen, D. (2002). Tunnel memories for autobiographical events: Central details are remembered more frequently from shocking than from happy experiences. *Memory & Cognition*, *30*(7), 1010–1020. https://doi.org/10.3758/bf03194319

Berntsen, D. (2009a). Involuntary autobiographical memories: An introduction to the unbidden past. *Cambridge University Press*.

Berntsen, D. (2009b). *Involuntary autobiographical memories: An introduction to the unbidden past*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511575921

Berntsen, D., & Rubin, D. C. (2002). Emotionally charged autobiographical memories across the life span: The recall of happy, sad, traumatic, and involuntary memories. *Psychology and Aging*, *17*(4), 636–652. https://doi.org/10.1037//0882-7974.17.4.636

Berntsen, D., Rubin, D. C., & Salgado, S. (2015). The frequency of involuntary autobiographical memories and future thoughts in relation to daydreaming, emotional distress, and age. *Consciousness and Cognition*, *36*, 352–372. https://doi.org/10.1016/j.concog.2015.07.007

Biegler, P., & Vargas, P. (2013). Ethical and epistemic issues in contemporary advertising. *Journal of Business Ethics*, *115*, 675–682. https://doi.org/10.1007/s10551-012-1445-8

Bisby, J. A., & Burgess, N. (2014). Differential effects of negative emotion on memory for items and associations, and their relationship to intrusive imagery. *Neuropsychologia*, *61*, 333–348.

Blum Moyse, L., & Berry, H. (2024). A coupled neural field model for the standard consolidation theory. *Journal of Theoretical Biology*, *588*, 111818. https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2024.111818

Boddez, Y., Haesen, K., Baeyens, F., & Beckers, T. (2014). Evaluative conditioning is resistant to extinction, but not to counterconditioning: Evidence for dissociations between evaluative and identity learning. *Learning and Motivation*, *45*(1), 1–9. https://doi.org/10.1016/j.lmot.2013.09.007

Bouton M. E. (1993). Context, time, and memory retrieval in the interference paradigms of Pavlovian learning. *Psychological Bulletin*, *114*(1), 80–99. https://doi.org/10.1037/0033-2909.114.1.80

Bouy, J., Syssau, A., & Blanc, N. (2014). Le Conditionnement Évaluatif: Un effet polymorphe interprété au sein d'une approche intégrative à multiples processus. [Evaluative Conditioning: An integrative multiple processes approach.]. *L'Année Psychologique*, *114*(1), 125–172. https://doi.org/10.4074/S0003503314001067

Bouy, N., & Masson, M. E. J. (2014). Integrative multiple process model of evaluative conditioning. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, *68*(2), 100–116. https://doi.org/10.1037/cep0000017

Bradley, M. M., & Lang, P. J. (2017). International Affective Picture System. In V. Zeigler-Hill & T. K. Shackelford (Eds.), *Encyclopedia of Personality and Individual Differences* (pp. 1–4). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-28099-8_42-1

C. Stahl, J. M. Haaf, & Corneille, O. (2016). The role of contingency awareness in evaluative conditioning: Evidence from associative and propositional accounts. *Journal of Experimental Psychology: General*, *145*, 964–981.

Cahill, L., & McGaugh, J. L. (1998). Mechanisms of emotional arousal and lasting declarative memory. *Trends in Neurosciences*, *21*(7), 294–299. https://doi.org/10.1016/s0166-2236(97)01214-9

Cocchini, G., Logie, R. H., Della Sala, S., MacPherson, S. E., & Baddeley, A. (2002). Concurrent performance of two memory tasks: Evidence for domain-specific working memory systems. *Memory & Cognition*, *30*(7), 1086–1095. https://doi.org/10.3758/BF03194326

Collins, A. M., & Loftus, E. F. (1975). A spreading-activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, *82*(6), 407–428. https://doi.org/10.1037/0033-295X.82.6.407

Cone, J., & Ferguson, M. J. (2015). He did what? The role of diagnosticity in revising implicit evaluations. *Journal of Personality and Social Psychology*, *108*(1), 37–57. https://doi.org/10.1037/pspa0000014

Corneille, O., & Gawronski, B. (2024). Self-reports are better measurement instruments than implicit measures. *Nature Reviews Psychology*, *3*(12), 835–846. https://doi.org/10.1038/s44159-024-00376-z

Corneille, O., & Stahl, C. (2019a). Associative attitude learning: A closer look at evidence and how it relates to attitude models. *Personality and Social Psychology Review*, *23*(2), 161–189. https://doi.org/10.1177/1088868318763261

Corneille, O., & Stahl, C. (2019b). Dissociations between indirect and direct measures of attitudes: What does it mean? *Social and Personality Psychology Compass*, *13*(5), e12464. https://doi.org/10.1111/spc3.12464

Costanzi, M., Cianfanelli, B., Saraulli, D., Lasaponara, S., Doricchi, F., Cestari, V., & Rossi-Arnaud, C. (2019). The Effect of Emotional Valence and Arousal on Visuo-Spatial Working Memory: Incidental Emotional Learning and Memory for Object-Location. *Frontiers in Psychology*, *10*, 2587. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02587

Craik, F. I. M., & Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *11*, 671–684. https://doi.org/10.1016/S0022-5371(72)80001-X

Craik, F. I. M., & Tulving, E. (1975). Depth of processing and the retention of words in episodic memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, *104*(3), 268–294. https://doi.org/10.1037/0096-3445.104.3.268

Dallenbach, K. M. (1924). The effect of interseries rest upon the development of retroactive inhibition. *The American Journal of Psychology*, *35*(2), 256–276. https://doi.org/10.2307/1413818

Davey, G. C. L. (1994a). Is evaluative conditioning a qualitatively distinct form of classical conditioning? *Behaviour Research and Therapy*, *32*(3), 291–299. https://doi.org/10.1016/0005-7967(94)90124-4

Davey, G. C. L. (1994b). *Self-perception and social control*. Routledge.

De Houwer, J. (2002). Contingency Awareness and Evaluative Conditioning: When Will It Be Enough? *Consciousness and Cognition*, *10*, 550–558; discussion 567. https://doi.org/10.1006/ccog.2001.0528

De Houwer, J. (2006). What are implicit measures and why are we using them? *The Spanish Journal of Psychology*, *9*(2), 161–172. https://doi.org/10.1017/S1138741600006006

De Houwer, J. (2007). A conceptual and theoretical analysis of evaluative conditioning. *The Spanish Journal of Psychology*, *10*(2), 230–241. https://doi.org/10.1017/S1138741600006491

De Houwer, J. (2009). The propositional approach to associative learning as an alternative for association formation models. *Learning and Behavior*, *37*, 1–20. https://doi.org/10.3758/LB.37.1.1

De Houwer, J., Baeyens, F., & Eelen, P. (1994). Verbal instructions, discrimination validity, and evaluative conditioning. *Journal of Experimental Social Psychology*, *30*(1), 96–114. https://doi.org/10.1006/jesp.1994.1005

De Houwer, J., Thomas, S., & Baeyens, F. (2001a). Associative learning of likes and dislikes: A review of 25 years of research on human evaluative conditioning. *Psychological Bulletin*, *127*(6), 853–869. https://doi.org/10.1037/0033-2909.127.6.853

De Houwer, J., Thomas, S., & Baeyens, F. (2001b). Evaluative Conditioning: A Review of Its Theoretical Status and The Role of Cognitive Factors. *Behavior Research and Therapy*, *39*, 129–149. https://doi.org/10.1016/S0005-7967(99)00128-1

Dehaene, S., Changeux, J.-P., Naccache, L., Sackur, J., & Sergent, C. (2006). Conscious, preconscious, and subliminal processing: A testable taxonomy. *Trends in Cognitive Sciences*, *10*(5), 204–211. https://doi.org/10.1016/j.tics.2006.03.007

Dehaene, S., Kerszberg, M., & Changeux, J.-P. (1998). A neuronal model of a global workspace in effortful cognitive tasks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *95*(24), 14529–14534. https://doi.org/10.1073/pnas.95.24.14529

Diekelmann, S., & Born, J. (2010). Diekelmann S, Born J. The memory function of sleep. Nat Rev Neurosci 11: 114-126. *Nature Reviews. Neuroscience*, *11*, 114–126. https://doi.org/10.1038/nrn2762

Dudai, Y. (2004). The Neurobiology of Consolidations, Or, How Stable is the Engram? *Annual Review of Psychology*, *55*, 51–86. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.55.090902.142050

Dudai, Y., & Eisenberg, M. (2004). The neurobiology of memory reconsolidation and its implications for therapy. *Nature Reviews Neuroscience*, *5*, 216–229.

Dudai, Y., Karni, A., & Born, J. (2015). The Consolidation and Transformation of Memory. *Neuron*, *88*(1), 20–32. https://doi.org/10.1016/j.neuron.2015.09.004

Duvarci, S., & Nader, K. (2004). Memory reconsolidation and the passage of time: Evidence for behavioral and physiological changes. *Behavioral Neuroscience*, *118*, 254–267.

Dwyer, D. M., Jarratt, L., & Dick, M. (2007). Evaluative conditioning with simultaneous and sequential pairings under incidental and intentional learning conditions. *Learning and Motivation*, *38*(4), 352–373. https://doi.org/10.1016/j.lmot.2007.05.002

Earles, A. W. Kersten, S. K. Vernon, & Starkings, C. (2016). Age-related differences in the use of context during memory retrieval. *Psychology and Aging*, *31*, 364–378.

Eichenbaum, H. (1997). Declarative memory: Insights from cognitive neurobiology. *Annual Review of Psychology*, *48*, 547–572. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.48.1.547

Eustache, F., & Desgranges, B. (2008). MNESIS: Towards the integration of current multisystem models of memory. *Neuropsychology Review*, *18*, 53–69. https://doi.org/10.1007/s11065-008-9052-3

F. Versace, A. De Pascalis, & Bertini, G. (2009). Neural correlates of emotional and non-emotional word processing: An fMRI study. *NeuroImage*, *45*, 624–632.

Fazio, R. H., Jackson, J. R., Dunton, B. C., & Williams, C. J. (1995). Variability in automatic activation as an unobtrusive measure of racial attitudes: A bona fide pipeline? *Journal of Personality and Social Psychology*, *69*(6), 1013–1027. https://doi.org/10.1037/0022-3514.69.6.1013

Field, A. P., & Davey, G. C. L. (1999). Revisiting the role of exposure in human conditioning: The nature of latent inhibition, context blocking, and the acquired distinctiveness effect. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *25*(3), 372–379. https://doi.org/10.1037/0097-7403.25.3.372

Field, A. P., & Moore, A. C. (2005). Dissociating the effects of attention and contingency awareness on evaluative conditioning effects in the visual paradigm. *Cognition and Emotion*, *19*(2), 217–243. https://doi.org/10.1080/02699930441000378

Finger, K., & Pezdek, K. (1999). The effect of cognitive interview on face identification accuracy: Release from verbal overshadowing. *Journal of Applied Psychology*, *84*(3), 340–348. https://doi.org/10.1037/0021-9010.84.3.340

Fulcher, E. P., & Hammerl, M. (2001a). The role of awareness in human evaluative conditioning. *Learning and Motivation*, *32*(1), 1–18. https://doi.org/10.1006/lmot.2000.1068

Fulcher, E. P., & Hammerl, M. (2001b). When all is revealed: A dissociation between evaluative learning and contingency awareness. *Consciousness and Cognition: An International Journal*, *10*(4), 524–549. https://doi.org/10.1006/ccog.2001.0525

Gast, A. (2018a). A Declarative Memory Model of Evaluative Conditioning. *Social Psychological Bulletin*, *13*(3), 1–23. https://doi.org/10.5964/spb.v13i3.28590

Gast, A. (2018b). Evaluative conditioning: A review of the literature on how contingency awareness influences evaluative conditioning. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, *19*, 103–109. https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2017.11.001

Gast, A. (2018c). Evaluative conditioning and the development of attitudes: The role of contingency awareness. *Journal of Personality and Social Psychology*, *115*, 175–192.

Gast, A., & De Houwer, J. (2012). Evaluative Conditioning without Directly Experienced Pairings of the Conditioned and the Unconditioned Stimuli. *Quarterly Journal of Experimental Psychology (2006)*, *65*, 1657–1674. https://doi.org/10.1080/17470218.2012.665061

Gast, A., & De Houwer, J. (2013). The impact of evaluative conditioning instructions on the magnitude and awareness of conditioned attitudes. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *39*(4), 296–310. https://doi.org/10.1037/a0032063

Gast, A., & Rothermund, K. (2011). What you see is what will change: Evaluative conditioning effects depend on a focus on valence. *Cognition & Emotion*, *25*(1), 89–110. https://doi.org/10.1080/02699931003696380

Gawronski, B., & Bodenhausen, G. V. (2006). Associative and propositional processes in evaluation: An integrative review of implicit and explicit attitude change. *Psychological Bulletin*, *132*, 692–731. https://doi.org/10.1037/0033-2909.132.5.692

Gawronski, B., & Bodenhausen, G. V. (2009). Operating principles versus operating conditions in the distinction between associative and propositional processes. *Behavioral and Brain Sciences*, *32*(2), 207–208. https://doi.org/10.1017/S0140525X09000958

Gawronski, B., & Bodenhausen, G. V. (2014). The associative—Propositional evaluation model: Operating principles and operating conditions of evaluation. In *Dual-process theories of the social mind.* (pp. 188–203). The Guilford Press.

Gawronski, B., & Bodenhausen, G. V. (2018a). Evaluative Conditioning From the Perspective of the Associative-Propositional Evaluation Model. *Social Psychological Bulletin*, *13*(3), 1–33. https://doi.org/10.5964/spb.v13i3.28024

Gawronski, B., & Bodenhausen, G. V. (2018b). The associative-propositional evaluation model: Operating principles and operating conditions of implicit and explicit attitudes. *Cognitive Psychology*, *68*, 1–26.

Gawronski, B., & Corneille, J. (2014). Evaluative conditioning and implicit attitudes: Testing the boundary conditions of contingency awareness. *Journal of Experimental Social Psychology*, *55*, 1–12.

Gawronski, B., Gast, A., & De Houwer, J. (2015). Is evaluative conditioning really resistant to extinction? Evidence for changes in evaluative judgements without changes in evaluative representations. *Cognition and Emotion*, *29*(5), 816–830. https://doi.org/10.1080/02699931.2014.947919

Golay, P. (2014). *Variabilité inter- et intra-individuelle dans la cognition complexe: Relations entre fonctions exécutives, mémoire de travail et intelligence fluide* [PhD Thesis].

Greenwald, A. G., McGhee, D. E., & Schwartz, J. L. K. (1998). Measuring individual differences in implicit cognition: The implicit association test. *Journal of Personality and Social Psychology*, *74*(6), 1464–1480. https://doi.org/10.1037/0022-3514.74.6.1464

H. Matute, J. Vegas, & Marez, F. D. (2011). Illusions of causality: How they bias our everyday thinking and how they could be reduced. *Learning and Behavior*, *39*, 31–39.

Halbeisen, G., & Walther, E. (2015a). Dual-task interference in evaluative conditioning: Similarity matters! *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *68*(10), 2008–2021. https://doi.org/10.1080/17470218.2014.1002506

Halbeisen, G., & Walther, E. (2015b). The role of task similarity in the dual-task interference effect: Evidence from evaluative conditioning. *Cognition and Emotion*, *29*(5), 789–801. https://doi.org/10.1080/02699931.2014.935386

Hamann, S. (2001). Cognitive and neural mechanisms of emotional memory. *Trends in Cognitive Sciences*, *5*, 394–400. https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01707-1

Hammerl, M., & Grabitz, H. (1996). Affective-Evaluative Learning in Humans: A Form of Associative Learning or Only an Artifact? *Learning and Motivation*, *27*(4), 545–559. https://doi.org/10.1006/lmot.1996.0031

Heeren, A., & McNally, P. (2017). The relevance of attentional biases for social anxiety: Why mechanisms matter. *Cognitive Therapy and Research*, *41*, 1–24.

Heycke, T., Aust, F., & Stahl, C. (2017). Subliminal influence on preferences? A test of evaluative conditioning for brief visual conditioned stimuli using auditory unconditioned stimuli. *Royal Society Open Science*, *4*(9), 160935. https://doi.org/10.1098/rsos.160935

Heycke, T., & Stahl, C. (2018). Associative attitude learning: A closer look at evidence and how it relates to attitude models. *Journal of Experimental Psychology: Animal Learning and Cognition*, *44*(3), 231–247. https://doi.org/10.1037/xan0000166

Hintzman, D. L. (1988). MINERVA 2: A simulation model of human memory. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, *20*(2), 96–101. https://doi.org/10.3758/BF03202588

Hofmann, W., De Houwer, J., Perugini, M., Baeyens, F., & Crombez, G. (2010). Evaluative conditioning in humans: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, *136*(3), 390–421. https://doi.org/10.1037/a0018916

Hollands, G., & Prestwich, A. (2011). Using Aversive Images to Enhance Healthy Food Choices and Implicit Attitudes: An Experimental Test of Evaluative Conditioning. *Health Psychology : Official Journal of the Division of Health Psychology, American Psychological Association*, *30*, 195–203. https://doi.org/10.1037/a0022261

Holmes, C., Emily A. ,. James, Ella L. ,. Coode-Bate, Tony, &. Deeprose. (2009). Playing Tetris decreases intrusive memories about trauma. *PLoS ONE*, *4*(1), e4153. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0004153

Holmes, E. A., James, E. L., Kilford, E. J., & Deeprose, C. (2010). Key Steps in Developing a Cognitive Vaccine against Traumatic Flashbacks: Visuospatial Tetris versus Verbal Pub Quiz. *PLoS ONE*, *5*(11), 13706. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0013706

Horsch, A., Vial, Y., Favrod, C., Harari, M. M., Blackwell, S. E., Watson, P., Iyadurai, L., Bonsall, M. B., & Holmes, E. A. (2017). Reducing intrusive traumatic memories after emergency caesarean section: A proof-of-principle randomized controlled study. *Behaviour Research and Therapy*, *94*, 36–47. https://doi.org/10.1016/j.brat.2017.03.018

Houben, K., Schoenmakers, T. M., & Wiers, R. W. (2010). I didn't feel like drinking but I don't know why: The effects of evaluative conditioning on alcohol-related attitudes, craving and behavior. *Addictive Behaviors*, *35*(12), 1161–1163. https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2010.08.012

Hu, X., Gawronski, B., & Balas, R. (2016). Propositional reasoning and associative processes in evaluative conditioning: An examination of the propositional model of evaluative

conditioning. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *42*(6), 771–784. https://doi.org/10.1177/0146167216645607

Hupbach, A., Hardt, O., Gomez, R., & Nadel, L. (2008). The dynamics of memory: Context-dependent updating. *Learning & Memory (Cold Spring Harbor, N.Y*, *15*(8), 574–579. https://doi.org/10.1101/lm.1022308

Husnu, S., & Crisp, R. J. (2010). Elaboration enhances the imagined contact effect. *Journal of Experimental Social Psychology*, *46*(6), 943–950. https://doi.org/10.1016/j.jesp.2010.05.014

Hütter, M., & Houwer, J. D. (2017). A propositional perspective on evaluative conditioning. *Social Cognition*, *35*, 138–158.

Hütter, M., & Sweldens, S. (2013). Dissociating contingency awareness and conditioned attitudes: Evidence of contingency-unaware evaluative conditioning. *Journal of Experimental Psychology: General*, *142*(3), 686–704. https://doi.org/10.1037/a0029799

Hütter, M., & Sweldens, S. (2024). How People (Fail to) Control the Influence of Affective Stimuli on Attitudes. *Journal of Personality and Social Psychology*, *128*, 38–60. https://doi.org/10.1037/pspa0000426

Hütter, M., Sweldens, S., Stahl, C., Unkelbach, C., & Klauer, K. C. (2012). Dissociating Contingency Awareness and Conditioned Attitudes: Evidence of Contingency-Unaware Evaluative Conditioning. *Journal of Experimental Psychology: General*, *141*, 539–557. https://doi.org/10.1037/a0026477

Iyadurai, E. L., Lucy, Visser, Rene M. ,. Lau-Zhu, Amy, Porcheret, Kate, Horsch, Antje, Holmes, Emily A. ,. &. James. (2018). Effects of visuospatial task on reducing intrusive memories of trauma: A clinical trial. *Psychological Medicine*, *48*(8), 1354–1360. https://doi.org/10.1017/S003329171700264X

Iyadurai, L., Blackwell, S. E., Meiser-Stedman, R., Watson, P. C., Bonsall, M. B., Geddes, J. R., Nobre, A. C., & Holmes, E. A. (2018). Preventing intrusive memories after trauma via a brief intervention involving Tetris computer game play in the emergency department: A proof-of-concept randomized controlled trial. *Molecular Psychiatry*, *23*(3), 674–682. https://doi.org/10.1038/mp.2017.23

Iyadurai, L., Horsch, A., Blackwell, S. E., & Venne, T. (2020). Reducing intrusive memories of trauma in health-care workers during COVID-19: Protocol for an intervention development study. *JMIR Research Protocols*, *9*(8), e23047. https://doi.org/10.2196/23047

Jamieson, R., Crump, M., & Hannah, S. (2011). An instance theory of associative learning. *Learning & Behavior*, *40*, 61–82. https://doi.org/10.3758/s13420-011-0046-2

Jones, C. R., Fazio, R. H., & Olson, M. A. (2009). Implicit misattribution as a mechanism underlying evaluative conditioning. *Journal of Personality and Social Psychology*, *96*(5), 933–948. https://doi.org/10.1037/a0014747

Jones, C. R., Olson, M. A., & Fazio, R. H. (2010). Evaluative conditioning: The "How" question. *Advances in Experimental Social Psychology*, *43*, 205–255. https://doi.org/10.1016/S0065-2601(10)43005-1

Jonides, J., Lewis, R. L., Nee, D. E., Lustig, C., Berman, M. G., & Moore, K. S. (2008). The mind and brain of short-term memory. *Annual Review of Psychology*, *59*, 193–224. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.59.103006.093615

Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. *Econometrica*, *47*(2), 263–292. https://doi.org/10.2307/1914185

Kanstrup, M., Singh, L., Göransson, K. E., Gamble, B., Taylor, R. S., Iyadurai, L., Moulds, M. L., & Holmes, E. A. (2021). A simple cognitive task intervention to prevent intrusive memories after trauma in patients in the Emergency Department: A randomized

controlled trial terminated due to COVID-19. *BMC Research Notes*, *14*(1), 176. https://doi.org/10.1186/s13104-021-05572-1

Kanstrup, M., Singh, L., Hermansson, K., Eckerström, J., & Andersson, M. (2021). Cognitive behavioral interventions to prevent intrusive memories of trauma: A systematic review and meta-analysis. *Psychological Medicine*, *51*, 40–54. https://doi.org/10.1017/S003329172000022X

Kattner, F. (2012). Revisiting the relation between contingency awareness and attention: Evaluative conditioning relies on a contingency focus. *Cognition & Emotion*, *26*(1), 166–175. https://doi.org/10.1080/02699931.2011.565036

Kosinski, T. (2014). *Evaluative conditioning: Methodological considerations and clinical perspectives*.

Kurdi, T. Moran, & Banaji, M. (2022). A meta-analytic synthesis of the impact of evaluative conditioning on implicit attitudes. *Psychological Bulletin*, *148*, 133–160.

LaBar, K., & Cabeza, R. (2006). LaBar KS, Cabeza R. Cognitive neuroscience of emotional memory. Nat Rev 7: 54-64. *Nature Reviews. Neuroscience*, *7*, 54–64. https://doi.org/10.1038/nrn1825

Li, C., Li, R., & Zhou, C. (2020). Memory Traces Diminished by Exercise Affect New Learning as Proactive Facilitation. *Frontiers in Neuroscience*, *14*. https://doi.org/10.3389/fnins.2020.00189

Lipp, M. Arnold, & Graf, M. (2010). The impact of valence on attention: Evidence from evaluative conditioning. *Emotion*, *10*, 139–150.

Lipp, O. V., & Purkis, H. M. (2006). Disgusting stimuli block conditioned fear: A demonstration of US-preexposure effects in humans. *Learning and Motivation*, *37*, 1–13.

Loftus, E. (2005). Planting misinformation in the human mind: A 30-year investigation of the malleability of memory. *Learning & Memory (Cold Spring Harbor, N.Y.)*, *12*, 361–366. https://doi.org/10.1101/lm.94705

Logie, R. H. (1995). *Visuo-spatial working memory.* (pp. xiv, 161). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Lovibond, P. F. (1992). Tuning in to Pavlov: Toward a psychological analysis of expectancy in Pavlovian conditioning. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 88–92.

Lovibond, P. F., & Shanks, D. R. (2002). The role of awareness in Pavlovian conditioning: Empirical evidence and theoretical implications. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *28*(1), 3–26. https://doi.org/10.1037/0097-7403.28.1.3

Manis, M., Cornell, S. D., & Moore, J. C. (1974). Transmission of attitude relevant information through a communication chain. *Journal of Personality and Social Psychology*, *30*(1), 81–94. https://doi.org/10.1037/h0036639

Martin, I., & Levey, A. (1994). The evaluative response: Primitive but necessary. *Behaviour Research and Therapy*, *32*(3), 301–305. https://doi.org/10.1016/0005-7967(94)90125-2

Martin, I., & Levey, A. B. (1978). Evaluative conditioning. *Advances in Behaviour Research and Therapy*, *1*(2), 57–101. https://doi.org/10.1016/0146-6402(78)90013-9

Martin, P. A., & Levey, A. B. (1978). Evaluative conditioning as a function of awareness. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *4*(3), 232–241. https://doi.org/10.1037/0097-7403.4.3.231

Martin, P. A., & Levey, A. B. (1994). Evaluative Conditioning and Pavlovian Conditioning: Different Procedures, Different Phenomena? *Journal of Experimental Psychology:*

Animal Behavior Processes, *20*(2), 191–203. https://doi.org/10.1037/0097-7403.20.2.191

McGaugh, J. L. (2000). Memory–a century of consolidation. *Science*, *287*(5451), 248–251. https://doi.org/10.1126/science.287.5451.248

Mertens, G., Boddez, Y., Sevenster, D., Engelhard, I. M., & Houwer, J. D. (2018). A review on the effects of verbal instructions in human fear conditioning: Empirical findings, theoretical considerations, and future directions. *Biological Psychology*, *137*, 49–64. https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2018.07.002

Mierop, A., & Corneille, J. (2018a). Contingency awareness moderates the evaluative conditioning effect. *Psychological Research*, *82*, 445–462.

Mierop, A., & Corneille, J. (2018b). Evaluative conditioning: The role of contingency awareness in the formation of attitudes. *Cognition and Emotion*, *32*, 1234–1250.

Mierop, A., Maurage, P., & Corneille, O. (2020). Cognitive Load Impairs Evaluative Conditioning, Even When Individual CS and US Stimuli are Successfully Encoded. *International Review of Social Psychology*, *33*(1), 3. https://doi.org/10.5334/irsp.339

Mierop, A., Stahl, C., Houwer, J. D., & Corneille, O. (2020). The role of contingency awareness and working memory in evaluative conditioning. *Cognition and Emotion*, *34*(1), 16–29. https://doi.org/10.1080/02699931.2019.1594193

Minear, M., & Park, D. C. (2004). A lifespan database of adult facial stimuli. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, *36*, 630–633.

Mitchell, C. J., De Houwer, J., & Lovibond, P. F. (2009). The propositional nature of human associative learning. *Behavioral and Brain Sciences*, *32*, 183–246. https://doi.org/10.1017/S0140525X09000855

Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to

complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, *41*(1), 49–100. https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734

Moors, A. (2016). Automaticity: Componential, Causal, and Mechanistic Explanations. *Annual Review of Psychology*, *67*, 263–287. https://doi.org/10.1146/annurev-psych-122414-033550

Moran, T. (2020). Implicit attitudes and their effects on behavior: A meta-analysis of the moderating factors. *Journal of Personality and Social Psychology*, *118*, 798–814.

Nader, K. (2003). Memory traces unbound. *Trends in neurosciences*, *26*(2), 65–72. https://doi.org/10.1016/S0166-2236(02)00042-5

Nader, K., & Hardt, O. (2009). A single standard for memory: The case for reconsolidation. *Nature Reviews. Neuroscience*, *10*(3), 224–234. https://doi.org/10.1038/nrn2590

Nader, K., Schafe, G. E., & Le Doux, J. E. (2000). Fear memories require protein synthesis in the amygdala for reconsolidation after retrieval. *Nature*, *406*(6797), 722–726. https://doi.org/10.1038/35021052

Orne, M. T. (1962). On the social psychology of the psychological experiment: With particular reference to demand characteristics and their implications. *American Psychologist*, *17*(11), 776–783. https://doi.org/10.1037/h0043424

Patterson, R., Lipp, O., & Luck, C. (2023). The influence of instructions on reversing the generalization of valence, US expectancy, and electrodermal responding in fear conditioning. *Psychophysiology*, *61*, e14429. https://doi.org/10.1111/psyp.14429

Paulhus, D. (1991). Measurement and Control of Response Bias. *Measurement of Personality and Social Psychological Attitudes*, *1*. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-590241-0.50006-X

Pavlov, I. P. (1927). *Conditioned Reflexes: An Investigation of the Physiological Activity of the Cerebral Cortex*. Oxford University Press.

Pavlov, Y., Menger, N., Keil, A., & Kotchoubey, B. (2024). *Contingency awareness shapes neural responses in fear conditioning*. https://doi.org/10.1101/2024.08.13.607803

Pearce, J. M., & Hall, G. (1980). A model for Pavlovian learning: Variations in the effectiveness of conditioned but not of unconditioned stimuli. *Psychological Review*, *87*(6), 532–552. https://doi.org/10.1037/0033-295X.87.6.532

Petty, R., & Cacioppo, J. (1986). The Elaboration Likelihood Model of Persuasion. *Advances in Experimental Social Psychology*, *19*, 123–205. https://doi.org/10.1016/S0065-2601(08)60214-2

Phelps, E. A., & LeDoux, J. E. (2005). Contributions of the amygdala to emotion processing: From animal models to human behavior. *Neuron*, *48*(2), 175–187. https://doi.org/10.1016/j.neuron.2005.09.025

Pigeon, S., Lonergan, M., Rotondo, O., Pitman, R. K., & Brunet, A. (2022). Impairing memory reconsolidation with propranolol in healthy and clinical samples: A meta-analysis. *Journal of Psychiatry and Neuroscience*, *47*(2), E109–E122. https://doi.org/10.1503/jpn.210057

Pleyers, G., Corneille, O., Luminet, O., & Yzerbyt, V. (2007a). Affect and Attitudes: A New Look at the Familiarity-Effect. *Journal of Experimental Social Psychology*, *43*, 615–623. https://doi.org/10.1016/j.jesp.2006.06.006

Pleyers, G., Corneille, O., Luminet, O., & Yzerbyt, V. (2007b). Aware and (dis)liking: Item-based analyses reveal that valence acquisition via evaluative conditioning emerges only when there is contingency awareness. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition*, *33*(1), 130–144. https://doi.org/10.1037/0278-7393.33.1.130

Pleyers, G., Corneille, O., Yzerbyt, V., & Luminet, O. (2009). Evaluative conditioning may incur attentional costs. *Journal of experimental psychology. Animal behavior processes*, *35*(2), 279–285. https://doi.org/10.1037/a0013429

Przybyslawski, J., Roullet, P., & Sara, S. J. (1999a). Attenuation of emotional and nonemotional memories after their reactivation: Role of β adrenergic receptors. *The Journal of Neuroscience*, *19*(15), 6623–6628. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.19-15-06623.1999

Przybyslawski, J., Roullet, P., & Sara, S. J. (1999b). Memory modulation. *Nature Neuroscience*.

Purcell, K. E. Wray, & Keller, M. C. (1998). Genetic influences on the risk of early-onset Alzheimer's disease. *American Journal of Psychiatry*, *155*, 731–737.

Purkis, H. M., & Lipp, O. V. (2001). Does affective learning exist in the absence of contingency awareness? *Learning and Motivation*, *32*(1), 84–99. https://doi.org/10.1006/lmot.2000.1066

Rescorla, R. A., & Wagner, A. R. (1972a). A theory of Pavlovian conditioning: Variations in the effectiveness of reinforcement and nonreinforcement. *Classical Conditioning II: Current Research and Theory*, *21*, 64–99.

Rescorla, R. A., & Wagner, A. R. (1972b). A theory of Pavlovian conditioning: Variations in the effectiveness of reinforcement and nonreinforcement. *In A.H. Black & W.F. Prokasy (Eds.), Classical Conditioning II: Current Research and Theory*, 64–99.

Riedel, G., & Blokland, A. (2015). Cognitive enhancers: Principles and progress. *Neuropharmacology*, *64*, 355–361. https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2012.07.021

Rydell, R. J., & McConnell, A. R. (2006). Understanding implicit and explicit attitude change: A systems of reasoning analysis. *Journal of Personality and Social Psychology*, *91*(6), 995–1008. https://doi.org/10.1037/0022-3514.91.6.995

Rydell, R. J., McConnell, A. R., Mackie, D. M., & Strain, L. M. (2006). Of Two Minds: Forming and Changing Valence-Inconsistent Implicit and Explicit Attitudes. *Psychological Science*, *17*, 954–958. https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01811.x

S. Dehaene, L. Naccache, & Sergent, F. (1998). Consciousness and the brain: Deciphering how the brain codes our thoughts. *Neuron*, *22*, 135–145.

Schacter, D. (2012). Adaptive Constructive Processes and the Future of Memory. *The American Psychologist*, *67*, 603–613. https://doi.org/10.1037/a0029869

Schwabe, L., Nader, K., & Pruessner, J. C. (2014). Reconsolidation of human memory: Brain mechanisms and clinical relevance. *Biological Psychiatry*, *76*(4), 274–280. https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2014.03.008

Schwabe, L., & Wolf, O. T. (2010). Autobiographical memory. *Journal of Behavioral Science*.

Shanks, D. R., Malejka, S., & Vadillo, M. A. (2021). The challenge of inferring unconscious mental processes. *Experimental Psychology*, *68*(3), 113–129. https://doi.org/10.1027/1618-3169/a000517

Skinner, B. F. (1953). *Science and Human Behavior*. Free Press.

Sperlich, L., & Unkelbach, C. (2024). Why Is There No Negativity Bias in Evaluative Conditioning? A Cognitive-Ecological Answer. *Journal of Personality and Social Psychology*, *128*, 19–37. https://doi.org/10.1037/pspa0000431

Squire, L. R. (2008). 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.2007.10.005

Squire, L. R., & Zola, S. M. (1998). Episodic memory, semantic memory, and amnesia. *Hippocampus*, *8*(3), 205–211. https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-1063(1998)8:3%253C205::AID-HIPO3%253E3.0.CO;2-I

Stahl, C., Haaf, J., & Corneille, O. (2016). Subliminal evaluative conditioning? Above-chance CS identification may be necessary and insufficient for attitude learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, *145*(1), 110–120. https://doi.org/10.1037/xge0000132

Stahl, C., & Heycke, T. (2016). Evaluative conditioning and contingency awareness: A meta-analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, *145*, 1344–1371.

Staugaard, S. R., & Berntsen, D. (2014). Involuntary memories of emotional scenes: The effects of cue discriminability and emotion over time. *Journal of Experimental Psychology. General*, *143*(5), 1939–1957. https://doi.org/10.1037/a0037185

Sweldens, S., Corneille, O., & Yzerbyt, V. Y. (2014). The role of awareness in attitude formation through evaluative conditioning. *Personality and Social Psychology Review*, *18*(2), 187–209. https://doi.org/10.1177/1088868314527832

Sweldens, S., van Osselaer, S. M. J., & Janiszewski, C. (2010). Evaluative Conditioning Procedures and the Resilience of Conditioned Brand Attitudes. *Journal of Consumer Research*, *37*(3), 473–489. https://doi.org/10.1086/653656

Teige-Mocigemba, S., & Klauer, K. C. (2008). Implicit association test: The role of awareness in attitude formation. *Journal of Personality and Social Psychology*, *94*, 59–74.

Thorndike, E. L. (1911). *Animal Intelligence: Experimental Studies*.

Thorndike, E. L. (1933). A proof of the law of effect. *Science*, *77*, 173–175.

Tolman, E. C. (1948). Cognitive maps in rats and men. *Psychological Review*, *55*, 189–208.

Tulving, E. (1995). *Organization of Memory: Evidence from Neurological Patients*. Oxford University Press.

Tyng, C. M., Amin, H. U., Saad, M. N. M., & Malik, A. S. (2017). The Influences of Emotion on Learning and Memory. *Frontiers in Psychology*, *8*, 1454. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01454

Underwood, B. J. (1957). *Interference and forgetting* (Vol. 64). Psychological Review.

Versace, C. Bradley, & Lang, P. J. (2002). The impact of emotional arousal on implicit memory: Evidence from brain activity. *Psychophysiology*, *39*, 117–124.

Versace, F. (2014). The neural underpinnings of implicit and explicit memory: A cognitive neuroscience perspective. *Trends in Cognitive Sciences*, *18*, 429–435.

Versace, F., & Rose, M. (2007). The effect of emotional context on memory retrieval: A cognitive neuroscience perspective. *Memory & Cognition*, *35*, 1556–1564.

Versace, V. Nevers, & Padovan, C. (2002). Emotional arousal and memory enhancement: The impact of arousal on implicit memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *14*, 389–400.

Walker, M. P., Brakefield, T., Hobson, J. A., & Stickgold, R. (2003). Dissociable stages of human memory consolidation and reconsolidation. *Nature*, *425*(6958), 616–620. https://doi.org/10.1038/nature01930

Walker, M. P., Brakefield, T., Morgan, A., Hobson, A., & Stickgold, R. (2003). Practice with sleep makes perfect: Sleep-dependent motor skill learning. *Neuron*, *35*, 205–211. https://doi.org/10.1016/S0896-6273(02)00746-8

Walther, E. (2002). Guilty by mere association: Evaluative conditioning and the spreading attitude effect. *Journal of Personality and Social Psychology*, *82*(6), 919–934. https://doi.org/10.1037/0022-3514.82.6.919

Walther, E., Weil, R., & Langer, T. (2011). Why do we like the iPhone? The role of evaluative conditioning in attitude formation. *Social and Personality Psychology Compass*, *5*(7), 473–486. https://doi.org/10.1111/j.1751-9004.2011.00366.x

Wixted, J. T. (2004). The psychology and neuroscience of forgetting. *Annual Review of Psychology*, *55*, 235–269. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.55.090902.141555

Zacks, J. M., & Swallow, K. M. (2007). Event segmentation. *Current Directions in Psychological Science*, *16*(2), 80–84. https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2007.00480.x

Zajonc, R. B. (1998). Emotions. *Handbook of Social Psychology*, *2*, 591–632.

Conflits d'intérêts : Les auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêts.

Approbation éthique : Les études réalisées dans le cadre de la thèse ont été élaborées conformément aux principes de la Déclaration d'Helsinki.

Consentement à participer : Un consentement éclairé a été obtenu de tous les participants inclus dans les études incluses dans la thèse.

Conflicts of interest: The authors declare that they have no conflict of interest.

Ethics approval: The studies conducted as part of the thesis were carried out in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki.

Consent to participate: Informed consent was obtained from all participants included in the studies included in the thesis.

La consolidation de la mémoire dans le conditionnement évaluatif : Impact de l'accès aux ressources cognitives selon le moment de l'apprentissage émotionnel.

Thèse de Doctorat rédigée par
Pierre LYON
Direction de thèse : Pr Stéphane RUSINEK et MCF Thierry KOSINSKI

Cette thèse explore les mécanismes cognitifs impliqués dans le conditionnement évaluatif (CE), en mettant l'accent sur l'influence de la disponibilité des ressources cognitives sur la consolidation des apprentissages affectifs. L'objectif central est d'examiner comment la charge cognitive, appliquée à différents moments (avant, pendant ou après l'encodage), module la stabilisation des associations entre stimulus conditionné et inconditionné (SC-SI).

La première partie propose une revue des modèles du CE et de la mémoire. Il y est discuté le rôle de la contiguïté, de la contingence, de la mémoire de travail, des interférences cognitives, ainsi que des processus de consolidation et de reconsolidation. Également, il y est questions des liens entre mémoire déclarative, mémoire épisodique (dont le modèle MINERVA 2) et apprentissage évaluatif, en soulignant les conditions favorisant la stabilité ou la malléabilité des souvenirs.

Trois études expérimentales originales sont proposées. La première teste l'impact d'une charge cognitive au moment de l'encodage des paires SC-SI, la deuxième son effet lorsqu'elle est appliquée juste après l'apprentissage, et la troisième l'influence d'une mobilisation cognitive préalable. Les résultats montrent que le moment et l'intensité de la disponibilité cognitive modulent différemment la force et la persistance des apprentissages affectifs, et affinent la distinction entre effets directs et indirects du CE.

Ces données sont intégrées aux modèles multi-processus du CE, visant les interactions entre mémoire associative et cognition contrôlée. Les implications sont discutées, notamment pour la conception de campagnes publicitaires, de stratégies de sensibilisation ou de dispositifs pédagogiques. Cette thèse met en avant le rôle déterminant des ressources cognitives dans la consolidation des apprentissages évaluatifs.

Mots-clés : apprentissage émotionnel ; conditionnement évaluatif ; ressources cognitives ; mémoire ; consolidation.