



**HAL**  
open science

# Mémoire des mots émotionnels : études inter-tâches des effets de valence et d'arousal

Pierrick Laulan

► **To cite this version:**

Pierrick Laulan. Mémoire des mots émotionnels : études inter-tâches des effets de valence et d'arousal. Psychologie. Université de Bordeaux, 2021. Français. NNT : 2021BORD0175 . tel-03708132

**HAL Id: tel-03708132**

**<https://theses.hal.science/tel-03708132v1>**

Submitted on 29 Jun 2022

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

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

**THÈSE PRÉSENTÉE**  
**POUR OBTENIR LE GRADE DE**  
**DOCTEUR DE**  
**L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX**

ÉCOLE DOCTORALE Sociétés, Politique, Santé Publique  
SPÉCIALITÉ Psychologie

Par Pierrick LAULAN

**Mémoire des mots émotionnels :  
études inter-tâches des effets de valence et d'arousal**

Sous la direction de Stéphanie MATHEY et Gwenaëlle CATHELIN

Soutenue le 28 juin 2021

**Membres du jury :**

M. HOT, Pascal  
M. VERSACE, Rémy  
Mme. RIEMMELE, Ulrike  
Mme. MATHEY, Stéphanie  
Mme. CATHELIN, Gwenaëlle

Pr, Université Savoie Mont Blanc  
Pr, Université de Lyon  
Assistant professor, Université de Genève  
Pr, Université de Bordeaux  
MCF, HDR, EPHE, Université de Bordeaux

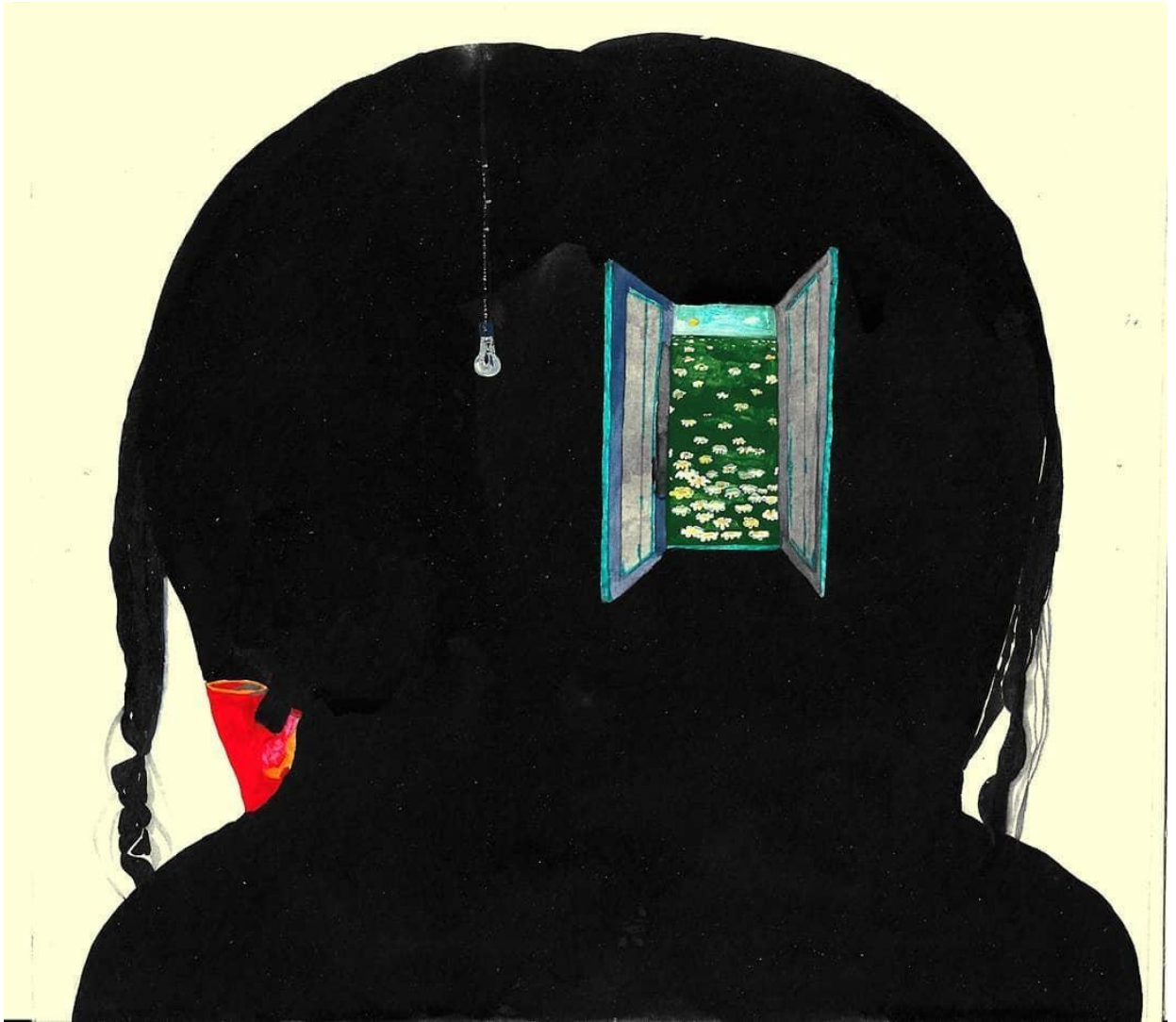
Rapporteur/Président  
Rapporteur  
Examinatrice  
Directrice  
Directrice

*Mais oui, je me souviens, j'avais onze ans, c'était en été pendant les vacances. Le soir, sur la place d'un casino, une petite fille et moi jouions à nous courir après, à nous attraper, criant et riant, autour des platanes. Puis nous avons été très près l'un de l'autre, immobiles encore essoufflés, quand tout soudain elle colla ses lèvres contre les miennes. Il n'y avait plus rien que notre rencontre, que nos lèvres, nos salives et cette inondation de tout l'être, ce tremblement qui m'agitait de la tête aux pieds.*

*J'apprenais sans doute avec ce premier baiser – c'est ce que je me dis aujourd'hui – que je pouvais recevoir d'une autre femme que ma mère, une si belle tendresse où s'unissaient les sens, le cœur, l'esprit, le corps dans la rencontre de l'autre. Voici, quand la mort approche, quand le corps vieillit, s'alourdit et s'affaiblit qu'apparaissent les vertus de la mémoire agile et légère. La mémoire revigorante des printemps.*

Jacques Teboul, *Ce qui me reste du monde.*

[Jacques Teboul a participé à l'Expérience 6 de cette thèse.]



Emma Vakarelova

## Remerciements

Tout d'abord, merci à Rémy Versace et à Pascal Hot d'avoir accepté d'évaluer mon travail de thèse en tant que rapporteurs. Merci également à Ulrike Rimmele d'avoir accepté de faire partie du jury de thèse, en espérant que nos échanges scientifiques se poursuivront à Genève à la rentrée prochaine !

Maintenant, en suivant la structure de la Horde du Contrevent, issue du roman éponyme d'Alain Damasio, je vais tenter, sans en oublier, de remercier les gens qui auront contribué de près ou de loin à ce contre-thèse.

$\Omega$   
)  $\pi$   
 $\Delta \neg >$   
 $\wedge ) - \cdot$   
 $\infty \times \langle \rangle \infty$   
 $i' (\cdot)' , \diamond$   
 $\int \sim \partial$   
 $\approx \mathbb{J} \sqrt$

**Golgoth  $\Omega$**  : Golgoth est le traceur de la Horde, ainsi ce poste revient naturellement à Stéphanie et à Gwen. Je vous remercie sincèrement pour la confiance que vous m'avez accordée dans la réalisation de ce travail. J'ai pu obtenir grâce à vous un contrat doctoral qui m'a grandement aidé lors de ces quatre années de thèse. De plus, je connais mes...

« particularités », ainsi merci pour votre patience et votre soutien, ainsi que pour la qualité de nos échanges scientifiques. Impossible de rejoindre l'Extrême-Amont sans une belle trace, je sais ce que je vous dois !

J'en profite aussi pour remercier chaleureusement Christelle et Willy, qui ont été collaborateurs dans cette thèse. Merci pour les conseils, les remises en question, les relectures et votre bonne humeur ! J'espère que ce travail d'équipe aboutira à de belles publications (mais devrais-je peut-être plutôt dire bonnes Willy ?).

**Pietro  $\pi$**  : à la droite de Sov, l'indéboulonnable Pietro, qui rime avec Dominique de Coco, ce n'est donc pas surprenant que cette place revienne à Adrien, le bro ! Dans cette thèse, tu as été participant, relecteur, testeur, tu as été engagé pour des tâches pas franchement stimulantes... Bref, merci pour tout ! Tu auras toujours été disponible quand j'avais besoin d'un soutien, j'ai eu beaucoup de chance. Merci surtout pour les périodes à la montagne et ailleurs qui ont été de sacrés bol d'air, voire parfois le bol d'air d'une vie. Le boss du horde-game.

**Erg  $\Delta$**  : le combattant protecteur, capable de lasser un maître foudre à cloche-pied et un bras attaché dans le dos, c'est Matt ! Merci pour tout. Quelle belle rencontre en M2. Un vrai diamant, quelle que soit la facette. C'était un plaisir de traverser ce monde-thèse avec toi ! Bientôt l'Extrême-Amont pour toi aussi, et la liberté ! J'ai une main sur le cajon, tu ramènes la gratte ?

**Talweg  $\neg$**  : le géomètre des terrains de tennis, squash, badminton, padel, c'est JC ! Merci à toi pour tous les bons moments passés à écumer les terrains durant mon début de thèse, avec Sam, Adrien, Seb et les autres. Ensuite, tu es parti te construire une nouvelle vie dans la

Riviera, avec ta chère et tendre, et la petite star de la famille nouvellement arrivée, mais je n'oublie pas tout ça ! J'espère que nous aurons bientôt d'autres occasions d'aller faire galoper des vieux !

**Firost** > : qui de mieux pour un pilier qu'un mamène aux gros biscotos ! L'homme fort du pack, stable comme un roc. Merci Jérôme pour les cigares, les spiritueux et compagnie. Merciaussi pour la crypto-aventure qui aura rythmé cette fin de thèse d'une manière inattendue, nous te sommes très reconnaissants avec Manolo ! A bientôt pour compter les millions.

**L'autoursier** ^ et **Léarch** ◇ : Roméo et Nash, vous aurez été vous aussi des alliés importants pour mener à bien ce contre ! Roméo, tant d'années à être constamment présent durant les longues heures de travail (et pas que), calme et rassurant. Tu t'en es allé en plein contre, mais j'ai une pensée pour toi au moment de boucler l'affaire. Y'en a pas deux comme toi. Nash, le nouvel arrivant, davantage perturbateur (merci les ordinateurs débranchés intempestivement), mais toi aussi tu auras été un soutien de poids dans cette aventure. Plein de randonnées à venir !

**Le fauconnier** ♣ : l'esprit affûté, le caractère affable et le soutien constant, c'est Alice ! Tu as su traverser les catastrophes de la RED sans cramer le stock d'Empatica, tu as vu l'ampleur des difficultés de la thèse, et pourtant tu as foncé là-dedans toi aussi ! C'est un plaisir de t'avoir vue rejoindre la bande des joyeux fous. Tu as facilité significativement ma vie sous Covid grâce à tes prouesses de pirate : un immense merci pour toutes ces contributions bidouillesques. Je n'oublie pas que je te dois l'équivalent d'une distillerie maintenant !

**Arval** )- : merci à Claire, l'éclaireuse, qui a emprunté la voie de la thèse avant moi ! Prompte aux conseils avisés qui m'ont permis de me sortir du pétrin plus d'une fois, tu m'as couvert dans diverses situations et m'as initié aux vertues de l'imageabilité. Combien de fois auras-tu répondu à mes questions « à l'ouest » ? J'espère que nous fêterons ça en Suisse dans quelques temps !

**Horst** ∞ et **Karst** ∞ : ne pouvant les séparer, le Titail étant indivisible, et ce malgré les marées du temps et les remous qu'elles rabattent, c'est à Léo et Renaud que je songe d'emblée pour les jumeaux de la Horde, qui en sont ses ailiers. Merci à vous deux, 38 fois, d'avoir cru en moi lorsque j'ai pris la décision, loin d'être consensuelle, de quitter l'INSA de Toulouse pour rejoindre l'Université de Psychologie. De longues années se sont écoulées depuis nos « folles » années lycéennes, et votre soutien sans faille aura indéniablement été une assise essentielle pour en arriver là. Merci pour votre amitié indéfectible. J'ai hâte que l'on se retrouve en Guadeloupe, à Paris ou ailleurs !

**Caracole** ¿ & **Oroshi** x : les possibilités étaient multiples pour Emeline mais, au final, l'insaisissable Caracole s'est imposé de lui-même, en premier. A l'instar de Caracole, tu es arrivée en cours de route dans la Horde, alors que le voyage était déjà bien entamé, et tu as tout éclairé de ton fabuleux vif. Tu as allumé les lampions de chez Alriq dans ma cafetière. Tout ce que je souhaite désormais, c'est contrer, contrer tout ce que l'on peut contrer, à tes côtés ! Cela tombe bien, des projets de contre, nous en avons moult au sein de la Winter Team. Vers l'infini et l'au-delà Kim ! Et toujours en mouvement ! Evidemment, Oroshi, cela ne pouvait être que toi aussi, ma Pacsette. Que d'émotions en cette fin d'années, et que d'émotions à venir encore.

**Alme (•) :** Camikaze, c'est toi la soigneuse de la Horde ! Tu étais là bien avant que le contre ne démarre, tant de bons moments depuis le lycée, jusqu'à ce que tu me fasses l'immense honneur de me choisir comme témoin pour ton mariage il y a un an. Incroyable ! J'ai hâte de célébrer cela avec toi ! Le 28 juin, quand je soutiendrai, tu sortiras normalement juste d'un tout autre genre de soutenance : je nous souhaite tout le pouvoir du curry pour ces grands moments qui approchent !

**Steppe ', :** le fleuron, qui s'émerveille de tout, curieux de tout, c'est Anne ! Merci de m'avoir accueilli chez toi à bras ouverts lors de ces derniers mois de contre. Tu m'as fait rapidement me sentir comme chez moi. Merci beaucoup pour ton soutien, qui a été constant et qui a pris de nombreuses formes. C'est toujours un plaisir de venir à Eysines !

**Aoi <> :** la cueilleuse de la Horde, évidemment, c'est Justine ! C'est toi, Spip, qui lors de notre rencontre en L2 (incroyable au regard de mon assiduité), a aiguisé mon intérêt pour la Psychologie Cognitive ! Tu as déposé en terre la première graine de ce contre. Ensuite, tu m'as sauvé d'une sombre affaire de miroir en M1. Le contre nous a éloignés, mais tu as accepté de passer ta caboche au micro-onde et ainsi devenir la toute dernière participante de cette thèse. L'alpha et l'oméga en somme. Tout Max se doit d'avoir une Spip dans sa vie. Unevirée au Petit Canada nous attend toujours !

**Larco f :** braconnier du ciel, ancien troubadour, quel rôle pouvait mieux coller à ma Dolg, brigand vertueux, sosie vocal de Pavarotti, et cher ami bien que le contre de la thèse nous ait tenus à distance. Cela a commencé par des recherches sur des longues vues de pirate, des machettes et des brochets de 75 cm, et cela a fini par une thèse. Qui l'eût cru ? Hâte des collaborations avec le Dr Lusignan, expert en montres, tir à l'arc, psychologie etc etc.

**Callirhoé ~ :** la feuleuse, maîtresse du feu, c'est indéniablement Audrey, à l'image de son tempérament ardent ! Que dire d'Audrey qui ne prendrait pas deux pages ? Tu as une part immense dans ce que je suis aujourd'hui. Très sincèrement, aucune idée d'où j'en serais si tu n'avais pas été là lors de mon retour à Bordeaux il y a 9 ans. Tant d'aventures et de péripéties depuis : il y en a eu de toutes les couleurs. Nul doute que bien d'autres viendront, pour le meilleur !

**Silamphre ∂ :** l'artisan du bois, c'est parfait pour la famille Noisetier, au sens élargi (et pour Grodan en particulier) ! Merci sincèrement à mes parents. Tout votre soutien tout au long de ces looongues années d'études m'a permis d'être dans les meilleures dispositions possibles pour en arriver là. Merci d'avoir cru en moi malgré mes changements de parcours et mes prises de risques à certains moments. Je vous dois beaucoup, vous vous êtes investis autant que possible et c'est inestimable. Le confinement au Nizan aura été particulièrement productif dans ce contre, et les voyages (Norvège, Madère, Alpes) de vrais moments de bonheur pour décompresser. Merci aussi à mes grands-parents, qui m'ont eux-aussi apporté tout leur concours durant ma vie d'étudiant. Rien n'aurait été pareil si je n'avais pas été aussi bien entouré.

**Coriolis ≈ :** merci à Zhor, Emilie, Marcella et Marie, c'était une chance de collaborer et d'échanger avec vous, au-delà de l'encadrement, durant votre M1 ! Merci de m'avoir aidé dans le recueil des données de cette thèse, pour votre bonne humeur, votre motivation et vos belles réflexions. Je vous souhaite le meilleur pour la suite !

**Barbak JJ** : de nombreuses personnes m'ont aidé dans ce contre, à différents moments, j'en oublierai probablement, mais je tenais à remercier Serge, le maître ès IRM, avec qui nous avons traversé une rimbambelle de galères pour finir l'étude IMAGEMO, et cela toujours dans la bonne humeur et avec des chocolatinnes/clémentines ; merci aussi à Bixente qui s'est démené pour trouver les solutions quand IMAGEMO prenait l'eau, avec un grand respect pour les gens de Psycho : bizi Euskal Herria, le sommet de l'Everest approche ; merci à Jérémy, la famille, grand hypnotiseur de Psytoolkit et de R, expert en pompes et influenceur culinaire, t'es le prochain sur la liste, et ça sera incroyable sans aucun doute ; merci à Simon, mon très cher barde, avec qui les échanges sont toujours extrêmement riches, participant, relecteur, tu auras donné de ta personne dans cette thèse, j'espère pouvoir te le rendre.

**Sveziest** √ : merci à tous les participants, jeunes comme plus mûrs, qui ont accepté de donner de leur temps pour m'aider à constituer les groupes expérimentaux de cette thèse ! Je vous en ai parfois demandé beaucoup (des mots, des mots, encore des mots) et vous avez toujours répondu présent. Je tiens en particulier à remercier Jean-Jacques Amyot, directeur de l'OAREIL, ainsi que tout le personnel de l'Université du Temps Libre, qui m'ont accueilli avec beaucoup de gentillesse et de bienveillance. Je tiens aussi à remercier Michelle Labrouche, anciennement maire de ma petite commune du Nizan, qui a gracieusement mis à disposition une salle pour effectuer mes passations hors de Bordeaux.



## Résumé

### **Mémoire des mots émotionnels : études inter-tâches des effets de valence et d'arousal**

L'objectif de cette thèse était d'étudier comment les effets de valence émotionnelle sur la mémoire des mots chez l'adulte sont modulés par des caractéristiques des mots (arousal et imageabilité) et des individus (âge et état émotionnel). Dans notre travail expérimental, nous avons utilisé une approche inter-tâches combinant selon les questions posées une tâche d'accès au lexique (démasquage progressif), et/ou des tâches de mémoire épisodique (rappel libre et reconnaissance mnésique). Ce type de protocole reposant sur un matériel verbal commun a permis d'évaluer dans quelle mesure les effets émotionnels observés dans ces diverses tâches reposaient sur des processus communs et/ou distincts. Tout d'abord, nous avons étudié le lien entre les effets de la valence émotionnelle et de l'arousal en démasquage progressif et en rappel libre sur des mesures comportementales (Exp. 1-2). Un biais émotionnel et un biais de positivité étaient présents en démasquage progressif et en rappel libre ; l'effet de l'arousal était spécifique au démasquage progressif. Ces résultats ont montré que des processus majoritairement distincts sous-tendaient les effets des émotions dans les deux types de tâches. Par ailleurs, des analyses complémentaires ont révélé que la valence émotionnelle interagissait avec l'imageabilité en rappel libre. Ensuite, nous avons manipulé l'imageabilité des mots afin d'étudier son influence sur les effets de la valence émotionnelle en rappel libre en utilisant un paradigme comportemental (Exp. 3) et un paradigme en IRMf (Exp. 4). Dans ces expériences, nous avons obtenu un biais de négativité en rappel libre et une activation spécifique au niveau de l'insula et du gyrus temporal supérieur gauche pour les mots négatifs par rapport aux mots positifs. De plus, nous avons montré que l'encodage des mots imageables comparé à celui des mots peu imageables était associé à une activation spécifique du gyrus fusiforme gauche. Enfin, des études comportementales menées chez des adultes jeunes et des adultes plus âgés nous ont permis d'examiner comment l'âge module les effets émotionnels en rappel libre et en reconnaissance mnésique (Exp. 5-6) ainsi qu'en démasquage progressif (Exp. 6). Ces paradigmes ont permis d'observer un effet de positivité lié à l'âge dans les trois tâches. Cependant, cet effet reposerait sur des processus distincts en fonction de la tâche. Les résultats sont interprétés à la fois dans des modèles de reconnaissance visuelle des mots adaptés aux traitements affectifs et de la mémoire, ainsi que dans le cadre de théories du vieillissement affectif.

**Mots-clefs : mots émotionnels, mémoire épisodique, accès au lexique, arousal, imageabilité, vieillissement.**

## **Abstract**

### **Emotional word memory: cross-task studies of valence and arousal effects**

The aim of this thesis was to study how emotional valence effects on word memory in adults are modulated by word characteristics (arousal and imageability) and individual features (age and emotional state). In our experimental work, we used a cross-task approach combining a lexical access task (progressive demasking), and/or episodic memory tasks (free recall and memory recognition) depending on the questions. This type of protocol based on a common verbal material allowed us to evaluate to what extent the emotional effects observed in these various tasks were based on common and/or distinct processes. First, we examined the relationship between the effects of emotional valence and arousal in progressive demasking and free recall on behavioral measures (Exp. 1-2). Emotional and positivity biases were present in progressive demasking and free recall; the effect of arousal was specific to progressive demasking. These results showed that predominantly distinct processes underpinned the effects of emotion in the two task types. Furthermore, additional analyses revealed that emotional valence interacted with imageability in free recall. Next, we manipulated word imageability to investigate its influence on the effects of emotional valence in free recall using a behavioral paradigm (Exp. 3) and an fMRI paradigm (Exp. 4). In these experiments, we obtained a negativity bias in free recall and specific activation in the left insula and left superior temporal gyrus for negative versus positive words. Furthermore, we showed that encoding of high-imageable words compared to low-imageable words was associated with specific activation of the left fusiform gyrus. Finally, behavioral studies in young and older adults allowed us to examine how age modulates emotional effects in free recall and memory recognition (Exp. 5-6) as well as in progressive demasking (Exp. 6). These paradigms indicated an age-related positivity effect in all three tasks. However, this effect would rely on distinct processes depending on the task. The results are interpreted both in models of visual word recognition adapted to affective processing and models of memory processing, as well as in the theoretical framework of affective aging.

***Keywords:* emotional words, episodic memory, lexical access, arousal, imageability, aging.**

Unité de recherche Laboratoire de Psychologie, EA 4139, 3 Ter Place de la Victoire,  
Université de Bordeaux

# Sommaire

<b>Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>Partie 1 – Cadre théorique</b> .....	<b>3</b>
CHAPITRE 1. MEMOIRE DES MOTS : EFFETS DE VALENCE ET D'AROUSAL .....	3
<b>1.1. EMOTIONS ET MEMOIRE DES MOTS</b> .....	<b>3</b>
<b>1.2. RECUPERATION DES MOTS EN MEMOIRE LONG-TERME</b> .....	<b>8</b>
<b>1.3. EFFETS DES EMOTIONS DANS L'ACCES AU LEXIQUE</b> .....	<b>15</b>
<b>1.4. EFFETS DES EMOTIONS EN MEMOIRE EPISODIQUE</b> .....	<b>22</b>
<b>1.5. SYNTHESE, CONCLUSION ET OUVERTURE</b> .....	<b>29</b>
CHAPITRE 2. MEMOIRE DES MOTS ET EMOTIONS : INFLUENCE DES CARACTERISTIQUES LANGAGIERES .....	31
<b>2.1. INFLUENCE DE LA FREQUENCE LEXICALE SUR LES EFFETS DE VALENCE ET         D'AROUSAL EN MEMOIRE LEXICALE</b> .....	<b>31</b>
<b>2.2. EFFET DE L'IMAGEABILITE SUR LA MEMOIRE LEXICALE ET LA MEMOIRE         EPISODIQUE</b> .....	<b>33</b>
<b>2.3. EFFET DE L'IMAGEABILITE SELON LA VALENCE EMOTIONNELLE EN MEMOIRES         LEXICALE ET EPISODIQUE</b> .....	<b>35</b>
<b>2.4. SYNTHESE, CONCLUSION ET OUVERTURE</b> .....	<b>38</b>
CHAPITRE 3. MEMOIRE DES MOTS ET EMOTIONS : INFLUENCE DES CARACTERISTIQUES INDIVIDUELLES .....	39
<b>3.1. INFLUENCE DE L'ETAT EMOTIONNEL DES INDIVIDUS SUR LA MEMOIRE DES MOTS         EMOTIONNELS</b> .....	<b>39</b>
<b>3.2. INFLUENCE DU VIEILLISSEMENT SUR LA MEMOIRE DES MOTS EMOTIONNELS</b> ...	<b>41</b>
<b>3.3. SYNTHESE, CONCLUSION ET OUVERTURE</b> .....	<b>52</b>
OBJECTIFS EXPERIMENTAUX DE LA PARTIE 2 .....	53
<b>Partie 2 – Expérimentations</b> .....	<b>57</b>
CHAPITRE 1. RECUPERATION DES MOTS EMOTIONNELS EN MEMOIRES LEXICALE ET EPISODIQUE CHEZ LES ADULTES JEUNES : PROCESSUS COMMUNS ET DISTINCTS ? .....	57
<b>1.1. OBJECTIFS ET HYPOTHESES</b> .....	<b>57</b>
<b>1.2. EXPERIENCES 1 ET 2</b> .....	<b>60</b>
<b>1.3. SYNTHESE DES RESULTATS ET ANALYSES COMPLEMENTAIRES</b> .....	<b>96</b>
CHAPITRE 2. IMAGEABILITE ET RECUPERATION DES MOTS EMOTIONNELS EN MEMOIRE EPISODIQUE : ETUDES COMPORTEMENTALE ET DE NEUROIMAGERIE.....	109
<b>2.1. OBJECTIFS ET HYPOTHESES</b> .....	<b>109</b>
<b>2.2. EXPERIENCES 3 ET 4</b> .....	<b>110</b>
<b>2.3. SYNTHESE DES RESULTATS</b> .....	<b>129</b>
CHAPITRE 3. EFFET DE L'AGE SUR LA RECUPERATION DES MOTS EMOTIONNELS EN MEMOIRES LEXICALE ET EPISODIQUE.....	131
<b>3.1. EXPERIENCE 5</b> .....	<b>131</b>
<b>3.2. EXPERIENCE 6</b> .....	<b>164</b>
<b>Discussion générale</b> .....	<b>197</b>

SYNTHESE DES OBJECTIFS ET DES RESULTATS PRINCIPAUX .....	197
LIENS ET DIFFERENCES ENTRE LES EFFETS EMOTIONNELS DANS L'ACCES AU LEXIQUE ET EN MEMOIRE EPISODIQUE .....	199
EFFETS EMOTIONNELS DANS L'ACCES AU LEXIQUE .....	200
EFFETS EMOTIONNELS EN MEMOIRE EPISODIQUE .....	204
CONCLUSION.....	208
<b>Bibliographie.....</b>	<b>210</b>

## Liste des figures

Figure 1. Modèle circomplexe (C, à gauche) d'après Russel (1980) et modèle vectoriel des émotions (V, à droite) d'après Bradley et al. (1992).....	5
Figure 2. Modèle AI de reconnaissance des mots adapté (d'après McClelland & Rumelhart, 1981).....	9
Figure 3. Modèle AI de reconnaissance des mots adapté aux processus affectifs (d'après Gobin & Mathey, 2010).....	22
Figure 4. Illustration of the general procedure of Experiment 1 .....	69
Figure 5. Illustration of the general procedure of Experiment 2 .....	81
Figure 6. Pentés simples montrant l'interaction entre l'imageabilité et la catégorie émotionnelle en démasquage progressif.....	99
Figure 7. Pentés simples montrant l'interaction entre l'imageabilité et la catégorie émotionnelle en rappel libre immédiat.....	100
Figure 8. Pentés simples montrant l'interaction entre l'imageabilité et la catégorie émotionnelle en démasquage progressif.....	102
Figure 9. Pentés simples montrant l'interaction entre l'imageabilité et la catégorie émotionnelle en rappel libre immédiat.....	103
Figure 10. Pentés simples montrant l'interaction entre l'imageabilité et la catégorie émotionnelle en rappel libre différé.....	105
Figure 11. Performances dans la tâche de rappel libre en fonction de la valence émotionnelle et de l'imageabilité. Les barres représentent l'erreur standard de la moyenne .....	117
Figure 12. Performances dans la tâche de rappel libre en fonction de la valence émotionnelle et de l'imageabilité. Les barres représentent l'erreur standard de la moyenne .....	122
Figure 13. Clusters d'activation pour les mots neutres (seuil $z = 3.1$ ; $p < .05$ ; analyses non corrigées pour les comparaisons multiples).....	123
Figure 14. Clusters d'activation pour les mots négatifs vs. positifs (seuil $z = 3.1$ ; $p < .05$ ; analyses non corrigées pour les comparaisons multiples).....	124
Figure 15. Clusters d'activation pour les mots hautement imageables vs. faiblement imageables (seuil $z = 3.1$ ; $p < .05$ ; analyses non corrigées pour les comparaisons multiples).....	124
Figure 16. Clusters d'activation pour les mots négatifs vs. positifs, pour les mots hautement imageables (seuil $z = 3.1$ ; $p < .05$ ; analyses non corrigées pour les comparaisons multiples).....	125

Figure 17. Clusters d'activation pour les mots négatifs vs. positifs, pour les mots faiblement imageables (seuil $z = 3.1$ ; $p < .05$ ; analyses non corrigées pour les comparaisons multiples) .....	125
Figure 18. Performances dans la tâche de rappel libre immédiat en fonction de la valence et de l'âge. Les barres représentent l'erreur standard de la moyenne .....	145
Figure 19. Performances dans la tâche de rappel libre différé en fonction de la valence et de l'âge. Les barres représentent l'erreur standard de la moyenne .....	146
Figure 20. Performances dans la tâche de reconnaissance en fonction de la valence et de l'âge. Les barres représentent l'erreur standard de la moyenne .....	147
Figure 21. Performances dans la tâche de rappel libre immédiat en fonction de la valence et de l'âge. Les barres représentent l'erreur standard de la moyenne .....	160
Figure 22. Performances dans la tâche de rappel libre différé en fonction de la valence et de l'âge. Les barres représentent l'erreur standard de la moyenne .....	161
Figure 23. Performances dans la tâche de reconnaissance en fonction de la valence et de l'âge. Les barres représentent l'erreur standard de la moyenne .....	162
Figure 24. Experimental paradigm .....	176

# Liste des tableaux

Tableau 1. Définitions des effets de la valence émotionnelle .....	7
Tableau 2. Synthèse des études ayant testé l'effet de positivité lié à l'âge en mémoire épisodique avec des mots .....	47
Table 3. Main characteristics of the word materials .....	67
Table 4. Matrix of orthogonal contrasts applied to emotional category in GLMMs analyses...71	
Table 5. Estimates, 95% confidence intervals, standard errors, t values and p values for each contrast as a function of outlier detection thresholds (i.e., 2 SDs, 2.5 SDs and 3 SDs) in the PDT ( $^{\wedge} p < .10$ ; * $p < .05$ ; ** $p < .01$ ; *** $p < .001$ ).....	74
Table 6. Estimates, 95% confidence intervals, standard errors, z values and p values for each contrast in the free recall task ( $^{\wedge} p < .10$ ; * $p < .05$ ; ** $p < .01$ ; *** $p < .001$ ).....	74
Table 7. Spearman's rho, confidence intervals and p values for correlations between mean RTs and proportion of recall as a function of emotional category and outlier detection threshold ( $^{\wedge} p < .10$ ; * $p < .05$ ; ** $p < .01$ ; *** $p < .001$ ).....	75
Table 8. Estimates, 95% confidence intervals, standard errors, t values and p values for each contrast as a function of outlier detection thresholds (i.e., 2 SDs, 2.5 SDs and 3 SDs) in the PDT ( $^{\wedge} p < .10$ ; * $p < .05$ ; ** $p < .01$ ; *** $p < .001$ ).....	83
Table 9. Estimates, confidence intervals, standard errors, z values and p values for each contrast in the immediate free recall task ( $^{\wedge} p < .10$ ; * $p < .05$ ; ** $p < .01$ ; *** $p < .001$ ).....	85
Table 10. Estimates, confidence intervals, standard errors, z values and p values for each contrast in the delayed free recall task ( $^{\wedge} p < .10$ ; * $p < .05$ ; ** $p < .01$ ; *** $p < .001$ ).....	85
Table 11. Spearman's rho, confidence intervals and p values for correlations between mean RTs and proportion of recall in immediate recall as a function of emotional category and outlier detection threshold ( $^{\wedge} p < .10$ ; * $p < .05$ ; ** $p < .01$ ; *** $p < .001$ ).....	86
Table 12. Spearman's rho, confidence intervals and p values for correlations between mean RTs and proportion of recall in delayed recall as a function of emotional category and outlier detection threshold ( $^{\wedge} p < .10$ ; * $p < .05$ ; ** $p < .01$ ; *** $p < .001$ ).....	87
Tableau 13. Coefficients de régression, intervalles de confiance à 95%, erreurs standards, valeurs t et p de l'effet de l'imageabilité pour chaque catégorie émotionnelle en démasquage progressif.....	99
Tableau 14. Coefficients de régression, intervalles de confiance à 95%, erreurs standards, valeurs t et p de l'effet de l'imageabilité pour chaque catégorie émotionnelle en démasquage progressif.....	101

Tableau 15. Coefficients de régression, intervalles de confiance à 95%, erreurs standards, valeurs t et p de l'effet de l'imageabilité pour chaque catégorie émotionnelle en rappel libre immédiat.....	103
Tableau 16. Coefficients de régression, intervalles de confiance à 95%, erreurs standards, valeurs t et p de l'effet de l'imageabilité pour chaque catégorie émotionnelle en rappel libre différé .....	104
Tableau 17. Caractéristiques principales du matériel expérimental.....	115
Tableau 18. Matrice des contrastes appliqués dans l'analyse des données d'IRMf.....	121
Tableau 19. Clusters d'activation selon la valence émotionnelle.....	123
Tableau 20. Clusters d'activation selon l'imageabilité.....	124
Tableau 21. Clusters d'activation selon l'interaction valence émotionnelle x imageabilité	125
Tableau 22. Caractéristiques des mots.....	142
Table 23. Main characteristics of the experimental materials .....	175
Table 24. Matrix of orthogonal contrasts applied to emotional category in GLMMs analyses .....	181
Table 25. Model estimates for RTs in PDT as a function of age and emotional category contrasts .....	185
Table 26. Model estimates for recall accuracy in immediate free recall as a function of age and emotional category contrasts .....	185
Table 27. Model estimates for recall accuracy in 20-minutes delayed free recall as a function of age and emotional category contrasts.....	186
Table 28. Model estimates for recall accuracy in 7-days delayed free recall as a function of age and emotional category contrasts .....	186
Table 29. Model estimates for response bias in recognition as a function of age and emotional category contrasts.....	187
Table 30. Model estimates for discriminability in recognition as a function of age and emotional category contrasts.....	187
Table 31. Correlations between positivity measures in memory tasks as a function of age...	189



# Introduction

La mémoire passionne, intrigue, comme l'indique le nombre de ventes du best-seller *Aventures au cœur de la mémoire* de Joshua Foer (2012), recommandé par Bill Gates lui-même ! Dans cet ouvrage, Joshua Foer explique comment il est devenu champion de mémorisation des Etats-Unis après s'être entraîné pendant un an. Les techniques permettant d'améliorer les capacités mnésiques fascinent car la mémoire est essentielle dans une multitude d'aspects et d'activités de la vie quotidienne comme les relations sociales (e.g., Robinson & Swanson, 1990), la réussite académique (e.g., Alloway & Alloway, 2010) ou encore la lecture (e.g., Cipolotti & Warrington, 1995). Parmi les leviers de la mémoire qu'il égraine au fil des pages, Joshua Foer en cite un qui retiendra notre attention dans cette thèse : les émotions.

Un des phénomènes les plus marquants permettant d'illustrer l'effet des émotions sur la mémoire se nomme la mémoire flash (*flashbulb memories*, Finkenauer et al., 1995). Par exemple, pour la majorité d'entre nous, nous pourrions aisément nous rappeler où nous étions lorsque nous avons appris que des attentats étaient en cours à New-York, aux Etats-Unis, le 11 septembre 2001. Au sujet du rôle des émotions dans la formation des souvenirs, William James, un des fondateurs de la Psychologie, a eu cette citation désormais célèbre :

*An impression may be so exciting emotionally as almost to leave a scar upon the cerebral tissues... The primitive impression has been accompanied by an extraordinary degree of attention, either as being horrible or delightful. William James (1890)*

Depuis, des générations de chercheurs en Psychologie et en Neurosciences se sont succédé afin de tenter de comprendre et d'éclaircir les mécanismes à l'origine de l'impact des émotions sur la mémoire. Ainsi, une recherche dans la base de données PsychInfo avec les

mots-clefs « emotion » et « memory » aboutit à 14 922 résultats<sup>1</sup>. L'étude de la mémoire émotionnelle se fait généralement en comparant les performances mnésiques pour des stimuli chargés émotionnellement à des stimuli neutres. Les mots ont reçu une attention particulière de la part des chercheurs car le langage est un important moyen de communication des émotions, voire il pourrait en être un des ingrédients (e.g., Lindquist, 2017).

Malgré l'engouement pour l'étude de la mémoire émotionnelle, celle-ci recèle encore de nombreux mystères. L'objectif de cette thèse sera d'apporter des éléments de compréhension au cas particulier de la mémoire des mots émotionnels (voir Mathey et al., 2018). À cette fin, nous étudierons comment les caractéristiques émotionnelles (valence et arousal) influencent la mémoire des mots émotionnels dans des tâches cognitives ciblant la reconnaissance visuelle des mots et la mémoire épisodique. Nous examinerons également comment certaines caractéristiques des mots (e.g., l'imageabilité) et/ou des individus (e.g., l'âge et l'état émotionnel) constituent des facteurs modulant la mémorisation des mots émotionnels.

Dans la Partie 1, nous déroulerons le cadre théorique de la thèse en trois chapitres. Le Chapitre 1 sera consacré à la présentation des travaux sur les effets de deux dimensions des émotions, la valence émotionnelle et l'arousal, sur la mémoire lexicale et la mémoire épisodique. Le Chapitre 2 nous permettra d'aborder de quelle façon d'autres facteurs langagiers (e.g., la fréquence lexicale et l'imageabilité) modulent les effets émotionnels en mémoire lexicale et en mémoire épisodique. Enfin, dans le Chapitre 3, nous nous intéresserons au rôle modérateur des caractéristiques individuelles (e.g., l'âge et l'état émotionnel) sur les mêmes effets que nous venons de citer. Dans la Partie 2, nous présenterons six expériences divisées en trois chapitres. Dans le Chapitre 1, deux expériences comportementales viseront à étudier les effets de la valence émotionnelle et de l'arousal en mémoires lexicale et épisodique. Dans le Chapitre 2, deux expériences dont une comportementale et une en IRMf traiteront de l'effet

---

<sup>1</sup> Recherche effectuée le 22 mars 2021.

d'interaction entre la valence émotionnelle et l'imageabilité en mémoire épisodique. Enfin, dans le Chapitre 3, deux nouvelles expériences comportementales examineront le rôle modérateur de l'âge sur les effets de la valence émotionnelle et de l'arousal en mémoires lexicales et épisodiques. Nous terminerons en discutant les résultats expérimentaux en nous positionnant dans des modèles théoriques de la reconnaissance visuelle des mots et de la mémoire.

## **Partie 1 – Cadre théorique**

### **Chapitre 1. Mémoire des mots : effets de valence et d'arousal**

#### **1.1. Emotions et mémoire des mots**

##### ***1.1.1. La conception dimensionnelle des émotions***

Pendant longtemps, les émotions ont été considérées comme des phénomènes perturbant le fonctionnement de la raison (e.g., Descartes, 1647). Toutefois, il est désormais établi que les émotions sont essentielles pour le bon fonctionnement de l'individu (Damasio, 1999). D'après Norman (1981), comprendre le rôle et la fonction des émotions fait partie des 12 défis majeurs auxquels font face les chercheurs en sciences cognitives. Plus de 90 définitions des émotions ont été proposées lors du siècle dernier (Cambria et al., 2012), ce qui est révélateur de la difficulté des chercheurs à caractériser de manière univoque et consensuelle ce que sont les émotions. En effet, la constatation selon laquelle « *Everyone knows what an emotion is, until asked to give a definition.* » (Fehr & Russell, 1984, p. 464) semble toujours d'actualité. Cette difficulté à définir les émotions pourrait provenir de leur complexité intrinsèque, de l'usage inconsistant de ce terme dans la littérature, ou encore de l'immense diversité des disciplines qui les ont abordées (Frijda & Scherer, 2009). Cependant, les chercheurs semblent s'accorder sur le fait que les émotions sont des réponses comportementales et physiologiques à des stimuli identifiables, et qui se distinguent d'autres phénomènes affectifs comme les affects

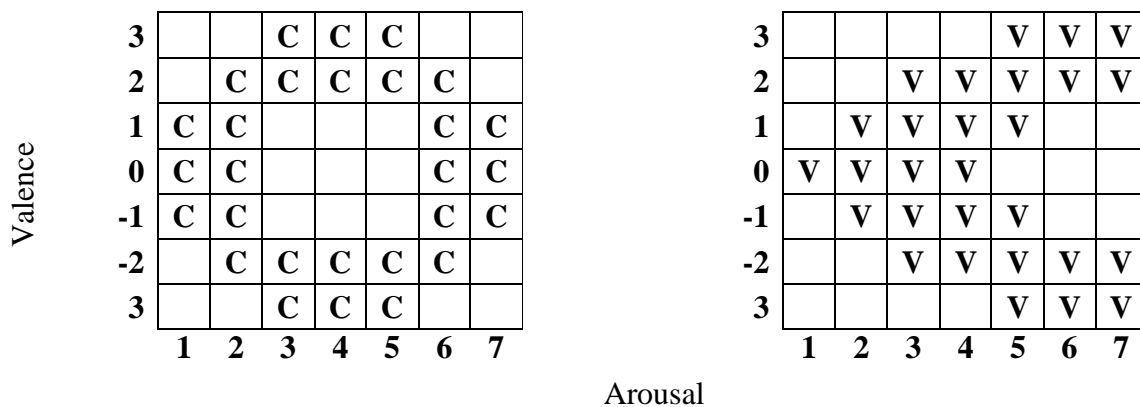
ou l'humeur par leur brièveté et leur intensité (e.g., Sava, 2015). Dans l'étude de l'effet des émotions sur la mémoire, c'est le modèle dimensionnel des émotions qui a été le plus utilisé, bien que le modèle des émotions de base (e.g., Eckman, 1992) reçoive de plus en plus d'intérêt dans la littérature (e.g., Ferré et al., 2018 ; Syssau et al., 2021).

D'après la conception dimensionnelle des émotions, toutes les émotions peuvent être décrites dans un espace constitué d'un nombre limité de dimensions. Cependant, tous les chercheurs ne s'accordent pas sur le nombre de dimensions nécessaires pour décrire les émotions. En effet, certains chercheurs soutiennent qu'une seule dimension est nécessaire (e.g., Ortony et al., 1990 ; Zajonc, 1980), tandis que d'autres chercheurs proposent qu'il en faut deux (Plutchik & Conte, 1997 ; Russell, 1980), trois (Osgood et al., 1957), quatre (Cambria et al., 2012), voire plus (Fontaine et al., 2007). Cette question étant encore sujette à débat, Fontaine et al. (2007) suggèrent que le nombre de dimensions nécessaires pour caractériser les émotions dépend de la question posée par les chercheurs. Ainsi, bien qu'il n'y ait pas de consensus concernant les composants de base des émotions (e.g., Barrett, 1998 ; Gable & Harmon-Jones, 2010), deux composants prédominent lorsqu'il s'agit d'étudier l'effet des émotions sur la mémoire : la valence émotionnelle (i.e., la tonalité hédonique d'une émotion, de déplaisante à plaisante) et l'arousal (i.e., le degré d'activation associé à une émotion, de calme à excité). Dans le modèle circomplexe des émotions, un des modèles bidimensionnels les plus influents, les émotions peuvent être placées dans un cercle tracé autour de deux axes orthogonaux qui représentent la valence émotionnelle (axe horizontal) et l'arousal (axe vertical) (Russell, 1980, voir Figure 1). La particularité de ce modèle est de postuler l'existence d'émotions caractérisées par une valence émotionnelle neutre et des valeurs d'arousal élevées (e.g., l'étonnement). Cependant, l'existence de telles émotions est controversée (e.g., Mellers et al., 2013). Par conséquent, dans l'ensemble des études expérimentales présentées dans cette thèse, nous avons sélectionné les caractéristiques émotionnelles de notre matériel verbal d'après le modèle vectoriel des émotions (Bradley et al., 1992), dont la seule différence avec le modèle

circomplexe est de considérer que l'on ne peut pas ressentir d'état de neutralité intense (voir Figure 1). Le modèle vectoriel a été utilisé par de nombreux chercheurs dans l'étude des effets de la valence émotionnelle et de l'arousal en mémoire (e.g., Hofmann et al., 2009 ; Kang et al., 2014 ; Kensinger, 2008 ; Kever et al., 2019).

**Figure 1**

**Modèle circumplexe (C, à gauche) d'après Russel (1980) et modèle vectoriel des émotions (V, à droite) d'après Bradley et al. (1992)**



**1.1.2. De l'intérêt d'utiliser des mots dans l'étude des émotions et de la mémoire**

Afin d'étudier les relations entre la mémoire et les émotions, les chercheurs comparent généralement les performances mnésiques pour des stimuli chargés émotionnellement et pour des stimuli émotionnellement neutres (e.g., Santaniello et al., 2018). De nombreux types de stimuli ont été utilisés dans les études sur les effets des émotions sur la mémoire comme des visages (e.g., Mather & Carstensen, 2003), des images (e.g., Bradley et al., 1992) ou des mots (e.g., Kensinger & Corkin, 2003), bien que les mots aient été dans l'ensemble moins

utilisés. Cette utilisation privilégiée des images au détriment des mots viendrait du fait que le traitement des images serait lié à davantage d'activation cérébrale, Kensinger & Schacter (2006) ayant par exemple rapporté que le traitement des images émotionnelles serait lié à l'activation de l'amygdale et du cortex préfrontal dorsomédian et ventromédian, tandis que le traitement des mots émotionnels serait uniquement associé à l'activation de l'amygdale gauche. Toutefois, Schlochtermeyer et al. (2013) ont proposé que ce gain d'activation pour les images ne découlerait pas d'effets émotionnels plus importants que pour les mots mais plutôt d'une plus grande complexité visuelle. Ainsi, l'usage des mots serait tout à fait adapté à l'étude de l'effet des émotions sur la mémoire. De plus, utiliser des mots permet de contrôler plus facilement de nombreux facteurs potentiellement confondants (e.g., fréquence lexicale, nombre de lettres, etc.) et ainsi de davantage cibler les effets des caractéristiques qui nous intéressent, en l'occurrence ceux de la valence émotionnelle et de l'arousal (e.g., Desgranges et al., 2018).

Par ailleurs, de nombreux tests de mémoire utilisés en Neuropsychologie utilisent un matériel verbal afin d'évaluer les déficits mnésiques chez les individus, comme c'est le cas par exemple pour l'épreuve de rappel libre/rappel indicé à 16 items (RL/RI 16, Van der Linden et al., 2004) ou les 15 mots de Rey (RAVLT, Rey, 1964). Cette utilisation de listes de mots comparativement à des images permet de limiter les effets que les stimuli vont générer chez les individus en fonction de leurs expériences passées (Desgranges et al., 2018). L'étude des processus cognitifs ayant longtemps négligé les influences liées aux émotions, la valence émotionnelle et l'arousal n'ont pas été pris en compte dans l'élaboration des tests cités ci-dessus, or nous savons aujourd'hui que les émotions jouent un rôle important dans les processus de mémorisation (e.g., Phelps, 2004). Ainsi, il semble important de mieux comprendre quel est le rôle des émotions dans la mémoire des mots car cela pourrait permettre de développer de nouvelles épreuves de mémoire émotionnelle permettant de détecter différents profils de déficits associés à des pathologies spécifiques, ce qui pourrait à terme aboutir à l'amélioration de la prise en charge des patients (Desgranges et al., 2018).

### **1.1.3 Opérationnalisation des effets de valence émotionnelle**

La valence émotionnelle étant généralement opérationnalisée en trois modalités, positive, négative et neutre, il existe plusieurs manières de tester et de caractériser ses effets. Dans cette thèse, nous nous baserons sur les définitions proposées par Murphy et Isaacowitz (2008) et nous distinguerons notamment les termes de biais (émotionnel, de positivité et de négativité) et de préférence (pour la positivité et pour la négativité) (voir Tableau 1). Tout d'abord, un biais émotionnel renvoie à un traitement privilégié des stimuli émotionnels, qu'ils soient positifs ou négatifs, comparativement aux stimuli neutres. Les effets des valences émotionnelles positive et négative peuvent être distingués grâce à des tests de préférences : une préférence pour la positivité renvoie à un traitement privilégié des stimuli positifs comparativement aux stimuli neutres, et une préférence pour la négativité renvoie à une comparaison analogue pour les stimuli négatifs. Enfin, il est également possible de comparer le traitement des stimuli positifs et négatifs : un biais de positivité renvoie à un traitement favorisé des stimuli positifs comparativement aux stimuli négatifs et un biais de négativité renvoie à l'inverse.

**Tableau 1**  
**Définitions des effets de la valence émotionnelle**

<b>Nom des effets</b>	<b>Type de stimuli comparés et sens des effets</b>
Biais émotionnel	Positif et négatif > neutre
Biais de positivité	Positif > négatif
Biais de négativité	Négatif > positif
Préférence pour la positivité	Positif > neutre
Préférence pour la négativité	Négatif > neutre

*Note.*  $X > Y$  signifie que le traitement de X est favorisé par rapport à Y.

## **1.2. Récupération des mots en mémoire à long-terme**

La mémoire peut être définie comme la capacité d'un organisme vivant à acquérir, à conserver et enfin à restituer des informations ou des comportements afin de les utiliser immédiatement ou à l'avenir (e.g., Sternberg, 1999). Dans le domaine de la Psychologie Cognitive, la mémoire renvoie ainsi à trois processus nécessaires qui se succèdent : l'encodage, qui sert à faire pénétrer les informations en mémoire ; le stockage, qui permet de retenir les informations en mémoire pendant une durée de longueur variable ; la récupération, qui est la capacité d'accéder aux informations stockées en mémoire (Melton, 1963). Toutefois, cette caractérisation de la mémoire ne rend pas compte de sa complexité, et en particulier de son polymorphisme (Kaouane, 2010). D'après le modèle modal d'Atkinson et Shiffrin (1968), la mémoire est divisée en trois sous-systèmes : le registre sensoriel, la mémoire à court terme et la mémoire à long terme. Le registre sensoriel permet de retenir des informations sensorielles pendant des durées très brèves, de l'ordre de quelques millisecondes ; les informations transitent ensuite vers la mémoire à court-terme (ou mémoire de travail), qui permet de maintenir un nombre limité d'informations actives pendant quelques secondes ; enfin, les informations passent en mémoire à long-terme, dont les capacités de stockage de l'information, en termes de quantité et de durée, sont illimitées. Dans le cadre de cette thèse, nous nous focaliserons sur l'étude de la mémoire à long-terme des mots selon deux angles : l'accès au lexique mental et la mémoire épisodique.

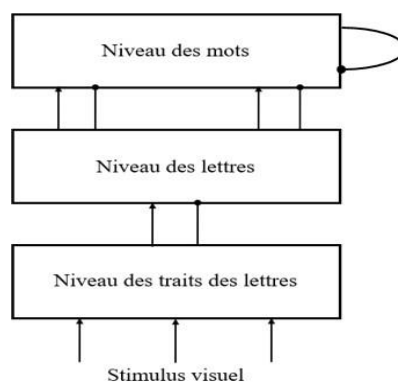
### ***1.2.1. Accès au lexique et mémoire épisodique***

On considère généralement en Psycholinguistique que l'ensemble des connaissances que nous avons sur les mots sont stockées en mémoire à long-terme sous la forme d'un lexique mental (voir e.g., Segui, 2015), auquel nous ferons aussi référence en termes de mémoire lexicale dans cette thèse. Il s'agit d'un dictionnaire mental qui contient les informations orthographiques, phonologiques, morphologiques, syntaxiques et sémantiques concernant les



mots (e.g., Segui, 2015). Les modèles de type Activation Interactive (AI, McClelland & Rumelhart, 1981) sont généralement utilisés afin de décrire les processus d'accès au lexique mental qui consiste à associer un signal physique (i.e., une suite de lettres) à la représentation d'un mot dans le lexique mental. Selon les modèles AI, la reconnaissance visuelle d'un mot écrit, que nous employons ici comme synonyme d'accès au lexique à partir d'une entrée visuelle, fait intervenir trois niveaux de traitement qui sont analysés en parallèle et qui sont reliés par des connexions excitatrices et inhibitrices : les traits des lettres, le niveau des lettres et le niveau des mots (voir Figure 2). La présentation d'un mot écrit à un individu entraîne une activation des unités des traits des lettres qui se propage au niveau des lettres puis au niveau des mots. Au niveau des mots, plusieurs représentations lexicales sont activées et celles-ci s'inhibent via des mécanismes d'inhibition latérale, ce qui permet au final à une seule représentation lexicale d'atteindre un seuil critique d'activation afin que le mot stimulus soit reconnu.

**Figure 2**  
**Modèle AI de reconnaissance des mots adapté (d'après McClelland & Rumelhart, 1981)**



*Note.* La boucle au niveau des mots représente les processus d'inhibition latérale.

L'accès au lexique mental peut être considéré comme la première étape précédant l'encodage des mots en mémoire épisodique (Cox et al., 2018), la mémoire épisodique renvoyant aux connaissances relatives aux événements vécus personnellement, à un moment précis et à un endroit particulier (e.g., « je suis monté à moto à Bordeaux avec Emeline il y a une semaine » ; voir Tulving, 1972, 2002). D'après le modèle de la mémoire Serial-Parallel-Independent (SPI, Tulving, 2001), plus la connaissance d'un mot est importante, et plus son encodage en mémoire épisodique est efficace (e.g., Cox et al., 2018). Les souvenirs épisodiques contribueraient aussi à l'enrichissement et à l'évolution des informations stockées dans le lexique mental. En effet, des chercheurs ont proposé des modèles mnésiques multitraces selon lesquels il existerait un système mnésique unique reposant sur des traces mnésiques qui seraient toutes de nature épisodique (e.g., Hintzman, 1986). Les connaissances émergeraient de la correspondance entre les composants des traces mnésiques en question et les composants de l'expérience présente. Les connaissances seraient plus ou moins spécifiques à une expérience antérieure (i.e., plus ou moins épisodiques) en fonction du résultat de cette correspondance. Une des limites de ces modèles est de ne pas considérer les relations entre les différentes traces mnésiques, tant au niveau spatial que temporel (voir Briglia et al., 2018). Ainsi, Versace et al. (2014) ont proposé le modèle Act-In, un modèle mnésique multitraces intégrant les concepts de la cognition incarnée, selon lequel les connaissances se réorganiseraient en permanence au travers des interactions entre un individu et son environnement (pour une revue des modèles incarnés de la mémoire, voir Brouillet, 2020). Par conséquent, les connaissances associées à un mot, en particulier au niveau sémantique, évolueraient au fur et à mesure des rencontres entre un individu et ce mot et des interactions entre le même individu et l'élément ou le concept auquel renvoie ce mot (e.g., pour un individu, la signification du mot *ordinateur* évolue au cours des utilisations successives d'un objet de ce type).

### ***1.2.2. L'accès au lexique : paradigmes expérimentaux***

Les tâches de décision lexicale, de dénomination et de démasquage progressif sont les plus utilisées afin d'examiner les processus d'accès au lexique à partir d'une modalité visuelle (voir e.g., Dujardin & Mathey, 2019 ; Ferrand et al., 2011 pour des études inter-tâches). Dans la tâche de dénomination, les participants doivent lire les mots qui leur sont présentés à voix haute tandis que les participants doivent effectuer de la lecture silencieuse dans les tâches de décision lexicale et de démasquage progressif. Ainsi, en dénomination, les caractéristiques articulatoires des mots ont un rôle prégnant dans leur identification (e.g., Baayen et al., 2006) et pour cette raison nous ne traiterons pas de cette tâche dans cette thèse.

La tâche de décision lexicale (e.g., Meyer & Schvaneveldt, 1971) a été couramment utilisée dans le cas particulier de l'étude des mots émotionnels (e.g., Hofmann et al., 2009 ; Kousta et al., 2009 ; Vinson et al., 2014). Dans cette tâche, des mots et des pseudomots sont présentés aux participants. Ces derniers doivent décider le plus rapidement et le plus exactement possible si chaque suite de lettres présentée à l'écran d'un ordinateur constitue un mot de la langue ou pas. Dans la tâche de démasquage progressif, uniquement des mots sont présentés aux participants, cette fois avec un masque. En effet, les mots sont présentés en alternance avec une série de dièses et les participants perçoivent les mots comme s'ils émergeaient graduellement du masque (voir Grainger & Segui, 1990 ; Danguécan & Buchanan, 2016 ; Dufau et al., 2008). Les participants doivent identifier les mots le plus rapidement et le plus exactement possible, puis les écrire. Ainsi, à la différence de la tâche de décision lexicale, le démasquage progressif nécessite que chaque mot soit complètement identifié et l'expérimentateur peut vérifier que cela a effectivement été le cas, ce qui permet également une analyse qualitative des erreurs. Dans les deux types de tâches, il est possible d'analyser des temps de réponses (TR) et des pourcentages d'erreurs. À notre connaissance, le démasquage progressif n'a jamais été utilisé pour étudier les mots émotionnels. Toutefois, récemment une tâche comparable à la tâche de démasquage progressif, la tâche de reconnaissance constructive, a été utilisée avec des

mots émotionnels afin d'augmenter les effets de la valence émotionnelle et de l'arousal (Kever et al., 2017 ; Kever et al., 2019). Dans la tâche de reconnaissance constructive, le mot apparaît initialement caché par un masque noir qui recouvre toute la zone de présentation du mot. Le masque se dissout au fur et à mesure que des petits rectangles (i.e., de petites quantités de pixels) disparaissent, rendant ainsi le mot progressivement visible. Étant donné les similitudes entre le démasquage progressif et la reconnaissance constructive, notamment au niveau de l'allongement des TR comparativement à la décision lexicale, nous pouvons imaginer que les effets de la valence émotionnelle et de l'arousal seraient également augmentés en démasquage progressif. En effet, il a été proposé que les TR plus longs en tâche de démasquage progressif (e.g., Danguécan & Buchanan, 2016), ainsi que la présence de stimuli présentés avec un masque (Trapp & Barr, 2015) permettraient aux effets sémantiques de davantage se développer qu'en tâche de décision lexicale. Dans ce sens, dans une méga-étude portant sur un échantillon de 1826 mots, Ferrand et al. (2011) ont montré que l'imageabilité (i.e., la facilité avec laquelle il est possible de générer une image mentale du concept associé à un mot ; voir Chapitre 2 pour davantage de précisions) influençait davantage les performances en démasquage progressif qu'en décision lexicale (mais voir Bonin et al., 2018).

Par ailleurs, la tâche de démasquage progressif n'impliquant pas l'utilisation de pseudomots, elle ne nécessite pas de jugements métalinguistiques et offre des mesures de la récupération en mémoire lexicale moins biaisées de ce point de vue-là que la tâche de décision lexicale (Libben et al., 2014). De plus, l'absence de pseudomots éviterait qu'il y ait des phénomènes d'interaction avec des tâches cognitives suivant le démasquage progressif, ce qui rendrait cette tâche adaptée dans des paradigmes visant à comparer les performances dans plusieurs tâches cognitives. Dans plusieurs études, les chercheurs ont utilisé à la fois des

tâches de décision lexicale et de démasquage progressif et ils ont obtenu des patterns de résultats comparables dans les deux tâches (e.g., Danguécan & Buchanan, 2016 ; Dujardin & Mathey, 2019 ; Grainger & Segui, 1990 ; Grainger & Jacobs, 1996 ; Yap et al., 2012). Ainsi, les effets de facteurs lexicaux comme le voisinage orthographique (Carreiras et al., 1997 ; Dujardin & Mathey, 2019 ; Grainger & Segui, 1990) et des facteurs sémantiques comme le voisinage sémantique (Danguécan & Buchanan, 2016) ont été observés en décision lexicale et en démasquage progressif, indiquant des processus communs d'accès au lexique. Par conséquent, nous pouvons supposer que les effets des caractéristiques émotionnelles des mots seraient sous-tendus en partie par des processus communs en décision lexicale et en démasquage progressif.

### ***1.2.3. La mémoire épisodique des mots : paradigmes expérimentaux***

Les tâches utilisées en laboratoire afin d'étudier la mémoire épisodique des mots contiennent deux étapes : une première étape durant laquelle les participants doivent apprendre des informations durant un épisode particulier (encodage), puis une seconde étape durant laquelle ils doivent restituer ces informations (récupération) (Isingrini & Taconnat, 2008). La récupération peut être réalisée (i) sous forme de rappel, dit libre ou indicé selon si des indices sont fournis aux participants pour retrouver les mots appris en mémoire ; (ii) sous forme de reconnaissance mnésique lorsque les mots sont à nouveau présentés aux participants (Wheeler et al., 1997). Dans cette thèse, nous nous intéresserons plus particulièrement au rappel libre et à la reconnaissance mnésique de mots.

Dans une tâche de rappel libre, les participants reçoivent pour consigne de rappeler oralement ou par écrit des items préalablement appris, sans tenir compte de l'ordre de présentation de ces items. Cette tâche permet d'évaluer les processus de recollection, ou autrement dit les processus qui permettent de récupérer en mémoire un item associé au

contexte dans lequel il a été appris (Yonelinas, 2002). En particulier, l'intérêt de cette tâche est d'obtenir des renseignements sur les stratégies auto-initiées par les participants afin de récupérer des informations en mémoire.

Par ailleurs, la mémoire de reconnaissance renvoie à la capacité des individus à juger s'ils ont déjà été confrontés à des stimuli, ces stimuli pouvant par exemple être des mots écrits. Ainsi, tandis que le rappel libre consiste à accéder à un contenu mental interne à l'individu, la reconnaissance mnésique est un processus en relation avec le monde extérieur (Besson et al., 2012). Dans le paradigme de reconnaissance mnésique le plus classique, dit le paradigme « oui/non », les individus doivent déterminer si un stimulus qui leur est présenté fait partie d'une liste de stimuli qu'ils ont vus préalablement (i.e., déterminer si c'est une cible ; réponse « oui ») ou si ce stimulus est nouveau (i.e., déterminer si c'est un distracteur ; réponse « non »). Par conséquent, les performances peuvent être évaluées en calculant un pourcentage de bonnes réponses, à la fois pour les cibles et les distracteurs. Il est également possible de calculer des scores corrigés de reconnaissance en soustrayant le pourcentage de réponses « oui » pour les distracteurs (i.e., les fausses alarmes) au pourcentage de réponses « oui » pour les cibles.

Selon la Théorie de la Détection du Signal (TDS, Egan, 1958), dans une tâche de reconnaissance mnésique, chaque stimulus posséderait un degré de familiarité pour un individu donné : plus le degré de familiarité d'un stimulus serait élevé, plus l'individu en question percevrait qu'il a déjà été confronté à ce stimulus. Ainsi, pour chaque individu il existerait un seuil ou critère implicite de familiarité au-delà duquel il aurait plus de probabilités de répondre « oui » plutôt que « non ». Toutefois, le processus de familiarité ne serait pas le seul impliqué dans la reconnaissance mnésique. En effet, le processus de recollection qui est impliqué dans le rappel libre des mots (voir partie précédente sur le rappel libre) pourrait également intervenir en reconnaissance mnésique (Atkinson et al., 1974). Le processus de familiarité serait rapide

et automatique tandis que le processus de recollection serait contrôlé et plus lent (Yonelinas, 2002). Par conséquent, le rappel libre reposerait sur davantage de processus contrôlés que la reconnaissance mnésique.

En plus des performances moyennes et des scores corrigés de reconnaissance, il est possible de calculer des indices de discriminabilité ( $d'$ ) et de biais de réponse ( $C$ ) afin de quantifier, respectivement, la précision de la discrimination entre les cibles et les distracteurs, et le critère permettant de répondre qu'un stimulus a déjà été présenté. Ainsi, plus l'indice  $d'$  est élevé, meilleure est la discrimination ; et un indice  $C$  positif indique que l'individu répond plus souvent « oui » que « non » tandis qu'un indice  $C$  négatif indique le contraire. L'intérêt du calcul du  $d'$  est d'obtenir une mesure de la performance en reconnaissance mnésique indépendante du critère de réponse car, comme dit plus haut, ce critère est variable d'un individu à l'autre.

### **1.3. Effets des émotions dans l'accès au lexique**

#### ***1.3.1. Description des effets de valence et d'arousal***

Avant de décrire les données de la littérature concernant les effets de la valence et de l'arousal dans l'accès au lexique, il est important de noter que dans les tâches de décision lexicale et de démasquage progressif, les performances sont mesurées par des temps de réaction (TR). Un TR court est généralement associé à un traitement cognitif efficace, cependant l'allocation de davantage de ressources attentionnelles pour des mots négatifs pourrait conduire à un allongement des TR en tâche de décision lexicale (voir Kousta et al., 2009). Ainsi, dans cette partie, nous n'utiliserons pas les termes de biais de positivité et de négativité, ni celui de préférence pour la négativité, qui seront discutés dans la partie suivante concernant les interprétations théoriques des effets émotionnels en mémoire lexicale.

De nombreuses études ont montré un biais émotionnel en mémoire lexicale, à la fois en décision lexicale (e.g., en anglais : Kousta et al., 2009 ; Scott et al., 2009 ; Vinson et al.,

2014 ; Yap & Seow, 2014) et en reconnaissance constructive (en français : Kever et al., 2019). Ce biais émotionnel est généralement caractérisé par une préférence pour la positivité, les TR pour les mots positifs étant plus courts que pour les mots neutres (e.g., en décision lexicale : en anglais, Kousta et al., 2009 ; Kuperman et al., 2014 ; Scott et al., 2009 ; Yap & Seow, 2014 ; en allemand, Hofmann et al., 2009 ; en français, Mathey et al., 2018 ; en reconnaissance constructive : Kever et al., 2019). Les résultats sont plus hétérogènes en ce qui concerne les mots négatifs quand ils sont comparés aux mots neutres, mais aussi quand ils sont comparés aux mots positifs.

En effet, tandis qu'un pan de la littérature a mis en évidence des TR plus courts pour les mots négatifs comparativement aux mots neutres (e.g., en décision lexicale : en anglais, Kousta et al., 2009 ; Yap & Seow, 2014 ; en allemand, Kanske & Kotz, 2007 ; Palazova et al., 2013 ; en français, Mathey et al., 2018 ; en reconnaissance constructive : Kever et al., 2019), d'autres études ont obtenu le pattern de résultats inverse (e.g., en décision lexicale, en anglais, Estes & Adelman, 2008a, 2008b ; Kuperman et al., 2014 ; Larsen et al., 2008). De plus, un manque de consensus existe également lorsqu'il s'agit de comparer le traitement des mots positifs et négatifs : certaines études ont montré que les mots positifs sont identifiés plus rapidement que les mots négatifs (e.g., en reconnaissance constructive : Kever et al., 2019 ; en décision lexicale : Citron et al., 2014 ; Estes & Adelman, 2008a ; Kuchinke et al., 2005 ; Kuperman et al., 2014 ; Unkelbach et al., 2010), tandis que d'autres n'ont pas montré de différences entre les valences positive et négative (e.g., en décision lexicale : Kousta et al., 2009 ; Vinson et al., 2014 ; Yap & Seow, 2014). Ces divergences pourraient provenir de l'absence de prise en compte de l'arousal dans la majorité de ces études (e.g., Camblats, 2015). Le plus souvent, l'arousal des mots positifs et négatifs est plus élevé que celui des mots neutres (e.g., Kousta et al., 2009 ; Scott et al., 2009 ; Yap & Seow, 2014), or il a été montré que ce facteur pourrait influencer les processus d'accès au lexique mental et interagir avec la valence émotionnelle (e.g., en décision lexicale : Hofmann et al., 2009 ; Kuperman et al., 2014 ; Mathey et al., 2018 ; Recio et al., 2014



; en reconnaissance constructive : Kever et al., 2019).

Dans l'ensemble, un effet facilitateur de l'arousal a été mis en évidence dans la littérature (en décision lexicale : Larsen et al., 2008 ; Mathey et al., 2018 ; Recio et al., 2014 ; en reconnaissance constructive : Kever et al., 2015 ; Kever et al., 2019), mais il a également été montré l'effet inverse, c'est-à-dire un effet inhibiteur de l'arousal (en décision lexicale : Kuperman et al., 2014 ; Larsen et al., 2008), voire une absence d'effet de l'arousal (en décision lexicale : Kousta et al., 2009). Pour expliquer cette variabilité des résultats et notamment le fait que l'effet facilitateur de l'arousal semble plus robuste en tâche de reconnaissance constructive qu'en tâche de décision lexicale, Kever et al. (2019) ont proposé que l'effet de l'arousal serait d'autant plus important que la tâche cognitive impliquerait l'activation des représentations sémantiques des mots. Par ailleurs, un effet d'interaction entre la valence émotionnelle et l'arousal a été observé à plusieurs reprises en décision lexicale (Hofmann et al., 2009 ; Recio et al., 2014 ; mais voir Kuperman et al., 2014) mais pas en reconnaissance constructive (Kever et al., 2019). Ainsi, Hofmann et al. (2009) ont obtenu des TR plus courts pour les mots négatifs à arousal élevé comparativement aux mots neutres, les TR des mots neutres étant eux-mêmes plus courts que ceux des mots négatifs à arousal bas. Dans un paradigme similaire, Recio et al. (2014) ont obtenu des TR plus courts pour les mots positifs que pour les mots négatifs lorsque l'arousal était bas mais pas lorsqu'il était élevé.

### ***1.3.2. Interprétations théoriques***

Les différents effets de la valence émotionnelle et de l'arousal présentés dans la partie précédente peuvent être interprétés dans le cadre d'un modèle de reconnaissance visuelle des mots étendu aux processus affectifs (Gobin & Mathey, 2010, voir Figure 3) que nous préciserons grâce à la théorie de la vigilance automatique (Pratto & John, 1991), au modèle

d'approche/évitement (Chen & Bargh, 1999 ; Robinson et al., 2004) et à l'hypothèse de la densité (Unkelbach et al., 2010). Nous présenterons également des données obtenues en potentiels évoqués et en imagerie cérébrale permettant de mieux comprendre les processus sous-jacents aux effets émotionnels dans l'accès au lexique mental.

Le modèle de Gobin et Mathey (2010) est une adaptation du modèle AI de McClelland et Rumelhart (1981) et du modèle de Ric et al. (2006). Dans ce modèle, le système affectif, qui permet de traiter les caractéristiques émotionnelles des mots, peut moduler les TR dans une tâche d'identification de mots via deux voies grâce à des connexions d'activation et d'inhibition (voir Figure 3) : dans la voie A, l'identification d'un mot peut être facilitée grâce à une action du système affectif sur le lexique orthographique via des connexions d'activation ; dans la voie B, les TR peuvent être accélérés grâce à une action directe du système affectif sur la réponse motrice dans la tâche là-aussi via des connexions d'activation. Le biais émotionnel en mémoire lexicale pourrait être expliqué par des processus lexico-affectifs et donc dans la voie A du modèle, tandis que l'effet facilitateur de l'arousal, qui n'était pas pris en compte dans la version initiale du modèle (voir Camblats, 2015), serait expliqué par des processus moteurs dans la voie B du modèle. Par ailleurs, les TR plus rapides pour les mots positifs par rapport aux négatifs peuvent être expliqués à la fois dans la voie A et dans la B du modèle en y adjoignant des théories complémentaires : dans la voie A, en se positionnant dans le cadre de l'hypothèse de la densité (Unkelbach et al., 2010) et de la théorie de la vigilance automatique (Pratto & John, 1991) ; dans la voie B, en se plaçant dans le modèle d'approche/évitement (Chen & Bargh, 1999 ; Robinson et al., 2004). Dans un premier temps, nous présenterons les interprétations théoriques du biais émotionnel et de l'effet de l'arousal, et dans un second temps nous nous intéresserons à la différence de traitement des mots positifs et négatifs.

Dans le modèle de reconnaissance des mots adapté aux traitements affectifs de Gobin et Mathey (2010), comme dans le modèle AI de McClelland et Rumelhart (1981), un mot présenté à l'écrit est identifié lorsque le niveau d'activation de sa représentation orthographique dépasse

un certain seuil, ce seuil dépendant des caractéristiques lexicales du mot comme sa fréquence lexicale. Le niveau d'activation d'un mot dans le lexique orthographique dépend des flux excitateurs et inhibiteurs en provenance du niveau des lettres, mais aussi des systèmes phonologique et sémantique, ainsi que du système affectif dans le modèle étendu (voir Figure 3). Dans ce cadre théorique adapté au traitement des mots émotionnels (Gobin & Mathey, 2010), le système affectif serait activé via le lexique orthographique à la suite de la présentation visuelle de mots émotionnels positifs et négatifs. L'activation du système affectif se produirait dès le début du traitement du mot (voir aussi Gobin et al., 2012 pour des effets émotionnels sur des composantes précoces dans des potentiels évoqués). Les représentations orthographiques des mots émotionnels recevraient en retour une activation supplémentaire, ce qui rendrait leur identification plus rapide (voir voie A, Figure 3). Dans ce modèle, l'identification plus rapide des mots émotionnels pourrait également provenir d'un effet direct du système affectif sur les réponses dans des tâches d'accès au lexique comme la décision lexicale ou le démasquage progressif qui nécessitent d'appuyer sur une touche d'ordinateur pour valider une réponse (voir voie B, Figure 3). Cette action directe du système affectif sur les réponses pourrait expliquer en particulier l'effet facilitateur de l'arousal (voir Camblats, 2015). En effet, le système affectif reposerait sur un ancien système phylogénétique dont la fonction première serait la survie de l'individu (voir Vergallito et al., 2019). En présence de stimuli saillants, avec un arousal élevé, le système moteur serait activé afin de préparer l'individu à mettre en place une réponse adaptative de combat ou de fuite (voir Cannon, 1932), et cette activation du système moteur permettrait aux individus d'appuyer plus rapidement sur une touche de réponse. Enfin, des études en potentiels évoqués ont montré que les composantes négatives précoces auraient une amplitude plus importante pour les mots positifs et négatifs que pour les mots neutres, ainsi que pour les mots à arousal élevé par rapport aux mots à arousal bas, ce qui reflèterait une activation accrue dans le lexique mental et davantage d'attention allouée à ces stimuli (Recio et al., 2014).

Par ailleurs, comme nous l'avons expliqué plus haut, les TR plus rapides pour les mots

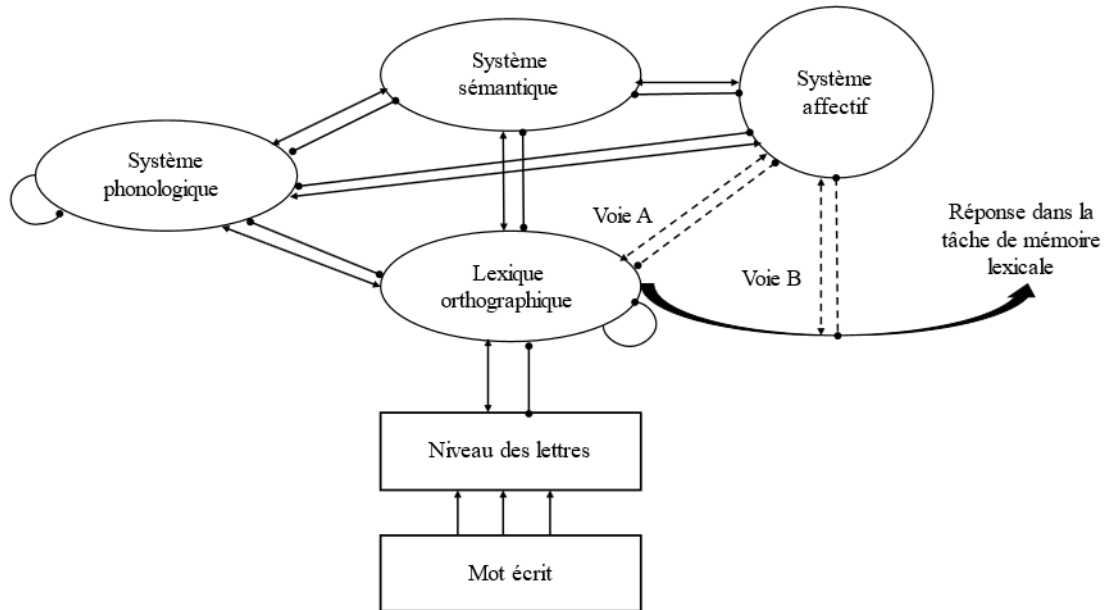
positifs par rapport aux mots négatifs obtenus dans les tâches d'accès au lexique peuvent être interprétés à la fois dans les voies A et B du modèle de Gobin et Mathey (2010). Premièrement, d'après l'hypothèse de la densité (Unkelbach et al., 2010), les mots positifs seraient davantage similaires entre eux que ne le sont les mots négatifs, notamment sémantiquement, ainsi la densité des mots positifs dans le lexique mental serait supérieure à celle des mots négatifs. Dans la voie A du modèle de Gobin et Mathey (2010), nous pouvons supposer que le système affectif enverrait davantage d'activation vers le lexique orthographique pour les mots positifs comparativement aux mots négatifs car le système affectif recevrait préalablement une activation supplémentaire provenant du système sémantique grâce à la densité supérieure du réseau sémantique des mots positifs. D'après l'hypothèse de la densité (Unkelbach et al., 2010), il y aurait donc un traitement favorisé des mots positifs comparativement aux mots négatifs et les TR plus courts pour les mots positifs par rapport aux mots négatifs traduiraient l'existence d'un biais de positivité en mémoire lexicale. D'autre part, d'après la théorie de la vigilance automatique (Estes & Adelman, 2008a, 2008b ; Pratto & John, 1991), les stimuli négatifs attireraient davantage l'attention que les mots neutres car, dans une perspective évolutive, cela serait crucial pour la survie des individus. Dans la voie B du modèle de Gobin et Mathey (2010), il y aurait une inhibition de la réponse motrice pour les mots négatifs car il serait plus difficile de désengager notre attention de ces stimuli. Par conséquent, d'après la théorie de la vigilance automatique (Estes & Adelman, 2008a, 2008b ; Pratto & John, 1991), il y aurait un traitement favorisé des mots négatifs comparativement aux mots positifs et les TR plus courts pour les mots positifs par rapport aux mots négatifs traduiraient l'existence d'un biais de négativité en mémoire lexicale. Enfin, si nous nous plaçons dans le cadre du modèle d'approche/évitement (Chen & Bargh, 1999), dans la voie B du modèle de Gobin et Mathey (2010), il y aurait à la fois une facilitation des réponses pour les mots positifs grâce à l'activation de comportements d'approche et une inhibition des réponses pour les mots négatifs à cause de l'activation de comportements d'évitement. Robinson et al. (2004) ont précisé que ces

comportements de tendance à l'action dépendraient aussi de l'arousal des stimuli : le système d'approche serait activé pour les stimuli positifs et à arousal bas, tandis que le système d'évitement serait activé pour les stimuli négatifs et à arousal élevé. Ainsi, l'identification plus rapide des mots positifs comparativement aux mots négatifs serait plus importante lorsque l'arousal est bas car i) la combinaison mots positifs/arousal bas serait perçue comme congruente (Citron et al., 2013) et ii) un arousal élevé pourrait entraîner une réponse motrice aspécifique masquant les effets de la valence émotionnelle (Vergallito et al., 2019).

Récemment, Kauschke et al. (2019) ont effectué une revue de la littérature afin d'examiner les effets de la valence émotionnelle dans le traitement des mots et des images et ils sont arrivés à la conclusion que le traitement des mots émotionnels serait caractérisé par un biais de positivité. Par ailleurs, Yuan et al. (2019) ont réalisé une méta-analyse visant à déterminer comment le biais émotionnel varie en fonction du type de stimuli, de l'arousal et des caractéristiques de la tâche cognitive. Ils ont ainsi analysé des données en potentiels évoqués recueillies dans 39 articles et ils se sont intéressés en particulier aux fluctuations de la composante P3 dont l'amplitude refléterait la mobilisation de ressources attentionnelles (e.g., Schupp et al., 2007) et l'activation du système nerveux central en réponse à la présentation d'un stimulus (e.g., Johnson, 1993). Ces auteurs ont ainsi mis en évidence que le traitement des scènes serait caractérisé par un biais de négativité (i.e., une amplitude de la composante P3 plus importante pour les scènes négatives plutôt que positives) tandis que celui des mots serait caractérisé par un biais de positivité (i.e., une amplitude de la composante P3 plus importante pour les mots positifs plutôt que négatifs). Ainsi, dans cette thèse, nous considérerons que des TR plus courts pour des mots positifs que pour des mots négatifs reflètent un biais de positivité plutôt qu'un biais de négativité (mais voir Norris, 2021).

### **Figure 3**

**Modèle AI de reconnaissance des mots adapté aux processus affectifs (d'après Gobin & Mathey, 2010)**



*Note.* Les liaisons avec des flèches aux extrémités représentent des connexions activatrices ; les liaisons avec des sphères aux extrémités représentent des connexions inhibitrices.

## **1.4. Effets des émotions en mémoire épisodique**

### ***1.4.1. Description des effets de valence et d'arousal***

De nombreuses études en laboratoire ont montré qu'il existe un biais émotionnel en mémoire épisodique (e.g., LaBar & Cabeza, 2006 ; Kensinger & Schacter, 2008 ; Phelps et al., 1997). Ce biais émotionnel a été mis en évidence pour des mots dans des tâches de rappel libre (e.g., Kang et al., 2014 ; Siddiqui & Unsworth, 2011) et de reconnaissance mnésique

(e.g., Adelman & Estes, 2013 ; Monnier & Syssau, 2008), et pour des intervalles de rétention courts (i.e., inférieurs à 1 h ; e.g., Ferré, 2002 ; Kensinger & Corkin, 2003 ; Talmi & Moscovith, 2004) et plus longs (i.e., supérieurs à 1 h ; e.g., Ratovohery et al., 2019 ; Zoladz et al., 2011).

Toutefois, la majorité des études qui traitent des effets des caractéristiques émotionnelles des mots sur la mémoire épisodique ne permettent pas de déterminer si l'avantage mnésique pour les mots émotionnels provient de la valence émotionnelle, de l'arousal ou des deux car ces facteurs sont confondus (Mather & Sutherland, 2009). En effet, très souvent, les mots émotionnels diffèrent des mots neutres non seulement par leur valence émotionnelle mais aussi par leur l'arousal (e.g., Siddiqui & Unsworth, 2011 ; Santaniello et al., 2018 ; Talmi & Moscovitch, 2004), étant donné que les mots neutres tendent à avoir des arousal moins élevés que les mots émotionnels (Gobin et al., 2017). Cette absence de distinction entre les effets de la valence émotionnelle et de l'arousal a conduit à attribuer le biais émotionnel en mémoire épisodique quasi-exclusivement à l'arousal (e.g., Hamann, 2001 ; Phelps, 2006). À notre connaissance, seuls quelques auteurs (en rappel libre : Kensinger, 2008 ; en reconnaissance mnésique : Adelman & Estes, 2013 ; Kang et al., 2014 ; Kensinger, 2008 ; Kensinger & Corkin, 2003, 2004) ont manipulé conjointement la valence émotionnelle et l'arousal des mots afin d'étudier leur influence sur la mémoire épisodique, et ces études ont été menées avec des intervalles de rétention courts. Dans l'ensemble, ces travaux ont révélé qu'à la fois la valence émotionnelle et l'arousal améliorent les performances mnésiques, et ceci en rappel libre (Kensinger, 2008 ; Kensinger & Corkin, 2003, 2004) et en reconnaissance mnésique (Kang et al., 2014 ; Kensinger, 2008). Toutefois, les résultats obtenus par Kensinger et Corkin (2004) et par Estes et Adelman (2013) suggèrent que la valence émotionnelle des mots influence les performances en mémoire épisodique indépendamment de l'arousal, tandis que l'arousal seul n'influence pas les performances en mémoire épisodique. Ainsi, il est possible que l'arousal n'améliore pas les performances mnésiques en termes de précision dans des tâches de rappel libre et de reconnaissance mnésique mais agisse plutôt sur les processus de recollection en

augmentant la vivacité des souvenirs émotionnels (e.g., Phelps & Sharot, 2008).

Par ailleurs, certaines des études qui s'intéressent aux effets des caractéristiques émotionnelles des mots sur la mémoire épisodique comparent les performances pour des mots négatifs à des mots neutres (e.g., Ferré et al., 2018 ; Kensinger & Corkin, 2003), puis généralisent les résultats obtenus aux mots positifs, tandis que d'autres incluent des mots positifs et négatifs mais ne les distinguent pas (e.g., Doerksen & Shimamura, 2001 ; Ferré, 2002). Ainsi, il reste à déterminer plus précisément si, à l'instar de ce qui a été dévoilé en mémoire lexicale, un traitement différencié des mots positifs et négatifs émerge en mémoire épisodique, et comment il se caractérise. En effet, si plusieurs études ont mis en évidence un biais émotionnel à la fois en rappel libre (e.g., Siddiqui & Unsworth, 2011) et en reconnaissance mnésique (e.g., Estes & Adelman, 2013), d'autres études ont rapporté que les performances en mémoire épisodique dépendraient de la valence émotionnelle positive et négative des mots (voir Murphy & Isaacowitz, 2008). Toutefois, il existe une hétérogénéité des résultats concernant l'orientation de cette différence mots positifs-mots négatifs puisque des études ont montré un biais de positivité, que ça soit en rappel libre (e.g., Ferré, 2003 ; Kalenzaga et al., 2016) ou en reconnaissance mnésique (e.g., Vermeulen et al., 2010), tandis que d'autres ont montré un biais de négativité, là aussi en rappel libre (e.g., Kensinger, 2008) et en reconnaissance mnésique (e.g., Dewurts & Parry, 2000 ; Grühn et al., 2005).

#### ***1.4.2. Interprétations théoriques***

Tout d'abord, nous présenterons les processus cognitifs permettant d'interpréter le biais émotionnel classiquement obtenu en mémoire épisodique (voir Schumann et al., 2018). Ensuite, à partir de la littérature abondante qui a traité des effets émotionnels en mémoire épisodique (e.g., Kensinger & Corkin, 2004 ; Kensinger, 2008 ; Talmi et al., 2007), nous tenterons de distinguer les mécanismes qui sous-tendent les effets de la valence et de l'arousal, ainsi que ceux qui sous-tendent la mémorisation des mots positifs et négatifs.



Un biais émotionnel en mémoire épisodique qui émerge après un intervalle de rétention long (i.e., plusieurs heures ou jours) peut être expliqué par l'influence de l'arousal sur les processus de consolidation des traces mnésiques (LaBar & Cabeza, 2006), mais cela n'est pas le cas pour un biais émotionnel qui apparaît après un intervalle de rétention plus court (Talmi et al., 2007). D'après Schumann et al. (2018), trois caractéristiques des stimuli émotionnels permettent d'expliquer l'apparition d'un biais émotionnel en mémoire épisodique, lorsqu'il apparaît après un délai court. En effet, comparativement aux stimuli neutres, les stimuli émotionnels i) attirent davantage l'attention sélective, ii) sont davantage reliés sémantiquement, et iii) sont plus distincts/saillants (e.g., Sommer et al., 2008). Bien que nous considérons ici les effets de la valence émotionnelle et de l'arousal de manière confondue, la capture de l'attention par les stimuli émotionnels et leur distinctibilité seraient davantage attribuables à l'arousal qu'à la valence émotionnelle.

Tout d'abord, la capture attentionnelle accrue pour les stimuli émotionnels comparativement aux stimuli neutres rendrait leur encodage plus profond, ce qui faciliterait leur mémorisation (e.g., Sharot & Phelps, 2004 ; Talmi et al., 2008). Ensuite, il a été montré que les stimuli émotionnels sont davantage reliés sémantiquement que les mots neutres, ce qui pourrait faciliter l'usage de stratégies d'organisation sémantique lors de la phase d'encodage et ainsi améliorer la mémorisation de ces mots (Talmi & Moscovitch, 2004). En effet, si les participants remarquent qu'il existe des thématiques communes à plusieurs mots émotionnels dans une tâche de mémoire (e.g., pour des mots négatifs : *tuerie, fusil, truand* ; pour des mots positifs : *bisous, couple, osmose*)<sup>2</sup> plus aisément que pour des mots neutres (e.g., *notion,*

---

<sup>2</sup> Ces exemples de mots sont issus de la base lexicale émotionnelle EMA (Gobin et al., 2017)

*tiroir, gradin*)<sup>2</sup>, cela pourrait conduire à un encodage plus élaboré des mots émotionnels et à une récupération facilitée (e.g., Einstein & Hunt, 1980). Enfin, les stimuli émotionnels seraient plus distinctibles que les stimuli neutres, à la fois de manière absolue au regard de leurs caractéristiques spécifiques, mais également de manière relative étant donné qu'ils sont généralement plus saillants que les stimuli neutres qui leur sont présentés de manière contiguë, que cela soit dans le temps ou dans l'espace (voir Baraly et al., 2019). Ainsi, il a été montré que le biais émotionnel en mémoire épisodique est plus important lorsque les mots émotionnels et neutres sont présentés ensemble dans des listes dites mixtes que lorsqu'ils sont présentés séparément, dans des listes dites non-mixtes (e.g., Schmidt & Saari, 2007). Parmi les facteurs et mécanismes que nous venons de présenter, la capture de l'attention pourrait améliorer les performances mnésiques à la fois en rappel libre et en reconnaissance mnésique tandis que la similarité sémantique et la distinctibilité favoriseraient les performances en rappel libre mais pas en reconnaissance mnésique (Schumann et al., 2018).

Par ailleurs, Kensinger et Corkin (2004) sont les premières à avoir montré que les effets de la valence et de l'arousal en mémoire épisodique seraient sous-tendus par des mécanismes neuronaux distincts, ce qui a été répliqué dans des travaux ultérieurs (e.g., Mickley Steinmetz & Kensinger, 2009). L'avantage pour les mots négatifs à arousal élevé comparativement aux mots neutres à arousal bas dépendrait du réseau hippocampo-amygdalien, qui est associé à des processus d'encodage relativement automatiques (Kensinger & Corkin, 2004). Ainsi, il a été proposé que, de manière générale, l'amygdale jouerait un rôle important dans l'effet facilitateur de l'arousal en mémoire épisodique en modulant les processus d'encodage (e.g., Anderson et al., 2006). Par ailleurs, l'avantage pour les mots négatifs à arousal bas comparativement aux mots neutres à arousal bas dépendrait plutôt d'un contrôle du cortex préfrontal qui s'exercerait sur l'activité d'encodage de l'hippocampe (Kensinger & Corkin, 2004). Ces travaux, basés uniquement sur des stimuli négatifs, ne permettaient pas de généraliser ces effets à tous les types de stimuli émotionnels.

D'autres chercheurs ont ensuite inclus à la fois des stimuli positifs et négatifs dans leurs études et ils ont ainsi mis en évidence qu'il existerait des mécanismes neuronaux et des processus cognitifs différents impliqués dans la mémorisation des stimuli en fonction de leur valence émotionnelle (e.g., Mickley Steinmetz & Kensinger, 2009 ; Steinmetz et al., 2010 ; Talmi et al., 2007). Cette différenciation entre le traitement des stimuli positifs et négatifs serait également modulée par leur arousal (Kang et al., 2014). Dans une tâche de reconnaissance mnésique, Schumann et al. (2018) ont ainsi montré que les bénéfices mnésiques pour des images négatives comparées à des images neutres à arousal bas d'une part, et les bénéfices mnésiques pour des images positives comparées aux mêmes images neutres d'autre part, étaient significativement corrélés ( $r = .60, p < .001$ ). Ces résultats suggéraient que des processus communs sous-tendaient l'effet facilitateur des images positives et négatives à arousal élevé en mémoire épisodique mais, le coefficient de corrélation étant sensiblement inférieur à 1, il y aurait aussi des processus spécifiques à chacune des valences émotionnelles.

Dans un paradigme dans lequel ils faisaient varier les conditions d'attention à l'encodage, Talmi et al. (2007) ont montré que l'avantage en rappel libre pour des images positives à arousal élevé comparées à des images neutres à arousal bas dépendait de processus attentionnels étant donné que cet avantage disparaissait en condition d'attention divisée. De plus, l'avantage mnésique pour les images négatives à arousal élevé n'était pas influencé par les ressources attentionnelles disponibles à l'encodage et dépendait ainsi de processus différents qui n'ont pas pu être clairement mis en évidence par les auteurs. Ces derniers ont émis l'hypothèse que l'arousal associé aux images négatives pourrait agir directement sur la mémoire, sans facteur médiateur. Dans un paradigme similaire, Kang et al. (2014) ont répliqué les résultats de Talmi et al. (2007) et les ont précisés en manipulant orthogonalement la valence émotionnelle et l'arousal de mots. Les participants devaient apprendre, en condition d'attention divisée ou non, soit des mots négatifs à arousal bas et élevé et des mots neutres à arousal bas, soit des mots positifs à arousal bas et élevé et des mots neutres à arousal bas, puis ils effectuaient

une tâche de reconnaissance mnésique. Les résultats ont montré que l'avantage mnésique pour les mots positifs à arousal bas et élevé et pour les mots négatifs à arousal bas comparativement aux mots neutres à arousal bas disparaissait en condition d'attention divisée, indiquant que le traitement de ces mots nécessitait des ressources attentionnelles et dépendrait de processus contrôlés. De plus, l'avantage mnésique pour les mots négatifs à arousal élevé comparativement aux mots neutres à arousal bas ne variait pas en fonction des conditions d'encodage, ce qui indiquait qu'il ne dépendait pas des ressources attentionnelles disponibles et que le traitement de ces mots serait davantage automatisé.

Les données comportementales obtenues par Kang et al. (2014) sur les processus sous-jacents aux effets de la valence émotionnelle et de l'arousal en mémoire épisodique ont été à la fois partiellement confirmées et infirmées par des données recueillies en IRMf. En effet, Mickley Steinmetz et Kensinger (2009) ont obtenu des résultats confirmant que le traitement des stimuli à arousal bas s'effectuerait sur la base de processus contrôlés, et notamment d'élaboration, et elles ont aussi montré que la mémoire des stimuli négatifs dépendrait davantage de processus attentionnels que celle des stimuli positifs. Plus précisément, ces auteurs ont montré que i) l'activation dans les zones temporales et occipitales, impliquées dans l'attention visuelle (e.g., Flaisch et al., 2009 ; Macaluso et al., 2000) et la mémoire visuo-spatiale (e.g., Davachi et al., 2003), prédisait la mémorisation des images négatives ou à arousal élevé, qui serait ainsi sous-tendue par des processus attentionnels et visuels ; ii) l'activation dans les zones frontales, connues pour leur implication dans les traitements en référence à soi (e.g., Reinders et al., 2003) et dans les traitements sémantiques et l'élaboration verbale (e.g., Kirchoff et al., 2005), prédisaient la mémorisation des images positives ou à arousal bas. Ainsi, des questions demeurent concernant les processus à l'origine des effets conjoints de la valence émotionnelle et de l'arousal en mémoire épisodique.

## **1.5. Synthèse, conclusion et ouverture**

Dans ce chapitre, nous avons expliqué que la valence émotionnelle et l'arousal, deux caractéristiques émotionnelles, influencent les performances en mémoire des mots, à la fois dans des tâches d'accès au lexique (e.g., Kang et al., 2014 ; Kever et al., 2019 ; Kousta et al., 2009) et de mémoire épisodique (e.g., Kensinger, 2008 ; Kensinger & Corkin, 2004 ; Talmi et al., 2007). Dans l'ensemble, il semble y avoir un effet facilitateur des émotions (i.e., un biais émotionnel) en mémoire lexicale (e.g., Kousta et al., 2009 ; mais voir aussi Hoffman et al., 2009) et en mémoire épisodique (e.g., Siddiqui & Unsworth, 2011). Toutefois, le traitement différentiel des mots positifs et négatifs a reçu beaucoup plus d'intérêt en mémoire lexicale qu'en mémoire épisodique. En effet, un biais de positivité a été répliqué à de multiples reprises en mémoire lexicale (e.g., Kever et al., 2019 ; Kuperman et al., 2014 ; Mathey et al., 2018) tandis que dans les tâches de rappel libre et de reconnaissance mnésique, les facteurs de valence émotionnelle et d'arousal sont souvent confondus (e.g., Siddiqui & Unsworth, 2011 ; Talmi & Moscovitch, 2004).

Par ailleurs, si certains processus ou facteurs cognitifs permettent d'expliquer les effets émotionnels uniquement dans les tâches d'accès au lexique (e.g., les tendances à l'action d'approche/évitement et l'activation/suppression motrices) ou de mémoire épisodique (e.g., la similarité sémantique, la distinctivité et les traitements égocentrés), il semble que la mobilisation des ressources attentionnelles (voir Pratto & John, 1991 ; Talmi et al., 2007) et l'organisation des mots en mémoire à long terme (voir Unkelbach et al., 2010) puissent être invoquées pour interpréter les effets de la valence et de l'arousal à la fois en mémoire épisodique et en mémoire lexicale. Pourtant la mise en jeu de processus communs dans les deux types de tâches a été très peu étudiée. À notre connaissance, seuls Ferré et al. (2018) et Madan et al. (2017) ont étudié simultanément les effets des caractéristiques émotionnelles des mots en mémoire lexicale (tâche de décision lexicale) et en mémoire épisodique (tâche de rappel libre). Aucun lien (tests de corrélations, Ferré et al., 2018) ou correspondance (comparaison des patterns de résultats, Madan et al., 2017) entre les performances dans les différentes tâches n'a

été montré dans ces travaux. Toutefois, Ferré et al. (2018) ont uniquement intégré des mots négatifs et neutres dans leur étude alors que nous avons vu dans ce premier chapitre que les performances dans les tâches de reconnaissance visuelle des mots sont caractérisées par un biais de positivité. De plus, Madan et al. (2017) se sont intéressés aux mots tabous plutôt qu'aux effets de la valence émotionnelle et de l'arousal *per se*. Enfin, dans ces deux études, l'accès au lexique mental a été évalué grâce à une tâche de décision lexicale, or nous pouvons supposer qu'une tâche de démasquage progressif permettrait davantage aux effets émotionnels de se développer. Aussi, du fait de l'absence de pseudomots en démasquage progressif, utiliser une telle tâche portant uniquement sur les stimuli à mémoriser serait plus adapté pour obtenir des mesures subséquentes de la mémoire épisodique plus pures.

En conclusion, les données de la littérature suggèrent que la valence émotionnelle et l'arousal influenceraient la récupération des mots dans des tâches d'accès au lexique et de mémoire épisodique. Cependant, les recherches examinant la mémoire lexicale et celles examinant la mémoire épisodique étant majoritairement séparées, il reste à déterminer s'il existe une relation entre les effets émotionnels observés dans les deux cas, en particulier en ce qui concerne le traitement différentiel des mots positifs et négatifs (concernant l'intérêt d'étudier simultanément la mémoire lexicale et la mémoire épisodique, voir Cox et al., 2018).

## **Chapitre 2. Mémoire des mots et émotions : influence des caractéristiques langagières**

L'étude des caractéristiques des mots permet de mieux appréhender les processus de récupération des mots en mémoire lexicale (Balota et al., 2006) et en mémoire épisodique (Ballot, 2019). Parmi ces caractéristiques, il a été montré que la fréquence lexicale (e.g., en mémoire lexicale : Mathey et al., 2018 ; Scott et al., 2014), la similarité orthographique (e.g., en mémoire lexicale : Gobin & Mathey, 2010 ; Gobin et al., 2012), la concrétude (e.g., en mémoire lexicale : Kanske & Kotz, 2007 ; en mémoire épisodique : Tse & Altarriba, 2009) et l'imageabilité (e.g., en mémoires lexicale et épisodique : Ballot, 2019) interagissent avec les caractéristiques émotionnelles des mots en mémoire lexicale et en mémoire épisodique. Il apparaît ainsi pertinent de contrôler et/ou de manipuler la fréquence lexicale, la similarité orthographique, la concrétude et l'imageabilité dans les études sur les effets émotionnels en mémoire lexicale et en mémoire épisodique. Dans ce chapitre, nous décrirons comment la fréquence lexicale et la concrétude/imageabilité influencent les effets de la valence et de l'arousal respectivement en mémoire lexicale et en mémoires lexicale et épisodique.

### **2.1. Influence de la fréquence lexicale sur les effets de valence et d'arousal en mémoire lexicale**

Un effet de fréquence lexicale en tâche d'identification de mots, c'est-à-dire des TR plus courts pour les mots fréquents que pour les mots rares, est un indice fiable de l'accès au lexique mental (Sereno & Rayner, 2003). Ainsi, la présence d'un effet d'interaction entre les caractéristiques émotionnelles des mots et leur fréquence lexicale permet de révéler que les caractéristiques émotionnelles des mots influencent les étapes précoces de l'accès au lexique mental (Sereno et al., 2015). Dans la langue française, Mathey et al. (2018) ont testé récemment le rôle modérateur de la fréquence lexicale sur les effets de la valence émotionnelle et de l'arousal de 937 mots sur des données issues de tâches de décision lexicale. Pour cela, ces auteurs ont utilisé les caractéristiques langagières et les temps de décision lexicale contenus

dans trois bases : les évaluations de la valence émotionnelle et de l'arousal provenaient de la base EMA (Gobin et al., 2017) ; les temps de décision lexicale étaient issus du *French Lexicon Project* (FLP, Ferrand et al., 2010) ; les données de fréquence lexicale étaient extraites de la base Lexique 3 (New et al., 2005). Les résultats de cette étude ont répliqué le biais émotionnel classiquement montré dans des tâches d'accès au lexique, les mots émotionnels étant identifiés plus rapidement que les mots neutres (e.g., voir Kousta et al., 2009, dans la langue anglaise). Cet avantage en termes de vitesse d'identification était également présent pour les mots à arousal élevé comparativement aux mots à arousal bas, là aussi en accord avec la littérature (voir par exemple Kever et al., 2019, dans la langue française pour une tâche de reconnaissance constructive). Enfin, les résultats de cette étude ont révélé que plus la fréquence lexicale des mots était importante, moins les effets de leurs caractéristiques émotionnelles étaient importants, en accord avec les effets d'interaction valence émotionnelle x fréquence lexicale et arousal x fréquence lexicale mis en évidence par Kuperman et al. (2014) en anglais. Les mots fréquents seraient identifiés tellement rapidement que les effets de la valence émotionnelle et de l'arousal n'auraient pas le temps de se développer. Ainsi, ces résultats pointent l'intérêt de contrôler et/ou manipuler la fréquence lexicale des mots dans l'étude des effets de leurs caractéristiques émotionnelles en mémoire lexicale. Nous pouvons aussi en déduire qu'il est intéressant d'utiliser des tâches d'identification de mots avec des TR suffisamment longs pour permettre aux effets émotionnels de se développer (pour une réflexion similaire concernant les effets sémantiques, voir Ferrand et al., 2011).



## **2.2. Effet de l'imageabilité sur la mémoire lexicale et la mémoire épisodique**

Au-delà des caractéristiques lexicales et émotionnelles, la mémoire des mots est influencée par leurs caractéristiques sémantiques. Toutefois, il y a un débat parmi les psycholinguistes afin de déterminer comment la signification des mots émerge. Les théories de la cognition incarnée postulent que « when decoupled from the environment, the activity of the mind is grounded in mechanisms that evolved for interaction with the environment – that is, mechanisms of sensory processing and motor control » (Wilson, 2002, p. 626). Avec l'intérêt croissant pour ces théories, de nombreux auteurs ont commencé à mettre en place des études dont l'objectif était de montrer que les représentations sensomotrices sont activées lors de l'accès à la signification des mots (Pecher & Zwaan, 2005). Ainsi, de multiples travaux ont vu le jour afin d'analyser comment des variables sémantiques reliées aux sens influencent les processus cognitifs. Parmi ces variables, la concrétude, c'est-à-dire le degré avec lequel un mot décrit quelque chose qui puisse être saisi au travers des sens (Bird et al., 2001), est certainement celle dont le rôle dans la mémoire lexicale et la mémoire épisodique a été le plus étudié (Brysbaert et al., 2014). L'imageabilité, c'est-à-dire le degré avec lequel il est possible de générer une image mentale de ce que décrit un mot (Bird et al., 2001), a également attiré l'intérêt des chercheurs s'intéressant à la mémoire lexicale (e.g., Davelaar & Besner, 1988) et à la mémoire épisodique (e.g., Sadosqui & Paivio, 2013).

Dans des études normatives, il a été montré qu'il existe une corrélation forte entre les valeurs de concrétude et d'imageabilité des mots (e.g., Bonin et al., 2018 ; Guasch et al., 2016 ; Yao et al., 2017), cependant ces deux caractéristiques concerneraient au moins en partie des aspects sémantiques distincts. En effet, la plupart des mots concrets sont également hautement imageables (e.g., *bridge [pont]*), tandis que pour les mots abstraits les évaluations de l'imageabilité sont davantage variables (e.g., *beautiful [beau]* est abstrait et hautement

imageable ; *theoretical* [théorique] est abstrait et faiblement imageable).<sup>3</sup> De plus, Kousta et al. (2011) ont révélé à partir de l'analyse de 4274 mots que la distribution des fréquences d'évaluation de la concrétude était bimodale tandis qu'elle était unimodale pour l'imageabilité : en fonction de leur concrétude, les mots pourraient être classés en deux catégories distinctes d'un point de vue ontologique (mots abstraits vs. concrets) ; en fonction de leur imageabilité, les mots pourraient être placés sur un continuum selon le degré d'informations sensorielles qui leur est associé. Enfin, Connel et Lynott (2016) ont trouvé que des modalités sensorielles différentes seraient associées à la concrétude et à l'imageabilité : les modalités auditive, gustative, olfactive et kinesthésique dans leur ensemble contribueraient à 26.7% des évaluations de la concrétude ; la modalité visuelle seule contribuerait à 28.3% des évaluations de l'imageabilité. La vision étant le sens le plus important dans la majorité des activités quotidiennes (e.g., Loomis et al., 2012) et les processus d'imagerie mentale associés spécifiquement à l'imageabilité (Imbir, 2016) présentant un intérêt pour le bien-être des individus (e.g., Ji et al., 2017), il nous semble pertinent de traiter plus particulièrement du rôle de l'imageabilité dans la mémoire lexicale et la mémoire épisodique.

De nombreuses études ont montré que l'imageabilité facilite la récupération en mémoire lexicale en utilisant des tâches de décision lexicale (e.g., Balota et al., 2004 ; Boninet al., 2018 ; Cortese & Khanna, 2007 ; Cortese & Schock, 2013 ; Yap et al., 2012). Cet effet facilitateur de l'imageabilité a également été trouvé en mémoire épisodique (e.g., Ballot et al., 2021 ; Paivio et al., 1994), et les résultats d'une méga-étude ont révélé qu'il serait plus important en rappel libre qu'en reconnaissance mnésique (Lau et al., 2018). Que cela soit en mémoire lexicale ou en mémoire épisodique, l'effet de l'imageabilité peut être interprété dans le cadre de la théorie du double codage de Paivio (1986). D'après cette théorie, un concept peut être représenté de deux manières différentes : par un code verbal correspondant approximativement à

---

<sup>3</sup> Ces exemples de mots sont issus des normes de Glasgow (Scott et al., 2019) dans lesquelles 5500 mots ont été évalués selon la concrétude et l'imageabilité. Les exemples ont été traduits en français par nos soins.

l'étiquette d'un mot et par un code imagé contenant les caractéristiques sensori-motrices du concept. Tous les mots posséderaient un code verbal mais seulement certains disposeraient d'un code imagé en fonction de la facilité avec laquelle il serait possible de générer une image mentale de leur contenu. Ainsi, le traitement des mots hautement imageables produirait davantage d'activation sémantique, ce qui d'une part faciliterait leur identification dans les tâches d'accès au lexique via des processus lexico-sémantiques, et d'autre part renforcerait leur encodage dans les tâches de mémoire épisodique. Comme nous allons le voir dans la partie suivante, des données récentes ont révélé que les effets de l'imageabilité et de la valence émotionnelle en mémoire pourraient interagir.

### **2.3. Effet de l'imageabilité selon la valence émotionnelle en mémoires lexicales et épisodiques**

Très récemment, Ballot (2019) a étudié pour la première fois l'effet d'interaction entre la valence émotionnelle et l'imageabilité en mémoire lexicale dans une tâche de décision lexicale (Expérience 6) et en mémoire épisodique dans une tâche de rappel libre (Expérience 5) ainsi que dans des tâches de reconnaissance mnésique (Expériences 5 et 6). Étant donné qu'il s'agit des seules études à notre connaissance ayant traité de l'interaction valence émotionnelle x imageabilité en mémoire, nous détaillerons également dans cette partie les résultats des travaux ayant manipulé la concrétude plutôt que l'imageabilité. Ainsi, plusieurs chercheurs ont examiné l'effet d'interaction entre la valence émotionnelle et la concrétude en mémoire lexicale en utilisant des tâches de décision lexicale couplées à des potentiels évoqués (e.g., Kanske & Kotze, 2007 ; Palazova et al., 2013) tandis que seuls Tse & Altarriba (2009) ont étudié cette interaction en mémoire épisodique dans une tâche de rappel sériel.

Tout d'abord, de manière générale, les résultats de la littérature ont indiqué que l'imageabilité et la concrétude influençaient le traitement de la valence émotionnelle des mots en mémoire lexicale. Cependant, les données comportementales sont hétérogènes concernant

le sens de cet effet. En effet, Ballot (2019, Expérience 6) a montré en décision lexicale que les participants commettaient davantage d'erreurs pour les mots négatifs faiblement imageables que pour les mots positifs faiblement imageables tandis qu'il n'y avait pas de différence pour les mots hautement imageables. Dans la même direction, Palazova et al. (2013) ont obtenu des résultats indiquant qu'en décision lexicale l'effet de la valence émotionnelle n'émergeait que pour les mots abstraits. Toutefois, de manière inattendue, les TR étaient plus courts pour les mots neutres que pour les mots émotionnels. Enfin, Kanske et Kotz (2007) ont montré un facilitateur de la valence positive comparativement à la valence négative pour les mots concrets mais pas pour les mots abstraits. Premièrement, la variabilité de ces résultats pourrait provenir de la catégorie de mots utilisés (des noms dans les travaux de Kanske & Kotz, 2007 ; des verbes dans ceux de Palazova et al., 2013) et de la variable sémantique d'intérêt (concrétude vs. imageabilité). En effet, Altarriba et al. (1999) ont avancé que la concrétude et l'imageabilité ne seraient pas interchangeables lorsqu'il s'agit d'étudier les mots émotionnels. En effet, ces auteurs ont proposé que les mots pourraient être divisés en trois catégories en fonction de leur concrétude avec, par ordre croissant de concrétude, les mots émotionnels, les mots abstraits et les mots concrets. Ces trois catégories différaient aussi en fonction de leur imageabilité avec, par ordre croissant d'imageabilité, les mots peu imageables, les mots émotionnels et les mots hautement imageables. Ainsi, alors que les mots émotionnels possèderaient des valeurs de concrétude inférieures aux mots abstraits, ils auraient des valeurs d'imageabilité supérieures aux mots peu imageables, ce qui indique que concrétude et imageabilité ne seraient pas équivalentes en ce qui concerne les mots émotionnels. Deuxièmement, Palazova et al. (2013) ont expliqué que les données comportementales ne seraient pas suffisamment sensibles et précises pour mettre en évidence les interactions entre la valence émotionnelle et des facteurs sémantiques comme la concrétude ou l'imageabilité. Ainsi, en analysant des données en potentiels évoqués, ces auteurs ont remarqué que la négativité postérieure précoce (*early posterior negativity*, EPN), qui serait un indicateur des ressources attentionnelles allouées aux stimuli

émotionnels (e.g., Kissler et al., 2009), était présente pour les mots concrets, bien qu'aucun effet de la valence émotionnelle n'était significatif pour ces mots au niveau comportemental. Par ailleurs, Kanske et Kotze (2007) ont observé que l'amplitude de la composante positive tardive (*late positive component*, LPC), qui reflèterait l'utilisation de processus d'imagerie mentale (West & Holcombe, 2000), était plus importante pour les mots concrets que pour les mots abstraits, et que parmi les mots concrets elle était plus importante pour les mots négatifs que pour les mots positifs et neutres.

Par ailleurs, le rôle modérateur de l'imageabilité et de la concrétude sur les effets de la valence émotionnelle a aussi été observé en mémoire épisodique, à la fois dans des tâches de rappel (imageabilité : Ballot, 2019, Expérience 5 ; concrétude : Tse & Altarriba, 2009) et de reconnaissance mnésique (imageabilité : Ballot, 2019, Expériences 5 et 6). Contrairement aux données présentées précédemment en mémoire lexicale, les données obtenues en mémoire épisodique pointent univoquement vers l'existence d'un biais de positivité favorisé par l'imageabilité et la concrétude des mots. Ainsi, pour les mots possédant des caractéristiques sensori-motrices leur permettant d'être traités au travers de processus d'imagerie mentale (voir Paivio, 1986), les mots positifs présenteraient un avantage en mémoire comparativement aux mots négatifs. A l'instar du biais de positivité couramment observé en mémoire lexicale, le biais de positivité en mémoire épisodique pourrait être expliqué dans le cadre du modèle de reconnaissance visuelle des mots adapté aux traitements affectifs (Gobin et Mathey, 2010). En effet, les modèles psycholinguistiques adaptés à la mémoire épisodique permettraient d'expliquer des effets facilitateurs des émotions à la fois lors des phases d'encodage et de récupération (voir Ballot, 2019 ; Monnier & Syssau, 2008). Ainsi, pour des mots à la fois émotionnels et concrets et/ou hautement imageables, il y aurait des flux activateurs entre les systèmes affectif et sémantique qui se développeraient tandis que cela ne serait pas le cas ou

moins le cas pour des mots qui ne seraient pas simultanément riches au niveau émotionnel et sémantique. Cette activation réciproque entre les systèmes affectif et sémantique serait plus importante pour les mots positifs étant donné qu'ils possèderaient un réseau sémantique plus dense que les mots négatifs (Ballot, 2019 ; voir Monnier & Syssau, 2008 ; Unkelbach et al., 2008). Alternativement, il est possible que les mots négatifs concrets et hautement imageables provoquent des comportements d'évitement chez les individus à cause de leur potentiel menaçant, ce qui nuirait à leur mémorisation (Tse & Altarriba, 2009).

## **2.4. Synthèse, conclusion et ouverture**

Les effets de valence émotionnelle et d'arousal en mémoire lexicale et en mémoire épisodique peuvent être modulés par des caractéristiques langagières, et en particulier par la fréquence lexicale (e.g., en mémoire lexicale : Kuperman et al., 2014 ; Mathey et al., 2018), la concrétude (e.g., en mémoire lexicale : Palazova et al., 2013 ; en mémoire épisodique : Tse & Altarriba, 2009) et l'imageabilité (en mémoires lexicale et épisodique : Ballot, 2019). Dans le Chapitre 1 de cette thèse, la revue de la littérature a permis de dévoiler qu'il y avait un biais de positivité robuste en mémoire lexicale (e.g., Kever et al., 2019 ; Mathey et al. 2018) tandis que les éléments empiriques en faveur d'un tel biais en mémoire épisodique étaient éparés. Les dernières données que nous venons de présenter suggèrent que les performances en mémoire épisodique pourraient également être caractérisées par un biais de positivité pour des mots concrets et/ou imageables (Ballot, 2019 ; Tse & Altarriba, 2009), c'est-à-dire pour lesquels les informations sensori-motrices permettraient de produire une image mentale (voir Paivio et al., 1968). Le même phénomène n'a pas été mis en évidence en mémoire lexicale (Ballot, 2019 ; Kanske & Kotz, 2007 ; Palazova et al., 2013). Des données en potentiels évoqués récoltées durant une tâche de décision lexicale indiquaient que, pour des mots concrets, les mots négatifs seraient davantage traités en mobilisant des processus d'imagerie mentale que les mots positifs et neutres (Kanske & Kotze, 2007). Ainsi, l'avantage pour les mots positifs

comparativement aux mots négatifs en mémoire épisodique pourrait dépendre de caractéristiques intrinsèques aux mots positifs comme leur organisation en mémoire à long terme (Unkelbach et al., 2010).

Dans les études que nous venons de citer concernant les effets d'interaction valence émotionnelle x concrétude et valence émotionnelle x imageabilité, tous les chercheurs à l'exception de Tse et Altarriba (2009) ont analysé comment la concrétude et l'imageabilité modulent les effets de la valence émotionnelle. Cependant, tester l'existence d'un effet de concrétude ou d'imageabilité en fonction de la valence émotionnelle permettrait de déterminer si le traitement des mots positifs et négatifs implique une activation de leurs caractéristiques sensori-motrices via notamment des processus d'imagerie mentale (voir Paivio, 1986 ; Sidhu et al., 2014). Dans le chapitre suivant, nous verrons qu'en plus des caractéristiques des mots, les effets émotionnels en mémoire peuvent être influencés par les caractéristiques des individus, en particulier par leur état émotionnel et leur âge.

## **Chapitre 3. Mémoire des mots et émotions : influence des caractéristiques individuelles**

### **3.1. Influence de l'état émotionnel des individus sur la mémoire des mots émotionnels**

Au-delà de l'influence des caractéristiques émotionnelles des mots sur l'accès aulexique (e.g., Kousta et al., 2009 ; Kever et al., 2019) et la mémoire épisodique (e.g., Kensinger, 2008 ; Siddiqui & Unsworth, 2011), il a été montré que l'état émotionnel des individus serait impliqué dans les effets émotionnels en mémoire. En effet, l'humeur (e.g., en mémoire lexicale : induction d'humeurs positive et négative par le biais de musiques, Sereno et al., 2015 ; en mémoire épisodique : induction d'humeurs positive et négative par le biais de films, Fitzgerald et al., 2011), l'anxiété (e.g., en mémoire épisodique : anxiété liée à la santé évaluée avec le Whitely Index (Barsky et al., 1986), Ferguson et al., 2007), ou la dépression (e.g., en mémoire

épisode : comparaisons de patients avant et après un traitement réussi de la dépression, Dietrich et al., 2000) modèleraient les biais émotionnels en mémoire lexicale et épisode. En effet, de manière générale, il a été constaté que l'état émotionnel d'un individu faciliterait le traitement des stimuli émotionnellement congruents (e.g., Bower, 1981 ; pour une conception alternative, voir Rusting & DeHart, 2000). Ces effets de congruence émotionnelle ont été interprétés dans le cadre de la théorie des réseaux associatifs de Bower (1981). D'après cette théorie, les informations seraient organisées en mémoire en fonction de leurs caractéristiques émotionnelles et chaque émotion (i.e., joie, tristesse...) serait représentée par un nœud dans un réseau cognitif qui contiendrait tous les événements et toutes les informations liés à cette émotion. Ainsi, pour un individu se trouvant par exemple dans un état de joie, le nœud relatif à la joie serait activé et cette activation se propagerait dans le réseau émotionnel à toutes les informations et à tous les événements liés à la joie, ce qui faciliterait leur accès. Dans l'ensemble, ces résultats suggèrent qu'il est nécessaire de contrôler les niveaux d'humeur, d'anxiété et de dépression des individus lorsque nous souhaitons étudier les effets de la valence et de l'arousal en mémoire.

Par ailleurs, l'alexithymie, un trait de personnalité associé à des difficultés à identifier et décrire ses émotions (e.g., Luminet et al., 2001) pourrait également influencer les performances en mémoire émotionnelle, notamment en réduisant les effets des caractéristiques émotionnelles des mots (e.g., en mémoire lexicale : Camblats & Mathey, 2016 ; en mémoire épisode : Vermeulen et al., 2010). Les niveaux d'alexithymie étant généralement corrélés avec l'âge des individus (e.g., Mattila et al., 2006), il est pertinent de contrôler ce facteur dans l'étude du rôle modérateur de l'âge sur la mémoire des mots émotionnels. En effet, comme nous allons le voir dans la partie suivante, le vieillissement est associé à un changement de pattern de mémorisation des mots émotionnels, à la fois en mémoire lexicale et en mémoire épisode.



### **3.2. Influence du vieillissement sur la mémoire des mots émotionnels**

Le vieillissement est généralement marqué par un déclin des capacités cognitives (Salthouse, 2010), en particulier dans les processus impliqués dans la mémoire épisodique (e.g., Edde et al., 2020 ; Pelletier et al., 2017 ; Rönnlund et al., 2005), et dans une moindre mesure dans ceux impliqués dans l'accès au lexique mental (e.g., Carreiras et al., 2008 ; Mathey & Postal, 2008 ; Robert & Mathey, 2007). Toutefois, il existerait un paradoxe lié à l'âge selon lequel le bien-être des adultes âgés serait maintenu voire augmenterait au cours du vieillissement malgré leur déclin cognitif (Hay & Diehl, 2011). Ainsi, il a notamment été montré que le traitement des informations émotionnelles serait préservé chez les adultes âgés (e.g., Denburg et al., 2003 ; Leclerc & Kensinger, 2008), voire qu'il existerait un effet de positivité lié à l'âge se traduisant par une attention accrue des adultes âgés vers les informations positives (e.g., Isaacowitz et al., 2006) ainsi qu'une meilleure mémoire de ces informations (e.g., Carstensen et al., 2003).

Avant de présenter les résultats de la littérature concernant l'effet de positivité lié à l'âge en mémoire lexicale et en mémoire épisodique, il nous semblait important de revenir sur la définition de cet effet et sur la manière de l'opérationnaliser étant donné que des divergences à ce sujet pourraient expliquer en partie certaines inconsistences dans la littérature. Tout d'abord, il faut distinguer le biais de positivité de l'effet de positivité lié à l'âge : un biais de positivité permet de décrire un pattern de résultats obtenus dans un groupe d'âge donné, tandis qu'il est question d'effet de positivité lié à l'âge lorsque des adultes jeunes sont comparés à des adultes plus âgés. L'effet de positivité lié à l'âge fait référence à un traitement privilégié des informations positives comparativement aux informations négatives qui serait plus important chez les adultes âgés que chez les adultes jeunes (e.g., Reed et al., 2014). Ainsi, deux éléments sont nécessaires pour pouvoir tester l'existence d'un

effet de positivité lié à l'âge : une comparaison entre les valences positives et négatives et une comparaison entre des adultes jeunes et plus âgés. Trois patterns de résultats ont été identifiés par Langeslag et van Strien (2009) afin de caractériser l'effet de positivité lié à l'âge et ont été utilisés dans la littérature sur le vieillissement de la mémoire émotionnelle (e.g., Chung, 2010) : i) les adultes jeunes ne présentent pas de biais de positivité ou de négativité tandis que les adultes plus âgés montrent un biais de positivité ; ii) les adultes jeunes présentent un biais de négativité et les adultes plus âgés n'ont aucun biais, que cela soit de positivité ou de négativité ; iii) les adultes jeunes présentent un biais de négativité et les adultes âgés montrent un biais de positivité. Toutefois, ces trois patterns ne semblent pas englober toutes les situations qui pourraient révéler l'existence d'un traitement favorisé des informations positives chez les adultes âgés comparativement aux adultes jeunes, par exemple un biais de positivité plus important chez les adultes âgés que chez les adultes jeunes. Par conséquent, à l'instar de Baraly (2020), nous utiliserons dans cette thèse l'opérationnalisation de l'effet de positivité lié à l'âge proposée par Reed et al., (2014) et nous considérerons qu'il y a un effet de positivité lié à l'âge lorsque l'ampleur du biais de positivité est plus importante chez les adultes âgés que chez les adultes jeunes. Plus concrètement, nous testerons la comparaison suivante : (scores pour les mots positifs – scores pour les mots négatifs) chez les adultes âgés > (scores pour les mots positifs – scores pour les mots négatifs) chez les adultes jeunes.

### ***3.2.1. L'effet de positivité lié à l'âge en mémoire lexicale***

À notre connaissance, l'effet de positivité lié à l'âge n'a été étudié que deux fois en mémoire lexicale par Wurm (2011) et par Lynchard et Radvansky (2012). Wurm (2011) a proposé à des participants jeunes et plus âgés une tâche dans laquelle ils devaient écouter des phrases et juger le plus rapidement possible si l'item en fin de phrase était un mot ou non. Les mots variaient selon la valence émotionnelle et l'arousal (Expérience 2). Les résultats ont révélé que plus les mots étaient positifs, plus les TR étaient courts, et cet effet était plus important

chez les adultes âgés que chez les adultes jeunes. Ainsi, l'effet de positivité lié à l'âge en mémoire lexicale se traduisait par un biais de positivité plus important chez les adultes âgés que chez les adultes jeunes. De plus, l'effet d'interaction entre la valence émotionnelle et l'âge variait selon l'arousal. Bien que l'auteur ne se soit pas directement intéressé au rôle modérateur de l'arousal sur l'effet de positivité lié à l'âge, un regard sur les coefficients de régression issus des analyses (valence émotionnelle x âge :  $\beta = 0.01$  ; valence émotionnelle x âge x arousal :  $\beta = 0.01$ ) indique que l'effet de positivité lié à l'âge était d'autant plus important que l'arousal des mots était élevé.

Par ailleurs, Lynchard et Radvansky (2012) ont utilisé une tâche de décision lexicale classique dans laquelle des mots positifs, négatifs et neutres étaient présentés à des participants jeunes et plus âgés. L'originalité de cette étude était la manipulation des perspectives liées à l'âge des participants. Dans un premier temps, les participants décrivaient en 10 phrases leur routine matinale puis ils effectuaient une tâche de décision lexicale (condition contrôle). Dans un second temps, les participants jeunes étaient orientés pour adopter des perspectives associées normalement aux adultes âgés et les participants âgés étaient orientés pour adopter des perspectives associées normalement aux adultes jeunes, puis tous les participants effectuaient à nouveau une tâche de décision lexicale (condition expérimentale). Les résultats ont révélé un effet de positivité lié à l'âge en mémoire lexicale dans la condition contrôle puisque les adultes jeunes présentaient un biais de négativité et les adultes âgés présentaient un biais de positivité. Le pattern de résultats était inversé dans la condition expérimentale, révélant ainsi que la présence d'un biais de positivité ou de négativité dépendait directement des perspectives liées à l'âge des participants.

### ***3.2.2. L'effet de positivité lié à l'âge en mémoire épisodique***

L'effet de positivité lié à l'âge en mémoire épisodique a suscité énormément d'intérêt de la part des chercheurs depuis les travaux de Knight et al. (2002) et de Charles et al. (2003),

qui sont respectivement les premiers à avoir mis en évidence un tel effet avec des mots et des images. En effet, dans leur méta-analyse, Reed et al. (2014) ont recensé 81 études qui ont traité de cet effet. Cependant, nous pouvons noter qu'en 2021 une minorité seulement des études sur l'effet de positivité lié à l'âge en mémoire épisodique ont utilisé des mots comme stimuli et des tâches classiques de rappel libre et de reconnaissance mnésique pour évaluer la mémoire épisodique<sup>4</sup> (Fleming et al., 2003 ; Grün et al., 2005 ; Hamilton & Allard, 2020 ; Kalenzaga et al., 2016 ; Kapucu et al., 2008 ; Kensinger, 2008 ; Knight et al., 2002 ; Leigland et al., 2004 ; voir Tableau 2).

Parmi les huit études que nous avons retenues, six (i.e., 75%) ont montré un effet de positivité lié à l'âge, ce qui indique que cet effet est robuste lorsqu'il est testé avec un matériel verbal (voir Tableau 2). Dans l'ensemble, l'effet de positivité lié à l'âge évalué avec des mots semble émerger à la fois dans des tâches de rappel libre, qu'il soit immédiat (Kensinger, 2008, Expérience 1 ; Knight et al., 2002) ou différé (Knight et al., 2002 ; Leigland et al., 2004), et dans des tâches de reconnaissance mnésique (Hamilton & Allard, 2020 ; Kalenzaga et al., 2016 ; Kapucu et al., 2008 ; Kensinger, 2008, Expérience 2 ; Leigland et al., 2004). Cependant, parmi les six études à avoir utilisé une tâche de rappel libre immédiat, quatre ont échoué à montrer un effet de positivité lié à l'âge (Fleming et al., 2003 ; Grün et al., 2005 ; Kalenzaga et al., 2016 ; Leigland et al., 2004). Plusieurs éléments pourraient permettre d'expliquer cette absence d'effet dans ces études. Tout d'abord, l'effet de positivité lié à l'âge étant de taille moyenne lorsque le traitement de l'information n'est pas contraint (i.e., lorsque les participants ne reçoivent pas consignes sur la manière d'apprendre les stimuli) ( $d = 0.482$ ) et de petite taille lorsque le traitement de l'information est contraint ( $d = 0.134$ ) (voir Reed et al., 2014), il est possible que certains échantillons n'aient pas été suffisamment importants

---

<sup>4</sup> Kensinger et al. (2007), Piguet et al. (2008), Thapar et Rouder (2009) et Leal et al. (2016) ont également étudié l'effet de positivité lié à l'âge avec des mots, mais ils n'ont pas utilisé des tâches classiques de mémoire épisodique (respectivement, paradigme de jugement de la réalité, apprentissage de mots neutres avec des voisins orthographiques positifs, négatifs et neutres, paradigme de choix forcé et apprentissage de mots dans des histoires). Leurs résultats ne seront donc pas discutés dans cette thèse.

pour mettre en évidence un tel effet. En particulier dans l'étude de Fleming et al. (2003), les trois groupes expérimentaux contenaient seulement 27, 19 et 25 participants. Ensuite, il est possible que l'absence d'effet de positivité lié à l'âge dans certaines de ces études provienne des niveaux d'arousal des mots positifs et négatifs. En effet, Kensinger (2008, Expérience 1) a montré que l'effet de positivité lié à l'âge en rappel immédiat était spécifique aux mots à arousal bas, or l'arousal des mots émotionnels utilisés dans l'étude de Grühn et al. (2005) était élevé et les informations concernant l'arousal du matériel n'étaient pas fournies dans les travaux de Kalenzaga et al. (2016) et Leigland et al. (2004).

Enfin, il est intéressant d'observer que l'effet de positivité lié à l'âge en mémoire épisodique dépend à la fois des caractéristiques des stimuli et des caractéristiques des participants. Comme expliqué précédemment, Kensinger (2008) a montré que l'effet de positivité lié à l'âge est spécifique aux mots à arousal bas en rappel libre mais aussi en reconnaissance mnésique. De plus, Hamilton & Allard (2020) ont montré plus récemment que cet effet émerge uniquement pour les mots abstraits en reconnaissance mnésique. Ainsi, il est important de tenir compte à la fois de l'arousal et de la concrétude des mots dans l'étude de l'effet de positivité lié à l'âge. Par ailleurs, avec un matériel verbal, Kalenzaga et al. (2016) ont obtenu des résultats suggérant que l'effet de positivité lié à l'âge pourrait être une manifestation du déclin cognitif des adultes âgés étant donné qu'il était présent chez des adultes très âgés ( $M = 83.8$  ans) et chez des adultes âgés atteints de la maladie d'Alzheimer ( $M = 79.6$  ans) mais pas chez des adultes moins âgés sains ( $M = 71.5$  ans). Cet effet était présent en reconnaissance mnésique mais pas en rappels immédiat et différé. Ces résultats ont été corroborés par ceux de Bohn et al. (2016) recueillis auprès d'une population similaire (adultes âgés,  $M = 67.6$  ans ; adultes très âgés,  $M = 80.2$  ans ; adultes âgés atteints de la maladie d'Alzheimer,  $M = 84.3$  ans) en utilisant des images dans une tâche de reconnaissance mnésique. Ces auteurs ont aussi étendu ces résultats au rappel libre. Toutefois, contrairement à Kalenzaga et al. (2016) et à Bohn et al. (2016), Fleming et al. (2003) ont montré en utilisant des mots que les adultes âgés

atteints de la maladie d'Alzheimer présentaient un biais de négativité en rappel libre tandis que les adultes jeunes et âgés ne présentaient pas de biais, qu'il soit positif ou négatif. De plus, de nombreuses études avec des images ont indiqué que l'effet de positivité lié à l'âge nécessiterait que les adultes disposent de capacités cognitives élevées (e.g., Mather & Knight, 2005 ; Joubert et al., 2018 ; Sakaki et al., 2019).

**Tableau 2 (partie 1/3)****Synthèse des études ayant testé l'effet de positivité lié à l'âge en mémoire épisodique avec des mots**

Etude	Participants	Facteur(s) manipulé(s) sur les mots	Facteur(s) contrôlé(s) sur les mots	Tâche(s) mnésique(s)	Résultats	Effet de positivité
Fleming et al. (2003)	PJ : 27 (M = 23.8 ans) PA : 19 (M = 70.1 ans) PA-AI : 25 (M = 75 ans)	Valence émotionnelle	Fréquence lexicale, concrétude, arousal	Rappel libre (3 listes présentées 3 fois)	PJ et PA : pas de biais PA-AI : biais de négativité	Non
Grühn et al. (2005)	PJ : 72 (M = 24.3) PA : 72 (M = 69.3)	Valence émotionnelle	Fréquence lexicale, nombre de lettres, imageabilité Arousal élevé pour mots positifs et négatifs	Rappel libre avec listes mixtes vs. non-mixtes	<i>Listes mixtes</i> : PJ et PA : biais de négativité <i>Listes non-mixtes</i> : PJ et PA : pas de biais	Non
Hamilton et Allard (2019)	PJ : 52 (M = 19.2 ans) PA : 51 (M = 70.7 ans)	Valence émotionnelle Concrétude	Arousal pour mots positifs et négatifs (arousal bas pour tous les mots)	Reconnaissance mnésique avec encodage : abstrait vs. concret	<i>Mots abstraits</i> : Biais de positivité, PA > PJ <i>Mots concrets</i> : PJ et PA : pas de biais	Oui Mots abstraits
Kalenzaga et al. (2016)	PJ : 38 (M = 24.4 ans) PA : 39 (M = 71.5 ans) PTA : 37 (M = 83.8 ans) PA-AI : 41 (M = 79.6 ans)	Valence émotionnelle	Fréquence lexicale, nombre de lettres, concrétude, forme visuelle Pas d'informations sur l'arousal	Rappel immédiat, rappel différé à 20 minutes, reconnaissance mnésique	<i>Rappel immédiat</i> : PJ, PA, PTA, PA-AI : biais de positivité <i>Rappel différé</i> : PJ, PA, PTA : biais de positivité ; PA-AI : pas de biais <i>Reconnaissance mnésique</i> : PJ et PA : pas de biais ; PTA et PA-AI : biais de positivité	Oui Reconnaissance mnésique et chez PTA et PA-AI

*Notes.* PJ : participants jeunes ; PA : participants âgés ; PTA : participants très âgés ; PA-AI : participants âgés avec maladie d'Alzheimer ; <sup>a</sup> : uniquement statistiques descriptives.

**Tableau 2 (partie 2/3)**

**Synthèse des études ayant testé l'effet de positivité lié à l'âge en mémoire épisodique avec des mots**

Etude	Participants	Facteur(s) manipulé(s) sur les mots	Facteur(s) contrôlé(s) sur les mots	Tâche(s) mnésique(s)	Résultats	Effet de positivité
Kapucu et al. (2008)	PJ : 22 (M = 19.6 ans) PA : 23 (M = 71.9 ans)	Valence émotionnelle	Fréquence lexicale, similarité sémantique Arousal élevé pour les mots positifs et négatifs	Reconnaissance mnésique avec paradigme Remember/Know	<i>Discrimination</i> : PJ et PA : pas de biais <i>Biais de réponse</i> : PJ : biais de négativité ; PA : pas de biais <i>Remember</i> : PJ et PA : biais de négativité	Oui Biais de réponse
Kensinger (2008, Expérience 1)	PJ : 30 (M = 26.1 ans) PA : 30 (M = 73.5 ans)	Valence émotionnelle Arousal	Fréquence lexicale, nombre de lettres, concrétude, imageabilité, similarité sémantique	Rappel libre avec encodage : abstrait vs. concret	<i>Arousal bas</i> : PJ : biais de négativité ; PA : biais de positivité <i>Arousal élevé</i> : PJ et PA : pas de biais	Oui Arousal bas
Kensinger (2008, Expérience 2)	PJ : 30 (M = 24.6 ans) PA : 30 (M = 72.3 ans)	Valence émotionnelle Arousal	Fréquence lexicale, nombre de lettres, concrétude, imageabilité, similarité sémantique	Reconnaissance mnésique avec encodage : abstrait vs. concret	<i>Arousal bas</i> : PJ : biais de négativité ; PA : biais de positivité <i>Arousal élevé</i> : PJ et PA : pas de biais	Oui Arousal bas

*Notes.* PJ : participants jeunes ; PA : participants âgés ; PTA : participants très âgés ; PA-Al : participants âgés avec maladie d'Alzheimer ; <sup>a</sup> : uniquement statistiques descriptives.



**Tableau 2 (partie 3/3)****Synthèse des études ayant testé l'effet de positivité lié à l'âge en mémoire épisodique avec des mots**

Etude	Participants	Facteur(s) manipulé(s) sur les mots	Facteur(s) contrôlé(s) sur les mots	Tâche(s) mnésique(s)	Résultats	Effet de positivité
Knight et al. (2002)	PJ : 119 (M = 20.9 ans) PA : 78 (M = 76.7 ans)	Valence émotionnelle	Fréquence lexicale, concrétude Pas d'informations sur l'arousal	Rappel immédiat et rappel différé, avec induction de tristesse vs. induction neutre	<i>Rappel immédiat</i> : Induction tristesse : PJ et PA : pas de biais Induction neutre : PJ : pas de biais ; PA : biais de positivité Rappel différé : Induction tristesse : PJ : pas de biais PA : biais de négativité Induction neutre : PJ et PA : biais de positivité, plus important chez PA	Oui Induction neutre, en rappels immédiat et différé <sup>a</sup>
Leigland et al. (2004)	PJ : 25 (M = 23.9 ans) PA : 36 (M = 72.3 ans)	Valence émotionnelle	Fréquence lexicale, nombre de lettres Pas d'informations sur l'arousal	Rappel immédiat, rappel différé à 30 et reconnaissance mnésique avec évaluation de la valence de mot à l'encodage	<i>Rappel immédiat</i> : PJ et PA : pas de biais <i>Rappel différé</i> : PJ et PA : biais de positivité, plus important chez PA <i>Reconnaissance mnésique</i> : PJ : pas de biais ; PA : biais de positivité	Oui Rappel différé et reconnaissance mnésique

*Notes.* PJ : participants jeunes ; PA : participants âgés ; PTA : participants très âgés ; PA-AI : participants âgés avec maladie d'Alzheimer ; <sup>a</sup> : uniquement statistiques descriptives.

### **3.2.3. Modèles explicatifs de l'effet de positivité lié à l'âge**

L'effet de positivité lié à l'âge est généralement interprété dans le cadre de la Théorie de la Sélectivité Socioémotionnelle (TSS, Carstensen et al., 1999 ; Carstensen & DeLiema, 2018), une théorie qui concerne l'évolution de la motivation tout au long de la vie. D'après la TSS, lorsqu'un individu vieillit, l'horizon temporel qu'il perçoit s'amenuise à mesure que la fin de sa vie approche, et ses objectifs et motivations évoluent en conséquence. Ainsi, chez les adultes jeunes en bonne santé, le temps perçu restant à vivre serait vaste, ce qui les conduirait à acquérir prioritairement de nouvelles informations et à développer un réseau social leur permettant de surmonter les obstacles et les défis qu'ils pourraient rencontrer ; chez les adultes âgés, le temps perçu restant à vivre serait sensiblement réduit, ce qui les amènerait à profiter du mieux possible de cette dernière partie de leur vie en cherchant à maximiser leur bien-être émotionnel et à renforcer les relations avec les personnes qui leur sont proches. En lien avec cette hypothèse, il a par exemple été montré que les adultes jeunes rapportent davantage d'objectifs relatifs au bien-être émotionnel lorsqu'il leur est demandé d'imaginer un horizon temporel limité (Chu et al. 2018). Afin d'atteindre cet objectif de régulation émotionnelle, les adultes âgés alloueraient davantage de ressources attentionnelles et mnésiques aux informations positives comparativement aux informations négatives, ce qui aboutirait à l'émergence d'un effet de positivité lié à l'âge (e.g., Mather & Carstensen, 2005).

La TSS suggérant que l'effet de positivité lié à l'âge proviendrait de processus motivationnels en lien avec la perception du temps qu'il reste à vivre, la mise en place d'un traitement préférentiel des informations positives comparativement aux informations négatives chez les adultes âgés dépendrait de processus top-down, coûteux en ressources cognitives. Ainsi, d'après le modèle du contrôle cognitif de l'effet de positivité lié à l'âge (Mather & Knight, 2005), cet effet devrait être plus important chez les adultes âgés avec de bonnes capacités cognitives et pour des stimuli permettant de mettre en œuvre des traitements contrôlés. Ceci pourrait expliquer pourquoi Fleming et al. (2003) ont montré un biais de négativité en

mémoire épisodique verbale chez des adultes âgés souffrant de la maladie d'Alzheimer alors qu'il y avait un biais de positivité chez les adultes âgés sains. De plus, ces éléments permettent de comprendre pourquoi Kensinger (2008) et Hamilton et Allard (2020) ont respectivement obtenu des résultats révélant que l'effet de positivité lié à l'âge en mémoire épisodique était spécifique aux mots à arousal bas et aux mots abstraits. En effet, comme nous l'avons expliqué dans les chapitres précédents, le traitement des mots à arousal élevé serait davantage automatisé que celui des mots à arousal bas (e.g., Kensinger & Corkin, 2004), et il en irait de même pour celui des mots concrets par rapport aux mots abstraits car les mots concrets pourraient bénéficier de processus d'imagerie mentale (Hamilton & Allard, 2019). Enfin, en accord avec les hypothèses de la TSS, Lynchard et Radvansky (2012) ont montré qu'il existait un effet de positivité lié à l'âge en mémoire lexicale et que cet effet s'inversait lorsqu'il était demandé aux adultes jeunes d'adopter les perspectives des adultes âgés et inversement.

Alternativement, l'effet de positivité lié à l'âge peut être interprété dans le cadre de la Théorie de l'Intégration Dynamique (TID, Labouvie-Vief, 2003). D'après cette théorie, les individus possèdent deux modes de traitement des informations émotionnelles : l'optimisation des affects et la complexité des affects. L'optimisation des affects consiste à traiter les informations positives et négatives dans l'objectif d'augmenter les affects positifs et de diminuer les affects négatifs, et ainsi de maintenir voire d'améliorer le bien-être émotionnel. Par ailleurs, la complexité des affects renvoie à une élaboration et une amplification des affects, qu'ils soient positifs ou négatifs, afin de s'épanouir individuellement. Dans l'idéal, un individu peut utiliser ces deux modes de manière dynamique afin de s'adapter aux situations qu'il rencontre, cependant la complexité des affects serait coûteuse en ressources cognitives car elle implique de traiter des informations émotionnelles potentiellement contradictoires (e.g., participer à un ultra-trail est une expérience riche sportivement et humainement mais cela est associé à une certaine dose de souffrance).

D'après la TID, l'effet de positivité lié à l'âge serait la conséquence du déclin cognitif

des adultes âgés qui utiliseraient préférentiellement l'optimisation des affects pour traiter les informations émotionnelles car elle serait moins coûteuse cognitivement. Par conséquent, d'après cette théorie, l'effet de positivité lié à l'âge devrait être plus important chez les adultes âgés avec les capacités cognitives les plus basses et il devrait émerger pour des stimuli dont le traitement est automatisé. Ces prédictions ont été corroborées par les résultats de Kalenzaga et al. (2016) qui ont révélé un effet de positivité lié à l'âge en mémoire épisodique chez des adultes très âgés et souffrant de la maladie d'Alzheimer mais pas chez des adultes moins âgés sains. De plus, Wurm (2011) a montré dans une tâche d'accès au lexique que l'effet de positivité lié à l'âge était plus important pour des mots à arousal élevé que pour des mots à arousal bas.

### **3.3. Synthèse, conclusion et ouverture**

Les effets de valence émotionnelle et d'arousal en mémoires lexicales et épisodiques seraient modulés par des caractéristiques individuelles qui concernent directement la sphère affective (e.g., humeur, anxiété, dépression et alexithymie). Outre ces facteurs, l'âge aurait également une influence importante sur la mémoire des mots émotionnels. En effet, un changement de l'effet de la valence émotionnelle au cours du vieillissement a été montré dans quelques études en mémoire lexicale (Lynchard & Radvansky, 2012 ; Wurm, 2011) et dans de nombreuses études en mémoire épisodique (e.g., Hamilton & Allard, 2020 ; Kalenzaga et al., 2016 ; Kensinger, 2008). Ce phénomène, nommé l'effet de positivité lié à l'âge, se traduirait par de meilleures performances mnésiques pour les mots positifs que pour les mots négatifs chez les adultes âgés comparativement aux adultes jeunes (voir Reed et al., 2014). Deux théories proposent des conceptions divergentes de l'effet de positivité lié à l'âge : d'après la TSS (Carstensen et al., 1999) cet effet dépendrait de processus contrôlés tandis que d'après la TID (Labouvie-Vief et al., 2003) il dépendrait de processus plus automatisés. A ce jour, c'est la TSS qui a reçu le plus de support empirique, toutefois les processus sous-tendant l'effet de positivité lié à l'âge pourraient dépendre du domaine cognitif étudié (e.g., mémoire épisodique, mémoire

autobiographique et attention ; Barber et al., 2020). D'après notre revue de la littérature, manipuler à la fois les caractéristiques des mots (e.g., l'arousal, voir Kensinger, 2008) et le type de tâche cognitive (e.g., tâches d'accès au lexique *vs.* tâches de mémoire épisodique) et s'intéresser aux caractéristiques individuelles (e.g., les capacités cognitives, voir Kalenzaga et al., 2016) permettrait de mieux saisir les conditions d'émergence et la fonction de l'effet de positivité à l'âge en mémoire.

## **Objectifs expérimentaux de la Partie 2**

L'objectif général de cette thèse est d'étudier comment les effets de la valence émotionnelle sur la mémoire des mots chez l'adulte sont modulés par des caractéristiques des mots (e.g., arousal et imageabilité) et des individus (e.g., âge et état émotionnel) en utilisant une approche intertâches. En fonction des objectifs spécifiques à chacune de nos expériences, nous utiliserons conjointement ou non une tâche de démasquage progressif et des tâches de rappel libre et/ou de reconnaissance mnésique. Ainsi, nous souhaitons en particulier mieux comprendre les mécanismes qui sous-tendent le traitement différentiel des mots positifs et négatifs en mémoire, étant donné le débat actuel dans la littérature sur l'émergence d'un biais de positivité (e.g., Kauschke et al., 2019 ; Unkelbach et al., 2008) ou de négativité (e.g., Baumeister et al., 2001) et sur l'origine de ces biais émotionnels. De plus, cette approche nous permettra de déterminer si des processus communs et/ou distincts permettent d'expliquer les effets émotionnels en mémoires lexicales et épisodiques, étant donné que peu d'études se sont intéressées à cette question (Ferré et al., 2018 ; Madan et al., 2017).

Dans le Chapitre 1, nous chercherons à préciser les effets de la valence émotionnelle et de l'arousal dans l'accès au lexique et en mémoire épisodique. En effet, si un biais de positivité pour les mots à arousal bas a été mis en évidence à plusieurs reprises en mémoire lexicale (e.g., Recio et al., 2013), les preuves de l'existence d'un biais similaire en mémoire épisodique sont plus ténues. Nous souhaitons également déterminer s'il existe un lien entre les effets émotionnels dans l'accès au lexique et en rappel libre. La plupart du temps, les effets émotionnels en mémoire lexicale et en mémoire épisodique ont été étudiés dans des pans distincts de la littérature, la psycholinguistique d'un côté et la psychologie cognitive et neuropsychologie de la mémoire de l'autre, or une meilleure compréhension des effets émotionnels en mémoire passe par une comparaison des processus à l'œuvre dans différentes tâches (Cox et al., 2018). Ainsi, dans ce chapitre, nous présenterons deux expériences visant à déterminer si des processus communs et/ou distincts sous-tendent les effets émotionnels (valence et arousal) en mémoire lexicale et en mémoire épisodique. Dans l'Expérience 1, les participants effectueront successivement une tâche de démasquage progressif évaluant l'accès au lexique et une tâche de rappel libre évaluant la mémoire épisodique. L'Expérience 2 sera une réplique conceptuelle de l'Expérience 1 dans laquelle le paradigme expérimental sera légèrement modifié afin d'augmenter les effets émotionnels et nous ajouterons une tâche de rappel libre différé.

Dans le Chapitre 2, nous nous intéresserons aux processus différentiels de mémorisation des mots positifs et négatifs en mémoire épisodique en manipulant l'imageabilité de notre matériel verbal en plus de la valence émotionnelle. Ce travail sur l'imageabilité fait suite à un ensemble de résultats obtenus par Claire Ballot dans son travail de Doctorat (2019). En effet, ces recherches réalisées au sein de l'équipe du Pr Stéphanie Mathey ont permis de montrer que la valence émotionnelle et l'imageabilité interagissent dans des tâches de rappel libre et de reconnaissance mnésique. Dans l'Expérience 3, les participants effectueront en ligne une tâche de rappel libre comprenant des mots pour lesquels la valence émotionnelle et l'imageabilité

seront manipulées orthogonalement. L'Expérience 4 sera une réplique de l'Expérience 3 dans laquelle nous recueillerons des données d'IRMf durant la phase d'encodage permettant de distinguer les corrélats anatomofonctionnels impliqués dans l'apprentissage des mots positifs et négatifs selon leur imageabilité.

Dans le Chapitre 3, nous étudierons l'influence de l'âge sur les effets émotionnels dans l'accès au lexique et/ou en mémoire épisodique en utilisant des paradigmes intertâches. De nombreuses études ont révélé que l'écart entre la mémoire des stimuli positifs et négatifs évolue au cours du vieillissement, avec une tendance des adultes âgés à mieux mémoriser le matériel positif (e.g., Kensinger, 2008). Toutefois, il n'est pas clair si cet effet de positivité lié à l'âge est caractérisé par une meilleure mémoire des stimuli positifs et/ou une moins bonne mémoire des stimuli négatifs chez les adultes âgés comparativement aux adultes jeunes (e.g., Murphy & Isaacowitz, 2008), et si cet effet indique un bon maintien des capacités cognitives des adultes âgés ou reflète au contraire un déclin cognitif (e.g., Vieillard, 2017). Ainsi, dans ce chapitre, nous présenterons deux expériences visant à préciser les mécanismes sous-jacents à l'effet de positivité lié à l'âge. Dans l'Expérience 5, à l'aide d'un paradigme intertâches (rappel libre immédiat, reconnaissance mnésique, rappel libre à 20 minutes), nous chercherons à déterminer si l'effet de positivité lié à l'âge en mémoire épisodique dépend d'une augmentation de la préférence pour la positivité et/ou d'une diminution de la préférence pour la négativité. Nous examinerons également le rôle des capacités mnésiques des adultes âgés dans l'effet de positivité lié à l'âge. Dans l'Expérience 6, nous étudierons le rôle modérateur de l'arousal sur l'effet de positivité lié à l'âge en mémoire lexicale et en mémoire épisodique. Pour cela, nous utiliserons une combinaison du paradigme de l'Expérience 2 dans lequel une tâche de démasquage progressif est immédiatement suivie d'une tâche de rappel libre et du paradigme de l'Expérience 5 auquel sera ajouté un rappel libre à 7 jours. Ainsi, dans cette expérience, les participants effectueront successivement du démasquage progressif, un rappel libre immédiat, une reconnaissance mnésique, un rappel libre à 20 minutes et un rappel libre à 7

jours. Ceci nous permettra de tester si l'effet de positivité lié à l'âge dépend de processus communs dans différentes tâches cognitives.

Enfin, dans la Discussion générale, l'ensemble des résultats expérimentaux seront interprétés dans le cadre des différents modèles théoriques présentés dans la thèse (e.g., modèle de reconnaissance visuelle des mots adapté aux traitements affectifs, modèle Act-In) avec l'objectif de préciser les processus à l'origine des effets de la valence émotionnelle en démasquage progressif, en rappel libre et en reconnaissance mnésique chez des adultes jeunes et au cours du vieillissement. De cette manière, nous voulons tendre des ponts théoriques entre deux champs disciplinaires qui évoluent la plupart du temps de manière indépendante.



## Partie 2 – Expérimentations

### Chapitre 1. Récupération des mots émotionnels en mémoires lexicales et épisodiques chez les adultes jeunes : processus communs et distincts ?

Ce chapitre contient deux expériences réalisées chez des adultes jeunes. L'objectif de l'Expérience 1 était de déterminer si les effets de la valence émotionnelle et de l'arousal des mots dans des tâches de démasquage progressif et de rappel libre sont semblables et s'ils proviennent de processus communs et/ou distincts. L'Expérience 2 était une réplication conceptuelle de l'Expérience 1.

Ces deux expériences ont conduit à la rédaction d'un article soumis :

Laulan, P., Catheline, G., Mayo, W., Robert, C., & Mathey, S. (2021). Lexical and episodic memory retrieval for emotional words: Distinct and common processes. [manuscript submitted for publication].

#### 1.1. Objectifs et hypothèses

De nombreuses études ont traité de l'influence de la valence émotionnelle et de l'arousal des mots sur les performances d'identification lexicale (e.g., Kever et al., 2019 ; Kousta et al., 2009 ; Kuperman et al., 2014 ; Vinson et al., 2014) et de mémoire épisodique (e.g., Kensinger, 2008 ; Kensinger & Corkin, 2003 ; Siddiqui & Unsworth, 2011 ; Talmi & Moscovitch, 2004). Les résultats de ces études fournissent des arguments allant à la fois dans le sens d'une symétrie et d'une asymétrie des effets émotionnels en mémoires lexicales et épisodiques. En effet, il semblerait que, dans l'ensemble, les performances en mémoire soient caractérisées par un biais émotionnel (e.g., en mémoire lexicale, Kousta et al., 2009 ; Kever et al., 2019 ; en mémoire épisodique, Kensinger, 2008 ; Talmi & Moscovitch, 2004). Toutefois, il existerait un biais de positivité robuste en mémoire lexicale, et particulièrement pour les mots à arousal bas (e.g.,

Larsen et al., 2008 ; Recio et al., 2014) qui serait mis en évidence plus sporadiquement (Kalenzaga et al., 2016 ; mais voir e.g., Ferré et al., 2010 ; Siddiqui & Unsworth, 2011). Ainsi, nous pouvons nous demander si des processus communs et/ou distincts interviennent dans la récupération des mots émotionnels en mémoire épisodique et en mémoire lexicale.

A notre connaissance, il n'y a que deux études dans lesquelles les chercheurs ont administré successivement des tâches d'accès au lexique et de mémoire épisodique portant sur des mots émotionnels à leurs participants (Ferré et al., 2018 ; Madan et al., 2017). Les résultats de ces travaux n'ont pas montré de lien entre les performances dans une tâche de décision lexicale et de rappel libre. Toutefois la tâche d'accès au lexique utilisée dans les deux cas, la tâche de décision lexicale, présente selon nous deux limites : (i) les temps de réponses relativement courts ne permettraient pas aux effets sémantiques de pleinement se développer (voir Ferrand et al., 2011), (ii) les pseudo-mots pourraient influencer, voire perturber, la mémorisation des mots d'une manière difficilement contrôlable.

L'objectif principal des Expériences 1 et 2 était de préciser l'influence de la valence émotionnelle et de l'arousal des mots sur la récupération en mémoire lexicale et en mémoire épisodique. Le second objectif était de déterminer si les performances pour les items étaient corrélées entre les différentes tâches de récupération. Nous avons utilisé un paradigme dans lequel les participants réalisaient successivement une tâche de démasquage progressif qui servait à évaluer l'accès au lexique, et une tâche de rappel libre qui servait à évaluer la mémoire épisodique. Comparativement à une tâche d'accès au lexique plus classique comme la tâche de décision lexicale, la tâche de démasquage progressif présente l'avantage de favoriser les effets sémantiques grâce à des temps de réponse allongés (e.g., Danguécan & Buchanan, 2016 ; Ferrand et al., 2011). De plus, étant donné que la tâche de démasquage progressif ne nécessite pas l'utilisation de pseudomots, elle permet de présenter aux participants uniquement les stimuli qu'ils doivent mémoriser. Concernant notre premier objectif portant sur le rôle des caractéristiques émotionnelles des mots en mémoires lexicale et épisodique, nous nous

attendions à ce que :

- 1) Les mots émotionnels soient identifiés plus rapidement et davantage rappelés que les mots neutres.
- 2) Les mots à arousal élevé soient identifiés plus rapidement et davantage rappelés que les mots neutres.
- 3) Les mots positifs soient identifiés plus rapidement que les mots négatifs, en particulier lorsque leur arousal est bas ; cette différence n'était pas attendue en rappel libre.

Enfin, concernant notre second objectif portant sur le lien entre les effets des caractéristiques émotionnelles des mots en mémoires lexicale et épisodique, nous nous attendions à ce que les performances pour les items en démasquage progressif et en rappel libre soient corrélées.

Dans la suite de ce chapitre, nous présenterons l'article qui traite de cette étude.

## 1.2. Expériences 1 et 2

### **Lexical and Episodic Memory Retrieval of Emotional Words: Distinct and Common Processes**

Pierrick Laulan<sup>1,2</sup>, Gwenaëlle Catheline<sup>2,3</sup>, Willy Mayo<sup>2</sup>, Christelle Robert<sup>1</sup>,  
& Stéphanie Mathey<sup>1</sup>

#### **Abstract**

This study investigated the effects of the emotional valence and arousal of words in both lexical and episodic memory tasks, and further examined whether and how item performances were related across these tasks. In Experiment 1, participants performed progressive demasking and free recall tasks consecutively, with the same words from five emotional categories (neutral, negative low-arousal, negative high-arousal, positive low-arousal, and positive high-arousal). In Experiment 2, the progressive demasking procedure was slightly modified to increase the emotional effect and a delayed free recall was added. In both experiments, the results showed: (i) an emotional bias, which was robust in free recall but not in progressive demasking; (ii) a facilitatory arousal effect specific to progressive demasking; (iii) a positivity bias for low-arousal words in progressive demasking, which also emerged in delayed free recall in Experiment 2. Our data suggest that the retrieval of emotional words in lexical and episodic memory mainly relies on different processes. Evidence showing the intervention of common processes was found only for the set of positive low-arousal words, for which performances in progressive demasking and free recall were correlated in Experiments 1-2. Altogether, the findings are discussed in theoretical frameworks of visual recognition adapted to affective processing and of memory embodiment.

Keywords: emotional valence, arousal, lexical memory, episodic memory

**Highlights:**

- Effects of emotional characteristics of words in lexical and episodic memory
- Emotional and positivity bias in progressive demasking and free recall
- Arousal effect specific to progressive demasking
- Correlation between task performances only for positive low-arousal words
- Distinct and common processes underlying lexical and episodic memory of emotional words

## **Introduction**

A current issue in the field of memory is to determine what processes are common to retrieval in lexical and episodic memory and which are distinct (e.g., Cox et al., 2018; Ferré et al., 2018). However, the literature on lexical access, which is an indicator of lexical memory retrieval (e.g., Bowles & Poon, 1985; Thompson-Schill, 2003), and that on episodic memory retrieval are essentially separated, and this is especially true when the role of the emotional characteristics of words in memory is investigated. Therefore, the relationships between the retrieval of emotional knowledge from lexical memory and that from episodic memory remains to be examined more extensively. In this study, the main objective is to investigate the effects of the emotional attributes of words in both lexical and episodic memory tasks. We also aim to examine whether and how performances in these two tasks are linked with regard to item performance.

Emotional information is generally characterized along two orthogonal dimensions (e.g., Russell, 1980; Lang et al., 1993): valence (i.e., the degree of pleasantness, from highly negative to highly positive) and arousal (i.e., the degree of bodily activation, from calming to exciting). Prior investigations have shown that the emotional features of words influence their retrieval in lexical memory. Indeed, in visual word identification tasks such as lexical decision (e.g., Kousta et al., 2009; Vinson et al., 2014) or constructive recognition (e.g., Kever et al., 2019; Unkelbach et al., 2010), emotional words (i.e., positive or negative) induced faster response times (RTs) than neutral words, suggesting that the former are more easily retrieved in lexical memory. This can be accounted for by models of visual word recognition extended to affective processing (e.g., Gobin et al., 2012; Gobin & Mathey, 2010). In this framework, emotional words are identified faster than neutral words following the activation of the affective system, which provides additional activation to the orthographic representations in the lexicon, and can also accelerate the response directly.

The preferential processing of emotional words, so-called emotional bias, has been demonstrated in many studies using episodic memory tasks. In particular, emotional words are remembered better than neutral ones in free recall (e.g., Gomes et al., 2013; Kensinger, 2008; Siddiqui & Unsworth, 2011), which is a classical task used to assess the processes of retrieval in episodic memory (e.g., Yonelinas, 2002). When a written word is presented for learning, a memory trace is formed which quickly degrades over time, making it more difficult to access the orthographic representation of the word (Schweickert, 1993). Orthographic representations of emotional words are said to receive an activation gain from the affective system during the encoding phase, but also during the retrieval phase, which would facilitate their recall. Thus, the emotional attributes of words could influence performance in episodic memory tasks through non-recollective processes (e.g., Gomes et al., 2013), as in lexical memory tasks.

In addition, the similar effects of emotions observed in lexical and episodic memory can be interpreted within the framework of single memory models that postulate that semantic and episodic memory systems are not distinct (e.g., Hintzman, 1986; Versace et al., 2014). According to the Act-In model (Versace et al., 2014), all memory traces (i.e., the neural substrates of memory) are episodic in the sense that they contain the components of anterior experiences, that is sensory-motor and emotional features. Therefore, both semantic and episodic knowledge would be grounded in sensory-motor and emotional features and would thus share common memory traces (Cheridieu et al., 2018). Supporting this proposition, Vallet et al. (2017) used a paradigm where lexical (semantic matching and naming) and episodic memory tasks (free recall and recognition) were administered consecutively and showed that individual performances were significantly correlated between the two types of tasks. Thus, episodic and lexical memory might only differ according to the way knowledge emerges: episodic memory would be linked to the reactivation of a single memory trace, while lexical

memory would be linked to the reactivation of several memory traces, and knowledge would emerge from characteristics common to all these mnemonic traces.

To our knowledge, the role of the emotional characteristics of words in both lexical memory (lexical decision) and episodic memory (free recall) tasks have been addressed simultaneously only in a couple of recent studies (Ferré et al. 2018; Madan et al., 2017). These studies focused either on negative discrete emotions (fear and disgust) or on the taboo properties of words, rather than on valence and arousal *per se*, and reported distinct patterns of results in lexical and episodic memory tasks. Ferré et al. (2018) found shorter RTs for words related to disgust and fear compared to neutral words in lexical decision, and a better performance for words related to disgust than for words related to fear and neutral words in free recall, with no correlation between performances in the two tasks. Madan et al. (2017) found shorter RTs for negative words than for neutral words in lexical decision, with no other differences, and a similar performance for positive, negative and neutral words in free recall.

Moreover, inconsistent results between the retrieval of emotional words in lexical and episodic memory seem to emerge particularly when it comes to differences in the treatment of positive and negative words. Many studies have shown that the identification of positive words differs from that of negative words, with positive words exhibiting faster RTs than negative words (e.g., in constructive recognition, Kever et al., 2019; in lexical decision, Citron et al., 2014; Estes & Adelman, 2008; Kuchinke et al., 2005; Kuperman et al., 2014; Unkelbach et al., 2010; but see Vinson et al., 2014). According to recent reviews of the literature (Kauschke et al., 2019; Yuan et al., 2019), this valence asymmetry in RTs would reflect a preferential processing of positive stimuli over negative stimuli. This positivity bias in lexical memory might be greater for low-arousal than for high-arousal words (e.g., in lexical decision, Hofmann et al., 2009; Larsen et al., 2008; but see Estes & Adelman, 2008; Kever et al., in constructive recognition). It is noteworthy that this differential processing of negative and positive words seems less consistent in episodic memory than in lexical memory. While few



studies indicated that either negative words were better remembered than positive words (e.g., Grühn et al., 2005; Kensinger, 2008), or that positive words were better remembered than negative words (e.g., Kalenzaga et al., 2016), most of the studies did not find any difference between negative and positive words (e.g., Ferré et al., 2010; Jay et al., 2008; Long et al., 2015; Siddiqui & Unsworth, 2011).

The speed advantage in processing positive information compared with negative information can be interpreted in terms of the higher density of positive information (Unkelbach et al., 2008; Unkelbach et al., 2010). RTs are faster for positive words than for negative ones because the former are more interrelated than the latter ones. This effect would be moderated by arousal, which facilitates word processing through the mobilization of attentional resources (Bradley et al., 1992). Thus, the positivity bias would be greater for low-arousal words than for high-arousal words (e.g., Recio et al., 2014; Vergallito et al., 2019). One explanation is that the approach system would be activated on the one hand for positive words and on the other hand for low-arousal words, so that the processing of positive words would be more greatly facilitated when their arousal is low since this combination would be perceived as congruent (e.g., Citron et al., 2013). Alternatively, it is also possible that motor activation induced by high-arousal words facilitates responses to both positive and negative words and thus may mask, at least in part, the positivity bias (Vergallito et al., 2019).

### **The Present Study**

While it has been widely shown in the literature that the valence and/or arousal of words influences performance in both lexical and episodic memory retrieval, the effects have generally been described separately. The primary objective of this study was to investigate the effects of word valence and arousal in both lexical and episodic memory retrieval tasks, using the same set of words with the same participants in the two tasks. The second objective was to determine whether and how performance was correlated across tasks regarding information provided by items. For this purpose, we used a paradigm in which participants successively performed a

lexical memory task and a free recall task containing emotional words varying in terms of valence and arousal. Given that semantic knowledge is reputed to be activated more when the visual input is degraded in order to resolve ambiguity via top-down inferences (Ferrand et al., 2011; Trapp & Bar, 2015), here we used a progressive demasking task (PDT) to assess lexical memory. In this task, the stimulus word is degraded and progressively clarified by the demasking procedure, delaying the RTs and providing more scope for semantic processes to develop (Ferrand et al., 2011). Another advantage of the PDT is that no pseudowords are necessary (contrary to lexical decision tasks), so that only the word stimuli to be recalled in our subsequent episodic task are presented in the lexical memory task. With this combined paradigm, we expected emotional words to be identified more rapidly and recalled better than neutral words. In addition, high-arousal words should be identified more rapidly and recalled better than low-arousal words. We also expected positive words to be identified more rapidly than negative ones, especially low-arousal words compared to high-arousal words, but we did not expect this difference to appear in free recall. Finally, we predicted that item performance in progressive demasking and in free recall would be correlated.

## **Experiment 1**

### **Method**

#### ***Participants***

Thirty-one undergraduate students in psychology from the University of Bordeaux participated in this experiment. One participant reported depression and was therefore excluded from the sample. All remaining participants were native French speakers, had normal or corrected-to-normal vision, and declared having no reading or writing disorder, nor

neurological or psychiatric disturbance. They were aged from 18 to 25 ( $M = 21.17$  years,  $SD = 1.09$ ; 23 women).

### **Materials**

The experimental materials comprised 96 words of 5-6 letters selected from the French emotional lexical database EMA (Gobin et al., 2017). The words were classified into five emotional categories according to emotional valence and arousal ratings: 32 neutral words (e.g., *tiroir* [drawer]); 16 negative low-arousal words (e.g., *épine* [thorn]); 16 negative high-arousal words (e.g., *tuerie* [killing]); 16 positive low-arousal words (e.g., *coton* [cotton]); and 16 positive high-arousal words (e.g., *loisir* [leisure]). Neutral, negative and positive low-arousal words on the one hand ( $p > .10$ ), and negative and positive high-arousal words on the other hand ( $p > .10$ ), were matched for arousal. Moreover, negative low- and high-arousal words on the one hand ( $p > .10$ ), and positive low- and high-arousal words on the other hand ( $p > .10$ ), were matched for emotional valence. The five word categories were matched on several lexical factors (all  $p > .10$ ) including lexical frequency, number of letters, and orthographic neighborhood provided by the French lexical database Lexique 3.8.2 (New et al., 2005), and on imageability (Ballot et al., in press). The main characteristics of the experimental materials are presented in Table 1.

**Table 3**  
**Main characteristics of the word materials**

	High arousal		Low arousal		Neutral
	Negative	Positive	Negative	Positive	
Emotional valence	-1.80	1.56	-1.44	1.33	0.36
Arousal	3.99	3.84	3.01	2.96	2.66
Imageability	5.33	5.49	5.13	5.57	5.67
Number of letters	5.69	5.81	5.75	5.69	5.75
Word frequency	8.72	10.08	6.00	6.43	7.87
OLD 20	1.84	1.83	1.80	1.99	1.84

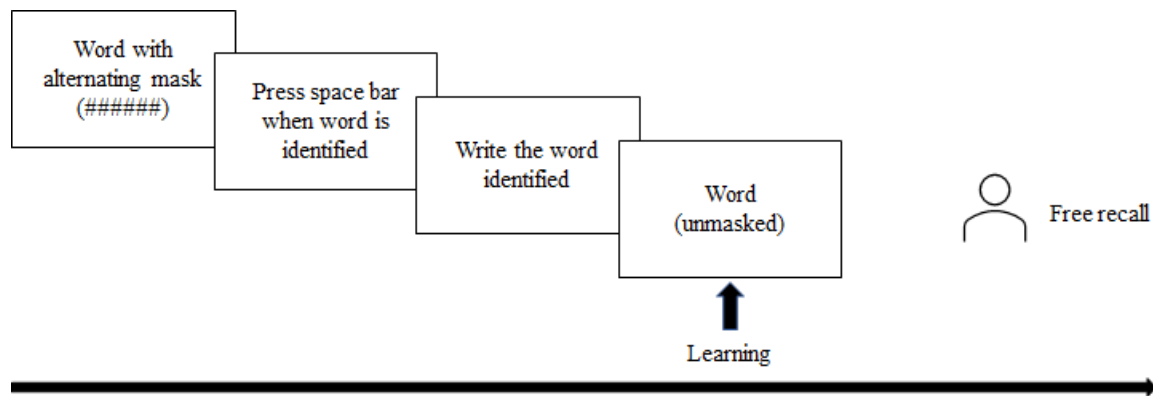
*Note.* Word frequency = mean word film and word book frequencies (per million); OLD 20 = Orthographic Levenshtein Distance.

## *Procedure*

This study lasted approximately 1 hour and consisted of two successive tasks: (1) an adapted version of the PDT incorporating memory instructions, and (2) a free recall task. An illustration of the procedure is presented in Figure 4.

The PDT was run with software by Dufau et al. (2008). The procedure was adapted in order to combine progressive demasking with an explicit encoding of the words. In this modified version of the PDT, each word was presented in two consecutive trials. In the first trial, a word in lowercase and a mask (#####) were displayed in alternance, as in the traditional PDT. In the second trial, the word presentation was unmasked, in order to ensure that the participant correctly identified the word. In the first cycle, the word was displayed for 16 ms while the mask was presented for 251 ms. Then, for each new cycle, the display time of the word increased by 16 ms while that of the mask decreased by 16 ms, so that the word was gradually unmasked. The participants were asked to press the space bar on the keyboard as soon as they were able to identify the word, and they were instructed to type it carefully. During the second presentation of the word, the participants were instructed to learn the word because their memory would be assessed later. The participants followed a training session containing 8 practice words in order to familiarize themselves with the task. Then, for the memory task constraints, the 96 experimental words were divided into four lists of 24 words and we included one neutral buffer word at the beginning and at the end of each list to control for primacy and recency effects. The words were presented in a pseudo-randomized order that was different for each participant, with the constraint that a maximum of two words from the same category could be presented consecutively. Moreover, the list order was counterbalanced across participants. Immediately following each PDT, the participants had to write as many words as possible on a piece of paper, without time limit.

**Figure 4**  
**Illustration of the general procedure of Experiment 1**



## Analyses

### *Error correction*

In both PDT and free recall, all errors were analyzed using the spellchecking program Aspell for Windows (version 0.50.3; Atkinson, 2002), following a method adapted from Madan et al. (2017). Based on the participant's error, this program suggests a list of 10 possible corrections. When the correct response was present in that list, the misspelled response was considered corrected and was included in subsequent analyses. This led us to consider 15 misspelled responses in the PDT as corrected, out of 51 errors analyzed, and to consider 22 misspelled responses in free recall as corrected, out of 70 errors analyzed. Since the analyses including corrected and uncorrected responses did not lead to different results (i.e., significant effects in one case are also significant in the other, as are non-significant effects), we only report analyses with uncorrected responses.

### Extreme value and outlier removal in the PDT

For the PDT analyses, outliers were removed in two steps. First, RTs below 300 ms or above 3738 ms (i.e., when the words were presented without a mask; see Danguécan & Buchanan, 2016) were excluded (0.21 % of the data). Second, we conducted a mini- multiverse analysis in order to assess the robustness of the effects (e.g., Steegen et al., 2016). We tested the three thresholds most frequently found in the word recognition literature, that is, 2 SDs

(e.g., Scott et al, 2009), 2.5 SDs (e.g., Yap et al., 2012) and 3 SDs (e.g., Kever et al., 2019). For example, with the 2 SDs threshold, RTs deviating more than 2 SDs from the participant's mean of a word condition (e.g., negative low-arousal words) were excluded, which represented 3.38% of the data. This procedure led to the removal of 0.99% of the data for the 2.5 SDs threshold and 0.40% of the data for the 3 SDs threshold. When the null hypothesis is true, there is an equal probability of obtaining each of the p-values between 0 and 1 (e.g., Simonsohn et al., 2014), which implies that, if an effect does not exist, only 5% of the p-values are below .05. Therefore, in the present study, if we find a significant effect for the 3 outlier detection thresholds mentioned above, we will be able to state that it is a robust effect.

### *Statistical analyses*

RTs and recall accuracy were analyzed with generalized linear mixed-effect models (GLMMs), an extension of more classical linear mixed-effects models (LMMs), using the `glmer` function from the `lme4` package (version 1.1-23, Bates et al., 2020) in R (version 3.5.1, R Core Team, 2018). In order to minimize convergence problems, we used the BOBYQA algorithm for optimization (Powell, 2009). Mixed-effects models present the advantage of accounting for both participant- and item-related random error variance (e.g., Baayen et al., 2008) and thus of overcoming the language-as-a-fixed-effect fallacy (Clark, 1973). Additionally, while the analysis of RTs with LMMs requires a non-linear transformation of the data in order to take into account the right-skewed shape of RTs distribution, GLMMs allow one to analyze data whose distribution is non-normal without having to transform them, which decreases the risk of coming to incorrect conclusions (Lo & Andrews, 2015).

In the RTs analyses, GLMMs were specified with a gamma error distribution and an identity link (e.g., Lo & Andrews, 2015); in the recall accuracy analyses, GLMMs were specified with a binomial error distribution and a logit link (e.g., Popović-Stijačić et al.,

2018). In both RTs and recall accuracy analyses, we introduced the emotional category as a fixed factor. We applied a matrix of four orthogonal contrasts to this factor (Schad et al., 2020) in order to test the existence of 1) an emotional bias, 2) an arousal effect, 3) a positivity bias for high-arousal words and 4) a positivity bias for low-arousal words. The contrasts matrix is presented in Table 4. Furthermore, following the recommendations of Barr et al. (2013), each model included the maximal random effects structure (i.e., random intercepts for participants and items, random slopes for emotional category and correlation between participants random intercept and emotional category random slopes) in order to avoid inflated Type I errors. If a model with the maximal random effects structure did not converge, the model was run twice, with theta and fixed effects of the first run as starting values for the second run. If the convergence problem persisted or there was a singular fit, we reduced the complexity of the model by removing the random effect which accounted for the least variance. Wald confidence intervals were computed for each contrast using the `confint` function from the R stats package (version 3.6.2, R Core Team & Contributors Worldwide, 2018).

Then, in order to assess whether performances in the PDT and in the free recall task were correlated with regard to information expressed in words, we ran item-wise analyses and computed non-parametric Spearman correlations between mean RTs and proportion of recall (i.e., the percentage of participants who remembered a word, see Ferré et al., 2018) for each emotional category and for each outlier detection threshold using the `cor.test` function from the R stats package (version 3.6.2, R Core Team & Contributors Worldwide, 2018). We also computed Spearman's confidence intervals with the Fieller et al. (1957) standard error using the R code provided in the supplementary materials of Bishara and Hittner (2017). Spearman's measures were preferred to Kendall's measures because ties in data interfere with the construction of Kendall's confidence intervals (Puth et al., 2015).

**Table 4****Matrix of orthogonal contrasts applied to emotional category in GLMMs analyses**

	Comparison	Emotional category				
		N	NH	PH	NL	PL
Contrast 1	Emotional vs. neutral	-4	1	1	1	1
Contrast 2	High-arousal vs. low-arousal	0	1	1	-1	-1
Contrast 3	Negative vs. positive, high-arousal	0	1	-1	0	0
Contrast 4	Negative vs. positive, low-arousal	0	0	0	1	-1

*Note.* N = neutral; NH = negative high-arousal; PH = positive high-arousal; NL = negative low-arousal; PL = positive low-arousal.

## Results

### *Confirmatory analyses*

**Progressive demasking results.** Estimates, 95% confidence intervals, standard errors,  $t$  and  $p$  values for each contrast and each outlier detection threshold obtained following the GLMMs analyses of RTs are presented in Table 5. All the models included a maximal random effects structure.

The analyses showed a significant emotional bias, with emotional words (i.e., positive and negative low- and high-arousal words) exhibiting faster RTs than neutral words, for 2.5 SDs ( $b = -40.84, p = .007$ ) and 3 SDs ( $b = -38.63, p < .001$ ) outlier detection thresholds, while this effect was tendential for a 2 SDs threshold ( $b = -39.04, p = .088$ ). These analyses also revealed a significant arousal effect, with high-arousal words (i.e., positive and negative high-arousal words) being identified faster than low-arousal words (i.e., positive and negative low-arousal words), whatever the criteria for outlier detection (2 SDs threshold:  $b = -79.68, p < .001$ ; 2.5 SDs threshold:  $b = -86.85, p < .001$ ; 3 SDs threshold:  $b = -87.75, p < .001$ ). Moreover, the analyses uncovered a significant positivity bias for high-arousal words, with positive high-arousal words eliciting faster RTs than negative high-arousal words, for a 3 SDs outlier detection threshold ( $b = 20.04, p = .023$ ). However, this effect only tended to be significant for a 2.5 SDs threshold ( $b = 13.46, p = .082$ ) and it was non-significant for a 2 SDs



threshold ( $b = 14.89$ ,  $p = .160$ ). Finally, the analyses showed a significant positivity bias for low-arousal words, with positive low-arousal words exhibiting faster RTs than negative low-arousal words, whatever the criteria for outlier detection (2 SDs threshold:  $b = 63.90$ ,  $p < .001$ ; 2.5 SDs threshold:  $b = 74.50$ ,  $p < .001$ ; 3 SDs threshold:  $b = 70.65$ ,  $p < .001$ ).

In sum, among the four contrasts applied to the words' emotional category we tested, the multiverse analysis revealed that two were robust and two were less reliable. Indeed, the arousal effect and the positivity bias for low-arousal words were found for all the outlier detection thresholds, indicating that these effects are robust. Nevertheless, evidence for the existence of an emotional bias and a positivity bias for high-arousal words is weaker, since the significance of these effects varies depending on how the outliers are removed (emotional bias: 2 SDs,  $p = .088$ , 2.5 SDs,  $p = .007$ , 3 SDs,  $p < .001$ ; positivity bias for high arousal words: 2 SDs,  $p = .160$ , 2.5 SDs,  $p = .082$ , 3 SDs,  $p = .023$ ). In addition, it is worthy of note that the effect size of the positivity bias is larger for low-arousal words (2 SDs,  $b = 63.90$ , 2.5 SDs,  $b = 74.50$ , 3 SDs,  $b = 70.65$ ) than for high-arousal words (2 SDs,  $b = 14.89$ , 2.5 SDs,  $b = 13.46$ , 3 SDs,  $b = 20.04$ ), regardless of the outlier detection threshold.

**Free recall results.** Estimates, 95% confidence intervals, standard errors,  $z$  values and  $p$  values for each contrast obtained following GLMMs analyses of recall accuracy are presented in Table 6. The model included random intercepts for participants and items.

The analyses showed a significant emotional bias ( $b = 1.20$ ;  $p = .026$ ), with a higher recall accuracy for emotional words than for neutral words. No other effects were significant ( $ps > .401$ ).

**Table 5**

Estimates, 95% confidence intervals, standard errors, *t* values and *p* values for each contrast as a function of outlier detection thresholds (i.e., 2 SDs, 2.5 SDs and 3 SDs) in the PDT ( $\wedge p < .10$ ;  $* p < .05$ ;  $** p < .01$ ;  $*** p < .001$ )

Outlier threshold	Effect (word comparison)	<i>b</i>	95% CI	Std. Error	<i>t</i> value	<i>p</i> value
2 SDs						
	Emotional vs. neutral	- 39.04	(- 83.93, 5.86)	22.90	- 1.70	.088 $\wedge$
	High-arousal vs. low-arousal	- 79.68	(- 109.45, - 49.91)	15.19	- 5.25	< .001***
	Negative vs. positive, high-arousal	14.89	(- 5.88, 35.67)	10.60	1.41	.160
	Negative vs. positive, low-arousal	63.90	(36.16, 91.64)	14.15	4.52	< .001***
2.5 SDs						
	Emotional vs. neutral	- 40.84	(- 70.71, - 10.97)	15.24	- 2.68	.007**
	High-arousal vs. low-arousal	- 86.85	(- 105.38, - 68.32)	9.45	- 9.19	< .001***
	Negative vs. positive, high-arousal	13.46	(- 1.69, 28.61)	7.73	1.74	.082 $\wedge$
	Negative vs. positive, low-arousal	74.50	(59.28, 89.71)	7.76	9.60	< .001***
3 SDs						
	Emotional vs. neutral	- 38.63	(- 53.88, - 23.37)	7.78	- 4.96	< .001***
	High-arousal vs. low-arousal	- 87.75	(- 111.23, - 64.27)	11.98	- 7.33	< .001***
	Negative vs. positive, high-arousal	20.04	(- 2.82, 37.25)	8.78	2.28	.023*
	Negative vs. positive, low-arousal	70.65	(48.66, 92.64)	11.22	6.30	< .001***

**Table 6**

Estimates, 95% confidence intervals, standard errors, *z* values and *p* values for each contrast in the free recall task ( $\wedge p < .10$ ;  $* p < .05$ ;  $** p < .01$ ;  $*** p < .001$ )

Effect (word comparison)	<i>b</i>	95% CI	Std. Error	<i>z</i> value	<i>p</i> value
Emotional vs. neutral	1.20	(0.14, 2.26)	0.54	2.22	.026*
High-arousal vs. low-arousal	- 0.26	(- 0.87, 0.35)	0.31	- 0.84	.401
Negative vs. positive, high-arousal	0.06	(- 0.37, 0.49)	0.22	0.29	.775
Negative vs. positive, low-arousal	0.12	(- 0.31, 0.55)	0.22	0.56	.576

**Item-wise analyses: Correlations between mean RTs and proportion of recall.**

Spearman’s rho, 95% confidence intervals and *p* values for correlations between mean RTs and proportion of words correctly recalled according to emotional category and outlier detection threshold are presented in Table 7.

The results revealed a significant negative correlation between mean RTs in the PDT and the proportion of recall for positive low-arousal words, whatever the criteria for outlier detection (2 SDs:  $r_s = -.60$ ,  $p = .013$ ; 2.5 SDs:  $r_s = -.61$ ,  $p = .012$ ; 3 SDs:  $r_s = -.61$ ,  $p = .012$ ). Thus, the faster the positive low-arousal words were identified, the more they were recalled subsequently. No other correlations were significant ( $ps > .211$ ).

**Table 7**  
**Spearman’s rho, confidence intervals and *p* values for correlations between mean RTs and proportion of recall as a function of emotional category and outlier detection threshold ( $\wedge p < .10$ ;  $* p < .05$ ;  $** p < .01$ ;  $*** p < .001$ )**

Outlier threshold	Emotional category	Spearman’s rho	95% CI	<i>p</i> value
2 SDs				
	Neutral	-.04	(-.40, .32)	.815
	Negative – high arousal	-.28	(-.59, .10)	.292
	Positive – high arousal	-.21	(-.53, .17)	.434
	Negative – low arousal	-.03	(-.39, .33)	.905
	Positive – low arousal	-.60	(-.80, -.28)	.013*
2.5 SDs				
	Neutral	-.03	(-.38, .33)	.881
	Negative – high arousal	-.26	(-.57, .11)	.322
	Positive – high arousal	-.23	(-.55, .14)	.383
	Negative – low arousal	-.09	(-.43, .28)	.752
	Positive – low arousal	-.61	(-.81, -.29)	.012*
3 SDs				
	Neutral	-.07	(-.42, .30)	.686
	Negative – high arousal	-.33	(-.62, .04)	.211
	Positive – high arousal	-.19	(-.51, .19)	.491
	Negative – low arousal	-.09	(-.44, .28)	.744
	Positive – low arousal	-.61	(-.81, -.29)	.012*

### *Exploratory analyses*

The hypothesis that item performances in progressive demasking and free recall are correlated comes from the embodied conception of memory that both semantic and episodic knowledge are grounded in sensory-motor and emotional features (Versace et al., 2014). This embodied conception of memory has been supported by studies showing that imageability, which is generally defined as the ease with which a word can provoke a mental image in the reader (Paivio et al., 1968) and thus gauges sensory experience (Siakaluk et al., 2008), influences word processing (e.g., Sidhu et al., 2014). Indeed, numerous studies have shown that highly imageable words are identified faster than less imageable words in progressive demasking (e.g., Ferrand et al., 2011; Yap et al., 2012) and are recalled more (e.g., Lau et al., 2018). To our knowledge, the influence of valence and imageability on word identification and free recall has not been studied jointly. Yet, this has been done for valence and concreteness, a dimension that is closely correlated with imageability (Kousta et al., 2011) and can be described as the degree to which a word refers to a perceptible entity (Brysbaert et al., 2014). Previous studies suggest that the concreteness effect would emerge only for positive words in both word identification (Palazova et al., 2013) and free recall (Tse & Altarriba, 2009). First, although Palazova et al. (2013) did not directly test whether the concreteness effect is moderated by valence, we note that the slowing down in the identification of abstract words compared to concrete words in their study seems to emerge for positive ( $M_{\text{abstract}} = 622$  ms,  $M_{\text{concrete}} = 597$  ms) and negative words ( $M_{\text{abstract}} = 621$  ms,  $M_{\text{concrete}} = 605$  ms) but not for neutral words ( $M_{\text{abstract}} = 597$  ms,  $M_{\text{concrete}} = 596$  ms). Second, Tse and Altarriba (2009) demonstrated in a recall task that the concreteness effect occurs for positive and neutral words but not for negative words. Based on these data, we assume that the correlation between performances in PDT and free recall for positive low-arousal could depend on a third semantic variable related to sensory experience, such as imageability. In order to test this hypothesis, we conducted further analyses. As these were exploratory analyses, and the link between PDT and free recall performance has

been shown for the three thresholds used to detect outliers, we will present here only the results for the intermediate threshold of 2.5 SDs. First, we ran a partial Spearman correlation between mean RTs and proportion of recall for positive low-arousal words by controlling for imageability. This analysis was performed with the `pcor.test` function of the `ppcor` package (Kim & Kim, 2015). In addition, we used the `pzcor` function from the `zeroEQpart` package (Richard, 2019) to compute a bootstrap test to determine whether the correlation between mean RTs and proportion of recall decreased significantly when imageability was added as a covariate.

The partial correlation analysis showed that the correlation between mean RTs in the PDT and proportion of recall for positive low-arousal words became tendential when imageability was controlled for,  $r_s = -.47$ ,  $p = .079$ . In addition, the bootstrap test revealed that the decrease in the correlation coefficient when imageability was controlled for was tendential,  $p = .074$ . Furthermore, in order to ensure that another lexical variable might not also explain our correlation of interest, we performed new partial correlation analyses, this time controlling successively for lexical frequency, number of letters and OLD 20. The results indicated that the correlation between mean RTs in PDT and the recall proportion for positive words with low arousal remained significant regardless of the lexical variable controlled for ( $ps < .05$ ). Therefore, lexical frequency, letter count and OLD 20 will not be considered in further analyses.

## **Discussion**

In this experiment, a first set of important findings indicated distinct effects of word valence and arousal in both lexical memory (i.e., progressive demasking) and episodic memory (i.e., free recall) tasks. More precisely, we observed the emotional bias traditionally reported in the literature in lexical memory (Kousta et al., 2009) and in episodic memory (Siddiqui & Unsworth, 2001), although it was less robust in the PDT than in free recall. In addition, some effects were specific to the PDT, with faster RTs for high-arousal words than for low-arousal

words (e.g., see also, Kever et al., 2019 for similar results with the constructive reconstruction task). When low-arousal words were considered, the PDT results displayed faster RTs for positive than for negative words, which is fully consistent with previous findings from the lexical decision task (e.g., Hofmann et al., 2009; Recio et al., 2014), therefore extending the existence of a positivity bias in the PDT. This bias was weaker and less robust when high-arousal words were considered, suggesting that positive words were processed faster than negative words, especially when they had a low arousal.

The second important finding of this experiment was that we found a correlation between word identification times in the PDT and their recall proportion only for positive low-arousal words: The faster these words were identified, the more they were recalled. Since the correlation between word RTs and their recall proportion was restricted to a single emotional category, which was not expected, we came to consider the intervention of a third variable in exploratory analyses, namely imageability. Indeed, when we had imageability as covariable in the model, the magnitude of the correlation mentioned above tended to decrease. This suggests that the retrieval of positive low-arousal words in lexical and episodic memory might involve common embodied processes, thereby reflecting a partial overlap between lexical and episodic memory (e.g., Burianova et al., 2010; Greenberg & Verfaellie, 2010). However, since the results indicated that the decrease in the correlation was marginal, further investigation is necessary to specify the role of imageability. In addition, with regard to the specific correlation for positive low-arousal words discussed above, and in light of the faster RTs for positive low-arousal words compared to negative low-arousal words obtained in the PDT, the question arises as to whether a positivity bias for low-arousal words could also emerge in free recall under conditions favoring the effect of the emotional characteristics of the words.

Experiment 2 was a constructive replication of Experiment 1 (for a typology of replication studies, see Hüffmeier et al., 2016). The first objective of this follow-up experiment was to replicate the correlation between word identification times in progressive demasking

tasks and their recall proportion obtained specifically for positive low-arousal words, and to confirm that this link was partly explainable by the role of imageability in the retrieval of positive low-arousal words in lexical and episodic memory. In Experiment 1, these were new and unexpected results, and there is currently a consensus in the scientific community regarding the need to replicate unexpected results at least once in order to consider them as reliable (see Zwaan et al., 2018). To avoid emotional smoothing due to repetition and in order to maximize the influence of emotional characteristics of words in free recall, we slightly modified the experimental paradigm of Experiment 1 so that each word was presented only once to the participants in Experiment 2.

The second objective of Experiment 2 was to test whether a positivity bias for low-arousal words could emerge in free recall under conditions favoring the effect of the emotional characteristics of the words. To this end, we added a delayed free recall 20 minutes after the first free recall. Indeed, in a memory experiment, the first retrieval phase can be seen as a starting point that can influence the subsequent retrieval of information in memory (Kensinger & Ford, 2020). For example, it has been shown that when emotional information is retrieved from episodic memory, the processes at work can reinforce the memory traces of this emotional information and facilitate its subsequent accessibility (Emmerdinger et al., 2018; Jia et al., 2019).

## Experiment 2

### Method

#### *Participants*

Thirty-six undergraduate students from the University of Bordeaux participated in this experiment on a voluntary basis. None of them had participated in Experiment 1. One participant reported dyslexia and was therefore excluded from the sample. Finally, all participants were native French speakers, had normal or corrected-to-normal vision, and declared having no reading or writing disorder, nor neurological or psychiatric disturbance. They were aged from 18 to 25 ( $M = 21.82$  years,  $SD = 1.27$ ; 20 women).

#### *Materials*

The stimuli were the same as in Experiment 1.

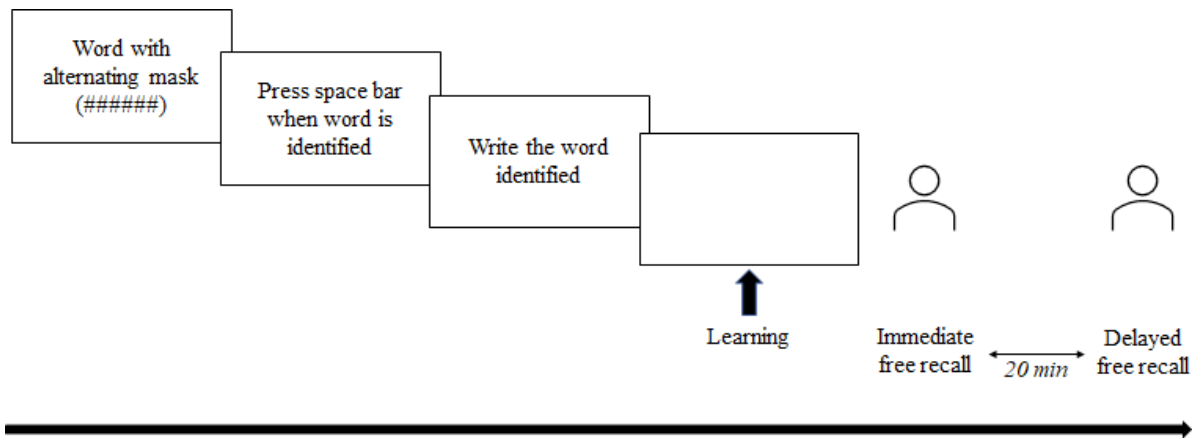
#### *Procedure*

The procedure was identical to that of Experiment 1, with two exceptions. First, in order to avoid the possibility that a repeated presentation could blunt the effects of emotional category and/or imageability in free recall, each word was presented only once to each participant. It was explained to participants that they had to perform PDT and word learning at the same time (for a similar procedure combining a matching/encoding task and a free recall task, see Vallet et al., 2017). More specifically, the modified version of the PDT proceeded as follows: a word in lowercase and a mask (#####) were alternately displayed on the computer screen. Participants were asked to press the space bar as soon as they could identify the word. Then, they carefully typed the correct answer and had 3 seconds to learn the word before the next trial began. In addition to immediate free recall, the participants performed a delayed free recall task during which they again had to recall as many words as possible. An illustration of the procedure is presented in Figure 5.



**Figure 5**

**Illustration of the general procedure of Experiment 2**



**Analyses**

Error correction and removal of extreme values and outliers from the PDT were carried out in the same way as in Experiment 1. This led us to consider 27 misspelled responses in the PDT as corrected, out of 62 errors analyzed. The 35 responses not corrected by the Aspell algorithm in the PDT were considered as missing data in the free recall tasks. Analyses with corrected and uncorrected responses did not lead to different conclusions, therefore we report only analyses with uncorrected responses.

We used a similar two-step statistical frame to that described in Experiment 1. In the first step, we used GLMM analyses with a priori contrasts to test for the existence in PDT and immediate and delayed free recall of 1) an emotional bias, 2) an arousal effect, 3) a positivity bias for high-arousal words, and 4) a positivity bias for low-arousal words. Then, in the second step, we examined whether imageability could explain the relationship between performances for words in PDT and in immediate and delayed free recall.

**Results**

***Step 1: Analyses without imageability***

**Progressive demasking results.** Estimates, 95% confidence intervals, standard errors, *t* values and *p* values for each contrast and each outlier detection threshold obtained following

GLMMs analyses of RTs from the PDT are presented in Table 8. All the models only included random intercepts for participants and items. The presence of random slopes for emotional categories led to a singular fit for 2 SDs and 2.5 SDs outlier detection thresholds.

The multiverse GLMMs analyses conducted on RTs showed a significant emotional bias, with emotional words (i.e., positive and negative low- and high-arousal words) exhibiting faster RTs than neutral words, for outlier detection thresholds of 2 SDs ( $b = -23.16, p = .042$ ) and 3 SDs ( $b = -19.08, p = .004$ ), but the effect was non-significant for a threshold of 2.5 SDs ( $b = -10.79, p = .141$ ). These analyses also revealed a significant arousal effect, with high-arousal words being identified faster than low-arousal words, whatever the criteria for outlier detection (2 SDs threshold:  $b = -96.15, p < .001$ ; 2.5 SDs threshold:  $b = -99.01, p < .001$ ; 3 SDs threshold:  $b = -96.08, p < .001$ ). Moreover, the analyses uncovered a significant positivity bias for high-arousal words, with negative high-arousal words eliciting slower RTs than positive high-arousal words, whatever the criteria for outlier detection (2 SDs threshold:  $b = 32.29, p < .001$ ; 2.5 SDs threshold:  $b = 39.52, p < .001$ ; 3 SDs threshold:  $b = 31.20, p < .001$ ). Finally, the analyses showed a significant positivity bias for low-arousal words, with positive low-arousal words exhibiting faster RTs than negative low-arousal words, whatever the criteria for outlier detection (2 SDs threshold:  $b = 39.69, p < .001$ ; 2.5 SDs threshold:  $b = 42.72, p < .001$ ; 3 SDs threshold:  $b = 42.82, p < .001$ ).

In sum, the arousal effect and the positivity bias for low- and high-arousal words were found for all the outlier detection thresholds, indicating that these effects are robust. However, evidence for the existence of an emotional bias is weaker, since the significance of this effect varies depending on how the outliers are removed (2 SDs,  $p = .042$ , 2.5 SDs,  $p = .141$ , 3 SDs,  $p = .004$ ).

**Table 8**

Estimates, 95% confidence intervals, standard errors, *t* values and *p* values for each contrast as a function of outlier detection thresholds (i.e., 2 SDs, 2.5 SDs and 3 SDs) in the PDT ( $\wedge p < .10$  ; \*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$ ; \*\*\*  $p < .001$ )

Outlier threshold	Effect (word comparison)	<i>b</i>	95% Confidence Interval	Std. Error	<i>t</i> value	<i>p</i> value
2 SDs						
	Emotional vs. neutral	- 23.16	(- 45.51, - 0.79)	11.41	- 2.03	.042*
	High-arousal vs. low-arousal	- 96.15	(- 112.62, - 79.68)	8.40	- 11.44	< .001***
	Negative vs. positive, high-arousal	32.29	(14.69, 49.90)	8.98	3.60	< .001***
	Negative vs. positive, low-arousal	39.69	(24.01, 55.38)	8.00	4.96	< .001***
2.5 SDs						
	Emotional vs. neutral	- 10.79	(- 25.15, 3.57)	7.33	- 1.47	.141
	High-arousal vs. low-arousal	- 99.01	(- 123.98, - 74.05)	12.74	- 7.77	< .001***
	Negative vs. positive, high-arousal	39.52	(24.80, 54.25)	7.51	5.26	< .001***
	Negative vs. positive, low-arousal	42.72	(28.71, 56.73)	7.15	5.98	< .001***
3 SDs						
	Emotional vs. neutral	- 19.08	(- 31.91, - 6.26)	6.54	- 2.92	.004**
	High-arousal vs. low-arousal	- 96.08	(- 108.05, - 84.12)	6.10	- 15.74	< .001***
	Negative vs. positive, high-arousal	31.20	(18.69, 43.71)	6.39	4.89	< .001***
	Negative vs. positive, low-arousal	42.82	(28.96, 56.67)	7.07	6.06	< .001***

**Immediate free recall results.** Estimates, 95% confidence intervals, standard errors, z values and p values for each contrast obtained following GLMMs analyses of recall accuracy are presented in Table 9. The model included random intercepts for participants and items.

The GLMMs analyses on recall accuracy showed a significant emotional bias ( $b = 0.96$ ,  $p = .043$ ), with a higher recall accuracy for emotional words than for neutral words. No other effects were significant ( $ps > .439$ ).

**Delayed free recall results.** Estimates, 95% confidence intervals, standard errors, z values and p values for each contrast obtained following GLMMs analyses of recall accuracy are presented in Table 10. The model included random intercepts for participants and items.

The GLMMs analyses conducted on recall accuracy revealed a tendential emotional bias ( $b = 0.93$ ,  $p = .074$ ), with a higher recall accuracy for emotional words than for neutral words. The analyses also uncovered a significant positivity bias for low-arousal ( $b = - 0.42$ ,  $p = .047$ ), with a higher recall accuracy for positive low-arousal than for negative low-arousal words. No other effects were significant ( $ps > .375$ ).

**Item-wise analyses: Correlations between mean RTs and proportion of recall in immediate free recall.** Spearman's rho, confidence intervals and p values for correlations between mean RTs and mean percentages of words correctly recalled during immediate recall as a function of emotional category and outlier detection threshold are presented in Table 11.

The results revealed a negative significant correlation between mean RTs in the PDT and mean percentages of words correctly recalled for positive low-arousal words, whatever the criteria for outlier detection (2 SDs threshold:  $r_s = - .55$ ,  $p = .027$ ; 2.5 SDs threshold:  $r_s = - .58$ ,  $p = .018$ ; 3 SDs threshold:  $r_s = - .55$ ,  $p = .026$ ). Thus, the faster the positive low-arousal words were identified, the more they were recalled subsequently. No other correlations were significant ( $ps > .336$ ).

**Table 9**

**Estimates, confidence intervals, standard errors,  $z$  values and  $p$  values for each contrast in the immediate free recall task ( $^{\wedge} p < .10$ ;  $* p < .05$ ;  $** p < .01$ ;  $*** p < .001$ )**

Effect (word comparison)	$b$	95% Confidence Interval	Std. Error	$z$ value	$p$ value
Emotional vs. neutral	0.96	(0.03, 1.89)	0.47	2.03	.043*
High-arousal vs. low-arousal	- 0.01	(- 0.54, 0.52)	0.27	- 0.04	.968
Negative vs. positive, high-arousal	- 0.04	(- 0.41, 0.34)	0.19	- 0.18	.854
Negative vs. positive, low-arousal	- 0.15	(- 0.53, 0.23)	0.19	- 0.77	.449

**Table 10**

**Estimates, confidence intervals, standard errors,  $z$  values and  $p$  values for each contrast in the delayed free recall task ( $^{\wedge} p < .10$ ;  $* p < .05$ ;  $** p < .01$ ;  $*** p < .001$ )**

Effect (word comparison)	$b$	95% Confidence Interval	Std. Error	$z$ value	$p$ value
Emotional vs. neutral	0.93	(- 0.09, 1.96)	0.52	1.79	.074 <sup>^</sup>
High-arousal vs. low-arousal	0.26	(- 0.32, 0.85)	0.30	0.89	.375
Negative vs. positive, high-arousal	- 0.07	(- 0.48, 0.34)	0.21	- 0.35	.730
Negative vs. positive, low-arousal	- 0.42	(- 0.84, - .01)	0.21	- 1.99	.047*

**Table 11**

**Spearman's rho, confidence intervals and p values for correlations between mean RTs and proportion of recall in immediate recall as a function of emotional category and outlier detection threshold ( $\wedge p < .10$ ; \*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$ ; \*\*\*  $p < .001$ )**

Outlier threshold	Emotional category	Spearman's rho	95% CI	<i>p value</i>
2 SDs				
	Neutral	- .16	(- .49, .21)	.368
	Negative – high arousal	- .15	(- .61, .39)	.582
	Positive – high arousal	- .13	(- .60, .40)	.637
	Negative – low arousal	- .11	(- .59, .42)	.681
	Positive – low arousal	- .55	(- .83, - .06)	.027*
2.5 SDs				
	Neutral	- .18	(- .50, .19)	.336
	Negative – high arousal	- .20	(- .64, .34)	.456
	Positive – high arousal	- .10	(- .58, .43)	.712
	Negative – low arousal	- .13	(- .60, .40)	.633
	Positive – low arousal	- .58	(- .84, - .10)	.018*
3 SDs				
	Neutral	- .17	(- .50, .20)	.342
	Negative – high arousal	- .20	(- .64, .34)	.456
	Positive – high arousal	- .05	(- .54, .47)	.863
	Negative – low arousal	- .13	(- .60, .40)	.633
	Positive – low arousal	- .55	(- .83, - .04)	.026*

**Item-wise analyses: Correlations between mean RTs and proportion of recall in delayed free recall.** Spearman's rho, confidence intervals and p values for correlations between mean RTs and mean percentages of words correctly recalled during delayed recall as a function of emotional category and outlier detection threshold are presented Table 12.

The results revealed a negative significant correlation between mean RTs in the PDT and mean percentages of words correctly recalled for positive low-arousal words, whatever the criteria for outlier detection (2 SDs threshold:  $r_s = - .52, p = .040$ ; 2.5 SDs threshold:  $r_s = - .57, p = .022$ ; 3 SDs threshold:  $r_s = - .56, p = .028$ ). Thus, as in immediate recall, the faster the positive low-arousal words were identified, the more they were recalled subsequently. No other correlations were significant ( $ps > .281$ ).

**Table 12**

**Spearman's rho, confidence intervals and p values for correlations between mean RTs and proportion of recall in delayed recall as a function of emotional category and outlier detection threshold ( $\wedge p < .10$ ;  $* p < .05$ ;  $** p < .01$ ;  $*** p < .001$ )**

Outlier threshold	Emotional category	Spearman's rho	95% CI	<i>p value</i>
2 SDs	Neutral	- .12	(- .46, .25)	.513
	Negative – high arousal	- .05	(- .55, .47)	.845
	Positive – high arousal	- .06	(- .55, .46)	.832
	Negative – low arousal	- .23	(- .66, .31)	.386
	Positive – low arousal	- .52	(- .81, - .02)	.040*
2.5 SDs	Neutral	- .10	(- .44, .27)	.604
	Negative – high arousal	- .18	(- .63, .36)	.515
	Positive – high arousal	- .11	(- .59, .42)	.684
	Negative – low arousal	- .29	(- .69, .26)	.281
	Positive – low arousal	- .57	(- .84, - .09)	.022*
3 SDs	Neutral	- .10	(- .44, .27)	.598
	Negative – high arousal	- .18	(- .63, .36)	.515
	Positive – high arousal	- .07	(- .56, .45)	.791
	Negative – low arousal	- .29	(- .69, .26)	.281
	Positive – low arousal	- .56	(- .83, - .07)	.028*

### ***Step 2: analyses with imageability***

Item-wise analyses: partial correlations between mean RTs and proportion of recall in immediate free recall controlling for imageability. The partial correlation analysis showed that the correlation between mean RTs in the PDT and proportion of recall for positive low- arousal words became non-significant when imageability was added as a covariate ( $r_s = -.40, p = .140$ ). In addition, the bootstrap test revealed that the reduction of the correlation coefficient in the partial correlation reached significance ( $p = .038$ ).

Item-wise analyses: partial correlations between mean RTs and proportion of recall in delayed free recall controlling for imageability. The partial correlation analysis showed that the correlation between mean RTs in the PDT and proportion of recall for positive low- arousal words became non-significant when imageability was added as a covariate,  $r_s = -.38, p = .157$ .

In addition, the reduction of the correlation coefficient in the partial correlation was tendential ( $p = .060$ ).

## **Discussion**

In Experiment 2, where the procedure of Experiment 1 was slightly modified so that each word was presented only once in order to enhance emotional effects, overall, we replicated the findings of the first experiment and extended them to delayed free recall. Indeed, the results confirmed the existence of an emotional bias in immediate free recall (e.g., Siddiqui & Unsworth, 2011), and revealed that this bias was also present in delayed free recall (e.g., Kalenzaga et al., 2016). In addition, as in Experiment 1, evidence for an emotional bias in the PDT was weaker than in free recall given that the significance of this effect varied according to the outlier detection threshold (significant effect for thresholds of 2 and 3 SDs and not for a threshold of 2.5 SDs). There was an arousal effect in the PDT similar to that obtained in Experiment 1, with RTs for high-arousal words being faster than for low-arousal words (see also in constructive recognition, Kever et al., 2019), but this effect did not emerge in either immediate or delayed free recall. Moreover, in the PDT, unlike in Experiment 1, the results showed that positive words were identified more rapidly than negative words, whatever their arousal. It is noteworthy, however, that this effect was greater for low-arousal words than for high-arousal words, which is consistent with the results of Experiment 1 and previous findings (e.g., Recio et al., 2014). In immediate free recall, there was no difference between positive and negative word recall for any arousal, whereas, as expected, a positivity bias for low-arousal words emerged in delayed free recall (e.g., Kalenzaga et al., 2016).

Importantly, the data of Experiment 2 replicated the correlation between the RTs of positive low-arousal words in the PDT and their proportion of recall found in Experiment 1 in immediate free recall, and also revealed this effect in delayed free recall. Moreover, when we added imageability as a covariate in our analyses, the correlations between the RTs of positive



low-arousal words in the PDT and their recall proportion in immediate and delayed free recall decreased significantly. This suggests again that imageability and, probably, embodied processes are involved in the retrieval of positive low-arousal words in lexical and episodic memory.

### **General discussion**

The initial objective of this study was twofold. First, we aimed to clarify the effects of the emotional characteristics (valence and arousal) of words on retrieval in lexical and episodic memory. To this end, we set up a paradigm including a PDT using emotional words followed by a free recall task. Second, we intended to determine whether and how performances in the two above-mentioned tasks were correlated based on the information provided by the items. Experiment 2 was designed to replicate the results of Experiment 1 while increasing the emotional effects in our tasks by presenting the words only once in the PDT and adding delayed free recall. Our main findings can be summarized as follows. First, we found an emotional bias in immediate and delayed free recall and in progressive demasking, although this effect was less robust in progressive demasking than in recall with respect to the results of the mini-multiverse analysis. Second, in both experiments, we confirmed the hypothesis that high-arousal words are easier to process than low-arousal words in the PDT. A third and important finding was that, as expected, we obtained a positivity bias in the PDT that was greater for low arousal words than for high arousal words in both experiments, and showed that this bias also emerged in delayed free recall in Experiment 2. Finally, while we expected item performance in the PDT and in that in free recall to be correlated whatever the emotional category, the results revealed a reliable correlation for positive low-arousal words only. Further analyses demonstrated that this unexpected effect could be explained, at least in part, by an imageability effect for positive low-arousal words in both the PDT and free recall, in both experiments. Below, we discuss the valence and arousal effects we found for lexical memory retrieval, then for episodic memory retrieval, before examining the relationships between the two.

## **Valence and arousal effects in lexical memory**

Before comparing the words according to their valence and arousal, we begin here by examining the general processing of emotional words in the PDT. The emotional bias, that is, the easier processing of emotional words compared to neutral words, regardless of their valence and arousal, described in previous lexical memory studies using lexical decision (e.g., Kousta et al., 2009; Vinson et al., 2014) and constructive recognition (e.g., Keuper et al., 2019), was evidenced here for the first time in progressive demasking. This effect was found for 3 SDs outlier detection thresholds in Experiment 1 and 2 analyses, replicating previous findings from Keuper et al. (2019) using a similar threshold. However, according to a multiverse analysis, the effect was not robust since it was additionally found for a detection threshold of 2.5 SDs but not 2 SDs in Experiment 1, and for a detection threshold of 2 SDs but not 2.5 SDs in Experiment 2. The inconsistency of the emotional bias could stem from the heterogeneity of the processing of low- and high-arousal words on the one hand, and of positive and negative words on the other hand, as we will discuss later in this section. This also suggests that it is important to disentangle the effects of valence and arousal when studying emotional effects in lexical memory (e.g., Citron & Weekes, 2013; Larsen et al., 2008).

Importantly, the results of both experiments showed a robust arousal effect, with high-arousal words being identified faster than low-arousal words, whatever the criteria for outlier detection. These observations coincide with those of Keuper and colleagues (Keuper et al., 2017; Keuper et al., 2019), who found that high-arousal words have faster RTs than low-arousal words in a constructive recognition task. By obtaining similar results in a PDT, we provide additional evidence that the arousal of words facilitates their retrieval in lexical memory when the experimental paradigm favors the activation of semantic representations of the words. This robust effect of arousal can be explained within a theoretical framework of visual word recognition adapted to affective processing (Gobin & Mathey, 2010). During word processing, the affective system, which contains information about the emotional characteristics of words,

is activated and sends an activation to the orthographic lexicon through top-down processes. This feedback activation would be greater for high-arousal words than for low-arousal words, speeding up their identification. Word arousal might also facilitate the response in the PDT via a direct influence from the affective system. This is also consistent with an evolutionary perspective, since it is crucial for the motor system to be promptly activated when an individual faces a stimulus with a high emotional charge in order to prepare a rapid and adaptive response (Vergallito et al., 2019).

In addition, we uncovered a differential processing of positive and negative words in the PDT in both experiments, with positive words being identified faster than negative words. This result confirms the existence of a positivity bias in lexical memory (e.g., in constructive recognition, Kever et al., 2019; in lexical decision, Kuperman et al., 2014). Two distinct but non-exclusive explanations can be proposed to account for this differential processing of positive and negative words. First, according to the density theory (Unkelbach et al., 2008), positive words are identified faster than negative words because they are more densely clustered in memory than negative words. By integrating this explanation within an activation model adapted to affective processing (Gobin & Mathey, 2010), we propose that the activation sent by the affective system to the orthographic lexicon is greater for positive than for negative words because the former receive a higher activation from the semantic system due to the density of their semantic network. This activation gain would speed up their identification. Second, the positivity bias observed in lexical memory may reflect adaptive processes aimed at maintaining the individual's well-being (e.g., Adler & Pansky, 2020). Indeed, in older adults, it has been proposed that memory positivity bias may explain the association between age and increased well-being (e.g., Charles & Carstensen, 2010). According to the Socioemotional Selectivity Theory (Carstensen et al., 1999), as people age, they perceive time as more limited and tend to process information in a manner that enhances their emotional fulfilment. Given that it has been shown that young adults may exhibit memory positivity bias

when encouraged to adopt an older adult perspective (e.g., Lynchard & Radvansky, 2012), we can assume that the positivity bias we have identified here reflects emotional regulation processes aimed at maintaining or improving well-being.

Finally, in Experiments 1 and 2, our PDT results revealed that valence and arousal interacted in such a way that the positivity bias was greater for low-arousal words than for high-arousal words, consistent with previous findings from lexical decision tasks (e.g., Larsenet al., 2008; Recio et al., 2014). With regard to the theories presented above to explain the presence of a positivity bias in lexical memory, we can propose two explanations for the moderating role of arousal in the positivity bias. First, for high-arousal words, word identification would be facilitated for both positive and negative words, either through lexico- affective activation processes or motor activation, which would mask the effects of valence. Second, the processing of high-arousal words would be more automated than that of low- arousal words (e.g., Anderson & Phelps, 2001), which would make it more difficult to use goal-directed processing to promote the lexical memory retrieval of positive words over negative words for high-arousal words. Future studies should be aimed at clarifying these two interpretations.

### **Valence and arousal effects in episodic memory**

The pattern of results obtained in episodic memory tasks in both experiments mainly differs from that obtained in lexical memory. In immediate free recall, we found an emotional bias resulting in better recall of emotional words than neutral words, but there was no arousal

effect and no difference between positive and negative words. In delayed free recall, we again found an emotional bias, and also observed a positivity bias for low-arousal words. Thus, we replicated the emotional bias in episodic memory widely demonstrated in the literature (e.g., Kensinger & Corkin, 2003; Siddiqui & Unsworth, 2011). The fact that this effect emerged in free recall but was not reliable in progressive demasking suggests that specific mechanisms for free recall are at the origin of this effect. Following Talmi and Moscovitch (2004), who proposed that the presence of an emotional bias in free recall but not in recognition tasks is an indirect indication of the role of semantic relatedness in emotional bias in episodic memory, we assume that our results are due at least in part to organizational strategies in free recall.

Furthermore, the use of organizational strategies may have masked arousal and valence effects in free recall in our study by reducing the search parameters in retrieval (see Tulving & Pearlstone, 1966). The lack of arousal effect in free recall, whether immediate or delayed, is not surprising. Indeed, the arousal enhancement effect in episodic memory is often interpreted within the framework of the modulation model (e.g., Schmidt & Saari, 2007). According to this model, arousal promotes the memorization of emotional stimuli through the modulation of the activation of the amygdala, which facilitates the consolidation of memory traces. Given that the consolidation of emotional traces in memory requires several hours, longer time periods than those used in our study would be necessary for the emergence of a facilitating effect of arousal in episodic memory (see Talmi, 2013). Furthermore, we have observed a positivity bias for low-arousal words in delayed free recall. This positivity bias, which emerges only after a 20-minute delay, coincides with the results of Kalenzaga et al. (2016), who found no difference between positive and negative word recall in immediate free recall, whereas they identified a positivity bias in 20 minutes in delayed free recall. An explanation is that the effects of the emotional characteristics of words are greater in delayed free recall than in immediate free recall (e.g., Kensinger & Ford, 2020). In addition, it has been shown that negative emotions tend to fade faster than positive ones (Walker et al., 1997). Thus, our results suggest that under conditions

favoring the effects of valence in free recall, such as the use of two consecutive retrieval phases, positive words have an advantage over negative words. This positivity bias for low-arousal words is consistent with the results obtained in progressive demasking and with recent work indicating that "in human memory, good is often (maybe even usually) stronger than bad" (p. 89, Sedikides & Skowronski, 2020). In summary, the patterns of results obtained in progressive demasking and free recall indicate that the processes involved in the retrieval of emotional words in lexical and episodic memory are mostly distinct. In order to further investigate this issue, we directly tested the link between performances in progressive demasking and free recall.

### **Link and differences between retrieval in lexical and episodic memory**

The results revealed a correlation between performances in progressive demasking and in immediate (Experiments 1 and 2) and delayed free recall (Experiment 2), which emerged for positive low-arousal words but not for the four other word categories. Thus, the retrieval in lexical and episodic memory would be supported by processes that are largely distinct.

Our results revealed robust correlations between performances in progressive demasking, immediate free recall, and delayed free recall for positive low-arousal words; this is an argument for an overlap between episodic and lexical memory systems and for common memory traces in this condition (e.g., Vallet et al., 2017). In addition, we showed that these correlations were partly explained by the role of imageability in the retrieval of positive low-arousal words from both lexical and episodic memory. This suggests that the retrieval of positive low-arousal words from lexical and episodic memory relies on common processes, possibly including embodied sensory-motor reactivation processes, in accordance with the Act-In model (Versace et al., 2014). These findings can be related to recent observations on neural correlates of autobiographical memory retrieval indicating that participants had greater activation of the left parahippocampus during the retrieval of positive memories than during a control task, whereas there was no such difference during the retrieval of negative and neutral

memories (Parlar et al., 2018). Activation of the parahippocampal cortex in the processing of concepts with a high visual component has been observed in several studies (Bonner et al., 2016; Wang et al., 2010), suggesting that the retrieval of positive memories involves sensory-motor processes.

## **Conclusion**

In summary, the two experiments in this article provided evidence that word valence and arousal have mainly distinct effects on lexical and episodic memory. On the one hand, we obtained an arousal effect that was restricted to the PDT, and on the other hand, we found an emotional bias specific to free recall. These results suggest that the arousal dimension of stimuli must be integrated rapidly in order to promote a prompted activation of the motor system, whereas the valence dimension is a second-order feature of the stimuli that does not require a prompt response from the body. Moreover, our results reveal that positive information might have an advantage over negative information in both lexical access and episodic memory, thus challenging the classical conception that negative stimuli have a greater impact on memory than positive stimuli (Baumeister et al., 2001; Rozin & Royzman, 2001). Finally, our results also suggest that common processes underlie lexical retrieval and episodic memory, as long as words are positive with a low arousal. Such processes would partly rely on word imageability, favoring embodied perspectives of memory (e.g., Versace et al., 2014). Future studies should be conducted in order to investigate the relationships between the emotional characteristics of words and other variables reflecting embodied processing, such as the degree to which the content of a word involves the human body (Sidhu et al., 2014).

## **1.3. Synthèse des résultats et analyses complémentaires**

### ***1.3.1 Synthèse des résultats***

Les données obtenues dans les Expériences 1 et 2 convergent. Nous avons obtenu un biais émotionnel en rappel libre immédiat et différé, ainsi qu'en démasquage progressif bien qu'une analyse en multivers ait révélé que cet effet était moins robuste en démasquage progressif qu'en rappel libre. Les résultats ont révélé un effet facilitateur de l'arousal en démasquage progressif, cependant cet effet n'était pas présent en rappel libre. Ensuite, nous avons trouvé un biais de positivité en démasquage progressif qui était plus important pour les mots à arousal bas, et un biais similaire a été obtenu en rappel libre différé. Enfin, contrairement à ce que nous attendions, les résultats ont montré une corrélation entre les performances pour les items en démasquage progressif et en rappel libre spécifiquement pour les mots positifs à arousal bas. Des analyses exploratoires ont indiqué que cet effet pouvait être expliqué au moins partiellement par un rôle de l'imageabilité.

Ainsi, dans l'ensemble, les résultats des Expériences 1 et 2 suggèrent que la valence émotionnelle et l'arousal des mots influencent la récupération en mémoire lexicale et en mémoire épisodique via des processus différents. En effet, les mots plus les rapidement identifiés n'étaient pas nécessairement les plus rappelés. Toutefois, ces résultats ont aussi mis en évidence un lien surprenant entre les performances dans les deux tâches pour les mots positifs à arousal bas uniquement. Plus les TR de ces mots en démasquage progressif étaient bas, plus leurs pourcentages de rappel libre mesurés en suivant étaient élevés. Au regard du rôle de l'imageabilité dans ce lien, montré dans des analyses de corrélations partielles, nous avons émis une nouvelle hypothèse selon laquelle la récupération des mots positifs à arousal bas à la fois en mémoire lexicale et en mémoire épisodique dépendrait de processus incarnés, et que ceci serait vrai uniquement pour cette catégorie de mots. Ainsi, dans les analyses complémentaires présentées ci-après, l'objectif était de déterminer s'il y avait un effet de l'imageabilité pour les mots à positifs à arousal bas en démasquage progressif et en rappellibre, et si cela était



valable uniquement pour ces mots.

### **1.3.2. Analyses statistiques complémentaires**

Nous avons complété les analyses réalisées sur les données des Expériences 1 et 2 afin de tester s'il y avait un effet d'interaction entre l'imageabilité et la catégorie émotionnelle des mots en démasquage progressif et en rappel libre. Ainsi, seule l'interaction imageabilité x valence sera discutée. À cette fin, nous avons utilisé des analyses en MLMG multi-niveaux, en deux étapes. Au premier niveau, la catégorie émotionnelle et l'imageabilité étaient introduites dans le modèle. Puis, au deuxième niveau, un terme d'interaction entre la catégorie émotionnelle et l'imageabilité était ajouté au modèle. Contrairement aux analyses confirmatoires présentées dans l'article ce chapitre, nous n'avons pas appliqué de contrastes orthogonaux à priori au facteur *catégorie émotionnelle* car nous souhaitions étudier l'effet de l'imageabilité pour chacune des catégories émotionnelles (i.e., mots neutres, mots positifs à arousal bas et élevé, mots négatifs à arousal bas et élevé) de manière indépendante. Lorsque l'effet de la catégorie émotionnelle était significatif, nous avons précisé cet effet en effectuant des analyses post hoc à partir de la matrice de contrastes orthogonaux utilisée dans notre article. Pour cela, nous avons utilisé la fonction *glht* du package *multcomp* (Hothorn et al., 2016). Afin de contrôler le taux d'erreur de Type I, les valeurs *p* ont été ajustées à l'aide de la méthode de Hommel (1988). Nous avons eu recours à cette méthode car elle est moins conservatrice que la méthode de Bonferroni (1936) et elle est particulièrement appropriée lorsque des hypothèses indépendantes sont testées, comme c'est le cas avec les contrastes orthogonaux. Lorsque l'interaction entre l'imageabilité et la catégorie émotionnelle était significative, nous avons effectué des analyses en pentes simples en utilisant la fonction *sim\_slopes* du package *jtools* (Long, 2019). Ces analyses nous ont permis de préciser l'effet d'interaction entre l'imageabilité et la catégorie émotionnelle en testant si la pented'imageabilité était différente de 0 pour chaque catégorie émotionnelle.

### 1.3.2.1 Résultats complémentaires de l'Expérience 1

**Démasquage progressif.** Le modèle comprenait des intercepts aléatoires pour les participants et les items, des pentes aléatoires pour l'imageabilité et la catégorie émotionnelle, ainsi qu'un terme de corrélation entre les pentes aléatoires de l'imageabilité et de la catégorie émotionnelle.

Les analyses ont montré un effet significatif de la catégorie émotionnelle,  $\chi^2(4) = 58.11$ ,  $p < .001$ . Les analyses post-hoc ont révélé un biais émotionnel significatif, les mots émotionnels présentant des TR plus rapides que les mots neutres ( $b = -69.28$ ,  $p = .004$ ). Un effet de l'arousal a également été observé, les mots à fort arousal présentant des TR plus rapides que les mots à faible arousal ( $b = -82.84$ ,  $p < .001$ ). De plus, les analyses post-hoc ont montré un biais de positivité significatif pour les mots à faible arousal, les mots positifs à faible arousal étant identifiés plus rapidement que les mots négatifs à faible arousal ( $b = 59.32$ ,  $p < .001$ ). Les analyses ont également révélé un effet significatif de l'imageabilité,  $\chi^2(1) = 14.85$ ,  $p < .001$ , indiquant que plus les mots étaient imageables, plus ils étaient identifiés rapidement ( $b = -31.73$ ). Enfin, il y avait un effet d'interaction significatif entre l'imageabilité et la catégorie émotionnelle,  $\chi^2(4) = 431.13$ ,  $p < .001$ . L'analyse en pentes simples a révélé que l'effet de l'imageabilité était significatif pour les mots positifs ( $b = -98.12$ ,  $p < .001$ ) et négatifs à faible arousal ( $b = -78.01$ ,  $p < .001$ ), mais pas pour les autres catégories de mots ( $ps > .218$ ).

Les données statistiques de l'effet d'imageabilité selon la catégorie émotionnelle sont présentées dans le Tableau 13. La Figure 6 montre l'effet d'interaction entre l'imageabilité et la catégorie émotionnelle.

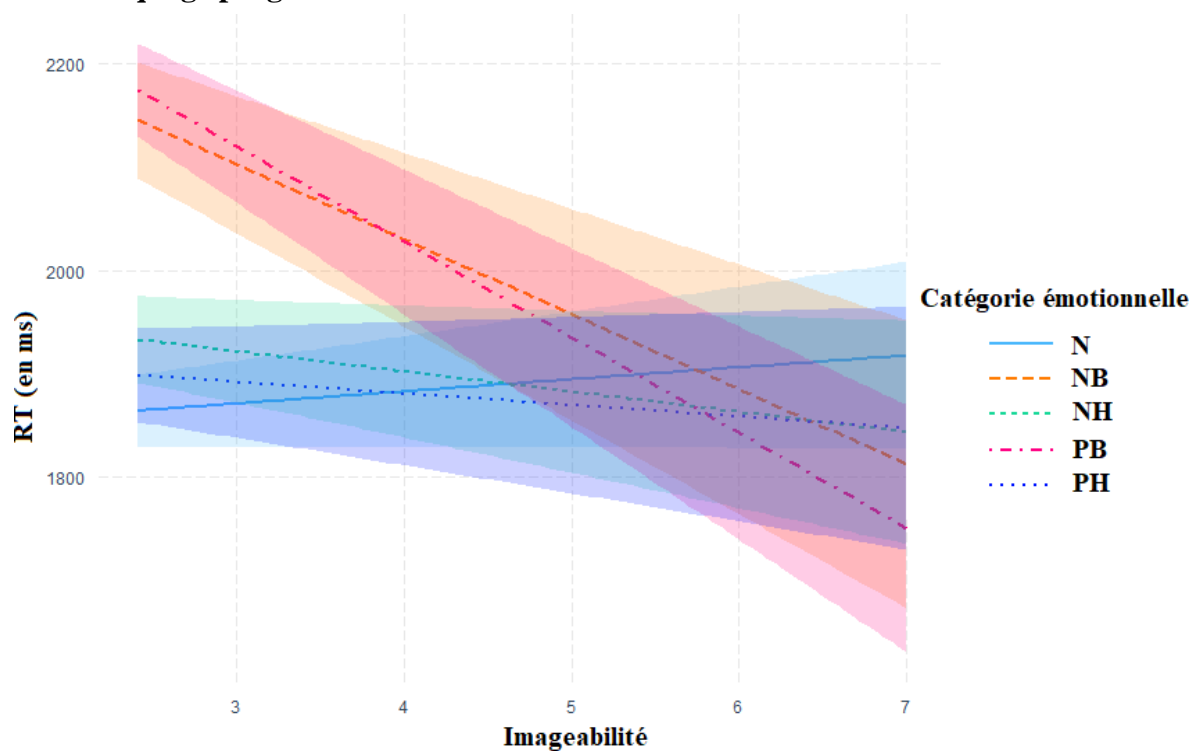
**Tableau 13**

**Coefficients de régression, intervalles de confiance à 95%, erreurs standards, valeurs  $t$  et  $p$  de l'effet de l'imageabilité pour chaque catégorie émotionnelle en démasquage progressif**

Catégorie émotionnelle	$b$	95% CI	Erreur Std.	$T$	$p$
Neutre	5.33	(- 24.75, 35.40)	15.34	0.35	.728
Négative – arousal élevé	- 26.42	(- 68.49, 15.65)	15.65	- 1.23	.218
Positive – arousal élevé	- 17.65	(- 57.92, 22.61)	20.54	- 0.86	.390
Négative – arousal bas	- 78.01	(- 116.44, - 39.58)	19.61	- 3.98	< .001
Positive – arousal bas	- 98.12	(- 152.89, - 43.34)	27.95	- 3.51	< .001

**Figure 6**

**Pentes simples montrant l'interaction entre l'imageabilité et la catégorie émotionnelle en démasquage progressif**



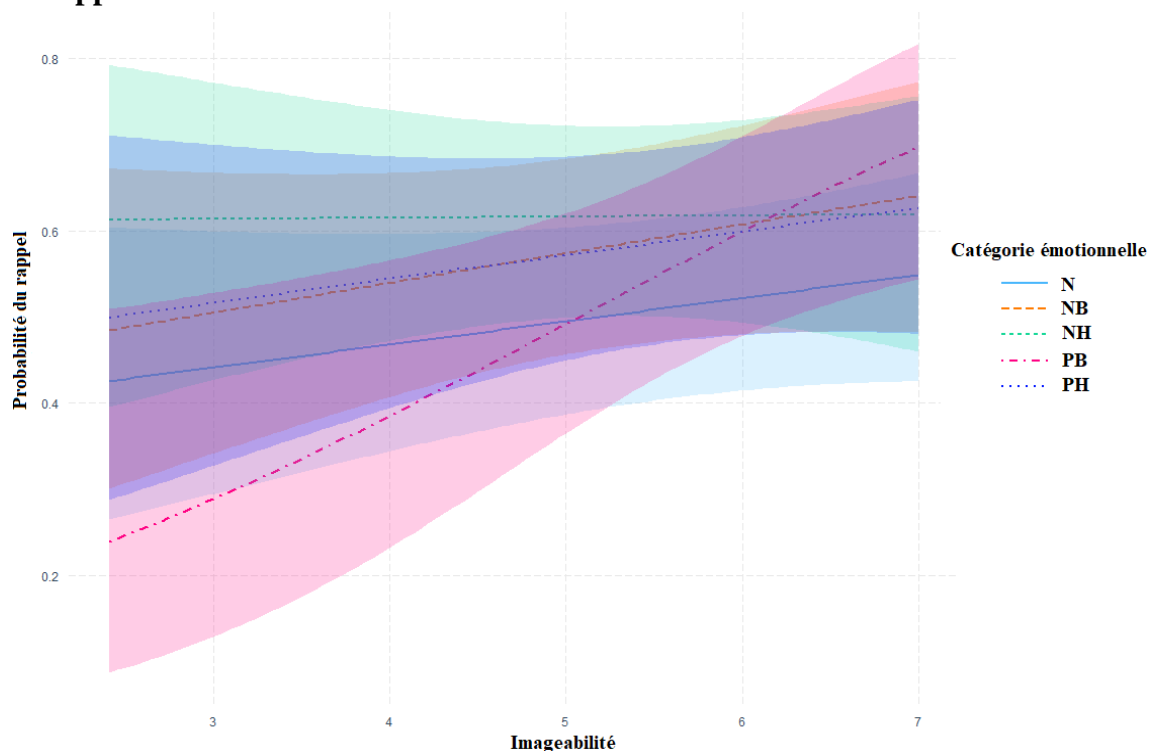
*Note.* N = neutre ; NB = négatif à arousal bas ; NH = négatif à arousal élevé ; PB = positif à arousal bas ; PH = positif à arousal élevé.

**Rappel libre immédiat.** Le modèle comprenait des intercepts aléatoires pour les participants et les items, des pentes aléatoires pour l'imageabilité, ainsi qu'un terme de corrélation entre les intercepts aléatoires des participants et les pentes aléatoires de l'imageabilité.

Les analyses ont révélé que l'effet de la catégorie émotionnelle n'était pas significatif,  $\chi^2(4) = 7.77, p = .110$ . L'effet de l'imageabilité était significatif,  $\chi^2(1) = 5.36, p = .021$ , ce qui indiquait que plus les mots étaient imageables, plus la précision du rappel était élevée ( $b = 0.13$ ). Enfin, l'interaction entre l'imageabilité et la catégorie émotionnelle n'était pas significative,  $\chi^2(4) = 4.09, p = .394$ .

La Figure 7 montre l'effet d'interaction entre l'imageabilité et la catégorie émotionnelle.

**Figure 7**  
**Pentes simples montrant l'interaction entre l'imageabilité et la catégorie émotionnelle en rappel libre immédiat**



*Note.* N = neutre ; NB = négatif à arousal bas ; NH = négatif à arousal élevé ; PB = positif à arousal bas ; PH = positif à arousal élevé.

### 1.3.2.2 Analyses complémentaires Expérience 2

**Démasquage progressif.** Le modèle comprenait des intercepts aléatoires pour les participants et les items, des pentes aléatoires pour l'imageabilité, et une corrélation entre les intercepts des participants et les pentes aléatoires de l'imageabilité.

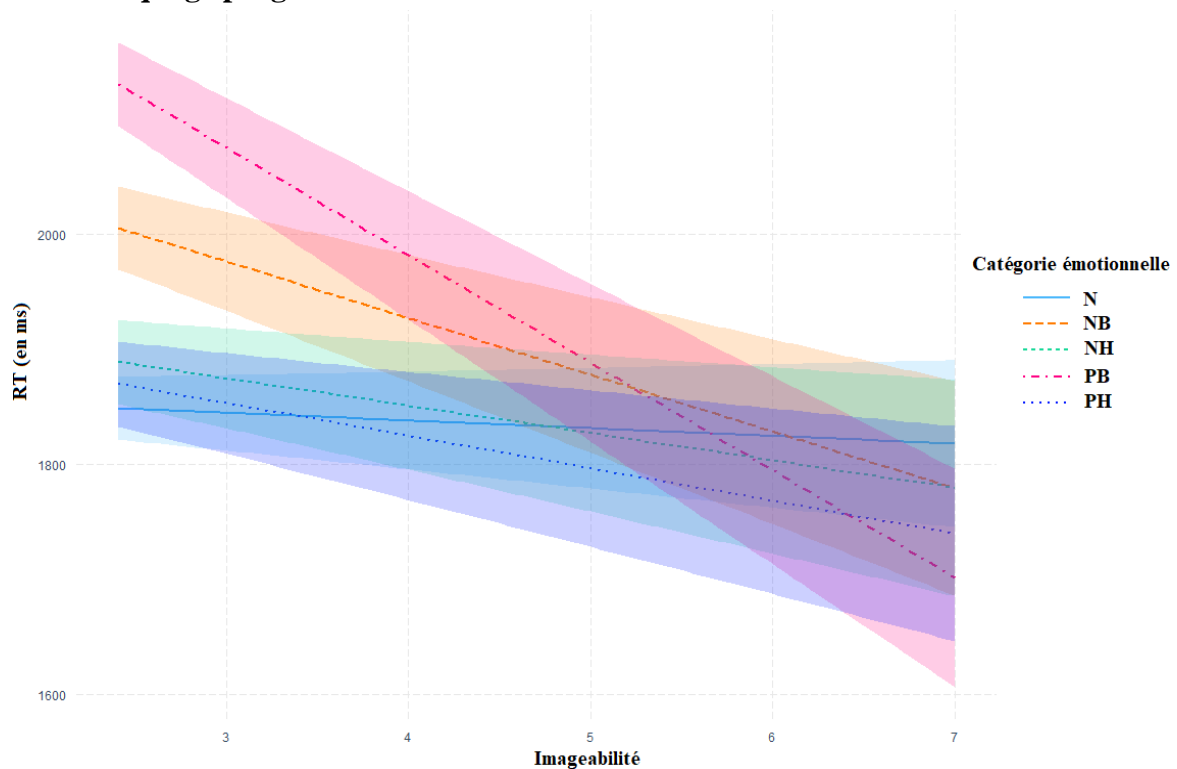
Les analyses ont montré un effet significatif de la catégorie émotionnelle,  $\chi^2(4) = 73.16$ ,  $p < .001$ . Les analyses de contrastes post-hoc ont révélé un biais émotionnel significatif, les mots émotionnels présentant des TR plus rapides que les mots neutres ( $b = -38.22$ ,  $p = .049$ ). Un effet significatif de l'arousal a également été observé, les mots à arousal élevé étant identifiés plus rapidement que les mots à arousal bas ( $b = -95.85$ ,  $p < .001$ ). Il y avait un biais de positivité significatif pour les mots à arousal élevé, les mots positifs à arousal élevé étant identifiés plus rapidement que les mots négatifs à arousal élevé ( $b = 31.99$ ,  $p = .003$ ). Le biais de positivité était aussi significatif pour les mots à arousal bas, les mots à positifs à arousal bas étant identifiés plus rapidement que les mots négatifs à arousal bas ( $b = 27.98$ ,  $p = .049$ ). On a également constaté un effet significatif de l'imageabilité,  $\chi^2(1) = 32.30$ ,  $p < .001$ , qui indiquait que plus les mots étaient imageables, plus ils étaient identifiés rapidement ( $b = -31.18$ ). Enfin, il y avait un effet d'interaction significatif entre l'imageabilité et la catégorie émotionnelle,  $\chi^2(4) = 318.87$ ,  $p < .001$ . L'analyse en pentes simples a révélé que l'effet de l'imageabilité était significatif pour les mots arousal élevé positifs ( $b = -28.32$ ,  $p < .001$ ) et négatifs ( $b = -23.79$ ,  $p < .001$ ), ainsi que pour les mots à arousal bas positifs ( $b = -93.39$ ,  $p < .001$ ) et négatifs ( $b = -49.24$ ,  $p = .003$ ), mais pas pour les mots neutres ( $p = .514$ ).

Les données statistiques de l'effet d'imageabilité selon la catégorie émotionnelle sont présentées dans le Tableau 14. La Figure 8 montre l'effet d'interaction entre l'imageabilité et la catégorie émotionnelle.

**Tableau 14**  
**Coefficients de régression, intervalles de confiance à 95%, erreurs standards, valeurs  $t$  et  $p$  de l'effet de l'imageabilité pour chaque catégorie émotionnelle en démasquage progressif**

Catégorie émotionnelle	$b$	95% CI	Erreur Std.	$t$	$p$
Neutre	- 6.71	(- 26.88, 13.45)	10.29	- 0.65	.514
Négative – arousal élevé	- 23.79	(- 37.06, - 10.52)	6.77	- 3.51	< .001
Positive – arousal élevé	- 28.32	(- 42.33, - 14.32)	7.15	- 3.96	< .001
Négative – arousal bas	- 49.24	(- 81.59, - 16.89)	16.51	- 2.98	.003
Positive – arousal bas	- 93.39	(- 140.21, - 46.56)	23.89	- 3.91	< .001

**Figure 8**  
**Pentes simples montrant l'interaction entre l'imageabilité et la catégorie émotionnelle en démasquage progressif**



*Note.* N = neutre ; NB = négatif à arousal bas ; NH = négatif à arousal élevé ; PB = positif à arousal bas ; PH = positif à arousal élevé.

**Rappel libre immédiat.** Le modèle comprenait des intercepts aléatoires pour les participants et les items, des pentes aléatoires pour l'imageabilité, et un terme de corrélation entre les intercepts aléatoires des participants et les pentes aléatoires de l'imageabilité.

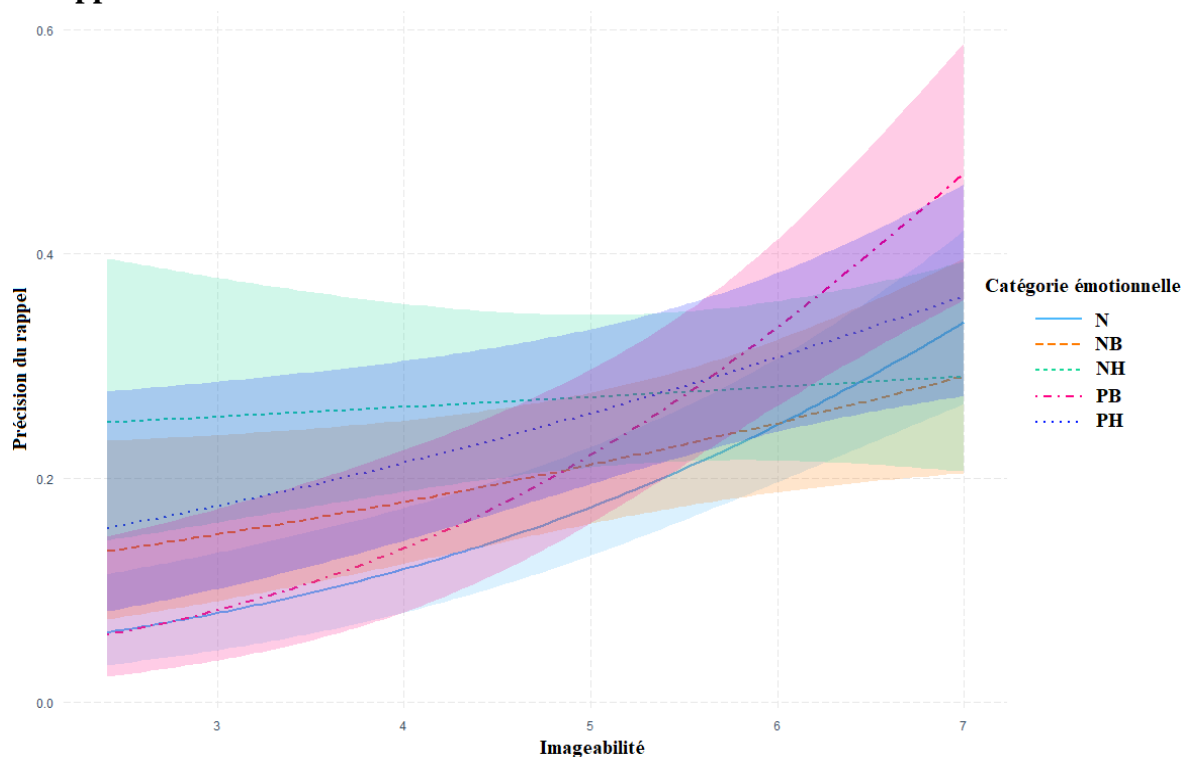
Les analyses ont révélé que l'effet de la catégorie émotionnelle n'était pas significatif,  $\chi^2(4) = 7.07, p = .134$ . L'effet de l'imageabilité était significatif,  $\chi^2(1) = 19.79, p < .001$ , ce qui indiquait que plus les mots étaient imageables, plus la précision du rappel était élevée ( $b = 0.21$ ). Enfin, l'interaction entre l'imageabilité et la catégorie émotionnelle était significative,  $\chi^2(4) = 14.95, p = .005$ . L'analyse en pentes simples a révélé que l'effet de l'imageabilité était significatif pour les mots positifs à arousal élevé ( $b = 0.21, p = .035$ ) et à arousal bas ( $b = 0.45, p = .001$ ) et pour les mots neutres ( $b = 0.30, p < .001$ ), mais pas pour les mots négatifs à arousal élevé ( $b = 0.01, p = .924$ ) et à arousal bas ( $b = 0.12, p = .188$ ).

Les données statistiques de l'effet d'imageabilité selon la catégorie émotionnelle sont présentées dans le Tableau 15. La Figure 9 montre l'effet d'interaction entre l'imageabilité et la catégorie émotionnelle.

**Tableau 15**  
**Coefficients de régression, intervalles de confiance à 95%, erreurs standards, valeurs  $t$  et  $p$  de l'effet de l'imageabilité pour chaque catégorie émotionnelle en rappel libre immédiat**

Catégorie émotionnelle	$b$	95% CI	Erreur Std.	$t$	$p$
Neutre	0.30	(0.15, 0.45)	0.08	3.89	< .001
Négative – arousal élevé	0.01	(- 0.19, 0.21)	0.10	0.10	.924
Positive – arousal élevé	0.21	(0.02, 0.41)	0.10	2.11	.035
Négative – arousal bas	0.12	(- 0.06, 0.31)	0.09	1.32	.188
Positive – arousal bas	0.45	(0.18, 0.73)	0.14	3.22	.001

**Figure 9**  
**Pentes simples montrant l'interaction entre l'imageabilité et la catégorie émotionnelle en rappel libre immédiat**



*Note.* N = neutre ; NB = négatif à arousal bas ; NH = négatif à arousal élevé ; PB = positif à arousal bas ; PH = positif à arousal élevé.

**Rappel libre différé.** Le modèle comprenait des intercepts aléatoires pour les participants et les items, des pentes aléatoires pour l'imageabilité, et un terme de corrélation entre les intercepts des participants et les pentes aléatoires de l'imageabilité.

Les analyses ont révélé un effet significatif de la catégorie émotionnelle,  $\chi^2(4) = 10.98$ ,  $p = .027$ . Les analyses de contrastes post hoc ont révélé un biais émotionnel significatif ( $b = 1.19$ ,  $p = .028$ ), avec une plus grande précision du rappel pour les mots émotionnels que pour les mots neutres. Nous avons aussi constaté un effet significatif de l'imageabilité,  $\chi^2(1) = 30.34$ ,  $p < .001$ , qui indiquait que plus les mots étaient imageables, plus la précision du rappel était élevée ( $b = 0.29$ ). Enfin, l'interaction entre l'imageabilité et la catégorie émotionnelle était significative,  $\chi^2(4) = 14.95$ ,  $p = .005$ . L'analyse en pentes simples a révélé que l'effet de l'imageabilité était significatif pour les mots positifs à arousal élevé ( $b = 0.25$ ,  $p = .014$ ) et à arousal bas ( $b = 0.58$ ,  $p < .001$ ), pour les mots négatifs à arousal bas ( $b = 0.21$ ,  $p = .034$ ) et pour les mots neutres ( $b = 0.45$ ,  $p < .001$ ), mais pas pour les mots négatifs à arousal élevé ( $b = 0.05$ ,  $p = .650$ ).

Les données statistiques de l'effet d'imageabilité selon la catégorie émotionnelle sont présentées dans le Tableau 16. La Figure 10 montre l'effet d'interaction entre l'imageabilité et la catégorie émotionnelle.

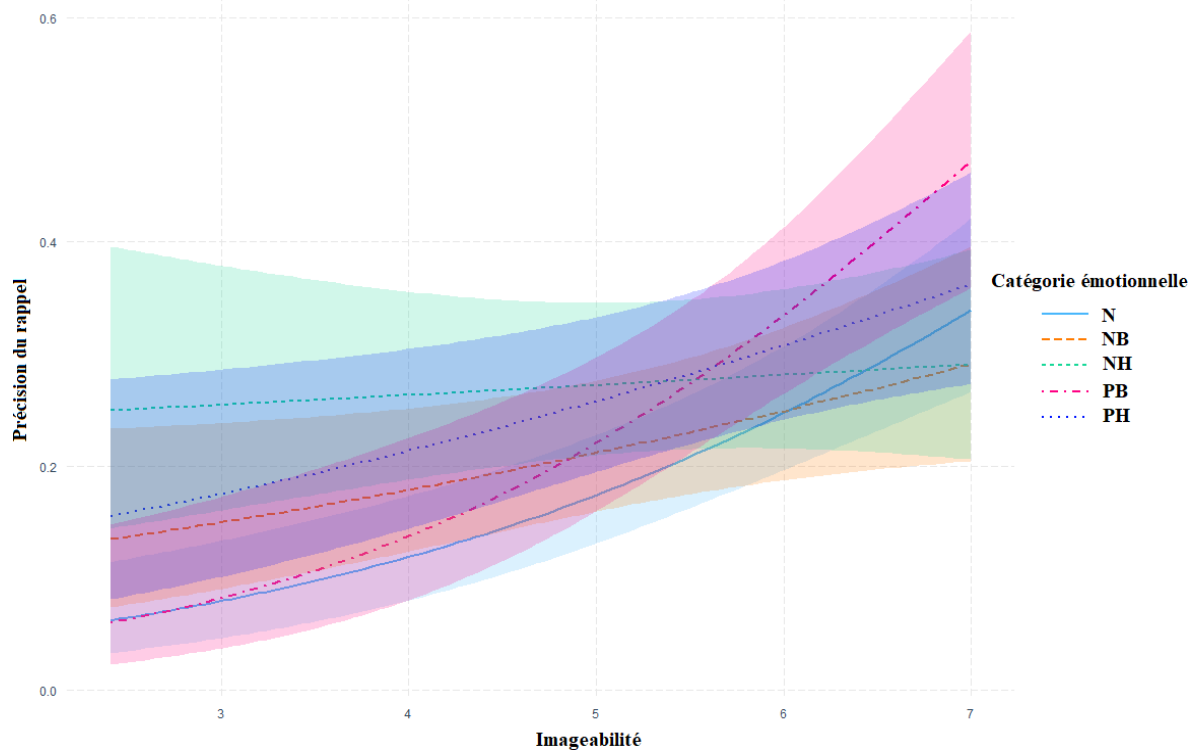
**Tableau 16**  
**Coefficients de régression, intervalles de confiance à 95%, erreurs standards, valeurs  $t$  et  $p$  de l'effet de l'imageabilité pour chaque catégorie émotionnelle en rappel libre différé**

Catégorie émotionnelle	$b$	95% CI	Erreur Std.	$t$	$p$
Neutre	0.45	(0.28, 0.62)	0.09	5.17	< .001
Négative – arousal élevé	0.05	(- 0.15, 0.24)	0.10	0.45	.650
Positive – arousal élevé	0.25	(0.05, 0.44)	0.10	2.45	.014
Négative – arousal bas	0.21	(0.02, 0.41)	0.10	2.12	.034
Positive – arousal bas	0.58	(0.30, 0.85)	0.14	4.07	< .001



**Figure 10**

**Pentes simples montrant l'interaction entre l'imageabilité et la catégorie émotionnelle en rappel libre différé**



*Note.* N = neutre ; NB = négatif à arousal bas ; NH = négatif à arousal élevé ; PB = positif à arousal bas ; PH = positif à arousal élevé.

### **1.3.3. Conclusion des analyses complémentaires**

Tout d'abord, dans les analyses complémentaires, nous avons montré qu'en démasquage progressif, l'imageabilité facilitait l'identification des mots émotionnels mais pas des mots neutres. Dans l'Expérience 1, l'effet de l'imageabilité était uniquement significatif pour les mots positifs et négatifs à arousal bas. Dans l'Expérience 2, cet effet était significatif pour les positifs et négatifs quel que soit leur arousal, avec cependant des tailles d'effet supérieures pour les mots à arousal bas (mots positifs et négatifs à arousal bas : respectivement,  $b = - 93.39$  et  $b = - 49.24$  ; mots positifs et négatifs à arousal élevé : respectivement,  $b = - 28.32$  et  $b = - 23.79$ ). Ainsi, l'imageabilité jouerait un rôle plus important pour les mots émotionnels à arousal bas que pour ceux à arousal élevé. Ces résultats sont cohérents avec ceux de Pazalova et al. (2013) obtenus dans une tâche de décision lexicale. En effet, les résultats descriptifs de leur

étude suggèrent que la concrétude faciliterait l'identification des mots positifs et négatifs mais pas des mots neutres. Toutefois, à notre connaissance, aucune étude n'a explicitement testé l'effet de l'imageabilité en fonction de la valence émotionnelle et de l'arousal en mémoire lexicale. Nos résultats peuvent être interprétés dans le cadre du modèle de Gobin et Mathey (2010). Dans ce modèle de reconnaissance visuelle des mots adapté aux traitements affectifs, le système affectif et le système sémantique sont distincts et en interaction (voir Ferrand et al., 2006). Le système affectif est consacré au traitement des caractéristiques émotionnelles des mots telles que la valence émotionnelle et l'arousal ; le système sémantique consacré au traitement de caractéristiques telles que la concrétude ou l'imageabilité. Premièrement, afin d'expliquer l'émergence d'un effet de l'imageabilité pour les mots émotionnels, nous pouvons supposer que, lors de l'identification de ces mots, le système affectif enverrait de l'activation vers le système sémantique. Dans ce système, il y aurait une activation des caractéristiques d'imageabilité des mots : plus les mots seraient imageables, plus le système sémantique enverrait d'activation vers le système affectif, ce qui aboutirait à l'émergence d'un effet facilitateur de l'imageabilité. Pour les mots neutres, le système affectif n'étant pas activé, il n'y aurait pas d'activation qui se propagerait du système affectif au système sémantique et donc l'imageabilité des mots n'influencerait pas leur vitesse d'identification. Ainsi, ça serait les flux d'activation bidirectionnels entre le système affectif et le système sémantique qui expliqueraient l'apparition d'un effet facilitateur de l'imageabilité pour les mots émotionnels. Deuxièmement, nous pouvons supposer que l'effet d'imageabilité était plus important pour les mots à arousal bas car, pour les mots à arousal élevé, il y aurait une activation du système moteur qui accélérerait les réponses dans la tâche et ne laisserait pas le temps aux effets (e.g., valence émotionnelle et imageabilité) de se développer (voir Vergallito et al., 2019).

Par ailleurs, dans l'Expérience 1, nous n'avons pas obtenu d'effet d'interaction entre la valence émotionnelle et l'imageabilité en rappel libre immédiat. En modifiant le paradigme expérimental de manière à augmenter les effets émotionnels en rappel libre, dans l'Expérience 2, nous avons montré : 1) un effet facilitateur de l'imageabilité pour les mots neutres et les mots positifs à arousal bas et élevé en rappel libre immédiat ; 2) un effet facilitateur de l'imageabilité pour toutes les catégories de mots sauf pour les mots négatifs à arousal élevé en rappel libre différé, avec des tailles d'effet plus importantes pour les mots positifs à arousal bas et les mots neutres que pour les mots positifs à arousal élevé et les mots négatifs à arousal bas (mots positifs à arousal bas et mots neutres : respectivement,  $b = 0.58$  et  $b = 0.45$  ; mots positifs à arousal élevé et mots négatifs à arousal bas : respectivement,  $b = 0.25$  et  $b = 0.21$ ). Ainsi, il y aurait un effet facilitateur de l'imageabilité en particulier pour les mots neutres et positifs en rappel libre.

En résumé, ces résultats confirment qu'il n'y a que pour les mots positifs à arousal bas que l'imageabilité semble posséder un effet facilitateur à la fois en démasquage progressif et en rappel libre. Ceci permet d'expliquer pourquoi dans les Expériences 1 et 2 il n'y a que pour cette catégorie de mots que nous avons obtenu un lien entre les performances en démasquage progressif et en rappel libre qui dépendait de l'imageabilité. Par ailleurs, les résultats obtenus en rappel libre sont en accord avec ceux de Tse et Altarriba (2009) qui ont observé que la concrétude des mots influençait le rappel des mots neutres et positifs mais pas des mots négatifs. Ce pattern de résultats est différent de celui que nous avons observé en démasquage progressif, ce qui suggère que l'activation des représentations sensorimotrices en fonction de la valence et de l'arousal diffère entre l'accès au lexique et la mémoire épisodique. En effet, au regard de nos résultats obtenus en rappel libre, les représentations sensorimotrices semblent être plus activées lors de la récupération de mots positifs que de mots négatifs, alors qu'une telle différence n'apparaissait pas en démasquage progressif. Une raison potentielle serait que, même si l'ampleur du biais de positivité était plus importante en démasquage progressif qu'en rappel libre, les objectifs individuels au moment de la récupération (e.g., la régulation des

émotions) auraient un impact plus important en mémoire épisodique qu'en mémoire lexicale, notamment parce que le contexte a une influence plus importante en rappel libre qu'en démasquage progressif (voir Cox et al., 2018). Ainsi, nous pouvons imaginer que parce que les mots positifs ont une plus grande importance pour la satisfaction émotionnelle des individus que les mots négatifs, ils seraient traités plus profondément ce qui augmenterait l'effet d'imageabilité pour ces mots (voir Tse & Altarriba, 2009). En lien avec cette hypothèse, Sidhu et al. (2014) ont avancé que l'existence d'un effet de l'imageabilité dans des tâches cognitives serait un indice de traitements incarnés, étant donné que cela révélerait le rôle des représentations sensorimotrices dans la signification des mots, or les traitements incarnés faciliteraient la régulation des émotions (e.g., Füstös et al., 2013 ; Pollatos & Ferentzi, 2018).

Dans le chapitre suivant, nous verrons comment l'imageabilité peut influencer les biais émotionnels en rappel libre.

## **Chapitre 2. Imageabilité et récupération des mots émotionnels en mémoire épisodique : études comportementale et de neuroimagerie**

Ce chapitre contient deux expériences réalisées chez des adultes jeunes. L'objectif de ces expériences était de tester comment l'imageabilité des mots module les effets de la valence émotionnelle en rappel libre, à la fois du point de vue comportemental et de la neuroimagerie. Ainsi, le paradigme expérimental de l'Expérience 3 a été adapté pour une passation dans un imageur IRM.

A cause de la situation sanitaire liée à la pandémie de Covid-19, le recueil des données en IRMf s'est achevé au mois de mars 2021. Par conséquent, ces données sont en cours d'analyse et les résultats présentés dans ce chapitre sont préliminaires.

### **2.1. Objectifs et hypothèses**

Dans le Chapitre 1 de la Partie expérimentale de cette thèse, nous avons mis en évidence dans des analyses complémentaires que la valence émotionnelle et l'imageabilité interagissaient en démasquage progressif et en rappel libre. L'imageabilité ayant été prise en compte de manière *a posteriori* dans les analyses, nous devons rester prudents quant aux conclusions que nous pouvons en tirer. Toutefois, ces résultats suggèrent que les biais émotionnels dans l'accès au lexique et en mémoire épisodique pourraient dépendre de l'imageabilité des mots.

Dans ce Chapitre 2, nous nous focaliserons sur l'effet d'interaction entre la valence émotionnelle et l'imageabilité des mots en mémoire épisodique. Plus précisément, nous nous intéresserons au rôle modérateur de l'imageabilité sur les effets de la valence émotionnelle en rappel libre. En effet, Ballot (2019) a montré que l'effet de la valence émotionnelle des mots émergeait uniquement lorsque ces derniers étaient hautement imageables. En manipulant une

variable sémantique, l'imageabilité, conjointement à une variable affective, la valence émotionnelle, et en utilisant simultanément des mesures comportementales et d'IRMf, notre objectif était de mieux comprendre les processus à l'origine du traitement différentiel des mots positifs et négatifs en mémoire épisodique. Nous nous attendions à ce que :

- 1) les mots émotionnels soient mieux mémorisés que les mots neutres, avec une différence de mémorisation entre les mots positifs et négatifs (biais de positivité ou de négativité),
- 2) les mots hautement imageables soient mieux mémorisés que les mots faiblement imageables,
- 3) la différence de mémorisation entre les mots positifs et négatifs apparaisse pour les mots hautement imageables mais pas pour les mots faiblement imageables,
- 4) les substrats neuronaux du traitement des mots diffèrent en fonction de leur valence émotionnelle et de leur imageabilité.

## **2.2. Expériences 3 et 4**

Les mots émotionnels ont tendance à être mieux mémorisés que les mots neutres (e.g., Siddiqui & Unsworth, 2011). Certaines études ont également révélé que le biais émotionnel en mémoire épisodique est caractérisé par un biais de négativité, (e.g., Kensinger, 2008), tandis que d'autres ont révélé un biais de positivité (e.g., Kalenzaga et al., 2016). Ainsi, il y aurait un traitement différentiel des mots positifs et négatifs en mémoire épisodique mais les données de la littérature à ce sujet sont hétérogènes. D'autres arguments en faveur d'un traitement différentiel des valences positive et négative en mémoire épisodique proviennent d'études ayant utilisé des images plutôt que des mots. Par exemple, Schumann et al. (2018) ont montré dans une tâche de reconnaissance que les gains mnésiques pour des images négatives par rapport à des images neutres d'une part, et les gains mnésiques pour des images positives par rapport aux mêmes images neutres d'autre part, étaient significativement corrélés mais que le

coefficient de cette corrélation était largement inférieur à 1 ( $r = .60, p < .001$ ). Ainsi, ces résultats suggèrent que des processus communs sous-tendent l'effet facilitateur des valences émotionnelles positive et négative en mémoire épisodique mais qu'il existerait des processus spécifiques à chaque valence émotionnelle. Dans ce sens, Mickley Steimetz et Kensinger (2009) ont montré dans un paradigme d'IRMf basé sur une tâche de reconnaissance que l'activation dans les zones temporales et occipitales, impliquées dans l'attention visuelle et la mémoire visuo-spatiale, prédisait la mémorisation d'images négatives, tandis que l'activation dans les zones frontales, connues pour être impliquées dans le traitement sémantique et l'élaboration verbale, prédisait la mémorisation d'images positives.

La différence de traitement entre les mots positifs et négatifs en mémoire épisodique pourrait dépendre de leurs caractéristiques sémantiques, et en particulier de leur imageabilité. L'imageabilité est une mesure de la capacité d'un individu à former une image mentale de l'entité à laquelle fait référence un mot (e.g., Caplan & Madan, 2016). Il a été montré à plusieurs reprises que les mots hautement imageables sont mieux mémorisés que les mots faiblement imageables (e.g., Ballot et al., 2021 ; Cortese et al., 2010). L'avantage mnésique pour les mots hautement imageables proviendrait d'un double codage de ces mots dans deux systèmes indépendants, l'un verbal et l'autre imagé, ce qui rendrait leur encodage plus profond (e.g., Clark & Paivio, 1987). En IRMf, il a été observé que les mots fortement imageables seraient associés à une activation plus élevée dans un réseau bilatéral d'aires associatives hétéromodales et multimodales comprenant les cortex cingulaire postérieur, préfrontal dorsal, pariétal postéro-inférieur et temporaux ventraux et médiaux (Sabsevitz et al., 2005). De plus, Fiebach et Friederici (2004) ont expliqué que dans les études portant sur les corrélats anatomo-fonctionnels du traitement des mots concrets et abstraits, la concrétude étant une variable très fortement corrélée à l'imageabilité (e.g., Kousta et al., 2011), deux tendances générales peuvent être identifiées : 1) une activation plus importante dans l'hémisphère gauche pour les mots concrets par rapport aux mots abstraits et 2) une activation des régions temporo-basales pour

les mots concrets.

A notre connaissance, seule Ballot (2019) a étudié l'interaction entre la valence émotionnelle et l'imageabilité dans des tâches de mémoire (pour un résultat similaire avec la concrétude en rappel sériel, voir Tse & Altarriba, 2009). Ses résultats ont indiqué l'existence d'un biais de positivité présent uniquement pour les mots à forte imageabilité, et cela à la fois en rappel libre et en reconnaissance mnésique. Par conséquent, les mots positifs auraient un avantage mnésique sur les mots négatifs uniquement lorsque leurs caractéristiques leur permettent d'être traités via des processus d'imagerie mentale (voir Paivio, 1986). Ce résultat peut être interprété dans le cadre du modèle de reconnaissance visuelle des mots adapté aux traitements affectifs (Gobin & Mathey, 2010). Pour les mots à la fois émotionnels et hautement imageables, il y aurait des flux d'activation qui se développeraient entre les systèmes affectif et sémantique alors que cela ne serait pas le cas pour les mots qui ne possèdent pas simultanément ces deux caractéristiques (i.e., les mots neutres et/ou faiblement imageables). Cette activation réciproque entre les systèmes affectif et sémantique serait plus importante pour les mots positifs puisqu'ils disposeraient d'un réseau sémantique plus dense que les mots négatifs (Unkelbach et al., 2008). Des données obtenues en potentiels évoqués lors de tâches de reconnaissance visuelle de mots suggèrent que ces effets pourraient être liés, au moins en partie, aux processus d'encodage. En effet, par exemple, Palazova et al. (2013) ont remarqué que la négativité postérieure précoce, qui serait un indicateur des ressources attentionnelles allouées aux stimuli émotionnels, était présente pour le traitement des mots concrets mais pas pour le traitement des mots abstraits.

### **La présente étude**

L'objectif de cette étude était d'étudier l'effet d'interaction entre la valence émotionnelle et l'imageabilité en mémoire épisodique et de déterminer les corrélats anatomo-fonctionnels des effets de ces caractéristiques des mots pendant leur encodage. En effet, à ce jour, le rôle modérateur de l'imageabilité sur l'effet de la valence émotionnelle en mémoire épisodique n'a



été étudié qu'une seule fois d'un point de vue comportemental dans des tâches de rappel libre et de reconnaissance (Ballot, 2019), et les processus qui le sous-tendent restent à préciser au niveau du substrat neuronal. En manipulant une caractéristique sémantique des mots en plus de leur valence émotionnelle, nous souhaitons ici étudier comment les biais émotionnels émergent en mémoire épisodique dans une tâche de rappel libre immédiat. Au niveau comportemental, nous nous attendions à ce que les mots émotionnels soient mieux mémorisés que les mots neutres, avec une différence de mémorisation entre les mots positifs et négatifs. Nous avons également émis l'hypothèse que les mots hautement imageables seraient mieux mémorisés que les mots faiblement imageables. Enfin, nous nous attendions à ce que la différence de mémorisation entre les mots positifs et négatifs apparaisse pour les mots hautement imageables mais pas pour les mots faiblement imageables. Pour tester ces hypothèses, nous avons manipulé orthogonalement la valence émotionnelle et l'imageabilité de mots présentés dans une tâche de rappel libre. Nous avons choisi une tâche de rappel libre plutôt qu'une tâche de reconnaissance mnésique car, dans une méga-étude, Lau et al. (2018) ont montré que les variables lexicales expliquaient davantage de variance en reconnaissance mnésique qu'en rappel libre, tandis que les variables sémantiques expliquaient davantage de variance en rappel libre qu'en reconnaissance mnésique. Nous avons mené cette étude en deux étapes : dans un premier temps une expérience comportementale, et dans un second temps une expérience en IRMf pour évaluer le substrat neuronal du traitement de la valence émotionnelle.

### **Expérience 3**

#### **Participants**

Trente-deux étudiants en Licence de Psychologie de l'Université de Bordeaux ont participé à cette expérience dans le cadre d'un enseignement. Un participant a déclaré être dyslexique et a été exclu de l'échantillon. Les 31 participants qui constituaient l'échantillon final étaient de langue maternelle française, avaient une vue normale ou corrigée à la normale, et ont déclaré ne pas avoir de trouble de la lecture ou de l'écriture, ni de trouble neurologique ou

psychiatrique. Ils étaient âgés de 18 à 25 ans ( $M = 20.81$  ans,  $ET = 1.28$  ; 25 femmes).

## **Matériel**

Le matériel expérimental était composé de 120 mots de 5 à 7 lettres sélectionnés dans la base de données lexicales émotionnelles EMA (Gobin et al., 2017). La base de données EMA contient des évaluations de la valence émotionnelle de 1286 mots collectées auprès d'adultes âgés de 18 à 25 ans (Gobin et al., 2017). Cette base a été complétée récemment par des évaluations de l'imageabilité des mots, pour les mêmes groupes d'âge (Ballot et al., in press). Dans notre étude, la valence émotionnelle des mots et leur imageabilité ont été manipulées de manière orthogonale pour former six catégories de 20 mots chacune : mots neutres faiblement imageables (e.g., *notion*) ; mots neutres hautement imageables (e.g., *olive*) ; mots négatifs faiblement imageables (e.g., *ennui*) ; mots négatifs hautement imageables (e.g., *épine*) ; mots positifs faiblement imageables (e.g., *atout*) ; mots positifs hautement imageables (e.g., *balade*). Les mots neutres faiblement et hautement imageables, les mots négatifs faiblement et hautement imageables et les mots positifs faiblement et hautement imageables ont été appariés deux par deux selon la valence émotionnelle (tous les  $ps > .10$ ). De plus, les mots neutres, positifs et négatifs faiblement imageables d'une part, et les mots neutres, positifs et négatifs hautement imageables d'autre part, ont été appariés selon l'imageabilité (tous les  $ps > .10$ ). Toutes les catégories de mots ont été appariées selon plusieurs facteurs lexicaux (tous les  $ps > .10$ ), dont la fréquence lexicale, le nombre de lettres et le voisinage orthographique fournis par la base de données lexicales Lexique 3.8.2 (New et al., 2005) et selon l'arousal (Gobin et al., 2017). Les principales caractéristiques du matériel expérimental sont présentées dans le Tableau 17.

## **Procédure**

L'expérience a été codée à partir de PsyToolkit (Stoet, 2017) afin d'être réalisée en ligne. Les participants commençaient par remplir un questionnaire d'anxiété (STAI-Y, Bruchon-Schweitzer & Paulhan, 1993), puis ils effectuaient une tâche de rappel libre et enfin ils

remplissaient une échelle d'humeur (PANAS, Caci & Baylé, 2007).

**Tableau 17**  
**Caractéristiques principales du matériel expérimental**

	Mots positifs		Mots négatifs		Mots neutres	
	Basse	Elevée	Basse	Elevée	Basse	Elevée
Imageabilité						
Valence émotionnelle	1.44	1.40	-1.58	- 1.58	0.22	0.51
Imageabilité	3.57	5.97	3.67	6.03	3.79	6.07
Arousal	3.21	3.14	3.22	3.26	2.92	3.02
Nombre de lettres	5.65	5.85	5.80	5.90	5.95	5.95
Fréquence lexicale	7.31	6.62	7.55	8.71	8.68	7.21
OLD 20	1.78	1.86	1.82	1.81	1.79	1.74

*Note.* Fréquence lexicale = moyenne des fréquences livres et films (par million) ; OLD 20 = Orthographic Levenshtein Distance.

Les 120 mots de notre tâche de mémoire ont été divisés en quatre listes de 30 mots et chaque liste contenait cinq mots de chacune des six catégories de mots variant selon la valence émotionnelle et l'imageabilité. Nous avons ajouté un mot buffer neutre au début et à la fin de chaque liste afin de réduire les effets de récence et de primauté. Chaque mot était présenté aux participants pendant 3 s dans un ordre aléatoire avec la contrainte qu'un maximum de deux mots de la même valence émotionnelle (i.e., neutre, positive et négative) puissent être présentés successivement. De plus, l'ordre des listes était contrebalancé entre les participants. Immédiatement après la présentation d'une liste de mots, les participants étaient invités à écrire autant de mots qu'ils pouvaient se rappeler.

## Analyses statistiques

La précision du rappel a été analysée avec des modèles linéaires généralisés à effets mixtes (MLGM), à l'aide de la fonction *glmer* du package *lme4* (version 1.1-23, Bates et al., 2020) dans R (version 3.5.1, R Core Team, 2018). Les MLGM ont été spécifiés avec une distribution des erreurs binomiale et un lien *logit* (e.g., Popović-Stijačić et al., 2018). De plus, l'algorithme d'optimisation BOBYQA a été utilisé pour maximiser les probabilités de convergence (Powell, 2009). Suivant les recommandations de Barr et al. (2013), afin d'éviter une augmentation des erreurs de type I, chaque modèle incluait la structure maximale des effets aléatoires. Lorsqu'un modèle ne convergait pas, nous réduisions la complexité du modèle en supprimant l'effet aléatoire qui représentait le moins de variance. Nous avons introduit la valence émotionnelle (neutre vs. positive vs. négative), et l'imageabilité (faible vs. élevée) comme facteurs fixes, avec tous les effets principaux et l'effet d'interaction. Pour comparer, respectivement, le rappel des mots émotionnels (i.e., positifs et négatifs) à celui des mots neutres, et le rappel des mots positifs à celui des mots négatifs, nous avons appliqué deux contrastes orthogonaux au facteur valence émotionnelle : un contraste quadratique (pondération : positif = 1 ; négatif = 1 ; neutre = -2) et un contraste linéaire (pondération : positif = 1 ; négatif = -1 ; neutre = 0). Le facteur imageabilité a été codé en utilisant un codage par déviation afin d'évaluer ses effets (principal et d'interaction) indépendamment de la valence émotionnelle (pondération : faible imageabilité = -1 ; forte imageabilité = 1).

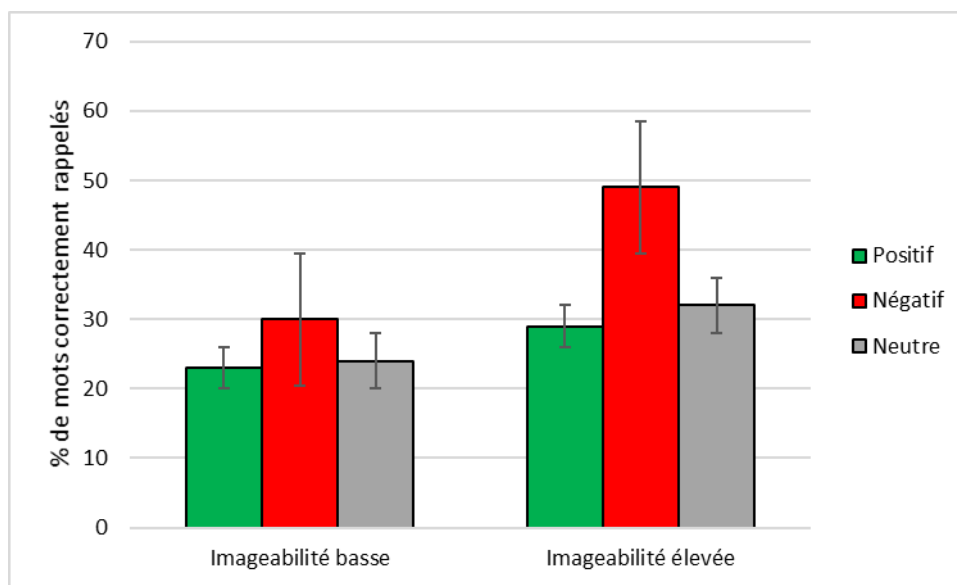
## Résultats

Les moyennes et les erreurs-standards des performances de rappel libre en fonction de la valence émotionnelle et de l'imageabilité sont présentées dans la Figure 11.

Le modèle final comprenait des intercepts aléatoires pour les participants et les mots. Les analyses ont montré que le contraste linéaire appliqué au facteur valence émotionnelle était significatif ( $b = -0.19$ ,  $p = .045$ ), indiquant qu'il y avait un biais de négativité, avec une précision de rappel plus élevée pour les mots négatifs que pour les mots positifs. Ces analyses

ont également révélé un effet significatif de l'imageabilité ( $b = 0.54, p < .001$ ), avec une précision de rappel plus élevée pour les mots hautement imageables que pour les mots faiblement imageables. De plus, il y avait un effet d'interaction significatif entre le contraste linéaire appliqué au facteur valence émotionnelle et l'imageabilité ( $b = - 0.28, p = .033$ ) : l'ampleur du biais de négativité était plus importante pour les mots hautement imageables ( $b = 0.93, p < .001$ ) que pour les mots faiblement imageables ( $b = 0.38, p = .035$ ).

**Figure 11**  
**Performances dans la tâche de rappel libre en fonction de la valence émotionnelle et de l'imageabilité. Les barres représentent l'erreur-standard de la moyenne**



#### Expérience 4

##### Participants

Dix-sept participantes ont été incluses dans ce protocole IRM. Nous leur avons présenté le déroulement de l'expérience et nous les avons informées qu'elles pouvaient se retirer à tout moment du protocole. Puis, elles ont fourni leur consentement éclairé par écrit, comme l'exige le comité d'éthique local (CPP 2016-A00434-47). Toutes les participantes étaient droitières, de langue maternelle française, avaient une vue normale ou corrigée à la normale, et ont

déclaré ne pas avoir de trouble de la lecture ou de l'écriture, ni de trouble neurologique ou psychiatrique. Elles étaient âgées de 18 à 25 ans ( $M = 21.72$  ans,  $ET = 1.34$ ).

## **Matériel**

Les mots étaient les mêmes que dans l'Expérience 3.

## **Procédure**

La procédure de l'Expérience 4 suivait les mêmes étapes que l'Expérience 3 : les participantes remplissaient un questionnaire d'anxiété (STAI-Y, version française, Bruchon-Schweitzer & Paulhan, 1993), puis elles effectuaient une tâche de rappel libre et enfin elles remplissaient une échelle d'humeur (PANAS, Caci & Baylé, 2007). Cependant, dans cette expérience, la tâche de mémoire était adaptée pour être réalisée dans un imageur IRM.

Tous les mots expérimentaux étaient présentés en caractères blancs sur fond noir à l'aide d'un écran compatible IRM (NordicNeuroLab) qui était visualisé par les participantes au moyen d'un miroir incorporé dans l'antenne de tête de l'imageur IRM. Le logiciel E-prime 3.0 (Psychology Software Tools, Inc.) était utilisé pour la présentation et la synchronisation des mots expérimentaux. Comme dans l'Expérience 3, les mots expérimentaux étaient répartis en quatre listes de 30 mots, chaque liste contenant cinq mots de chacune des six catégories de mots variant en termes de valence émotionnelle et d'imageabilité. Nous avons également ajouté un mot buffer neutre au début et à la fin de chaque liste. Chaque mot était présenté pendant 3 s et était suivi d'une croix de fixation de durée variable. En effet, pour les mots buffers, la croix de fixation était présentée pendant 16 s, alors que pour les autres mots, elle durait de 2 à 10 s (par pas de 2 s). Ainsi, dans une liste donnée, pour chaque catégorie de mots, chacun des cinq mots était suivi d'une croix de fixation de 2, 4, 6, 8 ou 10 s. Pour chaque participante, quatre scans fonctionnels étaient effectués durant l'encodage des mots, chaque scan durant 5 min et 8 s. Suite à l'encodage d'une liste de mots, les participantes avaient 2 min pour en rappeler le plus possible. Les réponses orales données par les participantes dans l'imageur IRM étaient enregistrées à l'aide d'un casque antibruit compatible IRM avec un microphone intégré

(OptoActive). L'acquisition IRM était arrêtée après la présentation de chaque liste de mots et était redémarrée au début de la suivante. Le début de l'acquisition et de la tâche de mémoire étaient synchronisés à l'aide d'une impulsion TTL envoyée à l'imageur IRM par le PC utilisé pour lancer la tâche. Les données physiologiques (courbes cardiaques et respiratoires) étaient enregistrées à l'aide d'une unité de surveillance clinique pendant toute la durée des acquisitions.

### **Acquisition des données IRM**

Les données d'imagerie cérébrale ont été recueillies à l'aide d'un imageur IRM 3T Siemens Prisma (Siemens Healthineers ; Erlangen, Allemagne) situé à la plateforme de bioimagerie de l'Université de Bordeaux. L'imageur était équipé d'une antenne de tête à 64 canaux de réception. Les mouvements de la tête étaient minimisés grâce à l'utilisation d'un serre-tête rembourré. Tout d'abord, les volumes d'IRM anatomiques ont été acquis dans le plan transversal en utilisant une séquence MPRAGE 3D pondérée en T1 avec les paramètres suivants : TR = 2120.00 ms, TE = 2.35 ms, angle de bascule = 9°, FoV = 256, coupes = 240 et taille du voxel = 0,8 × 0,8 × 0,8 mm<sup>3</sup>. Deuxièmement, les données d'IRM fonctionnelles ont été recueillies pendant les quatre phases d'encodage des mots en utilisant une imagerie axiale échoplanaire avec les paramètres suivants : TR = 700.00 ms, TE = 30.00 ms, angle de bascule = 53°, FoV = 210, coupes = 60 et taille du voxel = 2,5 × 2,5 × 2,5 mm<sup>3</sup>.

### **Analyse des données d'IRMf**

Le prétraitement des images fonctionnelles a été effectué sur Matlab (MathWorks). Les cinq premiers volumes de toutes les images fonctionnelles ont été retirés. Ensuite, les images fonctionnelles ont été réalignées et elles ont été corrigées à la fois des distorsions géométriques grâce à un algorithme TopUp et du bruit lié aux mouvements et aux rythmes physiologiques des participantes grâce à la *toolbox* ICA AROMA. Les images fonctionnelles moyennes générées lors du réalignement ont été recallées sur le scan haute résolution T1 de

chaque participante. Ainsi, les images fonctionnelles ont été normalisées indirectement à partir de la fonction obtenue suite à la normalisation des scans T1 dans le référentiel standardisé de l'Institut Neurologique de Montréal (MNI). La qualité de la normalisation a été vérifiée visuellement pour chaque participante.

Toutes les analyses des données d'IRMf ont été effectuées en utilisant FEAT (fMRI Expert Analysis Tool) dans FSL (version 6.00, FMRIB's Software Library). Ces analyses ont été réalisées sur l'ensemble du cerveau. Une technique de correction appelée FILM (FMRIB's Improved Linear Model) a été utilisée afin de prendre en compte l'autocorrélation temporelle intrinsèque à l'imagerie fonctionnelle. Les artefacts liés aux basses fréquences ont été supprimés par l'application d'un filtre temporel passe-haut ( $\sigma = 100$  s). Des analyses statistiques de premier niveau ont été effectuées sur les données individuelles à partir de chaque scan d'encodage en utilisant un modèle linéaire généralisé (GLM). La présentation des stimuli a été modélisée comme une succession d'événements d'une durée de 3 s, avec un régresseur pour chaque catégorie de mots (i.e., mots positifs faiblement et hautement imageables, mots négatifs faiblement et hautement imageables et mots neutres faiblement et hautement imageables). De plus, le signal BOLD était convolué avec une HRF canonique. Nous avons appliqué 14 contrastes pour tester les effets de la valence émotionnelle, de l'imageabilité et de l'interaction valence émotionnelle x imageabilité sur les niveaux d'activation (voir Tableau 18). Nous avons effectué des analyses spécifiques sur l'encodage des mots neutres afin de vérifier que notre protocole expérimental était suffisamment sensible pour mettre en évidence les corrélats fonctionnels classiquement associés au traitement des mots. Après avoir modélisé les données fonctionnelles au sein de chaque phase d'encodage (i.e., une modélisation pour les quatre listes de mots), nous avons effectué des analyses de deuxième niveau afin de combiner les images statistiques des quatre phases d'encodage en utilisant des effets fixes pour chacune des participantes. Enfin, nous avons réalisé des analyses de troisième niveau afin d'étudier simultanément les données fonctionnelles de toutes les participantes en utilisant des effets



mixtes. Les clusters d'activation étaient déterminés avec un  $z > 3,1$  et un seuil de signification non-corrigé de  $p = .05$ .

**Tableau 18**  
**Matrice des contrastes appliqués dans l'analyse des données d'IRMf**

	N-HI	N-FI	P-HI	P-FI	Nt-HI	Nt-FI
Contraste 1	1	1	1	1	-2	-2
Contraste 2	-1	-1	-1	-1	2	2
Contraste 3	1	1	-1	-1	0	0
Contraste 4	-1	-1	1	1	0	0
Contraste 5	1	-1	1	-1	1	-1
Contraste 6	-1	1	-1	1	-1	1
Contraste 7	1	0	1	0	-2	0
Contraste 8	0	1	0	1	0	-2
Contraste 9	-1	0	-1	0	2	0
Contraste 10	0	-1	0	-1	0	2
Contraste 11	1	0	-1	0	0	0
Contraste 12	-1	0	1	0	0	0
Contraste 13	0	1	0	-1	0	0
Contraste 14	0	-1	0	1	0	0

*Note.* N-HI = négatif hautement imageable ; N-FI = négatif faiblement imageable ; P-HI = positif hautement imageable ; P-FI = positif faiblement imageable ; Nt-HI = neutre hautement imageable ; Nt-FI = neutre faiblement imageable.

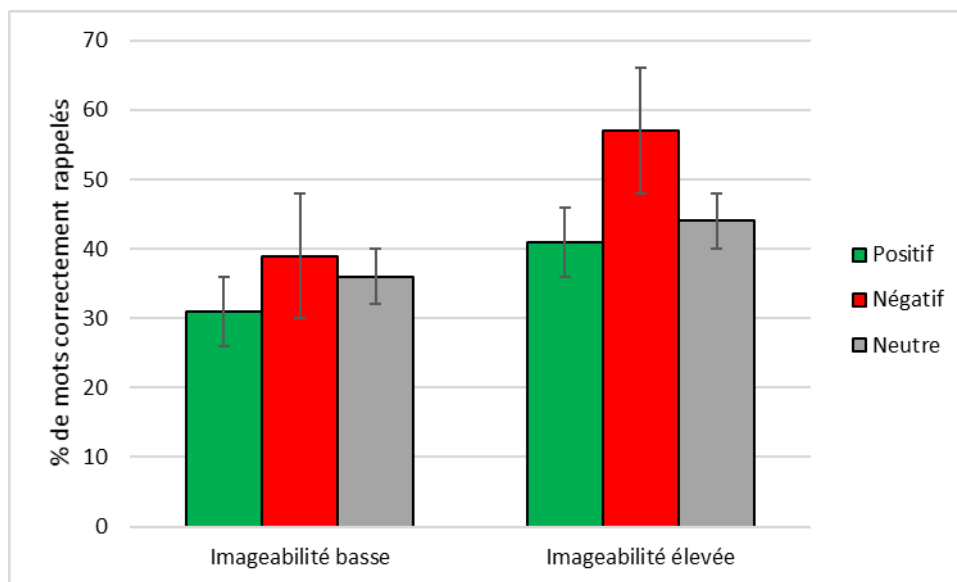
## Résultats

### Résultats comportementaux

Les moyennes et les erreurs-standards des performances de rappel libre en fonction de la valence émotionnelle et de l'imageabilité sont présentées dans la Figure 12.

Le modèle final comprenait des intercepts aléatoires pour les participantes et les items. Les analyses ont indiqué que le contraste linéaire appliqué au facteur valence émotionnelle tendait vers la significativité ( $b = -0.20, p = .081$ ), suggérant qu'il y avait un biais de négativité, avec une précision de rappel plus élevée pour les mots négatifs que pour les mots positifs. Ces analyses ont également montré un effet significatif de l'imageabilité ( $b = 0.55, p < .001$ ), avec une précision de rappel plus élevée pour les mots hautement imageables que pour les mots faiblement imageables. Aucun autre effet n'était significatif.

**Figure 12**  
**Performances dans la tâche de rappel libre en fonction de la valence émotionnelle et de l'imageabilité. Les barres représentent l'erreur-standard de la moyenne**



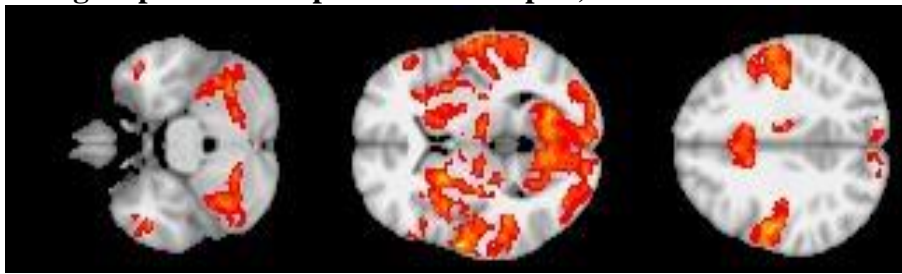
### Résultats d'IRMf

#### Résultats pour les mots neutres

Les résultats ont montré que, lors de l'encodage des mots neutres, il y avait une activation bilatérale d'un large réseau temporo-pariéto-occipital, avec en particulier une activation de la *visual form area* (voir Figure 13). De plus, l'encodage des mots neutres était associé à une activation du gyrus parahippocampique.

**Figure 13**

**Clusters d'activation pour les mots neutres (seuil  $z = 3.1$  ;  $p < .05$  ; analyses non corrigées pour les comparaisons multiples)**



### Résultats des effets de la valence émotionnelle

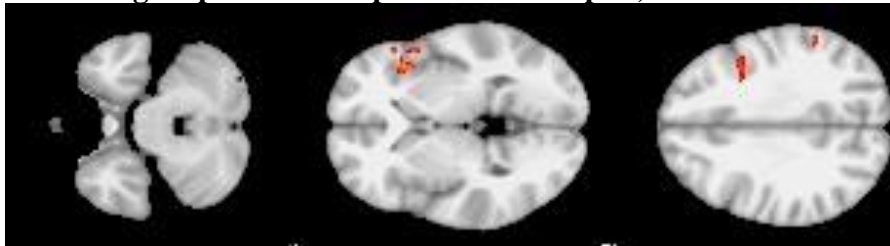
Différents contrastes ont été utilisés pour étudier les réseaux d'activation cérébrale pendant l'encodage des mots émotionnels comparativement à celui des mots neutres, et l'encodage des mots négatifs comparativement à celui des mots positifs. Les résultats ont révélé que quatre régions de l'hémisphère gauche étaient plus activées pendant l'encodage des mots négatifs que des mots positifs (Tableau 19 et Figure 14) : l'insula, les parties triangulaire et operculaire du gyrus temporal inférieur et le gyrus temporal supérieur. Aucun autre contraste n'était significatif.

**Tableau 19**  
**Clusters d'activation selon la valence émotionnelle**

Région cérébrale	Coordonnées MNI			Z	p-value	
	x	Y	z			
Négatif > positif						
Insula	-52	18	4	4.19	.009	
Gyrus temporal inférieur (partie operculaire)	-58	-44	24	3.86	.004	
Gyrus temporal supérieur	-42	10	30	3.79	.001	
Gyrus temporal inférieur (partie triangulaire)	-40	18	-2	4.33	< .001	

**Figure 14**

**Clusters d'activation pour les mots négatifs vs. positifs (seuil  $z = 3.1$  ;  $p < .05$  ; analyses non corrigées pour les comparaisons multiples)**



### Résultats de l'effet de l'imageabilité

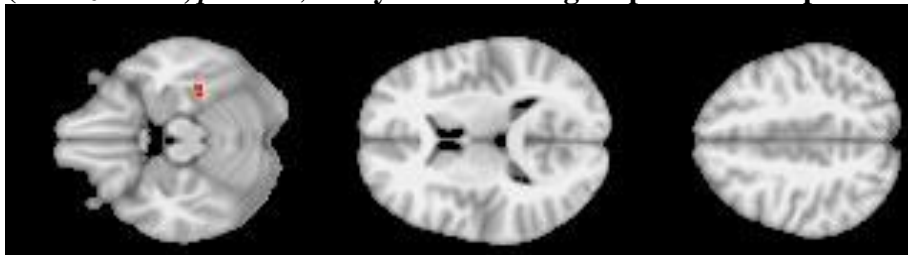
Deux contrastes ont été utilisés pour comparer l'activation cérébrale pendant l'encodage des mots hautement imageables par rapport à celui des mots faiblement imageables. Les résultats ont révélé que le gyrus fusiforme gauche était plus activé pendant l'encodage de mots hautement imageables que pendant celui des mots faiblement imageables (Tableau 20 et Figure 15). Le contraste opposé n'était pas significatif.

**Tableau 20**  
**Clusters d'activation selon l'imageabilité**

Région cérébrale	Coordonnées MNI			Z	p-value
	X	y	z		
Hautement imageable > faiblement imageable					
Gyrus fusiforme	-34	-32	-24	3.74	.041

**Figure 15**

**Clusters d'activation pour les mots hautement imageables vs. faiblement imageables (seuil  $z = 3.1$  ;  $p < .05$  ; analyses non corrigées pour les comparaisons multiples).**



### Résultats pour l'effet d'interaction valence émotionnelle x imageabilité

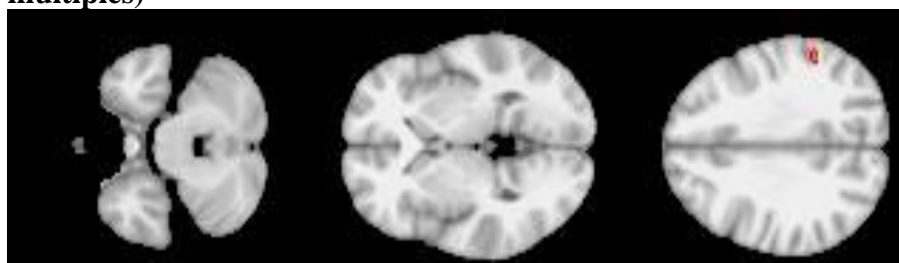
L'analyse de l'effet d'interaction entre la valence émotionnelle et l'imageabilité a révélé que (i) pour les mots hautement imageables, le gyrus supra marginal était plus activé pendant l'encodage des mots négatifs que pendant celui des mots positifs ; (ii) pour les mots faiblement imageables, le pôle temporal supérieur était plus activé pendant l'encodage des mots négatifs

que pendant celui des mots positifs (Tableau 20 et Figures 16 et 17). Aucun autre contraste n'était significatif.

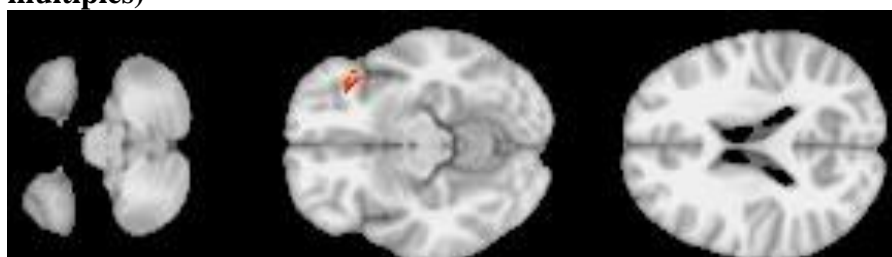
**Tableau 21**  
**Clusters d'activation selon l'interaction valence émotionnelle x imageabilité**

Région cérébrale	-	Coordonnées MNI			Z	p-value
		X	y	z		
Négatif > positif, mots hautement imageables						
Gyrus supra marginal	-	-58	-46	26	3.90	.047
Négatif > positif, mots faiblement imageables						
Pole temporal supérieur	-	-40	22	-39	3.88	.008

**Figure 16**  
**Clusters d'activation pour les mots négatifs vs. positifs, pour les mots hautement imageables (seuil  $z = 3.1$  ;  $p < .05$  ; analyses non corrigées pour les comparaisons multiples)**



**Figure 17**  
**Clusters d'activation pour les mots négatifs vs. positifs, pour les mots faiblement imageables (seuil  $z = 3.1$  ;  $p < .05$  ; analyses non corrigées pour les comparaisons multiples)**



## Discussion

L'objectif de cette étude était de mieux comprendre les processus sous-jacents au traitement différentiel des mots positifs et négatifs en mémoire épisodique en manipulant simultanément deux caractéristiques des mots dans une tâche de rappel libre : la valence

émotionnelle et l'imageabilité. Nous avons d'abord réalisé une expérience comportementale qui a ensuite été adaptée pour une passation dans un imageur IRM. Nous nous sommes assurés de la sensibilité de ce paradigme en IRMf en montrant qu'un réseau temporo-pariétal, connu pour supporter le lexique mental (Ullman et al., 2005), était activé lors de la présentation des mots neutres. En particulier, *la visual form area*, qui est impliquée dans la lecture des mots (e.g., Dehaene & Cohen, 2008), était recrutée lors du traitement des mots neutres. Le traitement de ces mots était aussi associé à une activation gyrus parahippocampique, dont le rôle dans l'encodage des mots a été mis en évidence dans la littérature (e.g., Strange et al., 2008). Nous avons montré que les mots négatifs étaient mieux rappelés que les mots positifs, et cela d'autant plus que les mots étaient hautement imageables. De plus, nous avons mis en évidence des substrats neuronaux différents pour le traitement des mots négatifs et positifs, et cet effet de la valence émotionnelle variait selon l'imageabilité des mots. Nous allons discuter ces résultats en trois étapes : 1) le traitement différentiel des mots positifs et négatifs, 2) l'effet de l'imageabilité, 3) l'effet modérateur de l'imageabilité sur le traitement différentiel des mots positifs et négatifs.

Tout d'abord, au niveau comportemental, les résultats de nos deux expériences ont mis en évidence un biais de négativité en rappel libre, confirmant l'avantage en mémoire épisodique pour les informations négatives largement démontré dans la littérature (e.g., Kensinger, 2008 ; Norris et al., 2019). Au niveau cérébral, les données d'IRMf ont montré que l'insula était plus activée pour les mots négatifs par rapport aux mots positifs, en accord avec les travaux de Straube et collaborateurs (Straube et al., 2005 ; Straube et al., 2011). En effet Straube et al. (2005) ont d'abord montré que, chez des participants souffrant de phobie sociale, le traitement d'images négatives impliquait davantage l'insula que le traitement d'images positives. Ensuite, Straube et al., (2011) ont étendu ce constat à des participants sains, en comparant cette fois le traitement d'images négatives et d'images neutres. L'insula est connue pour être impliquée dans la perception de l'état corporel interne, appelée intéroception (e.g., Critchley et al., 2004). La mise en évidence dans notre expérience d'une activation spécifique de cette région cérébrale

lors du traitement des mots négatifs suggère que les expériences émotionnelles dépendraient des états corporels, comme le proposent les théories incarnées des émotions (e.g., Damasio, 1999). De plus, les données d'IRMf ont révélé que les gyri temporaux inférieur et supérieur étaient également plus activés pour les mots négatifs que pour les mots positifs, ces zones du cerveau étant généralement impliquées dans le traitement sémantique multimodal des mots (e.g., Visser et al., 2012). Ainsi, ce résultat confirme que, dans l'ensemble, le traitement des mots négatifs ferait intervenir davantage d'informations sensorielles que celui des mots positifs.

Deuxièmement, au niveau comportemental, les données des deux expériences ont révélé un meilleur rappel des mots hautement imageables que des mots faiblement imageables, confirmant ainsi l'effet facilitateur de l'imageabilité en mémoire épisodique (e.g., Ballot et al., 2021 ; Paivio, 1986). Au niveau cérébral, à l'instar de nombreuses études en IRMf (voir Fiebach & Friederici, 2004), nous avons montré que le gyrus fusiforme gauche était plus activé pour les mots hautement imageables que pour les mots faiblement imageables. Très récemment, une méta-analyse concernant 46 études en IRMf a révélé que les processus d'imagerie mentale engagent le gyrus fusiforme gauche (Spagna et al., 2021). Ainsi, nous pouvons imaginer que les participants de notre étude ont utilisé cette stratégie de mémorisation pour apprendre les mots hautement imageables, ce qui a amélioré leur mémorisation grâce à un double codage de l'information (voir Paivio, 1986).

Troisièmement, au niveau comportemental, les données de l'Expérience 3 ont montré un effet d'interaction entre la valence émotionnelle et l'imageabilité, le biais de négativité observé en rappel libre émergeant préférentiellement pour les mots hautement imageables. Cet effet n'était pas significatif dans l'Expérience 4, cependant le pattern de résultats allait dans la même direction (voir Figure 12). Cette absence d'effet dans l'Expérience 4 pourrait résulter d'une faible puissance statistique en raison de la taille de l'échantillon expérimental ( $N = 17$ ). Comme l'a montré Ballot (2019), nous avons observé ici que les effets de la valence émotionnelle en rappel libre émergeaient de manière plus importante pour les mots hautement

imageables, c'est-à-dire pour les mots dont les caractéristiques permettaient de mettre en place des processus d'imagerie mentale. Dans ce sens, Holmes et al. (2008) ont montré que traiter des informations via l'imagerie mentale augmente l'expérience émotionnelle subjective comparativement à un traitement verbal. Dans leurs travaux, ces auteurs ont demandé à leurs participants de combiner une image et un mot qui étaient présentés simultanément soit en utilisant de l'imagerie mentale soit en générant une phrase. Les images et les mots étaient soit négatifs soit neutres. A la fin de la tâche, les participants devaient évaluer l'émotionnalité des mots et des images. Les résultats ont montré que la différence entre l'évaluation des stimuli négatifs et des stimuli neutres était plus importante lorsque les participants avaient utilisé de l'imagerie mentale plutôt qu'un traitement verbal. Par ailleurs, les données d'IRMf que nous avons recueillies ont révélé que le gyrus supramarginal était plus activé pour les mots négatifs que pour les mots positifs lorsque les mots étaient hautement imageables. Il a été mis en évidence dans la littérature que le gyrus supramarginal serait impliqué dans les traitements sémantiques pendant l'identification des mots (Stoekel et al., 2009). De plus, cette région cérébrale sous-tendrait le traitement des interactions main/objet (e.g., Brandi et al., 2014). Ainsi, nous pouvons supposer que pendant l'encodage de mots hautement imageables, le traitement des mots négatifs impliquerait davantage de représentations corporelles, et en particulier des représentations concernant les interactions entre le corps et les entités auxquelles les mots font référence, que pour les mots positifs. Enfin, les données de l'IRMf ont montré que, pour les mots faiblement imageables, le pôle temporal supérieur était plus activé pour les mots négatifs que pour les mots positifs. Cette région cérébrale est connue pour son implication dans l'intégration audio-visuelle (Hein & Knight, 2008 ; Olson et al., 2007) et dans les processus de répétition verbale en mémoire à court terme (Baldo et al., 2012). Par conséquent, pour les mots faiblement imageables, pour lesquels les processus d'imagerie mentale sont difficiles à mettre en œuvre, nous pouvons supposer que les participants utiliseraient des stratégies de répétition verbale qui seraient plus efficaces pour les mots négatifs que pour les mots positifs.



### **2.3. Synthèse des résultats**

Les données obtenues dans les Expériences 3 et 4 ont mis en évidence un biais de négativité en rappel libre. Nous avons précisé que ce biais émergeait préférentiellement pour les mots hautement imageables. Ainsi, le traitement différentiel des mots positifs et négatifs en mémoire épisodique nécessiterait que le système sémantique soit activé pour émerger et que les caractéristiques des mots permettent la mise en place de processus d'imagerie mentale. Dans de futures études, il serait ainsi intéressant de manipuler les conditions d'encodage des mots (e.g., imagerie mentale *vs.* autorépétition) afin d'étudier l'influence de la stratégie de mémorisation sur les biais émotionnels en mémoire épisodique (voir e.g., Mairean, 2015). De plus, les données en IRMf que nous avons recueillies lors de l'encodage des mots ont indiqué que, de manière générale, le traitement des mots négatifs serait davantage basé sur des représentations sensori-motrices que celui des mots positifs. En effet, nous avons montré que l'insula et les gyri temporaux inférieur et supérieur étaient davantage impliqués dans le traitement des mots négatifs que dans celui des mots positifs. De plus, pour les mots hautement imageables, le gyrus supramarginal était davantage impliqué dans le traitement des mots négatifs que dans celui des mots positifs. La valence émotionnelle influençant aussi la mémoire épisodique lors de la phase de récupération (e.g., Kensinger & Ford, 2020), de futures études pourront recueillir des données fonctionnelles pendant le rappel libre afin de comparer les substrats neuronaux des effets de la valence émotionnelle lors de l'encodage et de la récupération. Enfin, pour compléter les analyses préliminaires présentées dans ce chapitre, nous chercherons à déterminer quelles sont les zones cérébrales dont l'activation prédit les performances en rappel libre, et cela en fonction de la valence émotionnelle et de l'imageabilité. De plus, nous étudierons le lien entre le bien-être émotionnel des participants évalué avec l'échelle PANAS (Caci & Baylé, 2007) et les biais émotionnels en rappel libre.

En conclusion, les deux expériences de ce chapitre ont révélé que le biais de négativité

en mémoire épisodique, et plus précisément en rappel libre, dépend de l'imageabilité des mots. Dans le chapitre suivant, nous verrons que les biais émotionnels en mémoire épisodique, mais aussi dans l'accès au lexique, peuvent être modulés par les caractéristiques des individus et en particulier par leur âge.

## **Chapitre 3. Effet de l'âge sur la récupération des mots émotionnels en mémoires lexicale et épisodique**

Ce chapitre est divisé en deux parties, chaque partie correspondant à une étude comportementale. Dans un premier temps, nous présenterons l'Expérience 5 dont l'objectif principal était de préciser si l'effet de positivité lié à l'âge en mémoire épisodique dépend d'un meilleur traitement des mots positifs et/ou d'un désengagement du traitement des mots négatifs chez les adultes âgés, dans des tâches de rappel et de reconnaissance. Dans un second temps, nous présenterons l'Expérience 6 dont l'objectif principal était de déterminer si les mécanismes sous-tendant l'effet de positivité lié à l'âge en mémoires épisodique et lexicale sont semblables et/ou distincts dans une approche inter-tâches.

### **3.1. Expérience 5**

#### **3.1.1 *Objectifs et hypothèses***

L'effet de positivité lié à l'âge a été très largement étudié depuis les travaux princeps de Carstensen et collaborateurs (Charles et al., 2003 ; Mather & Carstensen, 2003), cependant des divergences demeurent concernant les processus qui le sous-tendent. Tout d'abord, tous les chercheurs ne s'accordent pas sur la manière d'opérationnaliser cet effet, ce qui pourrait expliquer certaines divergences observées dans la littérature. Afin de remédier à cela, Reed et Carstensen (2012) ont proposé une définition opérationnelle claire de l'effet de positivité lié à l'âge : il s'agit de la différence entre les adultes jeunes et plus âgés en attention et en mémoire pour des stimuli positifs comparativement à des stimuli négatifs. Ainsi, d'après ces auteurs, l'effet de positivité lié à l'âge peut découler d'un traitement facilité des stimuli positifs chez les adultes âgés et/ou d'une réduction du traitement des stimuli négatifs. A ce jour, dans le domaine de la mémoire, il n'a pas encore été démontré si l'effet de positivité lié à l'âge dépend d'une augmentation de la préférence pour la positivité chez les adultes âgés comparativement

aux adultes jeunes, d'une diminution de la préférence pour la négativité, ou des deux. Surtout, il reste à déterminer si des processus similaires ou distincts sont à l'origine des deux phénomènes que nous venons de décrire (Vieillard, 2017). En effet, dans le domaine de l'attention, Gronchi et al. (2018) ont montré que l'effet de positivité lié à l'âge dépendrait de deux phénomènes et processus différents : un biais attentionnel vers les stimuli positifs sur la base de processus automatiques ; un désengagement attentionnel des stimuli négatifs sur la base de processus contrôlés. Toutefois, à notre connaissance, ceci n'a jamais été étudié dans le domaine de la mémoire, et en particulier dans celui de la mémoire épisodique.

Dans l'Expérience 5, notre objectif principal était ainsi de déterminer si l'effet de positivité lié à l'âge est caractérisé par une augmentation de la préférence pour la positivité et/ou d'une diminution de la préférence pour la négativité chez les adultes âgés, comparativement aux adultes jeunes, et ceci dans un paradigme combinant différentes tâches de mémoire épisodique (rappel libre immédiat, reconnaissance, rappel libre différé). Nous faisons l'hypothèse que l'effet de positivité lié à l'âge serait spécifiquement caractérisé par une diminution de la préférence pour la négativité chez les adultes âgés, par rapport aux adultes jeunes (voir Murphy & Isaacowitz, 2008). Nous émettions aussi l'hypothèse que l'effet de positivité lié à l'âge serait présent dans les deux tâches de rappel libre mais pas en tâche de reconnaissance, et qu'il serait plus important en rappel libre différé. Enfin, nous avons pour objectif complémentaire d'évaluer l'influence des capacités mnésiques des adultes âgés sur la mémorisation des mots émotionnels, et nous souhaitons plus particulièrement nous intéresser au lien entre les capacités mnésiques des adultes âgés et la préférence pour la positivité et pour la négativité. Dans la suite de ce chapitre, nous présenterons l'article publié qui traite de cette étude, puis nous approfondirons les résultats obtenus au travers d'analyses complémentaires qui n'ont pas fait l'objet d'une publication.

### 3.1.2. Article

Les résultats de l'Expérience 5 ont été publiés sous la forme d'un article:

Laulan, P., Catheline, G., Mayo, W., Robert, C., & Mathey, S. (2020). L'effet de positivité lié à l'âge: oublier le négatif et/ou se rappeler du positif? Une étude inter-tâches. *Gériatrie et Psychologie Neuropsychiatrie du Vieillessement*, 18(4), 437-447.

#### **L'effet de positivité lié à l'âge : oublier le négatif et/ou se rappeler du positif ? Une étude inter-tâches**

Pierrick Laulan, Gwenaëlle Catheline, Willy Mayo, Christelle Robert, & Stéphanie Mathey

**Résumé.** De nombreuses études ont révélé que les adultes âgés ont tendance à mieux mémoriser les informations positives que les informations négatives, lorsqu'on les compare à des adultes jeunes. Notre objectif était de déterminer si cet effet de positivité lié à l'âge dépend d'une meilleure mémorisation des informations positives et/ou d'une moins bonne mémorisation des informations négatives chez les adultes âgés comparativement aux adultes jeunes dans différentes tâches mnésiques. Quarante-deux participants (45 adultes jeunes, 45 adultes âgés) ont effectué des tâches de rappel immédiat, de reconnaissance et de rappel différé. Les participants devaient apprendre des mots positifs, négatifs et neutres. Les résultats ont montré que l'effet de positivité lié à l'âge dépendait uniquement de la diminution de la préférence pour la négativité (i.e., la comparaison entre les mots négatifs et neutres) chez les adultes âgés. Cet effet était présent en rappel libre mais pas en reconnaissance. Par ailleurs, dans la tâche de rappel immédiat, plus les adultes âgés avaient de bonnes compétences mnésiques moins leur préférence pour la négativité était élevée. Ce lien n'était pas présent en rappel différé. Ces données suggèrent que, comparativement aux adultes jeunes, les adultes âgés se désengagent du traitement des mots négatifs sur la base de processus cognitifs coûteux. Ces résultats sont discutés dans le cadre de la théorie de la sélectivité socio-émotionnelle.

**Mots-clefs :** vieillissement, mémoire, émotion

**Abstract.** A growing number of studies have shown that, compared to young adults, older adults better remember positive information than negative information. However, it is not clear whether this age-related positivity effect relies on an increase in positive information memory and/or on a decrease in negative information memory. Thus, we aimed to study the specific mechanisms underlying the age-related positivity effect in different memory tasks. To do so, we used an emotional word memory paradigm including immediate free recall, recognition and delayed free recall tasks. Fifty-five young adults (M = 20.0 years) and 45 older adults (M = 69.2 years) native French speakers participated. Thirty-six low-arousal French words, including 12 negative (e.g., *égout*), 12 positive (e.g., *lagune*) and 12 neutral (e.g., *notion*) words, were selected from an emotional lexical database (Gobin et al., 2017). For the recognition task, 36 new words were selected. Results showed that the age-related positivity effect specifically depended on a decrease in negativity preference (i.e., the comparison between negative and neutral words) in older adults, in comparison with young adults, both in immediate and delayed free recall tasks. Indeed, in these tasks, young adults recalled more negative than neutral words whereas there was no difference in older adults. In recognition task, no age-related positivity effect has been observed. Moreover, results showed that, in immediate recall, the higher the older adults memory abilities, the lower their negativity preference. This correlation was not significant in delayed recall. These results suggest that, when compared with young adults, older adults disengage from negative words processing through costly cognitive processes. A small magnitude of negativity preference would indicate good maintenance of memory abilities. Results are discussed in the framework of the socioemotional selectivity theory.

**Key words:** aging, memory, emotion

## Introduction

Il est aujourd'hui établi que certaines informations sont mieux mémorisées que d'autres, de nombreux travaux indiquant que les stimuli émotionnels sont mieux mémorisés que les stimuli neutres (pour des revues, voir Buchanan & Adolphs, 2002 ; Hamann, 2001). Cet effet des émotions sur la mémoire a été mis en évidence avec plusieurs types de stimuli, comme des images (Charles et al., 2003), des visages (Mather & Carstensen, 2003) ou des mots (Kensinger, 2008), bien que les mots aient été moins fréquemment utilisés. De plus, cet effet serait préservé au cours du vieillissement normal (Denburg et al., 2003), avec cependant une modification du pattern de mémorisation lorsque l'on compare les stimuli positifs aux stimuli négatifs (Charles et al. 2003). Ce changement de pattern de mémorisation des stimuli émotionnels au cours du vieillissement, nommé effet de positivité lié à l'âge, renvoie à la tendance qu'ont les adultes âgés à mieux mémoriser les stimuli positifs relativement aux stimuli négatifs, lorsqu'on les compare à des adultes jeunes (Reed & Carstensen, 2012). Cependant, cette définition de l'effet de positivité lié à l'âge ne permet pas de distinguer si les changements en mémoire au cours du vieillissement concernent les stimuli positifs, les stimuli négatifs, ou les deux. De plus, il reste à déterminer si cet effet se manifeste différemment selon le paradigme mnésique utilisé. Ainsi, dans cette étude, nous chercherons à déterminer si l'effet de positivité lié à l'âge dépend d'une meilleure mémorisation des stimuli positifs et/ou d'une moins bonne mémorisation des stimuli négatifs chez les adultes âgés par rapport aux adultes jeunes, et cela dans différentes tâches mnésiques.

D'après la Théorie de la Sélectivité Socio-émotionnelle (TSS, Carstensen et al., 1999), l'effet de positivité lié à l'âge ne serait pas la conséquence directe de l'âge chronologique mais plutôt un phénomène lié à la perception subjective du temps qu'il reste à vivre (pour une revue des modèles explicatifs de l'effet de positivité lié à l'âge, voir Vieillard, 2017). En effet, l'horizon temporel des adultes âgés diminuant, leurs motivations évolueraient et les amèneraient à davantage rechercher un bien-être immédiat. Ainsi, c'est ce changement

motivationnel, avec une attention davantage tournée vers le présent, qui conduirait les adultes âgés à privilégier les informations positives au détriment des informations négatives, à la différence des adultes jeunes. Cette modulation du traitement des informations émotionnelles serait effectuée au travers de stratégies de régulation émotionnelle coûteuses en ressources cognitives (Mather & Carstensen, 2005). Par conséquent, la TSS suggère que l'effet de positivité lié à l'âge dépendrait essentiellement de processus contrôlés.

Bien que l'effet de positivité lié à l'âge soit robuste (pour une méta-analyse, voir Reed et al., 2014), plusieurs études ont échoué à le mettre en évidence (e.g., Comblain et al., 2005 ; Denburg et al., 2003 ; Grühn et al., 2005). Une explication possible pourrait être la manière de mesurer cet effet. Ainsi, afin de mieux rendre compte des modifications du traitement des informations émotionnelles au cours du vieillissement, Murphy et Isaacowitz (2008) ont suggéré de calculer des scores de préférence. Ces scores permettent de distinguer les modifications du traitement des informations positives et des informations négatives qui peuvent émerger chez les adultes âgés : la préférence pour la positivité est évaluée en comparant le traitement des stimuli positifs au traitement des stimuli neutres, et la préférence pour la négativité en comparant le traitement des stimuli négatifs au traitement des stimuli neutres. Dans leur méta-analyse, les auteurs ont montré que l'amplitude de la préférence pour la positivité ne varie pas significativement en fonction de l'âge, tandis que l'amplitude de la préférence pour la négativité diminue chez les adultes plus âgés. Cependant, la majorité des études se cantonnent à comparer le traitement des stimuli positifs à celui des stimuli négatifs en fonction de l'âge. Par conséquent, il n'a pas encore été clairement déterminé si l'effet de positivité lié à l'âge en mémoire dépend principalement d'un traitement facilité des stimuli positifs chez les adultes âgés, d'un traitement plus coûteux des stimuli négatifs, ou des deux. De plus, il n'a pas encore été établi si les deux phénomènes sont sous-tendus par des processus identiques (Vieillard, 2017).

Par ailleurs, l'hétérogénéité des résultats de la littérature concernant l'effet de positivité



lié à l'âge pourrait provenir de la grande diversité des paradigmes mnésiques employés par les chercheurs. En effet, Murphy et Isaacowitz (2008) ont montré que l'effet de l'âge sur la préférence pour la positivité et pour la négativité dépend du type de mesure utilisé pour évaluer les performances mnésiques. Ainsi, la diminution de la préférence pour la négativité observée chez les adultes âgés comparativement aux adultes jeunes émergerait en tâche de reconnaissance et non en tâche de rappel libre. Toutefois, les résultats de Murphy et Isaacowitz (2008) sont à considérer avec précaution étant donné que seulement 25% des études incluses dans leur méta-analyse intégraient un groupe de participants jeunes et un groupe de participants âgés, permettant ainsi de tester des effets liés à l'âge. De plus, dans la majorité des études sur l'effet de positivité lié à l'âge, les performances mnésiques des participants sont évaluées soit au moyen d'une tâche de rappel libre soit au moyen d'une tâche de reconnaissance, ne permettant pas de tester directement l'influence du paradigme mnésique sur cet effet. Parmi les rares études dans lesquelles ces deux types de tâches ont été administrés successivement aux participants, il a été montré que l'effet de positivité lié à l'âge était plus important en rappel libre qu'en reconnaissance (e.g., Bohn et al., 2016 ; Charles et al., 2003 ; Yang & Ornstein, 2011 ; mais voir Kalenzaga et al., 2016). Cette différence peut être expliquée par le fait que le rappel libre ferait intervenir davantage de processus contrôlés que la reconnaissance dans laquelle interviendraient également des processus automatiques de familiarité (Yonelinas, 2002). L'intervalle de rétention (i.e., la durée entre l'encodage et la récupération) est un autre aspect des paradigmes mnésiques qui varie au sein de la littérature, celui-ci pouvant être nul lorsque la phase de récupération suit immédiatement la phase d'encodage (Kensinger, 2008) et pouvant aussi durer plusieurs jours (Mather & Knight, 2005). Récemment, il a été montré que l'effet de positivité lié à l'âge émerge après un délai de 10 minutes mais qu'il n'apparaît pas dans une tâche de rappel libre immédiat (Ratovohery et al., 2018). Ces résultats concordent avec la prédiction de la TSS [8] selon laquelle l'effet de positivité lié à l'âge devrait émerger après un intervalle de rétention de plusieurs minutes, étant donné qu'il dépend de processus

contrôlés (Kalenzaga et al., 2016). Toutefois, l'intervalle de rétention ne semble pas être le seul facteur explicatif de l'émergence de l'effet de positivité lié à l'âge car cet effet a aussi été mis en évidence pour un intervalle de rétention nul (Kensinger, 2008).

Dans certaines conditions, les adultes âgés auraient suffisamment de ressources cognitives pour moduler le traitement des informations émotionnelles de manière immédiate. Mather et Knight (2005) ont ainsi montré que l'effet de positivité lié à l'âge est plus susceptible d'émerger chez les adultes âgés qui réussissent le mieux dans des tâches impliquant des processus de contrôle cognitif (contrôle attentionnel, mise à jour et mémoire de travail), en accord avec les prédictions de la TSS (Carstensen et al., 1999). Toutefois, d'autres chercheurs ont montré que l'effet de positivité lié à l'âge ne dépend pas des capacités mnésiques des adultes âgés (Charles et al., 2003), voire qu'il serait plus important chez les adultes âgés avec des déficits mnésiques subcliniques (Leal et al., 2016) ou avec des ressources cognitives amoindries comparables à celles d'individus atteints de la maladie d'Alzheimer (Bohn et al., 2016). Par conséquent, il semble important de recueillir de nouvelles informations afin de mieux comprendre le rôle des ressources cognitives des adultes âgés sur la mémorisation des informations émotionnelles.

L'objectif de cette étude était de déterminer si l'effet de positivité lié à l'âge dépend d'une augmentation de la préférence pour la positivité et/ou d'une diminution de la préférence pour la négativité chez les adultes âgés, comparativement aux adultes jeunes, et ceci dans différentes tâches mnésiques. Pour cela, nous avons utilisé un paradigme de mémoire émotionnelle verbale comprenant une tâche de rappel libre immédiat, une tâche de reconnaissance et une tâche de rappel libre différé. Les différentes tâches mnésiques ont été proposées successivement aux participants, avec les mêmes mots, afin de pouvoir les comparer (Danckert & Craik, 2013). Nous nous attendions à ce que l'effet de positivité lié à l'âge soit spécifiquement caractérisé par une diminution de la préférence pour la négativité chez les adultes âgés, par rapport aux adultes jeunes. De plus, nous émettions l'hypothèse que : (i)

l'effet de positivité lié à l'âge serait présent dans les deux tâches de rappel libre mais pas en tâche de reconnaissance, (ii) dans les tâches de rappel libre, l'effet de positivité lié à l'âge serait plus important en rappel différé qu'en rappel immédiat. Nous avons pour objectif complémentaire d'étudier l'influence des capacités mnésiques des adultes âgés sur la mémorisation des mots émotionnels, en nous intéressant plus particulièrement au lien entre les capacités mnésiques des adultes âgés et la préférence pour la positivité et pour la négativité.

## **Matériel et méthodes**

### **Participants**

Un total de 45 adultes jeunes ( $M = 20.0$ ,  $ET = 1.9$  ; intervalle = 18-25 ans ; 34 femmes) et de 45 adultes plus âgés ( $M = 66.8$ ,  $ET = 5.0$  ; intervalle = 60-79 ans ; 31 femmes) ont participé à cette étude. Tous les participants étaient de langue maternelle française, avaient une vue normale ou corrigée, et déclaraient ne pas avoir de trouble neurologique ou psychiatrique, ni de difficultés en lecture. Le niveau d'étude des adultes jeunes ( $M = 13.8$ ,  $ET = 1.0$ ) et des adultes plus âgés ( $M = 14.0$ ,  $ET = 2.3$ ) ne différait pas,  $p = .64$ , et les adultes jeunes avaient des scores de vocabulaire au Mill Hill (Deltour, 1993) inférieurs à ceux des adultes plus âgés (respectivement,  $M = 33.3$ ,  $ET = 4.9$  ;  $M = 39.4$ ,  $ET = 1.9$  ;  $p < .001$ ). Tous les adultes âgés avaient un score au Mini-Mental State Examination (MMSE, Folstein et al., 1975) supérieur ou égal à 27 ( $M = 28.9$ ,  $ET = 1.3$ ). De plus, les adultes jeunes et plus âgés ne différaient pas selon les scores d'alexithymie de la TAS-20 (Loas et al., 1997) (respectivement,  $M = 43.6$ ,  $ET = 10.7$  ;  $M = 42.0$ ,  $ET = 10.3$ ,  $p = .47$ ) et d'affects positifs de la PANAS (Caci et Baylé, 2007) (respectivement,  $M = 34.9$ ,  $ET = 4.7$  ;  $M = 34.7$ ,  $ET = 5.5$ ,  $p = .89$ ). Par ailleurs, comparativement aux adultes âgés, les adultes jeunes avaient des scores plus élevés d'anxiété état (respectivement,  $M = 31.2$ ,  $ET = 9.1$  ;  $M = 27.7$ ,  $ET = 5.1$  ;  $p < .05$ ) et d'anxiété trait (respectivement,  $M = 41.2$ ,  $ET = 9.6$  ;  $M = 35.2$ ,  $ET = 7.9$  ;  $p < .01$ ) mesurés avec la STAI-Y (Bruchon-Schweitzer & Paulhan, 1993). Les adultes jeunes avaient aussi des scores plus élevés d'affects négatifs de la PANAS (Caci & Baylé, 2007) que les adultes plus âgés (respectivement,

$M = 22.1, ET = 5.7 ; M = 19.7, ET = 4.3 ; p < .05$ ).

## **Stimuli**

Le matériel expérimental à mémoriser était composé de 36 mots à arousal bas de 5 à 6 lettres sélectionnés dans la base française de données lexicales émotionnelles liées à l'âge EMA (Gobin et al., 2017), qui fournit des estimations de valence et d'arousal pour des adultes âgés de 18 à 82 ans. Les mots étaient répartis dans trois conditions de 12 mots chacune : (1) mots négatifs (e.g., *ordure*), (2) mots neutres (e.g., *tiroir*), et (3) mots positifs (e.g., *lagune*). Les mots identifiés comme négatifs avaient une valence comprise entre -3 et -1, les mots identifiés comme neutres avaient une valence comprise entre -0.9 et 0.9, et les mots identifiés comme positifs avaient une valence comprise entre 1 et 3. Par ailleurs, les mots négatifs, neutres et positifs avaient un arousal compris entre 1 et 3.5, sur une échelle allant jusqu'à 7. Les mots positifs et négatifs étaient appariés selon l'arousal et leur arousal était supérieur à celui des mots neutres, ce qui reflète la relation quadratique entre l'arousal et la valence des mots de la base EMA (Gobin et al., 2017). Afin que les effets de l'âge sur la mémoire émotionnelle ne puissent pas provenir de différences dans les évaluations du matériel entre les adultes jeunes et plus âgés, nous nous sommes assurés que pour chaque catégorie de mots les évaluations de valence et d'arousal ne différaient pas entre les deux groupes d'âge ( $ps > .10$ ). Pour cela, dans la base EMA (Gobin et al., 2017), nous avons utilisé les évaluations effectuées par des adultes âgés de 18 à 25 ans et par des adultes âgés de plus de 60 ans. De plus, les trois catégories de mots étaient appariées selon plusieurs facteurs lexicaux (fréquence lexicale, nombre de lettres, voisinages orthographiques et phonologiques) fournis par la base de données lexicales Lexique 3.8.2 (New et al., 2005). Les caractéristiques principales du matériel sont présentées dans le Tableau 22.

Les 36 mots étaient répartis dans deux listes de 18 mots (6 négatifs, 6 neutres et 6 positifs) appariées selon la valence, l'arousal et les facteurs lexicaux cités précédemment. Nous avons ajouté un mot buffer au début et à la fin de chaque liste afin de minimiser les effets de récence et de primauté. Enfin, 36 mots ont été sélectionnés pour servir de distracteurs dans la

tâche de reconnaissance selon les mêmes critères que les mots d'apprentissage, afin d'éviter la mise en place de stratégies de reconnaissance basées sur des processus lexicaux.

### **Procédure**

Après avoir signé un formulaire de consentement éclairé, les participants effectuaient individuellement cette étude qui durait 1h15. Dans un premier temps, les participants remplissaient un questionnaire d'anxiété (Bruchon-Schweitzer & Paulhan, 1993). Ensuite, ils réalisaient un test original de mémoire émotionnelle informatisé, programmé avec le logiciel E-Prime (version 2.0, Schneider et al., 2002). Chaque mot était présenté pendant 3 secondes, avec la contrainte que deux mots de la même catégorie au maximum puissent être présentés successivement. Il était demandé aux participants de lire les mots à haute voix et de les apprendre. La même procédure était répétée pour la seconde liste de mots et les mots étaient présentés dans le même ordre pour tous les participants.

Après la présentation de chaque liste, les participants effectuaient une tâche de rappel libre immédiat lors de laquelle ils devaient rappeler oralement autant de mots que possible.

Ensuite, ils réalisaient une tâche de reconnaissance dans laquelle les mots qu'ils avaient dû apprendre et des mots nouveaux étaient mélangés aléatoirement.

**Tableau 22. Caractéristiques des mots**  
**Table 22. Word characteristics**

Caractéristiques	Catégorie			Effet de la catégorie ( <i>p</i> -values)		
	Mots positifs	Mots négatifs	Mots neutres	Mots positifs vs. négatifs	Mots positifs vs. neutres	Mots négatifs vs. Neutres
<b>Valence</b>						
18-25 ans	1,33	-1,57	0,15	< .001	< .001	< .001
> 60 ans	1,18	-1,81	0,13	< .001	.001	< .001
<b>Arousal</b>						
18-25ans	2,94	2,96	2,20	ns	.001	< .001
> 60 ans	3,31	3,44	2,54	ns	.002	.012
Fréquence lexicale	8,20	8,22	8,22	ns	ns	Ns
Old20	1,82	1,83	1,79	ns	ns	ns
Pld20	1,48	1,61	1,46	ns	ns	ns

Les participants devaient appuyer sur une touche « Oui » s'ils avaient vu le mot auparavant dans une liste d'apprentissage et sur une touche « Non » si ce n'était pas le cas. Après 20 minutes durant lesquelles ils répondaient à un questionnaire biographique, les participants réalisaient une tâche de rappel libre différé dans laquelle ils devaient à nouveau rappeler oralement autant de mots que possible. Enfin, les participants remplissaient des tests évaluant leur fonctionnement cognitif (Deltour, 1993 ; Folstein et al., 1975) et affectif (Caci & Baylé, 2007 ; Loas et al., 1997) avant qu'un compte-rendu de l'expérience ne leur soit fait.

### **Analyse des données**

Nous avons retiré des analyses un mot neutre dont le pourcentage moyen de mémorisation (i.e., dans les trois tâches de mémoire) déviait de 2,5 écarts-types par rapport au pourcentage moyen de mémorisation de l'ensemble des mots. Afin de vérifier que l'ordre fixe de présentation des mots n'avait pas facilité l'utilisation de stratégies de regroupement, nous

avons testé si la distribution des mots rappelés différait d'une distribution aléatoire en utilisant un test de Kolmogorov-Smirnov. Les résultats ont montré que les distributions des mots rappelés de la liste 1,  $D(17) = .18$ ,  $p = .96$ , et de la liste 2,  $D(16) = .19$ ,  $p = .95$ , ne différaient pas d'une distribution aléatoire.

Ensuite, les analyses ont été effectuées sur les pourcentages de mots correctement rappelés en rappel libre immédiat et en rappel libre différé, ainsi que sur les scores corrigés de reconnaissance (i.e., pour une catégorie de mots, la différence entre le pourcentage de mots appris qui ont été correctement identifiés et le pourcentage de mots non appris qui ont été identifiés à tort) à partir d'une ANOVA mixte dans laquelle l'âge (jeunes ou âgés) était un facteur inter-sujets et la valence (positive, négative ou neutre) étaient un facteur intra-sujets. Afin de tester nos hypothèses, nous avons appliqué les contrastes correspondants. Cette méthode statistique est préconisée pour tester des prédictions précises lorsqu'une variable indépendante possède plus de deux modalités (Brauer & McClelland, 2005). Plus précisément, pour comparer, respectivement, la mémorisation des mots émotionnels à celle des mots neutres, et la mémorisation des mots positifs à celle des mots négatifs, nous avons appliqué deux contrastes orthogonaux à la valence : un contraste quadratique et un contraste linéaire. Lorsque l'effet d'interaction entre le contraste linéaire appliqué à la valence et l'âge était significatif, révélant ainsi l'existence d'un effet de positivité lié à l'âge, nous avons examiné la direction de cet effet en testant l'effet de l'âge sur les scores de préférence pour la positivité et de préférence pour la négativité. De plus, lorsqu'un effet de positivité était montré, nous avons étudié le lien entre les capacités mnésiques des adultes âgés et la préférence pour la positivité et pour la négativité avec des tests de corrélation de Spearman. Les capacités mnésiques étaient estimées en calculant pour chaque participant le score moyen aux trois tâches mnésiques proposées (i.e., rappel libre immédiat, rappel libre différé et reconnaissance).

## Résultats

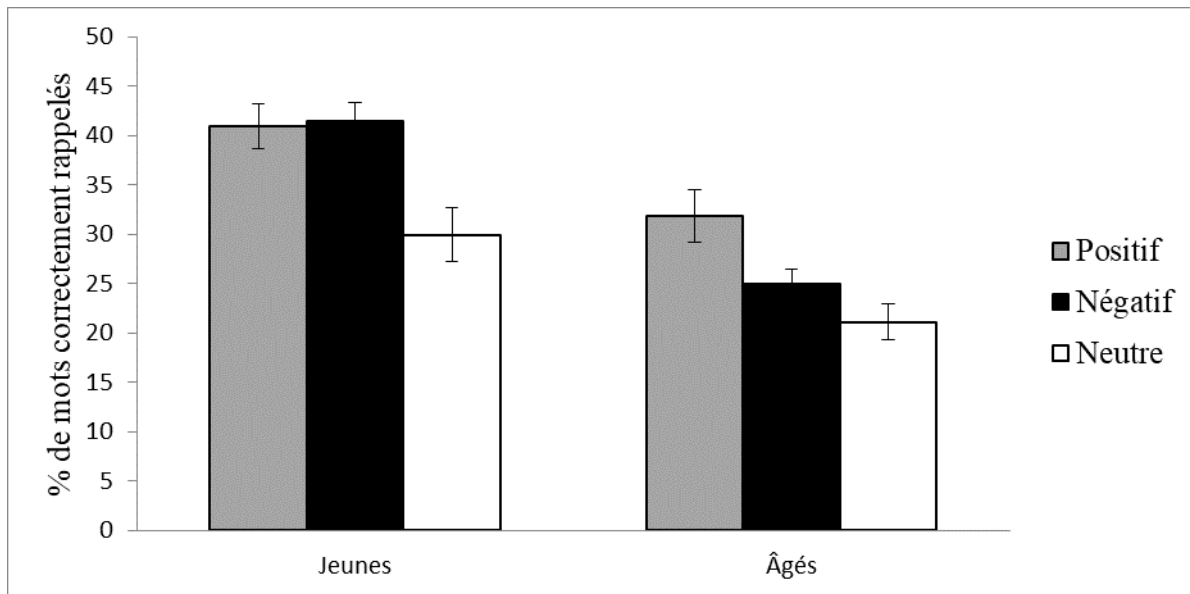
### Rappel libre immédiat

Les pourcentages de mots correctement rappelés en fonction de la valence émotionnelle des mots et de l'âge des participants sont présentés dans la Figure 18.

L'ANOVA sur les pourcentages de mots correctement rappelés a montré un effet significatif de l'âge,  $F(1,88) = 36.24, p < .001, \eta_p^2 = .28$ , les adultes jeunes rappelant plus de mots (37.44%) que les adultes plus âgés (25.99%). L'effet du contraste quadratique était significatif,  $F(1,88) = 34.08, p < .001, \eta_p^2 = .28$ , révélant que les mots positifs (36.39%) et négatifs (33.24%) étaient mieux rappelés que les mots neutres (25.52%). Par ailleurs, l'effet d'interaction entre le contraste linéaire et l'âge était significatif,  $F(1,88) = 4.04, p = .048, \eta_p^2 = .06$ , indiquant que les mots positifs étaient mieux rappelés que les mots négatifs chez les adultes âgés (31.85% vs. 25%),  $F(1,44) = 7.58, p = .009, \eta_p^2 = .15$ , mais pas chez les adultes jeunes (40.93% vs. 41.48%),  $F < 1$ . Aucun autre effet n'était significatif ( $ps > .10$ ).

Les analyses visant à décomposer l'effet de positivité ont montré un effet significatif de l'âge sur la préférence pour la négativité,  $F(1, 88) = 4.66, p = .034, \eta_p^2 = .05$ , mais pas sur la préférence pour la positivité,  $F < 1$ . Ainsi, la préférence pour la négativité était plus importante chez les adultes jeunes (11.56%) que chez les adultes plus âgés (3.89%), tandis qu'il n'y avait pas de différence entre les adultes jeunes et plus âgés concernant la préférence pour la positivité (11% vs. 10.74%). Par ailleurs, les analyses de corrélation de Spearman ont montré une association négative entre les capacités mnésiques des adultes âgés et la préférence pour la négativité,  $r_s = -.32, p = .032$ , indiquant que plus les adultes âgés avaient de bonnes capacités mnésiques, moins leur préférence pour la négativité était importante. Il n'y avait pas de corrélation significative entre les capacités mnésiques des adultes âgés et la préférence pour la positivité,  $r_s = -.06, p = .64$ .





**Figure 18.** Performances dans la tâche de rappel libre immédiat en fonction de la valence et de l'âge. Les barres représentent l'erreur standard de la moyenne.

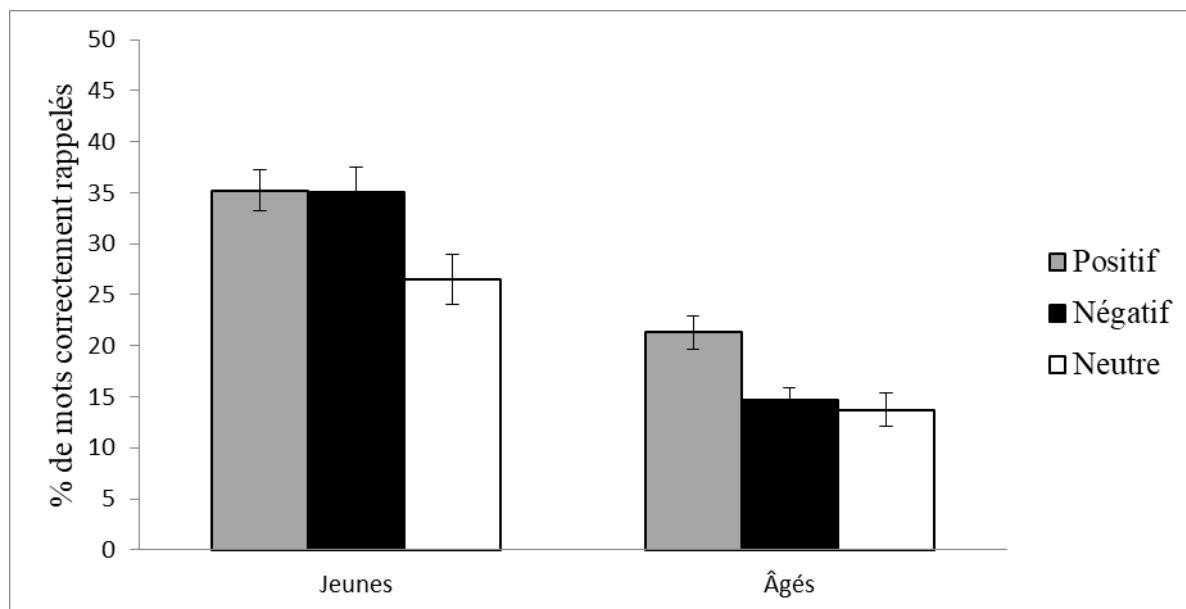
**Figure 18.** Immediate free recall task scores according to valence and age. Bars represent the standard error of the mean.

### Rappel libre différé

Les pourcentages de mots correctement rappelés en fonction de la valence émotionnelle des mots et de l'âge des participants sont présentés dans la Figure 19.

L'ANOVA sur les pourcentages de mots correctement rappelés a montré un effet significatif de l'âge,  $F(1,88) = 55.15, p < .001, \eta_p^2 = .39$ , les adultes jeunes (32.22%) rappelant plus de mots que les adultes plus âgés (16.55%). L'effet du contraste quadratique était significatif,  $F(1,88) = 20.29, p < .001, \eta_p^2 = .19$ , révélant que les mots positifs (28.24%) et négatifs (24.82%) étaient mieux rappelés que les mots neutres (20.10%). L'effet du contraste linéaire était significatif,  $F(1,88) = 5.15, p = .026, \eta_p^2 = .06$ , montrant que les mots positifs (28.24%) étaient mieux rappelés que les mots négatifs (24.82%). Par ailleurs, l'effet d'interaction entre le contraste linéaire et l'âge était significatif,  $F(1,88) = 4.60, p = .035, \eta_p^2 = .05$ , indiquant que les mots positifs (21.30%) étaient mieux rappelés que les mots négatifs (14.63%) chez les adultes âgés,  $F(1,44) = 14.87, p < .001, \eta_p^2 = .25$ , mais pas chez les adultes jeunes (35.19% vs. 35%),  $F < 1$ . Aucun autre effet n'était significatif ( $ps > .10$ ).

Les analyses visant à décomposer l'effet de positivité ont montré un effet significatif de l'âge sur la préférence pour la négativité,  $F(1,88) = 5.45$ ,  $p = .022$ ,  $\eta_p^2 = .06$ , mais pas sur la préférence pour la positivité,  $F < 1$ . Ainsi, la préférence pour la négativité était plus importante chez les adultes jeunes (8.64%) que chez les adultes âgés (0.9%), tandis qu'il n'y avait pas de différence entre les adultes jeunes et âgés concernant la préférence pour la positivité (8.73% vs. 7.58%). Par ailleurs, les analyses de corrélation de Spearman ont montré qu'il n'y avait pas d'association significative entre les capacités mnésiques des adultes âgés et la préférence pour la négativité,  $r_s = -.14$ ,  $p = .35$ , ni entre les capacités mnésiques des adultes âgés et la préférence pour la positivité,  $r_s = -.12$ ,  $p = .45$ .



**Figure 19.** Performances dans la tâche de rappel libre différé en fonction de la valence et de l'âge. Les barres représentent l'erreur standard de la moyenne.

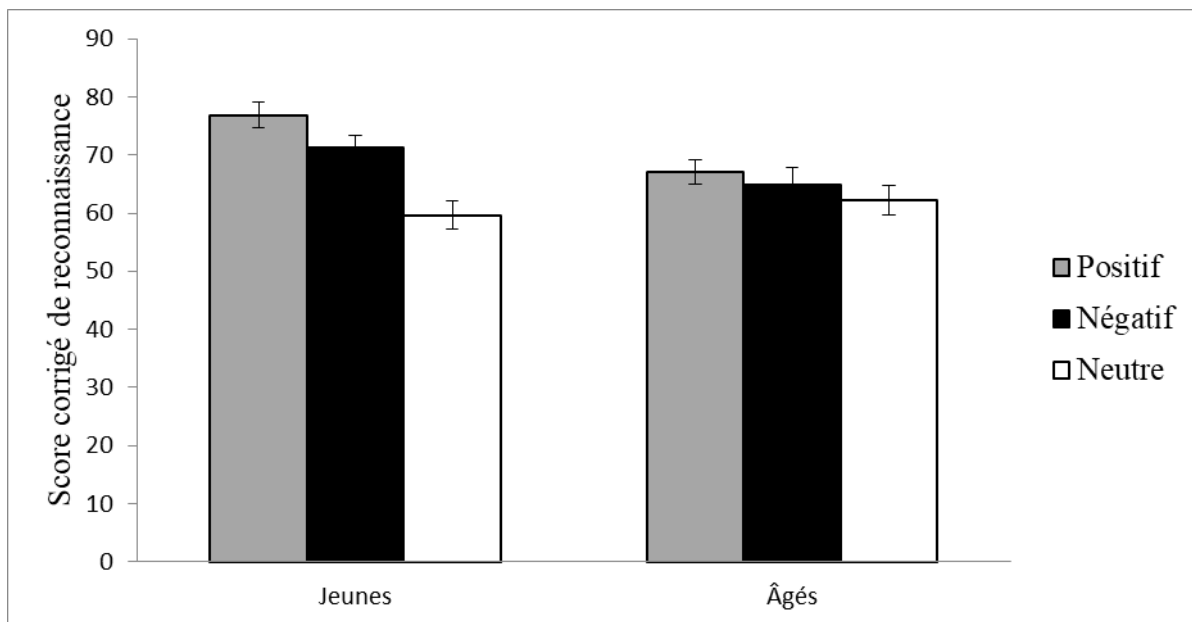
**Figure 19.** Delayed free recall task scores according to valence and age. Bars represent the standard error of the mean.

## Reconnaissance

Les scores corrigés de reconnaissance en fonction de la valence émotionnelle des mots et de l'âge des participants sont présentés dans la Figure 20.

L'ANOVA sur les scores corrigés de reconnaissance a montré un effet tendanciel de l'âge,  $F(1,88) = 3.23$ ,  $p = .076$ ,  $\eta_p^2 = .04$ , les adultes jeunes obtenant de meilleures

performances (69.26%) que les adultes plus âgés (64.69%). L'effet du contraste quadratique était significatif,  $F(1,88) = 28.53, p < .001, \eta_p^2 = .25$ , montrant que les mots positifs (71.94%) et négatifs (68.06%) étaient mieux reconnus que les mots neutres (60.93%). L'effet du contraste linéaire était tendanciel,  $F(1,88) = 3.71, p = .057, \eta_p^2 = .04$ , suggérant que les mots positifs (71.94%) étaient mieux reconnus que les mots négatifs (68.06%). Par ailleurs, l'effet d'interaction entre le contraste quadratique et l'âge était significatif,  $F(1,88) = 10.00, p = .002, \eta_p^2 = .10$ , indiquant que l'effet des émotions sur la mémoire était plus important chez les adultes jeunes (14.45%) que chez les adultes plus âgés (3.71%). Aucun autre effet n'était significatif ( $ps > .10$ ).



**Figure 20.** Performances dans la tâche de reconnaissance en fonction de la valence et de l'âge. Les barres représentent l'erreur standard de la moyenne.  
**Figure 20.** Recognition task scores according to valence and age. Bars represent the standard error of the mean.

## Discussion

Dans cette étude, nous avons cherché à déterminer si l'effet de positivité lié à l'âge dépend d'une augmentation de la préférence pour la positivité et/ou d'une diminution de la préférence pour la négativité chez les adultes âgés, comparativement aux adultes jeunes, et

cela dans plusieurs tâches mnésiques contenant des mots émotionnels. Les principaux résultats ont montré que l'effet de positivité lié à l'âge dépendait spécifiquement de la diminution de la mémorisation des mots négatifs chez les adultes âgés, comparativement aux adultes jeunes. Nous avons précisé que cet effet émergeait dans les tâches de rappel libre immédiat et différé mais pas dans la tâche de reconnaissance. En rappel immédiat, plus les adultes âgés avaient de bonnes capacités mnésiques, moins leur préférence pour la négativité était élevée. Par contre, en rappel différé, il n'y avait pas de lien entre les capacités mnésiques des adultes âgés et la préférence pour la négativité.

Tout d'abord, en accord avec nos hypothèses, nous avons montré que l'effet de positivité lié à l'âge est caractérisé par une diminution de la préférence pour la négativité chez les adultes âgés, comparativement aux adultes jeunes. De plus, nous avons montré que cet effet émerge en rappel libre immédiat et en rappel libre différé mais pas en reconnaissance. Le fait que l'effet de positivité lié à l'âge soit spécifiquement associé à une diminution de la préférence pour la négativité chez les adultes âgés est en accord avec la méta-analyse de Murphy et Isaacowitz (2008) dans laquelle il a été révélé que la préférence pour la positivité ne variait pas en fonction de l'âge, tandis que la préférence pour la négativité diminuait chez les adultes âgés. Ce résultat va également dans le sens de travaux en potentiels évoqués qui ont montré que l'activité neuronale en réponse à des stimuli positifs ne différait pas entre les adultes jeunes et plus âgés alors que l'activité neuronale en réponse à des stimuli négatifs diminuait chez les adultes âgés (Kisley et al., 2007). L'originalité de notre travail est de préciser que cet effet émerge uniquement en rappel libre. Ce résultat suggère, en lien avec les postulats de la TSS (Carstensen et al., 1999), que cet effet serait sous-tendu par des processus contrôlés. En effet, lors du rappel libre, la récupération des informations en mémoire dépendrait essentiellement de processus contrôlés de recollection, tandis qu'en reconnaissance, la récupération des informations en mémoire dépendrait aussi de processus plus automatiques de familiarité (Yonelinas, 2002). D'après Charles et al. (2003), les tâches de rappel libre impliquent aussi davantage de

traitements égocentrés, sensibles aux motivations et aux objectifs des individus, que les tâches de reconnaissance, ce qui pourrait expliquer que l'effet de positivité soit plus important dans ces tâches. En effet, il a été montré que l'effet facilitateur des traitements égocentrés sur la mémoire est préservé au cours du vieillissement (Glisky & Marquine, 2009) et que les régions cérébrales connues pour leur implication dans ces traitements, comme le cortex préfrontal médian, sont davantage recrutées lors du traitement des stimuli positifs que des stimuli négatifs chez les adultes âgés, comparativement aux adultes jeunes (Gutchess et al., 2007). De plus, chez des adultes jeunes, l'amplitude de la préférence pour la positivité devenait plus importante que celle de la préférence pour la négativité lorsqu'ils recevaient la consigne de se concentrer sur les aspects émotionnels des informations lors de leur récupération, et cela en rappel mais pas en reconnaissance (Yang & Ornstein, 2011). Par conséquent, nos résultats apportent des arguments supplémentaires suggérant que l'effet de positivité dépendrait de processus contrôlés qui seraient particulièrement à l'œuvre dans les tâches de rappel libre.

Afin de préciser le rôle des différences interindividuelles au sein des adultes âgés sur la mémorisation des mots émotionnels, nous avons étudié plus particulièrement le lien entre les capacités mnésiques des adultes âgés et la préférence pour la positivité et pour la négativité. Nos résultats ont révélé que dans les tâches de rappel libre, c'est-à-dire dans les tâches où un effet de positivité a été montré, l'ampleur de la préférence pour la négativité chez les adultes âgés dépendait à la fois de leurs capacités mnésiques et de l'intervalle de rétention. En effet, en rappel libre immédiat, plus les adultes âgés avaient de bonnes compétences mnésiques, moins leur préférence pour la négativité était élevée ; en rappel libre différé, il n'y avait pas de lien entre les capacités mnésiques des adultes âgés et la préférence pour la négativité. Ces résultats suggèrent donc que la diminution de la préférence pour la négativité chez les adultes âgés reposerait sur des processus coûteux en ressources cognitives, en lien avec les travaux de Mather et Knight (2005). Chez les adultes âgés avec de bonnes capacités mnésiques, les ressources cognitives seraient suffisantes afin de diminuer spontanément le traitement des

informations négatives potentiellement menaçantes pour leur bien-être. En revanche, chez les adultes âgés avec de moins bonnes capacités mnésiques, un intervalle de rétention plus long serait nécessaire afin que les processus de régulation émotionnelle puissent influencer l'organisation des informations en mémoire au travers des processus de consolidation (Kalenzaga et al., 2016). Ainsi, ces résultats soulignent l'intérêt d'étudier conjointement le rôle de l'intervalle de rétention et des capacités mnésiques des adultes âgés sur la mémorisation des informations émotionnelles et pourraient apporter des éclaircissements sur l'origine de certaines divergences observées dans la littérature. En effet, d'une part, nous pouvons supposer que certaines études ont échoué à montrer un effet modérateur des capacités mnésiques des adultes âgés sur l'effet de positivité étant donné qu'elles ont utilisé un intervalle de rétention suffisamment long pour que les processus de régulation émotionnelle influencent le pattern de mémorisation, même chez les adultes âgés avec les moins bonnes capacités cognitives (voir par exemple Charles et al., 2003). D'autre part, les capacités cognitives des adultes âgés pouvant varier d'une étude à l'autre, de telles différences individuelles pourraient contribuer à expliquer pourquoi l'effet de positivité émerge parfois immédiatement (Kensinger, 2008) tandis qu'il n'émerge qu'après un délai de plusieurs minutes dans d'autres cas (Ratovohery et al., 2018). Par ailleurs, afin d'approfondir la compréhension du lien entre les capacités mnésiques des adultes âgés et leur mémorisation des mots émotionnels, il serait intéressant dans de futurs travaux d'évaluer leurs capacités mnésiques à partir de tests standardisés de mémoire épisodique, à l'instar de Leal et al. (2016). En effet, dans notre étude, les capacités mnésiques des adultes âgés ont été évaluées à partir de leurs scores aux tâches expérimentales, d'après la méthode utilisée par Charles et al. (2003), ce qui ne nous permettait pas d'obtenir deux mesures indépendantes.

Enfin, nous pouvons nous poser la question de la généralisation de nos résultats à des mots émotionnels possédant d'autres caractéristiques d'arousal. Dans la présente étude, nous avons choisi de contrôler l'arousal des mots émotionnels en utilisant uniquement des mots à

arousal bas, les travaux de Kensinger (2008) ayant montré que l'effet de positivité n'apparaissait que pour cette catégorie de mots. Toutefois, selon la Théorie de l'Intégration Dynamique (TID, Labouvie-Vief, 2003), l'interaction dynamique entre un individu et son environnement dépend de l'arousal des stimuli auxquels est confronté cet individu, ainsi que des dispositions individuelles qui peuvent faciliter ou entraver la régulation des émotions. Ainsi, d'après la TID, les adultes âgés pourraient maintenir un niveau de bien-être satisfaisant lorsqu'ils doivent traiter des émotions peu intenses. En revanche, dans les conditions où ils sont en présence d'émotions intenses, les adultes âgés auraient davantage de difficultés à réguler leurs émotions, en particulier lorsqu'ils souffrent d'un déclin cognitif marqué. Ainsi, il sera pertinent de s'intéresser dans de futures études au rôle des ressources cognitives des adultes âgés dans la survenue d'un effet de positivité en mémoire lorsque les mots à mémoriser possèdent un arousal élevé.

En conclusion, nous avons montré un effet de positivité lié à l'âge caractérisé par une diminution de la mémorisation des informations négatives chez les adultes âgés, comparativement aux adultes jeunes. Cet effet émerge dans les tâches de libre mais pas dans la tâche de reconnaissance, suggérant qu'il dépend de processus contrôlés, comme postulé par la TSS (Carstensen et al., 1999). De plus, chez les adultes âgés, le désengagement du traitement des informations négatives nécessiterait l'intervention de processus coûteux en ressources cognitives. Ainsi, une préférence pour la négativité de petite ampleur, voire d'ampleur nulle, serait un indicateur d'un bon maintien des ressources cognitives au cours du vieillissement, et plus particulièrement d'un bon maintien des capacités mnésiques dans le cadre de notre étude. Des recherches ultérieures devront être menées afin d'étudier si ces résultats obtenus pour des mots à arousal bas sont généralisables aux mots à arousal élevé, dont le traitement est plus automatique.

### ***3.1.2. Synthèse des résultats***

Les résultats obtenus nous ont permis de confirmer l'hypothèse selon laquelle l'effet de positivité lié à l'âge provient d'une diminution de la préférence pour la négativité chez les adultes âgés relativement aux adultes jeunes. Nous avons précisé que cet effet émerge en rappel libre immédiat et différé mais pas en reconnaissance. De plus, nous avons montré que plus les adultes âgés ont de bonnes performances en mémoire épisodique, plus l'ampleur de la préférence pour la négativité en rappel libre immédiat diminue lors du rappel immédiat. Aucun lien n'a été mis en évidence entre les performances en mémoire épisodique des adultes âgés et le rappel des mots positifs. Ce pattern de résultats suggère, en accord avec la TSS (Carstensen et al., 1999) et le modèle du contrôle cognitif (Mather & Knight, 2005), que l'effet de positivité lié à l'âge nécessite pour émerger que les individus disposent de ressources cognitives suffisantes et que les modalités de récupération des informations en mémoire permettent d'avoir recours à des stratégies contrôlées.

Une limite de l'Expérience 5 qui n'a pas été abordée dans la discussion de l'article réside dans la manière dont les adultes âgés ont été sélectionnés. En effet, afin d'apparier les participants jeunes et plus âgés selon le niveau d'éducation, nous avons recruté uniquement des adultes âgés avec un niveau d'éducation élevé, à l'image de ce qui est fait classiquement dans la littérature (e.g., Charles et al., 2003 ; Kensinger, 2008). Toutefois, de nombreuses études ont montré un lien entre le niveau d'éducation des adultes âgés et leur fonctionnement cognitif (e.g., van Hooren et al., 2007). Ainsi, dans une cohorte de 1136 adultes âgés de plus de 65 ans, Zahodne et al. (2019) ont observé que plus les individus avaient un niveau d'éducation élevé, plus leurs performances en mémoire épisodique étaient élevées. Étant donné que nous avons montré dans l'Expérience 5 que les capacités cognitives des adultes âgés, et plus précisément leurs capacités en mémoire épisodique, influencent leur mémorisation des mots émotionnels, le niveau d'éducation semble être un facteur pertinent à prendre en compte afin de déterminer plus précisément les mécanismes qui sous-tendent l'effet de positivité lié à l'âge (voir Bruno et al., 2014).



Afin de tester si nos résultats étaient généralisables aux adultes âgés avec un niveau d'éducation plus bas que ceux inclus dans l'Expérience 5, nous avons recruté 45 participants supplémentaires. Ainsi, nous détaillerons dans un premier temps les éléments démographiques et théoriques qui nous ont conduits à compléter notre étude. Ensuite, nous décrirons les caractéristiques de notre population expérimentale. Enfin, nous présenterons les résultats des analyses et nous les discuterons au regard de la littérature et des résultats obtenus dans l'Expérience 5.

### **3.1.3. Analyses complémentaires**

#### **3.1.3.1. Eléments démographiques**

Dans l'Expérience 5, nous avons recruté uniquement des adultes âgés avec un niveau d'éducation élevé. Ainsi, les 45 adultes âgés inclus dans l'échantillon de l'Expérience 5 possédaient au minimum un diplôme de niveau 3 correspondant au Brevet d'Etudes Professionnelles (BEP) ou au Certificat d'Aptitude Professionnelle (CAP) et avaient par conséquent été scolarisés pendant un minimum de 11 années (voir « Quelle est la nomenclature des diplômes ? », 2019). Cependant, d'après une enquête de l'INSEE (2019), en France, 32% des adultes âgés de 55 à 64 ans possèdent seulement le Certificat d'Etudes Primaires (CEP), le brevet des collèges, voire n'ont pas de diplôme. Ces chiffres sont encore plus élevés si nous nous intéressons aux adultes âgés de 65 ans et plus, puisqu'une autre enquête de l'INSEE (2014) a révélé que 57% des individus de cette tranche de la population possèdent seulement le CEP, le brevet des collèges, voire n'ont pas de diplôme. Par conséquent, bien que recruter spécifiquement des adultes âgés avec un niveau d'éducation élevé permette de s'assurer que le niveau d'éducation ne puisse pas expliquer des différences entre les adultes jeunes et plus âgés concernant la mémorisation des mots émotionnels, cette procédure présente comme limite de ne pouvoir généraliser les résultats qu'à environ la moitié des adultes âgés de plus de 60 ans.

#### **3.1.3.2. Eléments théoriques**

Comme l'a montré Salthouse (2004), le déclin cognitif lié à l'âge est un phénomène qui touche de nombreuses fonctions cognitives (raisonnement, mémoire, vitesse de traitement), dont l'ampleur est importante (les corrélations entre l'âge et les mesures des fonctions cognitives sont en moyennes de  $- .46$ ) et qui concerne la grande majorité des individus. Par conséquent, d'après les résultats publiés dans notre article, seulement une part marginale de la population âgée disposerait des ressources cognitives leur permettant de traiter les informations émotionnelles de manière à maintenir ou améliorer leurs niveaux de bien-être, ce qui semble contradictoire avec les recherches faisant état d'une augmentation générale du bien-être avec l'avancée en âge (e.g., Urry & Gross, 2010).

Contrairement à la TSS (Carstensen et al., 1999), la TID (Labouvie-Vief, 2003, 2009 ; Labouvie-Vief et al., 2007) tient compte du déclin cognitif lié à l'âge dans l'analyse des interactions cognition-émotion au cours du vieillissement. Cette théorie postule qu'il existe deux types de traitement des informations émotionnelles : l'optimisation des affects et la complexification des affects (e.g., Labouvie-Vief & Miedler, 2002). Les adultes âgés auraient moins de ressources cognitives disponibles que les adultes jeunes afin de maintenir des niveaux élevés de complexité des affects, ainsi ils privilégieraient le traitement des informations positives et/ou ils se désengageraient du traitement des informations négatives via des processus automatiques d'optimisation des affects (Vieillard, 2017). Ainsi, d'après la TID, c'est le déclin cognitif qui se produit au cours du vieillissement qui serait à l'origine de l'effet de positivité lié à l'âge, et ce dernier serait d'autant plus important que les adultes âgés ont de basses capacités cognitives (voir par exemple Bohn et al., 2016 ; Leal et al., 2016).

Au regard des prédictions faites par la TSS (Carstensen et al., 1999) et la TID (Labouvie-Vief, 2003) concernant les conditions d'émergence de l'effet de positivité lié à l'âge, il est pertinent de s'intéresser au rôle modérateur du niveau d'éducation sur cet effet car un lien entre le niveau d'éducation des adultes âgés et leur efficacité cognitive a été mis en évidence à de

nombreuses reprises dans la littérature (e.g., Tun & Lachman, 2008 ; van Hooren et al., 2007 ; Shuba & Prakash, 2017 ; mais voir aussi Roldàn-Tapia et al., 2017). Par exemple, sur une cohorte de 578 individus âgés de 64 à 81 ans, van Hooren et al. (2007) ont montré que les performances à des tests évaluant plusieurs fonctions cognitives (mémoire épisodique, mémoire sémantique, mémoire de travail, flexibilité, inhibition) étaient supérieures chez les adultes âgés avec un niveau d'éducation élevé comparativement aux adultes âgés avec un niveau d'éducation plus bas. De plus, d'autres auteurs ont montré que le déclin cognitif intrinsèque au vieillissement normal s'effectuerait plus lentement chez les individus avec un niveau d'éducation élevé (e.g., Bento-Torres et al., 2017 ; Zahodne et al., 2015 ; Clouston et al., 2019 ; mais voir aussi Wilson et al., 2019), notamment en ce qui concerne le déclin de la mémoire épisodique (Angel et al., 2010). La notion de réserve cognitive a été proposée afin d'expliquer la variabilité des trajectoires du déclin cognitif au sein des adultes âgés (e.g., Stern, 2009 ; pour une conception alternative, celle de maintenance cérébrale, voir Nyberg et al., 2012). Cette notion renvoie à la capacité des individus à utiliser des processus cognitifs de manière flexible et efficace afin de réaliser une tâche (Stern, 2002 ; Stern et al., 2018). Elle renvoie aussi à une forme de plasticité cérébrale et elle permet de rendre compte de la variabilité d'adaptation du réseau cérébral qui fait face à une destruction au cours du vieillissement. Différents proxis de cette capacité de réserve

cérébrale ont été décrits, le niveau d'éducation étant un des facteurs permettant le mieux de rendre compte de cette capacité d'adaptation. La réserve cognitive des individus serait d'autant plus importante que ces derniers disposent d'un niveau d'éducation élevé (e.g., Stern et al., 1994).

A notre connaissance, Bruno et al. (2014) sont les seuls auteurs à avoir mené des recherches concernant le rôle modérateur du niveau d'éducation sur la mémorisation de stimuli émotionnels chez des adultes âgés. Ils ont montré que, au sein d'un échantillon expérimental constitué de 79 adultes âgés de 60 à 88 ans, le niveau d'éducation prédisait tendanciellement le pourcentage de rappel de mots positifs : plus le nombre d'années d'études des participants était important, plus ils rappelaient de mots positifs. Les auteurs ont également mis en évidence un effet d'interaction entre l'âge et le niveau d'éducation, révélant que, pour le rappel des mots positifs, l'effet classique de l'âge (i.e., la diminution des performances) était significatif pour les participants avec un bas niveau d'éducation mais pas pour ceux avec un niveau d'éducation élevé. D'après ces résultats, il semblerait donc que les adultes âgés avec un niveau d'éducation élevé disposent de ressources cognitives leur permettant de mettre en place un traitement préférentiel des mots positifs, ce qui va dans le sens des prédictions de la TSS (Carstensen et al., 1999). Toutefois, ces auteurs n'ayant pas intégré d'adultes jeunes dans leur échantillon, il n'est possible de conclure concernant l'influence du niveau d'éducation sur l'effet de positivité lié à l'âge.

### **3.1.3.3. Méthode**

#### **Participants**

Un total de 45 adultes âgés (intervalle = 60-82 ans ;  $M = 68.44$ ,  $ET = 5.09$  ; 33 femmes) ont été recrutés pour compléter notre échantillon expérimental. Ils ont été sélectionnés en fonction de leur niveau d'éducation : soit ils n'avaient aucun diplôme soit ils possédaient au maximum le CEP ou le brevet des collèges. Ainsi, tous ces participants avaient été scolarisés

pendant 10 années au maximum. Ils étaient de langue maternelle française, avaient une vue normale ou corrigée, et ils rapportaient ne pas avoir de trouble neurologique ou psychiatrique, ni de difficultés en lecture. De plus, aucun des participants inclus ne présentait de déficits cognitifs pathologiques, comme nous l'ont indiqué leurs scores au MMSE (Folstein et al., 1975). En effet, les participants qui n'avaient aucun diplôme avaient un score au MMSE supérieur ou égal à 23 ; les participants qui avaient au maximum le CEP avaient un score au MMSE supérieur ou égal à 24 ; les participants qui avaient au maximum le brevet des collèges avaient un score au MMSE supérieur ou égal à 26 (voir Kalafat et al., 2003). Les scores au MMSE ne variaient pas significativement entre les adultes âgés avec un bas niveau d'éducation ( $M = 28.40$ ,  $ET = 1.72$ ) et ceux avec un haut niveau d'éducation ( $M = 28.89$ ,  $ET = 1.30$ ),  $t(88) = -1.52$ ,  $p = .132$ ,  $\eta^2 = .03$ . Nous allons désormais présenter les caractéristiques des 3 groupes de participants qui constituent cette étude, c'est-à-dire les adultes jeunes, les adultes âgés avec un bas niveau d'éducation et les adultes âgés avec un haut niveau d'éducation, bien que les analyses que nous présenterons dans la partie Résultats concerneront uniquement les adultes jeunes et les adultes âgés de bas niveau d'éducation, en adéquation avec les objectifs présentés précédemment (voir Article 1).

L'âge différait au sein des 3 groupes de participants,  $F(2, 134) = 1866.21$ ,  $p < .001$ ,  $\eta^2 = .97$  : l'âge moyen des adultes âgés avec un bas niveau d'éducation ( $M = 68.44$ ,  $ET = 5.09$ ) et celui des adultes âgés avec un haut niveau d'éducation ( $M = 66.80$ ,  $ET = 5.04$ ) étaient comparables et ces participants étaient plus âgés que les adultes jeunes ( $M = 20.00$ ,  $ET = 1.85$ ). Le niveau d'éducation variait significativement selon le groupe de participants,  $F(2, 134) = 111.16$ ,  $p < .001$ ,  $\eta^2 = .63$  : le niveau d'éducation des adultes âgés avec un haut niveau d'éducation ( $M = 13.98$ ,  $ET = 2.29$ ) et celui des adultes jeunes ( $M = 13.80$ ,  $ET = 1.01$ ) ne différaient pas significativement et ces participants avaient un niveau d'éducation supérieur à celui des adultes âgés avec un bas niveau d'éducation ( $M = 9.27$ ,  $ET = 1.54$ ). De plus, les

scores de vocabulaire au Mill Hill (Deltour, 1993) variaient significativement entre les 3 groupes de participants,  $F(2, 134) = 53.11, p < .001, \eta^2 = .45$  : les scores de vocabulaire des adultes âgés avec un haut niveau d'éducation ( $M = 39.40, ET = 1.86$ ) étaient supérieurs à ceux des adultes jeunes ( $M = 33.31, ET = 4.85$ ), et les scores de ces derniers étaient eux-mêmes supérieurs à ceux des adultes âgés avec un bas niveau d'éducation ( $M = 29.44, ET = 6.09$ ). Par ailleurs, les scores d'anxiété trait et état, évalués par le STAI Trait et le STAI Etat (Bruchon-Schweitzer & Paulhan, 1993), différaient selon le groupe de participants, respectivement  $F(2, 134) = 5.13, p = .007, \eta^2 = .07$  et  $F(2, 134) = 2.90, p = .058, \eta^2 = .04$  :

les scores d'anxiété trait et état des adultes âgés avec un bas niveau d'éducation (respectivement,  $M = 38.80, ET = 9.03$  et  $M = 31.29, ET = 9.21$ ) et ceux des adultes jeunes (respectivement,  $M = 41.20, ET = 9.61$  et  $M = 31.16, ET = 9.11$ ) ne différaient pas significativement et ces participants avaient des scores d'anxiété trait et état supérieurs à ceux des adultes âgés avec un haut niveau d'éducation (respectivement,  $M = 35.24, ET = 7.90$  et  $M = 27.69, ET = 5.08$ ). Les scores d'alexithymie évalués avec la TAS-20 (Loas et al., 1997) variaient significativement selon le groupe de participants,  $F(2, 134) = 5.95, p = .003, \eta^2 = .08$  : les scores d'alexithymie des adultes âgés avec un haut niveau d'éducation ( $M = 42.04, ET = 10.28$ ) et celui des adultes jeunes ( $M = 43.64, ET = 10.71$ ) ne différaient pas significativement et ces participants avaient des scores d'alexithymie inférieurs à ceux des adultes âgés avec un bas niveau d'éducation ( $M = 48.91, ET = 10.91$ ). Enfin, les scores d'affects positifs et négatifs de la PANAS (Caci & Baylé, 2007) ne variaient pas significativement selon le groupe de participants<sup>5</sup>, respectivement  $F(2, 134) = 0.79, p = .457, \eta^2 = .01$  et  $F(2, 134) = 2.16, p = .120, \eta^2 = .03$  : les scores d'affects positifs et négatifs étaient similaires entre les adultes âgés avec un bas niveau d'éducation (respectivement,  $M = 35.96,$

---

<sup>5</sup> Dans l'article de Laulan et al. (2020), lorsque nous comparons uniquement les adultes jeunes aux adultes âgés avec un haut niveau d'éducation, les scores d'affects négatifs diffèrent significativement entre les deux groupes de participants,  $t(88) = 2.20, p = .03, \eta^2 = .05$ .

$ET = 5.19$  et  $M = 21.51$ ,  $ET = 6.59$ ), les adultes âgés avec un haut niveau d'éducation (respectivement,  $M = 34.71$ ,  $ET = 5.47$  et  $M = 19.71$ ,  $ET = 4.34$ ) et les adultes jeunes (respectivement,  $M = 34.87$ ,  $ET = 4.67$  et  $M = 22.07$ ,  $ET = 5.67$ ).

### **Matériel**

Le matériel était identique à celui de l'Expérience 1.

### **Procédure**

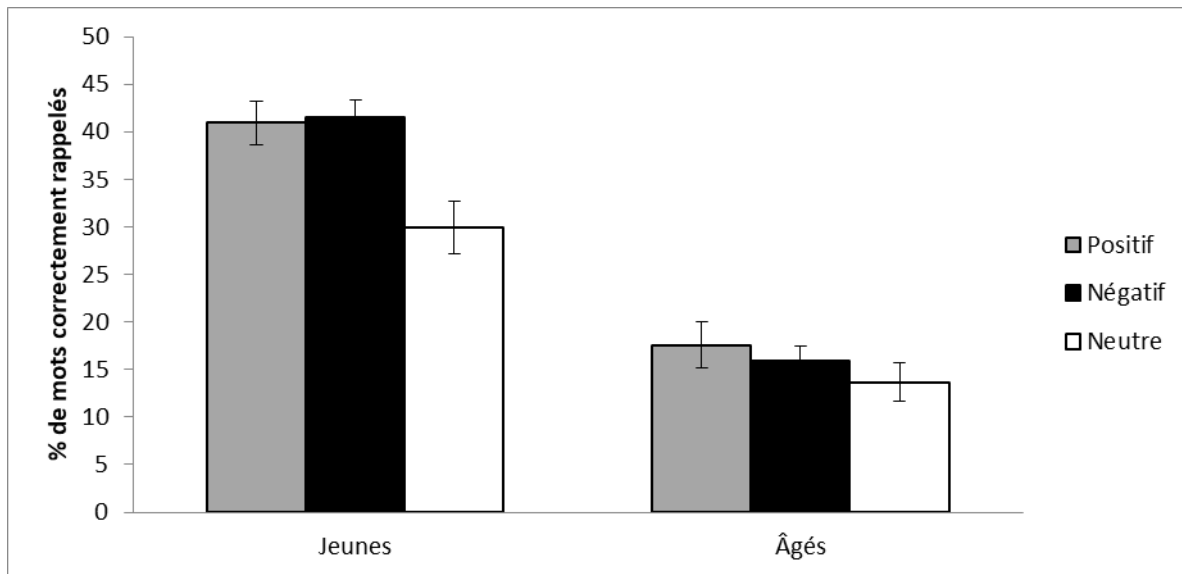
La procédure était identique à celle de l'Expérience 1.

#### **3.1.3.4. Résultats**

##### **Rappel libre immédiat**

Les pourcentages de mots correctement rappelés en fonction de la valence émotionnelle des mots et de l'âge des participants sont présentés dans la Figure 21.

L'ANOVA sur les pourcentages de mots correctement rappelés a révélé un effet significatif de l'âge,  $F(1,88) = 122.46$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .58$ , les adultes jeunes rappelant plus de mots (37.44%) que les adultes plus âgés (15.73%). L'effet du contraste quadratique était significatif,  $F(1,88) = 17.52$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .17$ , indiquant que les mots positifs (29.26%) et négatifs (28.70%) étaient mieux rappelés que les mots neutres (21.80%). Par ailleurs, l'effet d'interaction entre le contraste quadratique et l'âge était significatif,  $F(1,88) = 5.68$ ,  $p = .019$ ,  $\eta_p^2 = .06$ , indiquant que l'effet des émotions était plus important chez les adultes jeunes (11.27%) que chez les adultes plus âgés (3.09%) : les mots émotionnels étaient mieux rappelés que les mots neutres chez les adultes jeunes (41.20% vs. 29.93%),  $F(1,44) = 17.06$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .28$ , mais pas chez les adultes âgés (16.76% vs. 13.67%),  $F(1,44) = 2.21$ ,  $p = .144$ ,  $\eta_p^2 = .05$ . Aucun autre effet n'était significatif ( $p_s > .543$ ).



**Figure 21.** Performances dans la tâche de rappel libre immédiat en fonction de la valence et de l'âge. Les barres représentent l'erreur standard de la moyenne.

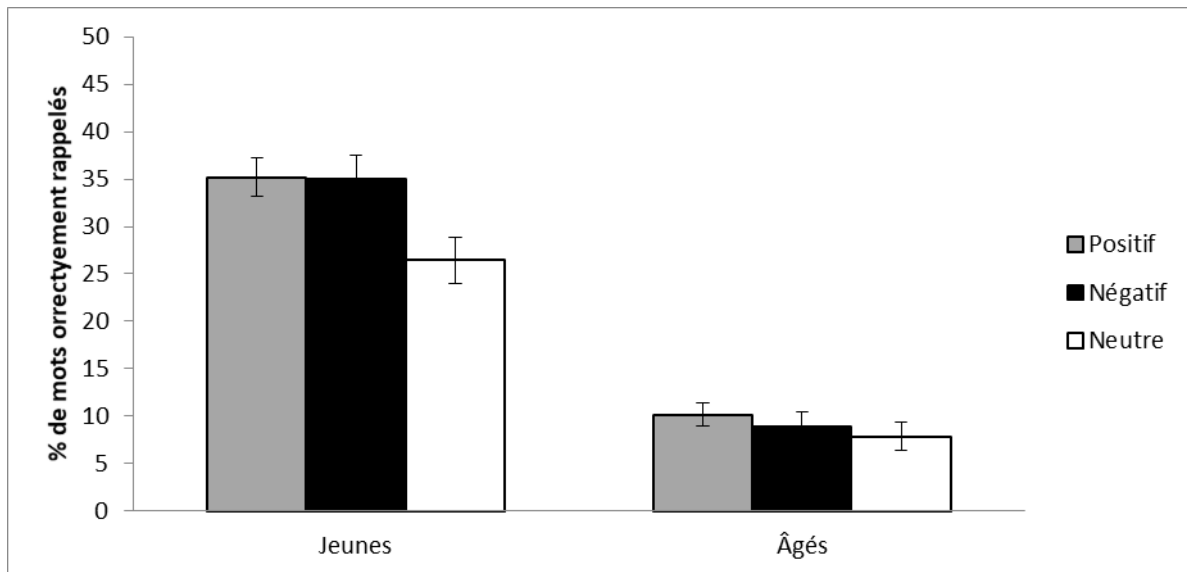
**Figure 21.** Immediate free recall task scores according to valence and age. Bars represent the standard error of the mean.

### Rappel libre différé

Les pourcentages de mots correctement rappelés en fonction de la valence émotionnelle des mots et de l'âge des participants sont présentés dans la Figure 22.

L'ANOVA sur les pourcentages de mots correctement rappelés a montré un effet significatif de l'âge,  $F(1,88) = 123.49, p < .001, \eta^2 = .58$ , les adultes jeunes (32.22%) rappelant plus de mots que les adultes plus âgés (8.98%). L'effet du contraste quadratique était significatif,  $F(1,88) = 14.59, p < .001, \eta_p^2 = .14$ , révélant que les mots positifs (22.69%) et négatifs (21.94%) étaient mieux rappelés que les mots neutres (17.17%). De plus, l'effet d'interaction entre le contraste quadratique et l'âge était significatif,  $F(1,88) = 6.70, p = .011, \eta_p^2 = .07$ , indiquant que l'effet des émotions était plus important chez les adultes jeunes (8.63%) que chez les adultes plus âgés (1.66%) : les mots émotionnels étaient mieux rappelés que les mots neutres chez les adultes jeunes (35.09% vs. 26.46%),  $F(1,44) = 14.38, p < .001, \eta^2 = .25$ , mais pas chez les adultes âgés (9.54% vs. 7.88%),  $F(1,44) = 1.32, p = .256, \eta^2 = .03$ . Aucun autre effet n'était significatif ( $ps > .620$ ).





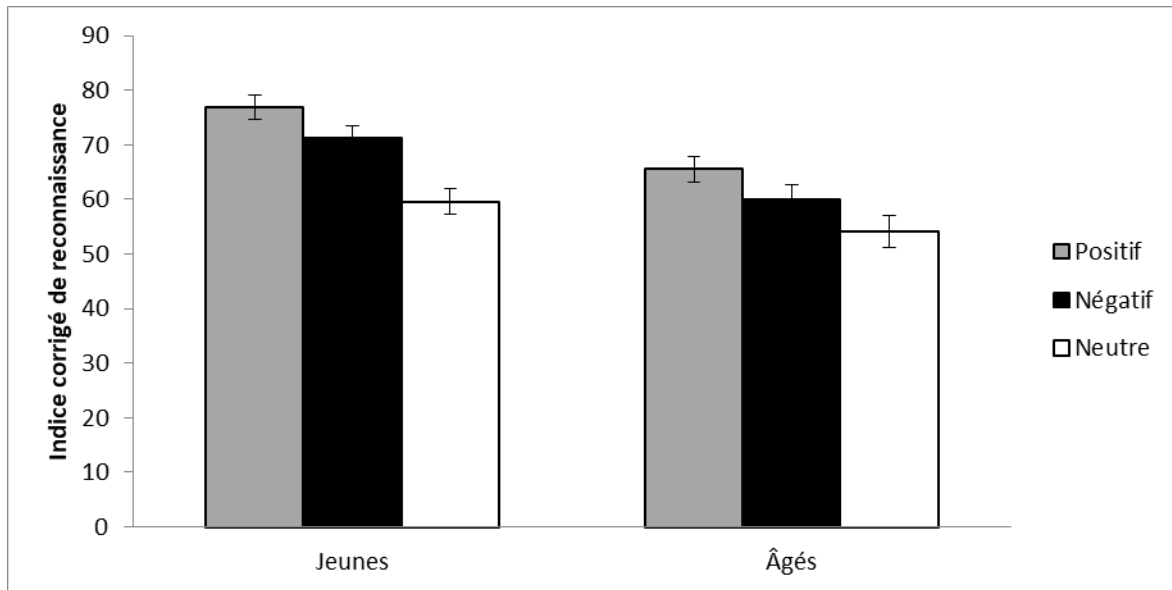
**Figure 22.** Performances dans la tâche de rappel libre différé en fonction de la valence et de l'âge. Les barres représentent l'erreur standard de la moyenne.

**Figure 22.** Delayed free recall task scores according to valence and age. Bars represent the standard error of the mean.

## Reconnaissance

Les scores corrigés de reconnaissance en fonction de la valence émotionnelle des mots et de l'âge des participants sont présentés dans la Figure 23.

L'ANOVA sur les scores corrigés de reconnaissance a montré un effet significatif de l'âge,  $F(1,88) = 13.93$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .14$ , les adultes jeunes obtenant de meilleures performances (69.26%) que les adultes plus âgés (59.89%). L'effet du contraste quadratique était significatif,  $F(1,88) = 42.88$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .33$ , montrant que les mots positifs (71.20%) et négatifs (65.65%) étaient mieux reconnus que les mots neutres (56.87%). L'effet du contraste linéaire était aussi significatif,  $F(1,88) = 7.33$ ,  $p = .008$ ,  $\eta_p^2 = .08$ , indiquant que les mots positifs (71.20%) étaient mieux reconnus que les mots négatifs (65.65%). Aucun autre effet n'était significatif ( $ps > .105$ ).



**Figure 23.** Performances dans la tâche de reconnaissance en fonction de la valence et de l'âge. Les barres représentent l'erreur standard de la moyenne.

**Figure 23.** Recognition task scores according to valence and age. Bars represent the standard error of the mean.

### **3.1.4. Synthèse générale des résultats de l'Expérience 5**

Les résultats publiés dans l'article Laulan et al. (2020) ont révélé que l'effet de positivité lié à l'âge en mémoire épisodique, caractérisé par une diminution de la préférence pour la négativité chez les adultes âgés, dépend de processus coûteux en ressources cognitives, comme le suggèrent la TSS (Carstensen et al., 1999) et le modèle du contrôle cognitif (Mather & Knight, 2005). En effet, nous avons montré que l'effet de positivité lié à l'âge émergeait dans les tâches de rappel libre mais pas en tâche de reconnaissance, et nous avons aussi montré que plus les adultes âgés avaient de bonnes performances en mémoire épisodique, plus l'ampleur de leur préférence pour la négativité en rappel libre immédiat diminuait. Les participants de cette étude avaient un niveau d'éducation élevé (i.e., supérieur à 10 ans), ainsi nous avons recruté 45 nouveaux participants âgés avec un niveau d'éducation plus bas (i.e., inférieur ou égal à 10 ans) afin d'examiner si l'effet de positivité lié à l'âge leur était généralisable. Les résultats de ces analyses complémentaires ont montré que l'effet de positivité lié à l'âge n'était pas présent lorsque l'on comparait des adultes jeunes à des adultes âgés possédant un bas niveau

d'éducation, et cela quelle que soit la tâche mnésique. Cela suggère que des capacités de réserve cognitive suffisantes sont nécessaires pour que l'effet de positivité lié à l'âge émerge en mémoire épisodique (voir Bruno et al., 2014) et cela confirme que, de manière générale, l'effet de positivité lié à l'âge dépend de processus coûteux en ressources cognitives.

## **3.2. Expérience 6**

### **3.2.2. Objectifs et hypothèses**

Les résultats de l'Expérience 5 ont révélé que l'effet de positivité lié à l'âge en mémoire épisodique dépendrait de processus top-down et serait un indicateur d'un vieillissement réussi, étant donné qu'il émergerait uniquement chez les adultes âgés avec de bonnes capacités mnésiques. A l'opposé, des travaux de la littérature ont montré que l'effet de positivité lié à l'âge en mémoire épisodique dépendrait de processus bottom-up et qu'il serait la manifestation du déclin cognitif associé à l'avancée en âge, étant donné qu'il apparaîtrait chez les adultes âgés avec les capacités cognitives les plus faibles (adultes très âgés ou souffrant de la maladie d'Alzheimer, Bohn et al., 2016 ; adultes performants le moins bien au test de mémoire auditivo-verbale de Rey, Leal et al., 2016). Ainsi, il semblerait que l'effet de positivité lié à l'âge puisse être expliqué par des processus distincts, et il a été avancé que les processus à l'œuvre dépendraient du domaine cognitif d'intérêt (Barber et al., 2020).

Dans la prochaine expérience, afin de déterminer si l'effet de positivité lié à l'âge dépend de processus contrôlés ou plus automatisés, nous allons manipuler les caractéristiques des mots. et notamment leur arousal (attention, Kappes et al., 2017 ; décision lexicale, Wurm, 2011 ; rappel libre et reconnaissance, Kensinger, 2008). En effet, le traitement des stimuli à arousal bas dépendrait de processus contrôlés tandis que celui des stimuli à arousal élevé serait plus automatisé (e.g., Kensinger & Corkin, 2004). Ainsi, un effet de positivité lié à l'âge spécifique aux stimuli à arousal bas indiquerait que les changements en mémoire émotionnelle au cours du vieillissement s'effectueraient sur la base de processus contrôlés (e.g., Mather & Knight, 2005) ; un effet de positivité lié à l'âge émergent pour les stimuli à arousal élevé indiquerait que les changements en mémoire émotionnelle en question se feraient au travers de processus plus automatisés, (e.g., Charles, 2010).

Dans l'Expérience 6, notre objectif principal était ainsi de déterminer si l'effet de positivité lié à l'âge en mémoire lexicale et en mémoire épisodique est sous-tendu par des processus distincts et/ou communs, et de quels mécanismes il s'agit (i.e., contrôlés ou plus automatisés). En effet, l'effet de positivité lié à l'âge a été répliqué de nombreuses fois en mémoire épisodique (e.g., Charles et al., 2003 ; Chung, 2010 ; Kensinger, 2008 ; Mather & Knight, 2005) tandis qu'il n'a été montré que dans deux études concernant la mémoire lexicale (tâche de décision lexicale, Lynchard & Radvansky, 2012 ; Wurm, 2011). De plus, à notre connaissance, l'effet de positivité lié à l'âge n'a jamais été étudié conjointement en mémoire épisodique et en mémoire lexicale. Pour répondre à notre objectif, avons associé dans l'Expérience 6 le paradigme expérimental utilisé dans l'Expérience 2 (Chapitre 1) à celui utilisé dans l'Expérience 5 (Chapitre 3). Ainsi, nous avons proposé à des participants jeunes et plus âgés du démasquage progressif suivi par du rappel libre immédiat, de la reconnaissance mnésique et du rappel libre à 20 minutes. Nous avons aussi ajouté une tâche de mémoire épisodique à plus long terme sous la forme d'un rappel libre à 7 jours. Nous avons manipulé à la fois la valence émotionnelle des mots (positive, négative et neutre) et leur arousal (bas et élevé). Les processus de récupération en mémoire lexicale étant plus précoces et automatisés que ceux de récupération en mémoire épisodique (Madan et al., 2017), nous émettions l'hypothèse que des processus distincts sous-tendraient l'effet de positivité lié à l'âge dans ces deux systèmes mnésiques. Plus précisément, nous nous attendions à ce que :

- 1) L'effet de positivité lié à l'âge en mémoire épisodique (i.e., rappel libre immédiat, reconnaissance, rappel libre différé à 20 minutes, rappel libre différé à 7 jours) émerge uniquement pour les mots à arousal bas.
- 2) L'effet de positivité lié à l'âge en mémoire lexicale (i.e., démasquage progressif) émerge pour les mots à arousal bas et élevé, voire qu'il soit plus important pour les mots à arousal élevé.

- 3) Le lien entre l'effet de positivité lié à l'âge en mémoire épisodique et en mémoire lexicale soit faible voire inexistant.

Notre second objectif était de tester l'assomption selon laquelle l'effet de positivité lié à l'âge dépend de processus permettant aux adultes âgés de maintenir des niveaux de bien-être satisfaisants, comme cela est proposé à la fois dans la TSS (Cartensen et al., 1999) et dans la TID (Labouvie-Vief, 2003). Nous nous attendions à ce que plus les adultes âgés aient des performances élevées pour les mots positifs comparativement aux mots négatifs, autrement dit, à ce que plus l'ampleur de leur biais de positivité soit importante, plus ils présentent des niveaux élevés de bien-être émotionnel évalué avec la PANAS (Caci & Bayle, 2007). Dans la suite de ce chapitre, nous présenterons l'article qui traite de cette étude.

### 3.2.3. Article

Les résultats de l'Expérience 6 ont été écrits sous la forme d'un article en préparation :  
Laulan, P., Catheline, G., Mayo, W., Robert, C., & Mathey, S. (2021). Age-related positivity effect: distinct mechanisms for lexical access and episodic memory of emotional words.

## **Age-related positivity effect: distinct mechanisms for lexical access and episodic memory of emotional words**

Pierrick Laulan<sup>1,2</sup>, Gwenaelle Catheline<sup>2,3</sup>, Willy Mayo<sup>2</sup>, Christelle Robert<sup>1</sup>,  
& Stéphanie Mathey<sup>1</sup>

### **Abstract**

The age-related positivity effect is the tendency of older adults to preferentially process positive information over negative information when compared to younger adults (e.g., Reed & Carstensen, 2012). The aim of the study was to determine whether common and/or distinct mechanisms underlie the age-related positivity effect in lexical access and episodic memory. Fifty young and 50 older adults performed successively a progressive demasking task incorporating memory instructions, an immediate free recall task, a memory recognition task, and delayed free recalls at 20 minutes and 7 days. The materials included 60 words that varied in emotional valence (positive, neutral, negative) and arousal (low, high). The results revealed that distinct processes underlie the age-related positivity effect in lexical access and in episodic memory. In progressive demasking, this effect emerged for both low- and high- arousal words, suggesting that it would depend on automatic processes. In free recall and recognition, this effect emerged for low-arousal words only, suggesting that it would depend on more controlled processes. Moreover, in episodic memory, in older adults, positivity scores were correlated with well-being scores. These results are discussed in the context of affective aging theories.

**Key words:** aging, emotional valence, arousal, age-related positivity effect, lexical access, episodic memory

## **Introduction**

The age-related positivity effect refers to the tendency of older adults to preferentially process positive information relatively to negative information when compared to younger adults (e.g., Reed & Carstensen, 2012). Although this valence by age interaction has been replicated many times in the literature, and its robustness has been highlighted in meta-analyses (see Murphy & Isaacowitz, 2008; Reed et al., 2014), discrepancies persist regarding the mechanisms underlying it. In particular, it is not clear whether this effect characterizes successful aging on the basis of good maintenance of cognitive abilities or whether, on the contrary, it is a manifestation of cognitive decline (e.g., Kalenzaga et al., 2016; Vieillard, 2017). In addition, recent work has revealed that the mechanisms involved in this effect may vary according to the cognitive activity being investigated (Barber et al., 2020). The aim of the present study is to determine whether common and/or distinct mechanisms are at the origin of the age-related positivity effect in lexical access and episodic memory, using a word identification task followed by a free recall task.

Research on the age-related positivity effect has mainly focused on the domains of attention and memory (see Reed et al., 2014). In the field of memory, since the seminal work of Charles et al. (2003), the age-related positivity effect has been repeatedly demonstrated in experimental paradigms designed to evaluate episodic memory retrieval, such as free recall (e.g., Bohn et al., 2016; Chung, 2010; Kensinger, 2008) or recognition tasks (e.g., Joubert et al., 2018; Mather & Knight, 2005; Sakaki et al., 2019). Episodic memory retrieval involves consciously accessing a content stored in long-term memory that refers to a personally lived experience in a subjective space and time (Tulving, 1993). To our knowledge, the age-related positivity effect has also been shown twice in paradigms investigating lexical access in memory (Lynchard & Radvansky., 2012; Wurm, 2011). Lexical access involves contacting a mental representation stored in the mental lexicon that resides in long-term memory (e.g., Balota & Chumbley, 1984; Wurm, 2011). Although lexical access processes are considered to be earlier



and more automatic than those of retrieval in episodic memory (Madan et al., 2017), the age-related positivity effect is generally interpreted within the same theoretical framework, that of the Socioemotional Selectivity Theory (SST), which is a lifespan theory of motivation (Carstensen et al., 1999).

According to the SST, the age-related positivity effect would depend on future time horizons. Since older adults perceive the time they have left to live as more limited when compared to younger adults, they would prioritize emotional regulation goals in order to satisfy short-term goals of maintaining a positive affective state (e.g., Carstensen, 2006). In support of this hypothesis, it has been shown that differences between young and older adults regarding socioemotional goals disappear when the fragility of life is primed, as was the case during the September 11, 2001 attacks in the United States or the SARS epidemic in 2003 in Hong Kong (Fung & Carstensen, 2006). This age-related motivational shift could lead to positive information being preferentially processed over negative information in older adults, when compared to younger adults. In sum, the age-related positivity effect in cognition would therefore be associated with maintenance or even improvement of well-being in older adults and would depend mostly on controlled processes (Mather & Knight, 2005).

Assertions that the positivity effect in cognition is related to the well-being of older adults and that it emerges on the basis of controlled processes have been tested simultaneously by Kappes et al. (2017) in the domain of attention. In their study, these authors used an eye-tracking paradigm in which they presented participants with positive and negative images that varied according to their arousal, as well as low-arousal neutral images. Manipulation of the arousal of stimuli would reflect the mechanisms underlying the age-related positivity effect because low-arousal stimuli would allow older adults to engage in top-down processes that are costly in cognitive resources, whereas this would not be the case for high-arousal stimuli (Kensinger, 2008). Also, the authors assessed participants' emotional well-being using the

PANAS (Watson & Clark, 1999). Results revealed that the less time older adults spent fixing negative images, the less negative affect they had. This link between attention to negative images and the well-being of older adults was found only for low-arousal images, for which participants could engage in controlled processes with pro-hedonic goals. These results are consistent with those of Kensinger (2008), who showed that the age-related positivity effect was specific to low-arousal words in episodic memory assessed with free recall and recognition tasks. However, Kensinger (2008) did not consider participants' emotional well-being in his analyses.

An alternative explanation for the age-related positivity effect comes from the theory of dynamic integration (TDI, Labouvie-Vief, 2003), which is a theory of emotional development that considers both gains and losses in cognitive-emotional functioning over the lifespan. According to this theory, because of the decrease in cognitive resources that occurs during aging, older adults have difficulty dealing with threatening events and maintaining complex emotional representations. Consequently, they would perform affect optimization, which means that they would engage in simplified processing of emotional information through automatic processes in order to minimize negative affects and maximize positive ones (Vieillard, 2017). Thus, according to the TDI, the cognitive decline of older adults would be at the origin of the age-related positivity effect, since the processing of positive information would be less costly than that of negative information (Labouvie-Vief et al., 2010). In sum, like the SST, this theory suggests that the age-related positivity effect in cognition is related to the maintenance of well-being in older adults, but this effect would emerge on the basis of automatic rather than controlled processes.

In line with the TDI, if the age-related positivity effect is associated with cognitive decline in older adults and depends on automatic processes, then it should emerge for low-

and high-arousal stimuli, or even be greater for high-arousal stimuli. Indeed, the processing of high-arousal stimuli would be more costly in terms of cognitive resources than that of low-arousal stimuli (Charles, 2010). To our knowledge, among researchers who have tested the moderating role of arousal on the age-related positivity effect in several cognitive activities (attention, Kappes et al., 2017; episodic memory, Kensinger, 2008; lexical access, Wurm, 2011), only Wurm (2011) has shown that the age-related positivity effect appears for words with low- and high-arousal in an auditory lexical decision task with context sentences. In this latter study, the participants had to judge as quickly as possible whether the last item in an oral sentence was a word or not. The results revealed that positive words were identified faster than negative words, and this was even more so in older adults compared to younger adults. This age-related positivity effect did not depend on word arousal. Accordingly, the age-related positivity effect in lexical access, which is supposed to rely more on automatic processes than in episodic memory, has been generalized to low- and high-arousal words.

### **Overview of the current study**

The main objective of this study was to determine whether common and/or distinct processes underlie the age-related positivity effect in lexical access and episodic memory. Valence and arousal of the words were manipulated to study the moderating role of arousal on the age-related positivity effect. Whereas the age-related positivity effect has been shown many times in episodic memory (e.g., Charles et al., 2003; Kensinger, 2008; Mather & Knight, 2005) it has only been shown twice in lexical access (Lynchard & Radvansky, 2012; Wurm, 2011), and the link between the two has never been investigated to our knowledge. For this purpose, we used a paradigm involving lexical and episodic memory tasks. More precisely, younger and older participants successively performed a progressive demasking task (PDT), an immediate free recall task, a recognition task, a 20-minute delayed free recall task and a 7-day delayed free recall task. The PDT that was used to investigate lexical access processes (e.g., Dujardin

& Mathey, 2020; Ferrand et al., 2011) appeared particularly relevant to combine with subsequent episodic tasks. In the PDT, words are presented in isolation, thus with no possible influence of sentence context processing. In this task, word identification is delayed by the unmasking procedure so semantic knowledge would be more activated compared to other lexical access tasks such as lexical decision (Ferrand et al., 2011). Moreover, an immediate free recall task, a recognition task, a 20-minute delayed free recall task and a 7-day delayed free recall task were presented successively to the participants for two main reasons. First, retrieval being facilitated in recognition memory by the presence of clues, the processes at work would be more automated than in free recall, so using these tasks will allow us to better understand the processes underlying the age-related positivity effect in episodic memory. Second, Mather and Knight (2005) showed that the age-related positivity effect tends to emerge more easily after several retrieval phases. We expected that the age-related positivity effect would differ when lexical access and episodic memory were assessed. Specifically, we hypothesized that the age-related positivity effect in the lexical access task (i.e., the PDT) would be present for both high- and low-arousal words while the age-related positivity effect in episodic memory tasks (i.e., immediate free recall, recognition, delayed free recall at 20 min, and delayed free recall at 7 days) would emerge only for low-arousal words. A weak association was expected between the age-related positivity effect in lexical access and episodic memory tasks.

The second objective of this study was to investigate the relationship between the age-related positivity effect and the emotional well-being of older adults. Indeed, both the SST (Carstensen et al., 1999) and the TID (Labouvie-Vief, 2003) suggest that the age-related positivity effect is the result of processes aimed at maintaining or even improving well-being in older adults; however, very few researchers have directly tested this hypothesis (see Kappes et al., 2017). Thus, we expected that the better older adults performed on positive words compared to negative words, the higher their well-being scores would be.

## Participants

All participants were recruited on a voluntary basis. The 100 participants included in the experimental sample were native French speakers, had normal or corrected-to-normal vision, and declared having no reading or writing disorder, nor neurological or psychiatric disturbance. Moreover, we checked that older adults had Mini-Mental State Examination (MMSE, Folstein et al., 1975) scores above the pathological threshold, suggesting that they presented no cognitive deficit (score  $\geq 26$  for participants who went to school between 9th and 12th grade, without obtaining the French baccalaureate; score  $\geq 27$  for participants who have successfully completed the French baccalaureate or higher diploma, Kalafat et al., 2003). The 50 young adults ( $M = 20.18$  years,  $SD = 1.56$ , range = 18-25; 37 women) were students at the University of Bordeaux and the 50 older adults ( $M = 67.62$  years,  $SD = 5.02$ , range = 60-79; 31 women) were recruited from adult education courses at the University of Bordeaux and from a senior association. Young and older adults were matched on education years (respectively,  $M = 13.60$  years,  $SD = 2.34$ ,  $M = 13.10$  years,  $SD = 7.07$ ,  $t(98) = 1.43$ ,  $p = .16$ ) and young adults had lower Mill Hill vocabulary scores (Deltour, 1993) than older adults (respectively,  $M = 33.44$ ,  $SD = 3.78$ ,  $M = 37.54$ ,  $SD = 4.32$ ,  $t(98) = -5.05$ ,  $p < .001$ ). Young and older adults did not significantly differ on alexithymia scores (respectively,  $M = 46.94$ ,  $SD = 10.46$ ,  $M = 48.36$ ,  $SD = 11.80$ ,  $t(98) = -.64$ ,  $p = .53$ ) of the TAS-20 (Loas et al., 1997). Furthermore, compared to young adults, older adults had higher positive affect scores (respectively,  $M = 36.34$ ,  $SD = 4.69$ ,  $M = 33.18$ ,  $SD = 5.96$ ,  $t(98) = -2.95$ ,  $p = .004$ ) and lower negative affect scores (respectively,  $M = 21.22$ ,  $SD = 5.59$ ,  $M = 24.34$ ,  $SD = 5.65$ ,  $t(98) = 2.78$ ,  $p = .007$ ) assessed with the PANAS (Caci & Baylé, 2007). They also had lower forward (respectively,  $M = 5.28$ ,  $SD = 1.03$ ,  $M = 6.54$ ,  $SD = 1.15$ ,  $t(98) = 5.78$ ,  $p < .001$ ) and backward

(respectively,  $M = 4.28$ ,  $SD = .88$ ,  $M = 5.18$ ,  $SD = 1.06$ ,  $t(98) = 4.61$ ,  $p < .001$ ) digit span measures on the WAIS-III (Wechsler, 1997). Finally, older adults had lower trait anxiety scores (respectively,  $M = 35.66$ ,  $SD = 7.56$ ,  $M = 43.30$ ,  $SD = 8.72$ ,  $t(98) = 4.68$ ,  $p < .001$ ) and tendentially lower state anxiety scores than young adults (respectively,  $M = 32.58$ ,  $SD = 7.07$ ,  $M = 30.26$ ,  $SD = 6.30$ ,  $t(98) = 1.73$ ,  $p = .09$ ) measured with the STAI-Y (Bruchon-Schweitzer & Paulhan, 1993).

## Stimuli

Experimental materials consisted of 60 words of 5-6 letters that were selected from the French emotional lexical database EMA (Gobin et al., 2017). In the EMA database, valence and arousal of each word had been rated by adults aged 18 to 82 years on Likert scales ranging from very negative (-3) to very positive (+3) and calming (1) to highly exciting (7), respectively. Ratings of adults aged 18-25 and 60-82, that is, the age ranges corresponding to our two participant groups, were used in the selection of our experimental materials. We included five categories of 12 words each that differed according to emotional valence and arousal (see Kensinger, 2008): neutral words (e.g., *tiroir* [drawer]); negative low-arousal words (e.g., *égout* [sewer]); negative high-arousal words (e.g., *tuerie* [killing]); positive low-arousal words (e.g., *joyau* [jewel]); positive high-arousal words (e.g., *bonbon* [candy]). Negative words had emotional valence ratings from -3 to -1, neutral words had emotional valence ratings of -0.99 to 0.99, and positive words had emotional valence ratings from 1 to 3. In addition, low-arousal words had arousal ratings from 1 to 3.49 and high-arousal words had arousal ratings from 3.50 to 7. Neutral, negative and positive low-arousal words were matched for arousal, as were positive and negative high-arousal words. In addition, negative low- and high-arousal words were matched for emotional valence, and positive low- and high-arousal words were also matched for emotional valence. To avoid some possible confounding effects, the five words categories were matched on several lexical factors including lexical

frequency, number of letters and syllables, and orthographic and phonologic neighborhood using the French lexical database Lexique 3.8.2 (New et al., 2005), and they were also matched on imageability (Ballot et al., in press). Moreover, valence, arousal and imageability were matched across the two age groups of our study. The main characteristics of the experimental materials are presented in Table 23.

**Table 23.**  
**Main characteristics of the experimental materials.**

	High arousal		Low arousal		Neutral
	Negative	Positive	Negative	Positive	
Emotional valence					
18-25 years	- 1.66	1.60	- 1.55	1.38	.52
> 60 years	- 1.79	1.37	- 1.64	1.23	.23
Arousal					
18-25 years	4.11	3.97	3.12	2.97	2.87
> 60 years	4.05	4.27	3.19	3.12	2.94
Imageability					
18-25 years	5.13	5.17	5.14	5.57	5.54
> 60 years	5.34	5.30	5.34	5.77	5.59
Number of letters	5.75	5.75	5.67	5.67	5.58
Number of syllables	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Word frequency	10.89	9.05	8.68	10.49	7.97
Old 20	1.95	1.89	1.82	1.98	1.80
PLD 20	1.58	1.67	1.60	1.67	1.45

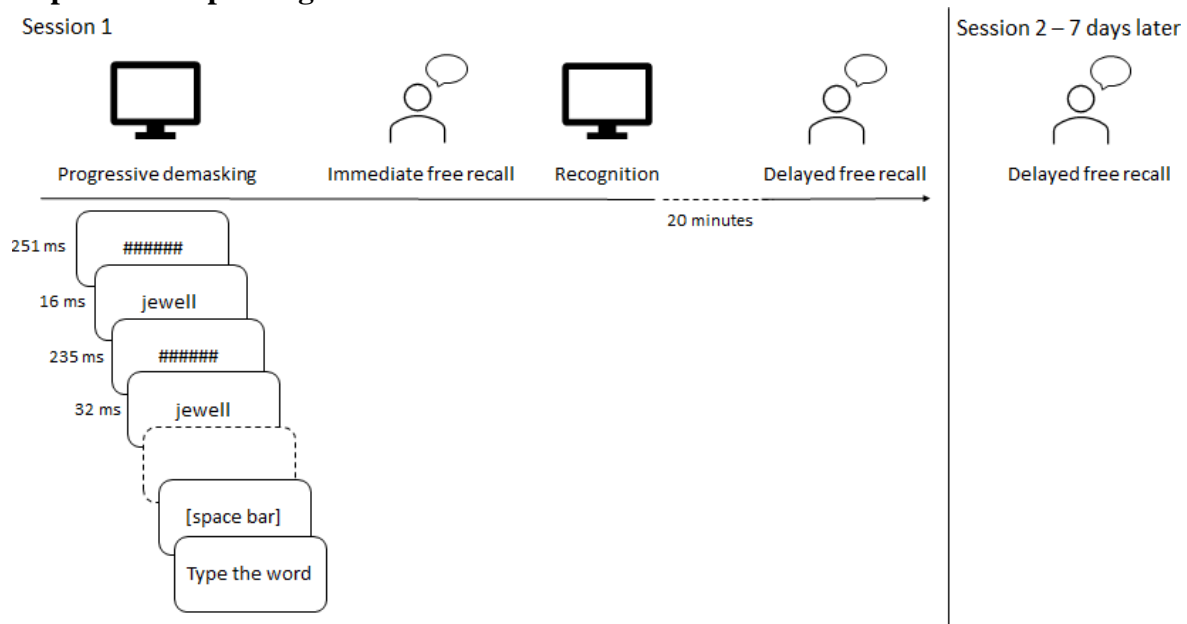
*Note.* Word frequency = mean word film and word book frequencies (per million); OLD 20 = Orthographic Levenshtein Distance; PLD 20 = Phonologic Levenshtein Distance.

Finally, 60 words were selected to serve as distractors in the recognition task. These new words were selected according to the same criteria as the learning words so that participants could not discriminate between the two types of targets based on their lexical and/or semantic characteristics.

## Procedure

After providing written informed consent, participants performed this study individually, in a quiet room. The study included two sessions, for a total duration of approximately 2 hours: the first session lasted 1 hour 15 minutes, and the second session lasted 45 minutes, 7 days later. Illustration of the experimental paradigm is presented in Figure 24.

**Figure 24**  
**Experimental paradigm**



### *First experimental session*

**Progressive demasking task (PDT).** First, participants performed an adapted version of the PDT incorporating memory instructions, following the same procedure as in Laulan et al. (2020, Experiment 2, submitted). The task was run with software by Dufau et al. (2008). A word in lowercase and a mask (a row of hash marks of the same length as the word, e.g. #####) were displayed alternatively, during several cycles of 267 ms. In the first cycle, the mask was presented for 251 ms while the word was displayed for 16 ms, then the ratio of mask display time for word display time progressively decreased. Thus, for each new cycle,



the display time of the word increased by 16 ms (16, 32, 48...) while that of the mask decreased by 16 ms (251, 235, 219...). Participants were asked to press the space bar as soon as they were able to identify the word. Then, they typed the correct answer carefully and they had 3 s to learn the word, before the next trial began. Participants were told to learn the word because their memory would be assessed later. They performed two training sessions containing 4 practice words to make sure they understood all the instructions. The 60 experimental words were divided into three lists of 20 words to avoid any floor effect, especially in older adults. Moreover, we included one neutral buffer word at the beginning and at the end of each list to minimize primacy and recency effects. The words were presented in a pseudo-randomized order with the constraint that a maximum of two words from a same emotional category could be shown consecutively, and this order of presentation differed from one participant to another. Furthermore, the order of the lists was counterbalanced across participants.

**Memory tasks.** At the end of each list, participants performed a free recall task in which they had to recall orally as many words as possible. After the four immediate free recalls, the participants performed a recognition task during which they had to indicate whether the words displayed on the screen were among the words they had seen previously or not, by pressing the YES or NO key respectively. Finally, 20 minutes later, the participants performed a delayed free recall task during which they again had to recall as many words as possible.

**Individual measurements.** First, before performing the experimental tasks (i.e., PDT and memory tasks), participants completed the STAI-Y (Bruchon-Schweitzer & Paulhan, 1993). Then, during the 20 minutes between recognition task and delayed free recall, they completed the Mill Hill vocabulary test (Deltour, 1993) and they were administered the digit span test of the WAIS-III (Wechsler, 1997).

## *Second experimental session*

**Memory tasks.** During the second experimental session, participants had first to recall all the words they remembered having learned during the first experimental session.

**Individual measurements.** After the free recall task, participants completed the TAS-20 (Loas et al., 1997) and the PANAS (Caci & Baylé, 2007), and older participants were administered the MMSE (Folstein et al., 1975). Finally, the experiment was debriefed.

### **Analyses**

#### ***Errors correction***

First, in the PDT, accent marks that were not correct (e.g., "é" instead of "è") or that were missing were not considered errors since older adults generally perform less well than younger adults in computer use (e.g., Czaja & Sharit, 1993). Then, all errors were analyzed using the spellchecking program Aspell for Windows (version 0.50.3; Atkinson, 2002), following a method adapted from Madan and colleagues (Madan et al., 2010; Madan et al., 2017). For each word misspelled by a participant, the Aspell algorithm offers a list of 10 possible corrections. If the expected answer was present in this list of 10 words, the misspelled response was considered corrected and was included in statistical analyses. This led us to consider 47 misspelled responses in the PDT as corrected, out of 169 errors analyzed. The 35 responses not corrected by the Aspell algorithm in the PDT were considered as missing data in the free recall tasks. Analyses with corrected and uncorrected responses did not lead to different results (i.e., significant effects in one case are also significant in the other, as are non-significant effects), so we only report analyses with uncorrected responses.

#### ***Extreme values and outliers removal in the PDT***

For the PDT analyses, first, RTs below 300 ms or above 3738 ms (i.e., when the words were presented without mask; see Danguécan & Buchanan, 2016) were excluded (0.33 % of

the data). Then, outliers were removed: RTs deviating more than 2.5 SDs from the participant's mean of a word condition (e.g., negative low-arousal words) were excluded.

### *Statistical analyses*

In order to test our research hypotheses, the statistical analyses were carried out in three steps: the first two steps served to meet our first objective, that is to test whether common and/or distinct processes underlie the age-related positivity effect in lexical access and episodic memory; the third step was to test the existence of a link between the age-related positivity effect and emotional well-being in older adults.

**Step 1: age-related positivity effect as a function of arousal in lexical and episodic memory.** The three dependent variables, that is RTs, recall accuracy and recognition responses, were analyzed with generalized linear mixed-effect models (GLMMs) in R (version 3.5.1, R Core Team, 2018), using *glmer* function from *lme4* package (version 1.1-23, Bates et al., 2020). We selected the BOBYQA algorithm for optimization (Powell, 2009) in order to maximize convergence probabilities. GLMM analyses have been preferred to more conventional analyses such as ANOVAs because they allow both precise modeling of RTs (Lo & Andrews, 2015) and memory accuracy (Linde-Domingo et al., 2019), without the need for data transformation. In addition, mixed-effects models offer the opportunity to treat both participants and items as random effects, and hence decrease Type 1 error rates (e.g., Baayen et al., 2008).

In RTs analyses, we used a gamma distribution and an identity link function (e.g., Lo & Andrews, 2015); in recall accuracy analyses, we used a binomial distribution and a logit link function (e.g., Walker et al., 2019); in recognition responses analyses, we used a binomial distribution and a probit link function (e.g., DeCarlo, 1998; Hourihan et al., 2013). For each analysis, we introduced emotional categories (neutral vs. negative high-arousal vs. positive

high-arousal vs. negative low-arousal vs. positive low-arousal words) and age (young adults vs. older adults) as fixed factors, with all main and interaction effects. For the recognition analysis, we positioned ourselves within the framework of the signal detection theory (Green & Swets, 1966; Mcmillan & Creelman, 2005), and thus we added type of target (studied vs. non-studied words) as fixed factor in order to obtain a measure of memory discriminability (i.e., the probability of responding “yes” when the word was studied rather than non-studied) and a measure of response bias (i.e., the overall tendency to respond “yes” rather than “no”). Age and type of target were coded using deviation coding (age, young adults = -1, older adults = 1; type of target: studied words = 1, non-studied words = -1). Moreover, we applied a matrix of four orthogonal contrasts to emotional category factor (Schad et al., 2020) in order to test the existence of 1) an emotional bias, 2) an arousal effect, 3) a positive-negative difference for high-arousal words and 4) a positive-negative difference for low-arousal words. The contrasts matrix is presented in Table 24. The computation of the interaction effect between the positive-negative difference and age, for both low- and high-arousal words, allowed us to test the existence of an age-related positivity effect. All models were implemented with the maximal random effects structure justified by the design, and when the estimation procedure failed to converge, a backward simplification procedure was applied in order to find the most complex model that would converge (Barr et al., 2013).

**Step 2: relationship between positivity measures in the memory tasks.** When an age-related positivity effect was shown, we calculated a positivity score for each participant by subtracting the mean performance score for negative words from the mean performance score for positive words. Then, for each group of participants (i.e., young adults and older adults), we computed nonparametric Spearman correlations between all positivity scores.

**Table 24**  
**Matrix of orthogonal contrasts applied to emotional category in GLMMs analyses**

	Effect	Emotional category				
		N	NH	PH	NL	PL
Contrast 1	Emotional vs. neutral	-4	1	1	1	1
Contrast 2	High-arousal vs. low-arousal	0	1	1	-1	-1
Contrast 3	Negative vs. positive, high-arousal	0	1	-1	0	0
Contrast 4	Negative vs. positive, low-arousal	0	0	0	1	-1

*Note:* N = neutral; NH = negative high-arousal; PH = positive high-arousal; NL = negative low-arousal; PL = positive low-arousal.

**Step 3: relationship between positivity measures in the memory tasks and well-being scores.** We calculated an emotional well-being score for each participant by making the difference between the positive affect score and the negative affect score obtained on the PANAS scale (Caci & Baylé, 2007). Then, for each group of participants, we computed nonparametric Spearman correlations between positivity scores in memory tasks in which an age-related positivity effect was shown and the emotional well-being scores.

## Results

### *Step 1: age-related positivity effect as a function of arousal in lexical and episodic memory*

**PDT results.** The model included random intercepts for participants and items, and by-items random slope for age. The results are presented Table 25. The GLMMs analyses on RTs showed a significant age effect, such that young adults exhibited faster RTs than older adults ( $b = 226.43, p < .001$ ). We also obtained a significant emotional bias ( $p < .001$ ) and a significant arousal effect ( $p < .001$ ). Indeed, emotional words (i.e., positive and negative low- and high-arousal words) elicited faster RTs than neutral words ( $b = -41.03$ ) and high-arousal words (i.e., positive and negative high-arousal words) elicited faster RTs than low-arousal words (i.e., positive and negative low-arousal words) ( $b = -79.63$ ). Otherwise, significant interactions emerged between age and each of our contrasts applied to word emotional categories, that is between age and emotional bias ( $b = 10.28, p = .019$ ), arousal effect ( $b = 21.79, p = .001$ ), negative-positive difference for high-arousal words ( $b = 17.97, p = .004$ ),

and negative-positive difference for low-arousal words ( $b = 22.41, p = .005$ ). There was an emotional bias in young adults ( $b = - 83.76, p < .001$ ) but not in older adults ( $b = - 0.03, p = .997$ ). The arousal effect was more important in young ( $b = - 101.18, p < .001$ ) than in older adults ( $b = - 66.51, p < .001$ ). In young adults, negative high-arousal words exhibited faster RTs than positive high-arousal words ( $b = - 18.68, p = .003$ ), whereas it was the contrary in older adults ( $b = 23.80, p = .003$ ). Finally, in young adults, negative low-arousal words tended to exhibit faster RTs than positive low-arousal words ( $b = - 11.81, p = .074$ ), whereas it was the contrary in older adults ( $b = 35.87, p < .001$ ). Thus, there was a positivity effect in the PDT for both high- and low-arousal words, with a negativity bias in young adults and a positivity bias in older adults. No other effects were significant ( $ps > .222$ ).

Since the choice of the outliers detection threshold can lead to variability in the results concerning the processing of emotional words (Laulan et al., 2021, submitted), we conducted a multiverse analysis (Steege et al., 2016), using in addition to the 2.5 SDs detection threshold 2 SDs and 3 SDs detection thresholds. We have thus tested the robustness of our effects of interest, that is the positivity effect for high- and low arousal words. First, we found that the positivity effect for high-arousal words was significant for all three outliers detection threshold conditions, that is 2 SDs ( $b = 27.89, p < .001$ ), 2.5 SDs ( $b = 17.97, p = .004$ ) and 3 SDs ( $b = 21.44, p < .001$ ); the positivity effect for low-arousal words was also significant for a detection threshold of 2 SDs ( $b = 19.01, p < .001$ ), 2.5 SDs ( $b = 22.41, p = .005$ ) and 3 SDs ( $b = 20.71, p < .001$ ). Thus, the multiverse analysis revealed that the positivity effect for high- and low-arousal words was robust and did not depend on how we removed outliers.

**Immediate free recall results.** The model included random intercepts for participants and items, by-items random slope for age, and correlation between items random intercept and by-items random slope for age. The results are presented Table 26. The GLMMs analyses on recall accuracy showed a significant age effect ( $b = - 1.14, p < .001$ ), such that

recall accuracy was higher for young adults than for older adults. Moreover, the analyses revealed a significant emotional bias ( $b = 1.43, p = .036$ ) indicating that participants' recall accuracy was higher for emotional words than for neutral words. Furthermore, the interaction effect between negative-positive difference for low-arousal words and age was significant ( $b = - 0.48, p = .046$ ), showing that for low-arousal words there was an advantage for positive compared to negative words in older adults ( $b = - 0.68, p = .031$ ) but not in younger adults ( $b = - 0.20, p = .366$ ). Thus, there was a positivity effect for low-arousal words in immediate free recall characterized by the presence of a positivity bias only in older adults. No other effects were significant ( $ps > .172$ ).

**20 minutes delayed free recall results.** The model included random intercepts for participants and items, by-items random slope for age, and correlation between items random intercept and by-items random slope for age. The results are presented Table 27. The GLMMs analyses on recall accuracy showed a significant age effect ( $b = - 1.45, p < .001$ ), such that recall accuracy was higher for young adults than for older adults. The negative-positive difference for low-arousal words was tendential ( $b = - 0.42, p = .095$ ), suggesting that participants recall accuracy was higher for positive low-arousal words than negative low-arousal words. Otherwise, the analyses showed a significant interaction effect between negative-positive difference for low-arousal words and age ( $b = - 0.99, p < .001$ ), with positivity bias for low-arousal words being higher in older adults ( $b = - 1.41, p < .001$ ) than in younger adults ( $b = - 0.77, p < .001$ ). Thus, there was a positivity effect in 20 minutes delayed free recall for low-arousal words. No other effects were significant ( $ps > .215$ ).

**7 days delayed free recall results.** The model included random intercepts for participants and items, by-items random slope for age, and correlation between items random intercept and by-items random slope for age. The results are presented Table 28. The GLMMs analyses on recall accuracy showed a significant age effect ( $b = - 0.84, p < .001$ ),

such that recall accuracy was higher for young adults than for older adults. Furthermore, the interaction effect between negative-positive difference for low-arousal words and age was significant ( $b = - 1.09, p = .001$ ), with positivity bias for low-arousal words being higher in older adults ( $b = - 1.66, p < .001$ ) than in younger adults ( $b = - 0.74, p = .023$ ). Thus, there was a positivity effect in 7 days delayed free recall for low-arousal words. No other effects were significant ( $ps > .158$ ).

**Recognition results.** The model included random intercepts for participants and items, by-items random slope for age, by-participants random slope for type of target, correlation between items random intercept and by-items random slope for age, and correlation between participant random intercept and by-participants random slope for type of target. The results are presented Tables 29 and 30. The GLMMs analyses on response bias showed a significant age effect ( $b = - 0.30, p < .001$ ), such that older adults had an overall greater tendency to respond “studied” than young adults, indicating that they had a more liberal response criterion. No other effects were significant ( $ps > .108$ ). The GLMMs analyses on discriminability showed a significant age effect ( $b = 0.11, p = .024$ ), such that young adults better discriminated studied and non-studied words than older adults. The analyses also revealed a significant arousal effect ( $b = 0.42, p = .042$ ), indicating that discriminability was better for high-arousal words than for low-arousal words. Moreover, the interaction effect between negative-positive difference for low-arousal words and age was tendential ( $b = - 0.12, p = .066$ ), suggesting that, compared to young adults, older adults tend to respond “studied” for negative low-arousal words to a lesser degree than for positive low-arousal words. Thus, there was an age-related positivity effect for low-arousal words with respect to the ability to discriminate between new and old words in recognition. No other effects were significant ( $ps > .173$ ).



**Table 25****Model estimates for RTs in PDT as a function of age and emotional category contrasts**

Predictor(s)	<i>b</i>	95% Confidence Interval	Standard Error	<i>t</i> value	<i>p</i> value
Age	226.43	(217.82, 235.04)	4.39	51.57	< .001
Emotional bias	- 41.03	(- 57.95, - 24.12)	8.63	- 4.76	< .001
Arousal effect	- 79.63	(- 104.90, - 54.37)	12.89	- 6.18	< .001
Negative/positive difference – high arousal	- 0.67	(- 12.23, 10.88)	5.89	- 0.12	.909
Negative/positive difference – low arousal	9.37	(- 5.68, 24.41)	7.67	1.22	.222
Emotional bias x Age	10.28	(1.72, 18.83)	4.36	2.36	.019
Arousal effect x Age	21.79	(8.69, 34.89)	6.68	3.26	.001
Negative/positive difference – high arousal x Age	17.97	(5.90, 30.05)	6.16	2.92	.004
Negative/positive difference – low arousal x Age	22.41	(6.60, 38.22)	8.07	2.78	.005

**Table 26****Model estimates for recall accuracy in immediate free recall as a function of age and emotional category contrasts**

Predictor(s)	<i>b</i>	95% Confidence Interval	Standard Error	<i>z</i> value	<i>p</i> value
Age	- 1.14	(- 1.39, - 0.90)	0.12	- 9.24	< .001
Emotional bias	1.43	(0.09, 2.76)	0.68	2.10	.036
Arousal effect	0.41	(- 0.18, 1.01)	0.30	1.36	.173
Negative/positive difference – high arousal	0.09	(- 0.33, 0.51)	0.21	0.41	.683
Negative/positive difference – low arousal	- 0.18	(- 0.61, 0.23)	0.22	- 0.87	.384
Emotional bias x Age	0.31	(- 1.24, 1.86)	0.79	0.39	.698
Arousal effect x Age	- 0.47	(- 1.13, 0.20)	0.34	- 1.37	.171
Negative/positive difference – high arousal x Age	0.31	(- 0.16, 0.79)	0.24	1.30	.194
Negative/positive difference – low arousal x Age	- 0.48	(- 0.95, - 0.01)	0.24	- 1.99	.046

**Table 27****Model estimates for recall accuracy in 20-minutes delayed free recall as a function of age and emotional category contrasts**

Predictor(s)	<i>b</i>	95% Confidence Interval	Standard Error	<i>z</i> value	<i>p</i> value
Age	- 1.45	(- 1.73, - 1.16)	0.15	- 9.94	< .001
Emotional bias	1.68	(0.11, 3.25)	0.80	2.10	.036
Arousal effect	0.37	(- 0.33, 1.06)	0.35	1.03	.303
Negative/positive difference – high arousal	0.19	(- 0.30, 0.68)	0.25	0.78	.436
Negative/positive difference – low arousal	- 0.42	(- 0.91, 0.07)	0.25	- 1.67	.095
Emotional bias x Age	- 0.96	(- 2.66, 0.75)	0.87	- 1.10	.271
Arousal effect x Age	- 0.48	(- 1.23, 0.28)	0.38	- 1.24	.215
Negative/positive difference – high arousal x Age	- 0.17	(- 0.69, 0.36)	0.27	- 0.63	.529
Negative/positive difference – low arousal x Age	- 0.99	(- 1.53, - 0.45)	0.28	- 3.60	< .001

**Table 28****Model estimates for recall accuracy in 7-days delayed free recall as a function of age and emotional category contrasts**

Predictor(s)	<i>b</i>	95% Confidence Interval	Standard Error	<i>z</i> value	<i>p</i> value
Age	- 0.84	(- 1.16, - 0.52)	0.16	- 5.12	< .001
Emotional bias	1.08	(- 1.02, 3.18)	1.07	1.01	.312
Arousal effect	- 0.34	(- 1.27, 0.59)	0.47	- 0.72	.471
Negative/positive difference – high arousal	- 0.13	(- 0.79, 0.53)	0.34	- 0.39	.698
Negative/positive difference – low arousal	- 0.43	(- 1.09, 0.21)	0.33	- 1.31	.192
Emotional bias x Age	- 1.45	(- 3.46, 0.56)	1.03	- 1.41	.158
Arousal effect x Age	0.34	(- 0.59, 1.26)	0.47	0.71	.476
Negative/positive difference – high arousal x Age	0.32	(- 0.32, 0.97)	0.33	0.99	.235
Negative/positive difference – low arousal x Age	- 1.09	(- 1.76, - 0.43)	0.34	- 3.22	.001

**Table 29****Model estimates for response bias in recognition as a function of age and emotional category contrasts**

Predictor(s)	<i>b</i>	95% Confidence Interval	Standard Error	<i>z</i> value	<i>p</i> value
Age	- 0.30	(- 0.38, - 0.21)	0.04	- 7.01	< .001
Emotional bias	0.22	(- 0.67, 1.11)	0.46	0.49	.628
Arousal effect	- 0.10	(- 0.50, 0.30)	0.20	- 0.48	.630
Negative/positive difference – high arousal	- 0.10	(- 0.38, 0.18)	0.14	- 0.71	.480
Negative/positive difference – low arousal	- 0.23	(- 0.52, 0.05)	0.15	- 1.61	.108
Emotional bias x Age	- 0.20	(- 0.59, 0.20)	0.20	- 0.99	.322
Arousal effect x Age	- 0.03	(- 0.21, 0.15)	0.09	- 0.32	.748
Negative/positive difference – high arousal x Age	- 0.03	(- 0.15, 0.10)	0.06	- 0.44	.660
Negative/positive difference – low arousal x Age	0.07	(- 0.06, 0.21)	0.07	1.09	.274

**Table 30.****Model estimates for discriminability in recognition as a function of age and emotional category contrasts.**

Predictor(s)	<i>b</i>	95% Confidence Interval	Standard Error	<i>z</i> value	<i>p</i> value
Age	- 0.11	(0.02, 0.82)	0.05	2.27	.024
Emotional bias	0.35	(- 0.54, 1.25)	0.46	0.78	.438
Arousal effect	0.42	(0.02, 0.82)	0.20	2.04	.042
Negative/positive difference – high arousal	0.08	(- 0.20, 0.36)	0.14	0.57	.572
Negative/positive difference – low arousal	0.09	(- 0.19, 0.38)	0.15	0.64	.520
Emotional bias x Age	0.15	(- 0.25, 0.54)	0.20	0.73	.467
Arousal effect x Age	- 0.09	(- 0.28, 0.09)	0.09	- 1.02	.306
Negative/positive difference – high arousal x Age	0.01	(- 0.11, 0.14)	0.06	0.19	.849
Negative/positive difference – low arousal x Age	- 0.12	(- 0.26, 0.01)	0.07	- 1.84	.066

**Step 2: relationship between positivity measures in memory tasks.**

Overall, similar patterns of results were found in young and older adults, as shown in Table 31. These results indicated a lack of correlation between positivity scores in the PDT, whatever the arousal of the words, and the positivity scores in immediate free recall, 20 minutes and 7 days delayed free recall, and discriminability in recognition. In addition, they revealed a lack of correlation between positivity scores for low- and high-arousal words in the PDT. Finally, a significant positive correlation was observed between low-arousal words positivity scores in all episodic memory tasks. These assertions were particularly true for young adults. Indeed, in older adults, there was no significant correlation between low-arousal words positivity scores in 20 minutes delayed free recall and discriminability in recognition ( $r_s = 0.065$ ,  $p = .656$ ), whereas such a correlation was present in young adults ( $r_s = 0.309$ ,  $p = .017$ ). Similarly, in older adults, there was a tendential negative correlation between low-arousal words positivity scores in PDT and 20 minutes delayed free recall ( $r_s = - 0.278$ ,  $p = .051$ ), which was not present in young adults ( $r_s = 0.089$ ,  $p = .540$ ).

**Step 3: relationship between positivity measures in memory tasks and well-being scores.**

Different patterns of results were obtained in young and older adults. In young adults, the results revealed that, in general, there was no correlation between positivity scores, whatever the cognitive task, and emotional well-being scores (all  $ps > .227$ ). In older adults, interestingly, no correlation between progressive demasking RTs and emotional well-being scores emerged ( $ps > .352$ ) while significant correlations between low-arousal positivity scores for all episodic memory tasks and emotional well-being scores were observed (immediate free recall,  $r_s = 0.425$ ,  $p = .002$ ; 20-minutes delayed free recall,  $r_s = 0.438$ ,  $p = .001$ ; 7-days delayed free recall,  $r_s = 0.293$ ,  $p = .039$ ; discriminability recognition,  $r_s = 0.295$ ,  $p = .038$ ). Thus, there was a correlation between low-arousal positivity scores and emotional well-being scores specific to older adults in episodic memory.

**Table 31**  
**Correlations between positivity measures in memory tasks as a function of age**

	1	2	3	4	5	6
Younger adults						
1. PDT – low arousal	-					
2. PDT – high arousal	- 0.069	-				
3. Immediate free recall – low arousal	0.149	0.000	-			
4. 20 minutes delayed free recall – low arousal	0.089	- 0.098	0.556**	-		
5. 7 days delayed free recall – low arousal	- 0.033	- 0.088	0.436**	0.647**	-	
6. Discriminability in recognition – low arousal	- 0.169	0.123	0.336*	0.309*	0.335*	-
Older adults						
1. PDT – low arousal	-					
2. PDT – high arousal	- 0.140	-				
3. Immediate free recall – low arousal	0.007	- 0.156	-			
4. 20 minutes delayed free recall – low arousal	- 0.278 <sup>&gt;</sup>	- 0.046	0.468**	-		
5. 7 days delayed free recall – low arousal	- 0.091	- 0.024	0.449**	0.619**	-	
6. Discriminability in recognition – low arousal	0.068	0.017	0.256 <sup>&gt;</sup>	0.065	0.271 <sup>&gt;</sup>	-

Note. <sup>></sup>:  $p \leq .100$ ; \*:  $p \leq .050$ ; \*\*:  $p \leq .010$

## **Discussion**

The main objective of this study was to determine whether common and/or distinct processes underlie the age-related positivity effect in lexical access and episodic memory. We also examined if the age-related positivity effect is related to emotional well-being in older adults. We showed an age-related positivity effect in lexical access, extending the results obtained in the lexical decision task (Lynchard & Radvansky, 2012) to the progressive demasking task. We also replicated the age-related positivity effect in episodic memory in both free recall and memory recognition tasks (e.g., Kensinger, 2008) and showed the persistence of this effect across successive retrieval phases. Three elements indicated that distinct processes would underlie the age-related positivity effect in lexical access and in episodic memory: (i) the age-related positivity effect emerged for both high- and low-arousal words in lexical access and only for low-arousal words in episodic memory; (ii) there was no correlation between positivity biases in lexical access and in episodic memory, both in young and older adults; (iii) in older adults, the greater the positivity bias in episodic memory, the higher their levels of well-being, and this was not true in lexical access. In the following, we will discuss the processes underlying the age-related positivity effect in lexical access and in episodic memory separately in the framework of cognitive and affective aging theories.

### **The processes of the age-related positivity effect in lexical access**

As predicted, the results revealed an age-related positivity effect in the progressive demasking task for both low- and high-arousal words. These results thus generalized to progressive demasking the results obtained in written (Lynchard & Radvansky, 2012) and auditory (Wurm, 2011) lexical decision tasks. The fact that the results failed to show a link between positivity bias for low- and high-arousal words in progressive demasking and levels of well-being in older adults, in disagreement with the postulates of SST (Cartensen et al., 1999) and DIT (Labouvie-Vief, 2003), prompts us to interpret the age-related positivity effect

in lexical access apart from these theories. The observed age-related positivity effect for high-arousal words in our study suggests that this effect may emerge in an automated way in lexical access. Indeed, the processing of high-arousal stimuli would depend on bottom-up processes (Mather & Knight, 2005), and these stimuli would capture attention in a more automated way than low-arousal stimuli, thus requiring less cognitive resources (Dolan, 2002). According to the Aging Brain Model (Cacioppo et al., 2011), structural and functional changes in the brain would take place during aging, particularly in the amygdala, which would be involved in the processing of high-arousal stimuli, especially when they are negative. Thus, the age-related positivity effect in lexical access obtained for high-arousal words presented in a PDT could result from a decrease in amygdala activity during the processing of negative words. Accordingly, Mather et al. (2004) showed that when presented with positive, negative and neutral images, amygdala activity did not differ between young and older adults for positive images, whereas amygdala activity was lower in older adults compared to younger adults for negative images. Furthermore, the age-related positivity effect for low-arousal words in progressive demasking might be explained in terms of the organization of words in the mental lexicon (i.e., the network of learned words in long-term memory). Indeed, verbal fluency data have shown that, compared to the mental lexicon of younger adults, the mental lexicon of older adults has a structure that contains fewer clusters, yet clusters are thought to be associated with information processing speed (Wulff et al., 2016). Thus, we can assume that the decrease in network organization in the mental lexicon during aging would be greater for negative words than for positive words, which could explain the emergence of the positivity effect for low-arousal words in lexical access. Future studies should be conducted to test this new interpretative hypothesis.

## The processes of the age-related positivity effect in episodic memory

In line with our hypothesis, the results revealed an age-related positivity effect specific to low-arousal words in immediate free recall, 20-minutes delayed free recall, 7-days delayed free recall, and memory recognition. Using a paradigm in which participants performed successively these four episodic memory tasks, we revealed that the positivity bias observed in free recall with varying retention intervals and in memory recognition was correlated, suggesting that it is underpinned by common processes. These results are in accordance with the findings of Kensinger (2008) in immediate free recall and memory recognition and we specified that the age-related positivity effect in episodic memory is a long-lasting phenomenon which can be observed 7 days after the encoding stage. The age-related positivity effect observed for low arousal words across recall and memory recognition indicates that it would depend on controlled processes, in accordance with the postulates of the SST (Carstensen et al., 1999). Indeed, the processing of low-arousal stimuli would involve top-down processes directed towards a goal, and would thus be costly in cognitive resources (Kensinger & Corkin, 2004). For example, Mickley Steinmetz and Kensinger (2009) showed that performance in a recognition task for low-arousal images was predicted primarily by activation in bilateral frontal areas. In particular, activity in the middle frontal gyrus has been associated with egocentric processing (i.e., evaluation of stimuli as strongly associated with the self, e.g., Fossati et al., 2003), and this processing is thought to be preserved during aging (e.g., Glisky & Marquine, 2009) and may thus be responsible for the age-related positivity effect in episodic memory. This egocentric strategy hypothesis is also in accordance with the greater effect observed in free recall (immediate free recall:  $b = -0.48$ ; 20-minutes delayed free recall:  $b = -0.99$ ; 7-days delayed free recall:  $b = 1.66$ ) than in memory recognition ( $b = -0.12$ ), since free recall tasks would involve more egocentric processing, sensitive to the motivations and goals of individuals (Charles et al., 2003). Furthermore, frontal gyrus activity has been linked to verbal elaboration and semantic processing (e.g., Kirchhoff et al., 2005), so the age-related positivity effect in



episodic memory could also come from older adults' strategies to perform semantic groupings to learn words, which would be particularly effective for positive words (Baraly et al., 2019).

Furthermore, for the first time, we showed a link between positivity biases in free recall and memory recognition and well-being scores, and this specifically for older adults. Because the age-related positivity effect involved only low-arousal words in episodic memory, this result is consistent with that obtained by Kappes et al. (2017) in the attention domain. It suggests that low-arousing stimuli allow the implementation of top-down driven processes of a pro-hedonic orientation. Thus, consistent with the postulates of SST (Carstensen et al., 1999), the age-related positivity effect in episodic memory would be the means for older adults to improve their well-being based on controlled processing of emotional information. However, as the well-being variable was invoked and not manipulated in our study, we cannot exclude that the correlations we observed might be due to emotional congruence mechanisms (e.g., Bower, 1992). Thus, future studies should be conducted to determine whether the relationship between the age-related positivity effect in episodic memory and the well-being of older adults is causal.

## **Conclusion**

The results of the present study revealed that the age-related positivity effect is generalizable to lexical and episodic memory access but does not depend on the same processes in both cases. The age-related positivity effect would be based on more automatic processes in lexical access than in episodic memory. Indeed, in progressive demasking, it emerged for low- and high-arousal words whereas it only appeared for low-arousal words in free recall and recognition. Moreover, in older adults, the greater the magnitude of the positivity bias in episodic memory, the higher their levels of well-being. In future studies, manipulating the participants' mood might be useful to determine whether the age-related positivity effect is a byproduct of positive mood in older adults or whether it is the origin of it.

### **3.2.4. Synthèse des résultats**

Les résultats de l'Expérience 6 ont révélé qu'un effet de positivité lié à l'âge émergeait à la fois pour les mots à arousal bas et à arousal élevé en démasquage progressif. Cependant, cet effet n'apparaissait que pour les mots à arousal bas en rappel libre immédiat et différé, ainsi qu'en reconnaissance mnésique. De plus, nous n'avons pas observé de lien entre le biais de positivité en démasquage progressif d'une part, et le biais de positivité en rappel libre et en reconnaissance mnésique d'autre part, que cela soit chez les adultes jeunes ou plus âgés. Ainsi, dans l'ensemble, les résultats de cette expérience suggèrent que les effets de positivité liés à l'âge dans l'accès au lexique et en mémoire épisodique dépendraient de processus principalement distincts. Notamment, deux arguments suggèrent que l'effet de positivité lié à l'âge dans l'accès au lexique serait sous-tendu par des processus plus automatiques que le même effet en mémoire épisodique : (i) le traitement des mots à arousal élevé est plus automatique que celui des mots à arousal bas (Kensinger, 2008) ; (ii) l'effet de positivité lié à l'âge émergeait dans notre étude pour les mots à arousal bas et élevé dans l'accès au lexique et seulement pour les mots à arousal bas en mémoire épisodique. Enfin, de manière intéressante, nous avons montré que chez les adultes âgés uniquement plus l'ampleur du biais de positivité en mémoire épisodique (i.e., en rappel libre immédiat et différé, ainsi qu'en reconnaissance mnésique) était élevée, plus les niveaux de bien-être émotionnel étaient élevés. Ainsi, en accord avec les postulats de la TSS (Carstensen et al., 1999), les adultes âgés mettraient en place des processus contrôlés afin de mieux mémoriser les informations positives que les informations négatives, et ceci leur permettrait de maintenir voire d'améliorer leurs niveaux de bien-être émotionnel. Toutefois, les niveaux de bien-être émotionnel ayant été évalués à l'aide d'un questionnaire (PANAS, Caci & Baylé, 2007), nous ne pouvons pas conclure de manière catégorique quant à l'existence d'un lien de causalité entre l'effet de positivité lié à l'âge en mémoire épisodique et le bien-être émotionnel des adultes âgés.

# Discussion générale

## Synthèse des objectifs et des résultats principaux

L'objectif de cette thèse était d'apporter des éléments de compréhension aux effets de valence émotionnelle dans l'accès au lexique et en mémoire épisodique des mots, au travers de l'étude de l'influence des caractéristiques des mots (arousal et imageabilité) et des individus (âge et état émotionnel) dans une perspective inter-tâches. A cette fin, nous avons mené une série de six expériences dans lesquelles nous avons utilisé des tâches d'accès au lexique (démasquage progressif) et/ou de mémoire épisodique (rappel libre et reconnaissance mnésique). L'utilisation d'une approche inter-tâches nous a permis de comparer directement les effets émotionnels dans ces différentes tâches et ainsi de déterminer dans quelle mesure des biais émotionnels dans l'accès au lexique et en mémoire épisodique dépendaient de processus communs et/ou distincts. Dans un premier temps, nous nous sommes intéressés aux effets de la valence émotionnelle et de l'arousal dans l'accès au lexique et en mémoire épisodique grâce à un paradigme comportemental combinant du démasquage progressif et du rappel libre immédiat (Expériences 1 et 2) et différé (Expérience 2). Les résultats indiquaient des effets émotionnels majoritairement distincts dans l'accès au lexique et en mémoire épisodique, hormis pour les mots positifs à arousal bas : plus ces mots étaient identifiés rapidement, mieux ils étaient rappelés. Dans la tâche de démasquage progressif, nous avons obtenu un biais émotionnel, un effet facilitateur de l'arousal et un biais de positivité pour les mots à arousal bas et élevé. Dans les tâches de rappel libre, nous avons observé un biais émotionnel en rappel immédiat et différé, tandis qu'un biais de positivité pour les mots à arousal bas émergeait uniquement en rappel différé. Des analyses complémentaires ont montré un effet d'interaction entre l'imageabilité et la valence émotionnelle à la fois en rappel libre, qu'il soit immédiat ou différé, et en démasquage progressif. Dans l'étude mise en place en suivant, nous avons étudié le rôle modérateur de l'imageabilité des mots sur les effets de la valence émotionnelle en mémoire

épisode avec une tâche de rappel libre immédiat. Nous avons utilisé un paradigme comportemental (Expérience 3) ainsi qu'un paradigme en IRMf (Expérience 4). Les résultats ont montré un biais de négativité en rappel libre, avec une activation accrue de l'insula et du gyrus temporal supérieur gauche pour les mots négatifs par rapport aux mots positifs. Ils ont aussi révélé un effet facilitateur de l'imageabilité, avec une activation plus importante du gyrus fusiforme gauche pour les mots hautement imageables par rapport aux mots faiblement imageables. De plus, le biais de négativité était plus important pour les mots hautement imageables. Dans une troisième série d'études comportementales, nous nous sommes intéressés au rôle modérateur de l'âge sur les effets émotionnels en mémoire épisodique en comparant des adultes jeunes et plus âgés dans des tâches de rappel libre et de reconnaissance mnésique (Expériences 5 et 6), ainsi que dans l'accès au lexique en démasquage progressif (Expérience 6). Les résultats ont dévoilé un effet de positivité lié à l'âge dans les trois tâches avec cependant plusieurs différences à noter. Tout d'abord, l'effet de positivité lié à l'âge émergeait pour les mots à arousal bas et élevé en démasquage progressif et uniquement pour les mots à arousal bas en rappel libre et en reconnaissance mnésique. Ensuite, l'effet de positivité lié à l'âge était plus important en rappel libre qu'en reconnaissance mnésique. Nous avons aussi montré qu'en rappel libre et en reconnaissance mnésique uniquement, l'effet de positivité lié à l'âge était associé au bien-être des adultes âgés. Enfin, nous avons précisé que cet effet émergeait pour les adultes âgés avec un niveau d'études élevé et qui possédaient de bonnes compétences mnésiques.

Dans ce qui suit, nous examinerons dans un premier temps le lien et les différences entre les effets émotionnels dans l'accès au lexique et en mémoire épisodique. Dans un deuxième temps, nous traiterons des effets émotionnels dans l'accès au lexique, en distinguant les effets de la valence émotionnelle et de l'arousal, et en abordant le rôle modérateur de l'âge sur ces effets. Enfin, dans un troisième temps, nous discuterons des effets de la valence émotionnelle et de l'arousal en mémoire épisodique, en abordant aussi l'influence de l'âge et de l'imageabilité

sur les biais émotionnels.

## **Liens et différences entre les effets émotionnels dans l'accès au lexique et en mémoire épisodique**

Nous avons utilisé des paradigmes dans lesquels des tâches de démasquage progressif et de rappel libre se succédaient dans les Expériences 1, 2 et 6 afin de préciser les liens éventuels entre accès au lexique et reconnaissance mnésique. Dans les Expériences 2 et 6, le rappel libre était effectué à la fois de manière immédiate et différée, et nous avons ajouté une tâche de reconnaissance mnésique dans l'Expérience 6. Dans les Expériences 1 et 2, nous avons analysé comment les performances pour les items étaient corrélées entre le démasquage progressif et le rappel libre. Ceci nous a permis de déterminer si les caractéristiques émotionnelles des mots s'exprimaient de manière similaire dans l'accès au lexique et en mémoire épisodique. Dans l'Expérience 6, nous avons cette fois analysé comment les performances individuelles étaient corrélées entre le démasquage progressif, le rappel libre et la reconnaissance mnésique. Ceci nous a permis d'examiner si des processus individuels semblables sous-tendaient le traitement des mots émotionnels dans l'accès au lexique et en mémoire épisodique. Dans l'ensemble, les résultats ont révélé qu'il n'y avait pas de lien entre les effets émotionnels dans l'accès au lexique et en mémoire épisodique, à l'instar des travaux de Ferré et al. (2018) et de Madan et al. (2017). Ainsi, nous avons montré que les récupérations des mots émotionnels en mémoire lexicale et en mémoire épisodique dépendraient de mécanismes et de processus majoritairement distincts. Les processus spécifiques à l'accès au lexique et à la mémoire épisodique seront discutés plus en détails dans les parties suivantes. L'accès au lexique serait la première étape permettant l'encodage des caractéristiques des mots en mémoire épisodique : plus il serait facile d'accéder à la représentation d'un mot dans le lexique mental, plus il serait ensuite aisé de mettre en place des processus d'élaboration à partir de leurs caractéristiques (Cox et al., 2018). Par ailleurs, de manière intrigante, nous avons montré dans les Expériences 1 et 2 que plus les mots positifs à arousal bas étaient reconnus rapidement, mieux ils étaient rappelés ensuite. Ce

résultat suggère qu'il y aurait des traces mnésiques communes pour les connaissances lexicales et épisodiques concernant cette catégorie de mots spécifiquement (e.g., Vallet et al., 2017). De plus, nous avons observé que les corrélations entre les performances en démasquage progressif et en rappel libre pour les mots positifs à arousal bas dépendaient en partie de leurs caractéristiques d'imageabilité. Nous avons aussi montré qu'il n'y avait que pour les mots positifs à arousal bas que l'imageabilité améliorerait les performances à la fois en démasquage progressif et en rappel libre. Ces résultats complémentaires suggèrent que la récupération de ces mots en mémoires lexicales et épisodiques reposerait sur des processus incarnés, faisant intervenir des composantes sensori-motrices (voir modèle Act-In, Versace et al., 2014). Cependant, il est important de noter que l'imageabilité n'expliquait qu'une petite proportion du lien entre la récupération des mots positifs à arousal bas en mémoire lexicale et en mémoire épisodique. Par conséquent, de futures études pourront s'intéresser à l'influence d'autres variables sémantiques comme la force de l'expérience perceptive, qui prédirait mieux les performances d'accès au lexique que l'imageabilité et la concrétude et couvrirait davantage de modalités sensorielles (Connell & Lynott, 2012).

## **Effets émotionnels dans l'accès au lexique**

Nous avons manipulé simultanément la valence émotionnelle et l'arousal des mots présentés dans une tâche de démasquage progressif dans les Expériences 1, 2 et 6. Dans chacune de ces expériences, nous avons mis en évidence un biais émotionnel chez les adultes jeunes. Ainsi, nous avons confirmé que le traitement des mots émotionnels est facilité comparé à celui des mots neutres dans l'accès au lexique, dans la lignée de travaux ayant utilisé des tâches de décision lexicale (e.g., Kousta et al., 2009) ou de reconnaissance constructive (e.g., Kever et al., 2019). Cet effet peut être interprété dans le modèle de reconnaissance des mots adapté aux traitements affectifs de Gobin et Mathey (2010). Lors de la présentation de mots émotionnels, le système affectif serait activé via le lexique orthographique de manière précoce (voir Gobin

et al., 2012). Ensuite, le système affectif enverrait de l'activation en retour vers le lexique orthographique ce qui accélérerait l'identification des mots émotionnels. Dans l'Expérience 6, nous avons aussi montré pour la première fois que le biais émotionnel en démasquage progressif est plus important chez les adultes jeunes que chez les adultes plus âgés. Nous émettons l'hypothèse que ce phénomène proviendrait d'un émoussement du traitement de l'arousal et/ou d'une diminution de l'effet de l'arousal sur les réponses motrices au cours du vieillissement.

Dans les Expériences 1, 2 et 6, en accord avec des travaux en décision lexicale (Larsen et al., 2008 ; Mathey et al., 2018 ; Recio et al., 2014) et en reconnaissance constructive (Kever et al., 2019), nous avons obtenu un effet facilitateur de l'arousal chez les adultes jeunes en démasquage progressif. Dans l'Expérience 6, nous avons précisé que cet effet était plus important chez les adultes jeunes que chez les adultes plus âgés. Les TR plus courts pour les mots à arousal élevé comparés aux mots à arousal bas proviendraient d'une action directe du système affectif sur la réponse dans la tâche de démasquage progressif (voir Camblats, 2015). En effet, lors de la présentation de stimuli avec un arousal élevé, le système moteur serait activé afin de préparer l'individu à générer des comportements de combat ou de fuite, ce qui lui permettrait de produire plus rapidement une réponse dans la tâche en cours (e.g., Vergalitto et al., 2019). Cet effet pourrait être réduit chez les adultes âgés qui traiteraient les stimuli à arousal élevé de manière atténuée par rapport aux adultes jeunes. En effet, dans une étude en IRMf, Kehoe et al. (2013) ont montré que lors de la présentation d'images variant selon la valence émotionnelle et l'arousal, il y avait moins d'activation dans les cortex visuels bilatéraux occipital et temporal, dans le cortex inférieur pariétal gauche et dans l'aire motrice supplémentaire bilatérale chez les adultes âgés que chez les adultes jeunes. De plus, chez les adultes âgés, de manière générale, les réponses dans les tâches nécessitant une réponse motrice sont ralenties comparativement aux adultes jeunes à cause d'une altération des composantes physiologiques liées au mouvement (e.g., Falkenstein et al., 2006 ; Seidler et al., 2010), ainsi la facilitation des réponses en démasquage progressif liée à une activation du système moteur pour

les mots à arousal élevé serait moins importante.

Enfin, dans les Expériences 1 et 2, nous avons trouvé un biais de positivité en démasquage progressif chez les adultes jeunes, qui était plus important pour les mots à arousal bas que pour les mots à arousal élevé. Ce résultat étend ainsi au démasquage progressif les résultats obtenus en décision lexicale (Hofman et al., 2009 ; Recio et al., 2014 ; mais voir Kuperman et al., 2014). Les TR plus courts pour les mots positifs comparativement aux mots négatifs peuvent être interprétés dans la théorie de la densité (Unkelbach et al., 2008) intégrée au modèle de reconnaissance des mots adapté aux traitements affectifs (Gobin & Mathey, 2010). Les réseaux des mots positifs étant plus denses que ceux des mots négatifs dans le lexique mental, le système affectif recevrait une activation supplémentaire provenant du système sémantique pour les mots positifs. Ensuite, le système affectif enverrait davantage d'activation vers le lexique orthographique pour les mots positifs comparativement aux mots négatifs ce qui faciliterait leur identification. Cet effet pourrait être masqué par l'activation résultant d'une réponse motrice aspécifique lorsque les mots possèdent un arousal élevé (Vergallito et al., 2019). Toutefois, dans l'Expérience 6, nous avons obtenu un pattern de résultats opposé, c'est-à-dire un biais de négativité en démasquage progressif, présent à la fois pour les mots à arousal bas et élevé. Ce résultat qui peut sembler surprenant, pourrait être lié à la différence de matériel verbal entre cette dernière expérience et les Expériences 1 et 2. En effet, dans l'Expérience 6, il y avait 48 mots émotionnels et seulement 12 mots neutres (i.e., quatre fois plus de mots émotionnels que de mots neutres) tandis que dans les Expériences 1 et 2 il y avait 64 mots émotionnels et 32 mots neutres (i.e., deux fois plus de mots émotionnels que de mots neutres). Ainsi, la proportion de mots émotionnels comparativement aux mots neutres était plus importante dans l'Expérience 6 que dans les Expériences 1 et 2 et les mots émotionnels étaient donc moins distinctibles dans l'Expérience 6. Les mots négatifs captant davantage l'attention que les mots positifs (voir théorie de la vigilance automatique, Estes & Adelman, 2008), cette configuration aurait pu mettre l'accent sur leur traitement et ainsi



conduire à l'émergence d'un biais de négativité. De plus, dans l'Expérience 6, un résultat fondamental et novateur était qu'un biais de positivité était présent chez les adultes plus âgés en démasquage progressif, à la fois pour les mots à arousal bas et élevé. Premièrement, le fait qu'il y ait un effet de positivité lié à l'âge en démasquage progressif pour les mots à arousal élevé suggère que cet effet émergerait de manière automatisée. En effet, les stimuli à arousal élevé capteraient l'attention de manière plus automatisée que les stimuli à arousal bas (e.g., Dolan, 2002). Selon le modèle du vieillissement du cerveau (Cacioppo et al., 2011), l'effet de positivité lié à l'âge dans l'accès lexical pourrait provenir d'une diminution de l'activité de l'amygdale lors du traitement des mots négatifs, en lien avec des changements structurels et fonctionnels du cerveau qui se produisent au cours du vieillissement. Deuxièmement, nous pouvons interpréter l'effet de positivité lié à l'âge en démasquage progressif au regard de l'organisation des mots dans le lexique mental. En effet, Wulff et al. (2016) ont comparé l'organisation du lexique mental d'adultes jeunes et plus âgés grâce à l'analyse de données de fluences verbales, notamment en analysant les probabilités de co-occurrences de deux mots. Leurs données suggèrent que le lexique mental des adultes âgés serait moins structuré en réseaux que celui des adultes jeunes or le regroupement en réseaux est associé à la vitesse de traitement des mots. Ainsi, nous pouvons supposer que la diminution de l'organisation en réseaux dans le lexique mental au cours du vieillissement serait plus importante pour les mots négatifs que pour les mots positifs, ce qui engendrerait des TR plus longs pour les mots négatifs que pour les mots positifs chez les adultes âgés. Cette hypothèse devra être mise à l'épreuve dans de futures expériences s'intéressant à l'évolution du lexique mental au cours du vieillissement et pourrait expliquer les performances plus basses des adultes âgés comparativement aux adultes jeunes dans différentes tâches cognitives impliquant des mots émotionnels.

## **Effets émotionnels en mémoire épisodique**

Dans toutes les expériences de cette thèse, nous avons examiné les effets de la valence

émotionnelle en rappel libre. Dans les Expériences 1, 2 et 6, l'effet de la valence émotionnelle était étudié en interaction avec celui de l'arousal, tandis que dans les Expériences 3 et 4, il était étudié en interaction avec celui de l'imageabilité. Enfin, dans les Expériences 5 et 6, les effets émotionnels ont aussi été étudiés en reconnaissance mnésique et le rôle de l'âge dans ces effets a été abordé.

Dans l'ensemble, nous avons mis en évidence un biais émotionnel en rappel libre chez les adultes jeunes. En effet, les mots émotionnels étaient mieux rappelés que les mots neutres dans les Expériences 1, 2, 5 et 6, à la fois en rappel libre immédiat et différé. Ces résultats confirment que la charge émotionnelle facilite la mémorisation des mots (e.g., Kensinger & Corkin, 2000 ; Siddiqui & Unsworth, 2011 ; Talmi et al., 2007). Cependant, ce biais émotionnel n'était pas systématique. Premièrement, nous pouvons remarquer qu'il émergeait clairement lorsque l'encodage des mots était effectué au travers d'une tâche de démasquage progressif (Expériences 1, 2 et 6) tandis que cela n'était pas toujours le cas lorsque les participants devaient simplement lire les mots pour les apprendre (Expériences 3 et 4 ; mais voir Expérience 5). Ces résultats suggèrent que l'émergence d'un biais émotionnel en rappel libre est d'autant plus probable que l'encodage des mots est profond et implique un traitement sémantique (voir Ferré, 2003). Il est important de noter que lorsque l'encodage des mots était réalisé au travers d'une tâche de démasquage progressif, les participants avaient davantage de temps pour apprendre les mots (temps d'identification plus temps d'écriture) que lorsque l'encodage était plus classique (temps de présentation des mots constant à 3 sec). Par conséquent, nous pouvons émettre l'hypothèse que la tâche de démasquage progressif facilitait la mise en place de stratégies de mémorisation, comme l'utilisation de regroupements sémantiques. En effet, les mots émotionnels sont davantage reliés sémantiquement que les mots neutres, ainsi ils peuvent être associés plus aisément lors de leur encodage ce qui améliore leurs performances de mémorisation (e.g., Talmi et al., 2004). Deuxièmement, le biais émotionnel était plus important en rappel libre qu'en reconnaissance mnésique (Expérience 5) voire il était spécifique au rappel

libre (Expérience 6). Ce constat suggère à nouveau que cet effet dépendrait principalement de stratégies de regroupements sémantiques des mots étant donné qu'il a été montré que ce facteur favoriserait les performances en rappel libre mais pas en reconnaissance mnésique (Schumann et al., 2018). Toutefois, le biais émotionnel ayant été montré en reconnaissance mnésique dans l'Expérience 5, nous ne pouvons pas exclure que d'autres mécanismes comme la capture de l'attention soient aussi à l'origine de cet effet.

Par ailleurs, chez les adultes jeunes, nous avons identifié deux grandes situations dans lesquelles le traitement des mots positifs et négatifs pouvait différer en rappel libre. Premièrement, un facteur de variation serait lié au contexte d'encodage. Dans les Expériences 2 et 6, il y avait un biais de positivité pour les mots à arousal bas en rappel libre différé. Nos résultats vont ainsi dans le sens de ceux de Kalenzaga et al. (2016), ces auteurs ayant obtenu un biais de positivité en rappel libre différé mais pas en rappel libre immédiat. Le biais observé dans notre protocole apparaissait après un encodage profond réalisé par l'intermédiaire d'une tâche de démasquage progressif et après plusieurs phases de récupération. Par conséquent, il semblerait qu'il apparaisse dans des situations potentialisant les effets émotionnels. De plus, dans les Expériences 1 et 2, nous avons observé un effet de l'imageabilité en rappel libre pour les mots positifs mais pas pour les mots négatifs. Nous en avons conclu que les représentations sensorimotrices, et en particulier celles dépendantes de la modalité visuelle, semblent être plus activées en mémoire épisodique pour les mots positifs que pour les mots négatifs. Deuxièmement, l'imageabilité serait aussi un facteur de variation. Dans les Expériences 3 et 4, nous avons trouvé un biais de négativité en rappel libre immédiat, et nous avons précisé qu'il n'émergeait que pour les mots hautement imageables. Ainsi, à la suite des travaux de Ballot (2019) sur la question de l'effet d'interaction entre la valence émotionnelle et l'imageabilité en mémoire, nos résultats suggèrent que l'effet de la valence émotionnelle en rappel libre nécessitait que le système sémantique soit activé pour se développer. Les effets de la valence émotionnelle seraient modulés par l'imageabilité, les mots négatifs étant mieux

mémorisés que les mots positifs, et cela d'autant plus qu'ils sont hautement imageables. Grâce à un paradigme en IRMf, nous avons pu préciser que l'encodage des mots négatifs est associé à une activation accrue de l'insula et du gyrus temporal supérieur gauche par rapport aux mots positifs. Ces données suggèrent que le traitement des mots négatifs lors de l'encodage serait basé sur davantage d'informations physiologiques en provenance du corps que celui des mots positifs, ainsi que sur l'intégration de différentes modalités sensorielles. D'autre part, pour les mots hautement imageables, l'encodage des mots négatifs était associé à une activation plus importante du gyrus supra marginal gauche par rapport aux mots positifs, cette région cérébrale étant connue pour son rôle dans le traitement des interactions main/objet (e.g., Brandi et al., 2014). Ainsi, d'après les résultats des Expériences 1 et 2 d'une part, et de l'Expérience 6 d'autre part, à la fois le traitement des mots positifs et celui des mots négatifs pourraient dépendre de processus incarnés : le traitement des mots positifs serait basé sur des représentations visuelles tandis que celui des mots négatifs dépendrait d'informations physiologiques et des possibilités d'interaction entre le corps et les entités décrites par les mots. De futures études en IRMf pourront être menées afin de déterminer si ces processus interviennent à la fois lors de l'encodage et de la récupération des mots en mémoire épisodique et de préciser quelles sont les modalités sensorielles spécifiques à chacune des valences émotionnelles.

Enfin, les résultats des Expériences 5 et 6 ont révélé un effet de positivité lié à l'âge spécifique aux mots à arousal bas en rappel libre immédiat, en rappel libre différé à 20 minutes et à 7 jours, ainsi qu'en reconnaissance mnésique. Ainsi, nous avons répliqué les résultats obtenus par Kensinger (2008) en rappel libre immédiat et en reconnaissance mnésique, et nous les avons étendus au rappel libre différé. La présence d'un effet de positivité lié à l'âge spécifiquement pour les mots à arousal bas indiquait que l'effet de positivité lié à l'âge en mémoire épisodique dépendrait de processus contrôlés, en accord avec la TSS (Carstensen et al., 1999). Deux arguments supplémentaires venaient soutenir cette interprétation de l'effet de positivité lié à l'âge en mémoire épisodique. Premièrement, cet effet se manifestait davantage

en rappel libre qu'en reconnaissance mnésique (Expériences 5 et 6), or davantage de processus contrôlés seraient impliqués dans les tâches de rappel libre que dans les tâches de reconnaissances mnésiques dans lesquelles des indices sont fournis aux participants pour récupérer les mots en mémoire. Deuxièmement, dans l'Expérience 5, à l'instar des travaux de Mather et Knight (2005), nous avons montré que le changement de pattern de mémorisation des stimuli émotionnels au cours du vieillissement reposerait sur des processus coûteux en ressources cognitives. En effet, seuls les adultes âgés avec un niveau d'éducation élevé et les meilleures compétences mnésiques présentaient une préférence pour la négativité inférieure à celle des adultes jeunes. Enfin, pour la première fois, nous avons montré un lien entre les biais de positivité en rappel libre et en reconnaissance mnésique et les scores de bien-être, et ce spécifiquement pour les adultes âgés. Ainsi, nous avons élargi au domaine de la mémoire épisodique les résultats obtenus par Kappes et. (2017) dans le domaine de l'attention. Conformément aux postulats de la TSS (Carstensen et al., 1999), il semblerait que l'effet de positivité lié à l'âge dans la mémoire épisodique soit un moyen pour les personnes âgées d'améliorer leur bien-être en s'appuyant sur un traitement contrôlé des informations émotionnelles. Cependant, il est important de noter que nous avons recueilli une mesure subjective du bien-être des individus avec l'échelle PANAS (Caci & Baylé, 2005), et cela uniquement après la réalisation des tâches expérimentales. Il serait intéressant dans de futures études de recueillir des mesures du bien-être, voire des mesures physiologiques de l'état émotionnel (e.g., réponse électrodermale), avant et après la passation des tâches de mémoire émotionnelle afin de déterminer plus précisément le rôle de l'effet de positivité lié à l'âge dans le vécu émotionnel des adultes âgés.

## **Conclusion**

Ce travail de thèse a permis de mettre en évidence des effets émotionnels distincts en démasquage progressif d'une part, et en rappel libre et en reconnaissance mnésique d'autre part.

Ainsi, en utilisant une approche inter-tâches, nous avons révélé que des processus majoritairement différents sous-tendraient les effets de la valence émotionnelle dans l'accès au lexique mental et en mémoire épisodique. Tandis qu'un biais émotionnel émergeait de manière relativement consistante dans toutes les tâches cognitives, une variabilité plus importante est apparue concernant le traitement différentiel des mots positifs et négatifs. L'émergence d'un biais de positivité ou de négativité dépendrait donc à la fois des caractéristiques des mots (arousal et imageabilité) et des individus (âge et état émotionnel). Il sera intéressant à l'avenir d'étudier le rôle d'autres caractéristiques des mots (e.g., la fréquence lexicale, la force de l'expérience perceptive) et des individus (e.g., capacité d'imagerie mentale, capacités de régulation des émotions) afin de préciser les processus impliqués dans le traitement des mots émotionnels dans l'accès au lexique et en mémoire épisodique. En particulier, au regard du rôle de l'imageabilité dans les effets émotionnels en démasquage progressif et en rappel libre que nous avons mis en avant dans cette thèse, des études pourront être menées afin d'examiner comment les différences individuelles en termes de capacités d'imagerie mentale modulent les biais émotionnels. Ces expériences pourront être menées en IRMf, cette technique nous ayant permis de pointer dans nos travaux le lien entre le traitement des mots hautement imageables et le gyrus fusiforme gauche, qui est aussi connu pour son implication dans les processus d'imagerie mentale (e.g., Spagna et al., 2021).

Par ailleurs, dans cette thèse, nous avons utilisé une approche de la mémoire épisodique dite de laboratoire, or cette approche ne tient pas compte du fait que la mémoire d'une personne pour un événement émotionnel se compose de plusieurs éléments (e.g., des personnes, des objets, des odeurs) dans un contexte spatio-temporel qui doivent être reliés entre eux pour créer une représentation mnésique de cet événement. Ainsi, il serait intéressant d'étudier si nous pouvons retrouver en mémoire associative des effets des émotions similaires à ceux obtenus pour des mots présentés de manière isolée. Par exemple chez les adultes jeunes, il a été montré que les items neutres présentés dans un contexte émotionnel sont mieux mémorisés que ceux

présentés dans un contexte neutre (par exemple, Smith et al., 2005). Toutefois, à l'heure actuelle, il n'a pas été déterminé comment le vieillissement influence cet effet de l'émotionnalité du contexte sur la mémorisation d'un item neutre. Au regard des résultats que nous avons obtenu concernant l'effet de positivité lié à l'âge, nous pouvons nous demander si un contexte émotionnel pourrait aider à la formation de souvenirs épisodiques chez les adultes âgés, en particulier lorsqu'il est positif. De plus, étudier quelles aires cérébrales sont associées à une meilleure construction des souvenirs épisodiques émotionnels chez les adultes âgés pourrait aider à mettre en place de nouvelles techniques de réhabilitation cognitive chez ces individus.

## Bibliographie

- Adler, O., & Pansky, A. (2020). A “rosy view” of the past: Positive memory biases. In *Cognitive Biases in Health and Psychiatric Disorders* (pp. 139-171). Academic Press.
- Adelman, J. S., & Estes, Z. (2013). Emotion and memory: A recognition advantage for positive and negative words independent of arousal. *Cognition*, *129*(3), 530-535.
- Alloway, T. P., & Alloway, R. G. (2010). Investigating the predictive roles of working memory and IQ in academic attainment. *Journal of Experimental Child Psychology*, *106*(1), 20-29.
- Altarriba, J., Bauer, L. M., & Benvenuto, C. (1999). Concreteness, context availability, and imageability ratings and word associations for abstract, concrete, and emotion words. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, *31*(4), 578-602.
- Amieva, H., Stoykova, R., Matharan, F., Helmer, C., Antonucci, T. C., & Dartigues, J. F. (2010). What aspects of social network are protective for dementia? Not the quantity but the quality of social interactions is protective up to 15 years later. *Psychosomatic Medicine*, *72*(9), 905-911.
- Anderson, A. K., & Phelps, E. A. (2001). Lesions of the human amygdala impair enhanced perception of emotionally salient events. *Nature*, *411*(6835), 305-309.
- Anderson, A. K., Yamaguchi, Y., Grabski, W., & Lacka, D. (2006). Emotional memories are not all created equal: evidence for selective memory enhancement. *Learning & Memory*, *13*(6), 711-718.
- Angel, L., Fay, S., Bouazzaoui, B., Baudouin, A., & Isingrini, M. (2010). Protective role of educational level on episodic memory aging: An event-related potential study. *Brain and Cognition*, *74*(3), 312-323.
- Atkinson, K. (2002). GNU Aspell.<http://aspell.net>.



- Atkinson, R. C., Herrmann, D. J., & Wescourt, K. T. (1974). Search processes in recognition memory. In *Theories in Cognitive Psychology: The Loyola Symposium*. Lawrence Erlbaum.
- Atkinson, R.C. & Shiffrin, R.M. (1968). Human memory: a proposed system and its control processes. In K.W. Spence & J.T. Spence (Eds.), *The Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory*. (Vol. 2). New York: Academic Press. Pp. 89–195.
- Baayen, R. H., Davidson, D. J., & Bates, D. M. (2008). Mixed-effects modeling with crossed random effects for subjects and items. *Journal of Memory and Language*, 59(4), 390- 412.
- Baayen, R. H., Feldman, L. B., and Schreuder, R. (2006). Morphological influences on the recognition of monosyllabic monomorphemic words. *Journal of Memory and Language*. 55, 290–313.
- Baldo, J. V., Katseff, S., & Dronkers, N. F. (2012). Brain regions underlying repetition and auditory-verbal short-term memory deficits in aphasia: evidence from voxel-based lesion symptom mapping. *Aphasiology*, 26(3-4), 338-354.
- Ballot, C. (2019). *Mémoriser des mots: rôle des caractéristiques lexicales et émotionnelles chez des adultes jeunes et âgés* (Doctoral dissertation, Bordeaux).
- Ballot, C., Mathey, S., & Robert, C. (in press). Age-related Evaluations of Imageability and Subjective Frequency for 1,286 Neutral and Emotional French Words: Ratings by Young, Middle-aged and Older Adults. *Behavior Research Methods*.
- Ballot, C., Mathey, S., & Robert, C. (2021). Word imageability and orthographic neighbourhood effects on memory: a study in free recall and recognition. *Memory*, 1-6.

- Balota, D. A., & Chumbley, J. I. (1984). Are lexical decisions a good measure of lexical access? The role of word frequency in the neglected decision stage. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *10*(3), 340.
- Balota, D. A., Cortese, M. J., Sergent-Marshall, S. D., Spieler, D. H., & Yap, M. J. (2004). Visual word recognition of single-syllable words. *Journal of Experimental Psychology: General*, *133*(2), 283.
- Balota, D. A., Yap, M. J., & Cortese, M. J. (2006). Visual word recognition: The journey from features to meaning (a travel update). In M. J. Traxler & M. A. Gernsbacher (Eds.), *Handbook of psycholinguistics* (2nd ed., pp. 285-375). Academic Press.
- Baraly, K. T. A. (2020). *Extrinsic and Intrinsic Factors Influencing the Positive Memory Bias in Aging* (Doctoral dissertation, Université d'Ottawa/University of Ottawa).
- Baraly, K. T. A., Morand, A., Fusca, L., Davidson, P. S., & Hot, P. (2019). Semantic relatedness and distinctive processing may inflate older adults' positive memory bias. *Memory & Cognition*, *47*(7), 1431-1443.
- Barber, S. J., Lopez, N., Cadambi, K., & Alferez, S. (2020). The limited roles of cognitive capabilities and future time perspective in contributing to positivity effects. *Cognition*, *200*, 104267.
- Barr, D. J., Levy, R., Scheepers, C., & Tily, H. J. (2013). Random effects structure for confirmatory hypothesis testing: Keep it maximal. *Journal of Memory and Language*, *68*(3), 255-278.
- Barrett, L. F. (1998). Discrete emotions or dimensions? The role of valence focus and arousal focus. *Cognition & Emotion*, *12*(4), 579-599.
- Barsky, A. J., Wyshak, G., & Klerman, G. L. (1986). Hypochondriasis: an evaluation of the DSM-III criteria in medical outpatients. *Archives of General Psychiatry*, *43*(5), 493-500.

- Bates, D., Kliegl, R., Vasishth, S., & Baayen, H. (2015). Parsimonious mixed models. *arXiv preprint arXiv:1506.04967*.
- Bates, D., Maechler, M., Bolker, B., Walker, S., Christensen, R. H. B., Singmann, H., ... & Fox, J. (2020). lme4 package: linear mixed effects models using Eigen and S4. R package version, 1.1-23.
- Baumeister, R. F., Bratslavsky, E., Finkenauer, C., & Vohs, K. D. (2001). Bad is stronger than good. *Review of General Psychology*, 5(4), 323-370.
- Bento-Torres, N. V. O., Bento-Torres, J., Tomás, A. M., Costa, V. O., Corrêa, P. G. R., Costa, C. N. M., ... & Picanco-Diniz, C. W. (2017). Influence of schooling and age on cognitive performance in healthy older adults. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 50(4).
- Besson, G., Ceccaldi, M., & Barbeau, E. J. (2012). L'évaluation des processus de la mémoire de reconnaissance. *Revue de Neuropsychologie*, 4(4), 242-254.
- Bird, H., Franklin, S., and Howard, D. (2001). Age of acquisition and imageability ratings for a large set of words, including verbs and function words. *Behav. Res. Methods Instrum. Compu.* 33, 73–79. doi: 10.3758/BF03195349
- Bishara, A. J., & Hittner, J. B. (2017). Confidence intervals for correlations when data are not normal. *Behavior Research Methods*, 49(1), 294-309.
- Bohn, L., Kwong See, S. T., & Fung, H. H. (2016). Time perspective and positivity effects in Alzheimer's disease. *Psychology and Aging*, 31(6), 574.
- Bonin, P., Méot, A., & Bugaiska, A. (2018). Concreteness norms for 1,659 French words: Relationships with other psycholinguistic variables and word recognition times. *Behavior Research Methods*, 50(6), 2366-2387.

- Bonner, M. F., Price, A. R., Peelle, J. E., & Grossman, M. (2016). Semantics of the visual environment encoded in parahippocampal cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 28(3), 361-378.
- Bower, G. H. (1981). Mood and memory. *American Psychologist*, 36(2), 129.
- Bower, G. H. (1992). How might emotions affect learning. *The handbook of emotion and memory: Research and theory*, 3, 31.
- Bowles, N. L., & Poon, L. W. (1985). Aging and retrieval of words in semantic memory. *Journal of Gerontology*, 40(1), 71-77.
- Bradley, M. M., Greenwald, M. K., Petry, M. C., & Lang, P. J. (1992). Remembering pictures: pleasure and arousal in memory. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition*, 18, 379-390.
- Brandi, M. L., Wohlschläger, A., Sorg, C., & Hermsdörfer, J. (2014). The neural correlates of planning and executing actual tool use. *Journal of Neuroscience*, 34(39), 13183-13194.
- Brauer, M., & McClelland, G. (2005). L'utilisation des contrastes dans l'analyse des données: Comment tester les hypothèses spécifiques dans la recherche en psychologie? *L'Année Psychologique*, 105(2), 273-305.
- Briglia, J., Servajean, P., Michalland, A. H., Brunel, L., & Brouillet, D. (2018). Modeling an enactivist multiple-trace memory. ATHENA: A fractal model of human memory. *Journal of Mathematical Psychology*, 82, 97-110.
- Brouillet D. (2020). Enactive Memory. *Frontiers in Psychology*, 11, 114. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00114>
- Bruchon-Schweitzer, M., & Paulhan, I. (1993). Le manuel du STAI-Y de CD Spielberger, adaptation française. *Paris: ECPA*.

- Bruno, D., Brown, A. D., Kapucu, A., Marmar, C. R., & Pomara, N. (2014). Cognitive reserve and emotional stimuli in older individuals: level of education moderates the age-related positivity effect. *Experimental Aging Research, 40*(2), 208-223.
- Brysbaert, M., Warriner, A. B., & Kuperman, V. (2014). Concreteness ratings for 40 thousand generally known English word lemmas. *Behavior Research Methods, 46*(3), 904-911.
- Buchanan, T. W., & Adolphs, R. (2002). The role of the human amygdala in emotional modulation of long-term declarative memory. *Advances in Consciousness Research, 44*, 9-34.
- Buchanan, T. W., Etzel, J. A., Adolphs, R., & Tranel, D. (2006). The influence of autonomic arousal and semantic relatedness on memory for emotional words. *International Journal of Psychophysiology, 61*(1), 26-33.
- Burianova, H., McIntosh, A. R., & Grady, C. L. (2010). A common functional brain network for autobiographical, episodic, and semantic memory retrieval. *Neuroimage, 49*(1), 865-874.
- Caci, H., & Baylé, F. (2007). L'échelle d'affectivité positive et d'affectivité négative. *Première traduction en français. Présenté au Congrès de l'Encéphale, Paris, 22-25.*
- Cacioppo, J. T., Berntson, G. G., Bechara, A., Tranel, D., & Hawkley, L. C. (2011). *Could an aging brain contribute to subjective well-being? The value added by a social neuroscience perspective.* In A. Todorov, S. T. Fiske, & D. A. Prentice (Eds.), *Oxford series in social cognition and social neuroscience. Social neuroscience: Toward understanding the underpinnings of the social mind* (p. 249-262). Oxford University Press.
- Camblats, A. M. (2015). *Etude des processus d'activation et d'inhibition lexico-émotionnelles dans des tâches de reconnaissance visuelle de mots et de catégorisation de couleurs de mots* (Doctoral dissertation, Université de Bordeaux).

- Camblats, A. M., & Mathey, S. (2016). The effect of orthographic and emotional neighbourhood in a colour categorization task. *Cognitive Processing*, *17*(1), 115-122.
- Cambria, E., Livingstone, A., & Hussain, A. (2012). The hourglass of emotions. In *Cognitive Behavioural Systems* (pp. 144-157). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Cannon, W. B. (1932). *The wisdom of the body*. New York: Norton.
- Carreiras, M., Baquero, S., & Rodriguez, E. (2008). Syllabic processing in visual word recognition in Alzheimer patients, elderly people, and young adults. *Aphasiology*, *22*(11), 1176-1190.
- Carreiras, M., Perea, M., and Grainger, J. (1997). Orthographic neighborhood effects on visual word recognition in Spanish: cross-task comparisons. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. *23*, 857–871.
- Carstensen, L. L. (2006). The influence of a sense of time on human development. *Science*, *312*(5782), 1913-1915.
- Carstensen, L. L., & DeLiema, M. (2018). The positivity effect: a negativity bias in youth fades with age. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, *19*, 7-12.
- Carstensen, L. L., Isaacowitz, D. M., & Charles, S. T. (1999). Taking time seriously: A theory of socioemotional selectivity. *American Psychologist*, *54*(3), 165.
- Carstensen, L. L., Turan, B., Scheibe, S., Ram, N., Ersner-Hershfield, H., Samanez-Larkin, G. R., ... & Nesselroade, J. R. (2011). Emotional experience improves with age: evidence based on over 10 years of experience sampling. *Psychology and Aging*, *26*(1), 21.
- Charles, S. T., & Carstensen, L. L. (2010). Social and emotional aging. *Annual Review of Psychology*, *61*, 383-409.
- Charles, S. T., Mather, M., & Carstensen, L. L. (2003). Aging and emotional memory: the forgettable nature of negative images for older adults. *Journal of Experimental Psychology: General*, *132*(2), 310.

- Chen, M., & Bargh, J. A. (1999). Consequences of automatic evaluation: Immediate behavioral predispositions to approach or avoid the stimulus. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 25(2), 215-224.
- Cherdiou, M., Versace, R., Rey, A. E., Vallet, G. T., & Mazza, S. (2018). Sleep on your memory traces: How sleep effects can be explained by Act–In, a functional memory model. *Sleep Medicine Reviews*, 39, 155-163.
- Chu, Q., Grün, D., & Holland, A. M. (2018). Before I die: The impact of time horizon and age on bucket-list goals. *GeroPsych: The Journal of Gerontopsychology and Geriatric Psychiatry*, 31(3), 151.
- Chung, C. (2010). Effects of view of life and selection bias on emotional memory in old age. *GeroPsych: The Journal of Gerontopsychology and Geriatric Psychiatry*.
- Cipolotti, L., & Warrington, E. K. (1995). Semantic memory and reading abilities: A case report. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 1(1), 104-110.
- Citron, F. M., Gray, M. A., Critchley, H. D., Weekes, B. S., & Ferstl, E. C. (2014). Emotional valence and arousal affect reading in an interactive way: neuroimaging evidence for an approach-withdrawal framework. *Neuropsychologia*, 56, 79-89.
- Citron, F. M., Weekes, B. S., & Ferstl, E. C. (2013). Effects of valence and arousal on written word recognition: Time course and ERP correlates. *Neuroscience Letters*, 533, 90-95.
- Clark, H. H. (1973). The language-as-fixed-effect fallacy: A critique of language statistics in psychological research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 12(4), 335- 359.
- Clark, J. M., & Paivio, A. (1987). A dual coding perspective on encoding processes. In *Imagery and related mnemonic processes* (pp. 5-33). Springer, New York, NY.

- Clouston, S. A., Smith, D. M., Mukherjee, S., Zhang, Y., Hou, W., Link, B. G., & Richards, M. (2019). Education and cognitive decline: an integrative analysis of global longitudinal studies of cognitive aging. *The Journals of Gerontology: Series B*.
- Clower, D. M., West, R. A., Lynch, J. C., & Strick, P. L. (2001). The inferior parietal lobule is the target of output from the superior colliculus, hippocampus, and cerebellum. *Journal of Neuroscience*, 21, 6283–6291.
- Comblain, C., D'Argembeau, A., & Van der Linden, M. (2005). Phenomenal characteristics of autobiographical memories for emotional and neutral events in older and younger adults. *Experimental Aging Research*, 31(2), 173-189.
- Connell, L., & Lynott, D. (2012). Strength of perceptual experience predicts word processing performance better than concreteness or imageability. *Cognition*, 125(3), 452-465.
- Connell, L., & Lynott, D. (2016). Do we know what we're simulating? Information loss on transferring unconscious perceptual simulation to conscious imagery. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 42(8), 1218.
- Conway, M. A., Pleydell-Pearce, C. W., Whitecross, S., & Sharpe, H. (2002). Brain imaging autobiographical memory. In *Psychology of Learning and Motivation* (Vol. 41, pp. 229-263). Academic Press.
- Cortese, M. J., & Khanna, M. M. (2007). Age of acquisition predicts naming and lexical-decision performance above and beyond 22 other predictor variables: An analysis of 2,342 words. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60(8), 1072-1082.
- Cortese, M. J., & Schock, J. (2013). Imageability and age of acquisition effects in disyllabic word recognition. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 66(5), 946-972.



- Cox, G. E., Hemmer, P., Aue, W. R., & Criss, A. H. (2018). Information and processes underlying semantic and episodic memory across tasks, items, and individuals. *Journal of Experimental Psychology: General*, *147*(4), 545.
- Critchley, H. D., Wiens, S., Rotshtein, P., Öhman, A., & Dolan, R. J. (2004). Neural systems supporting interoceptive awareness. *Nature Neuroscience*, *7*(2), 189-195.
- Czaja, S. J., & Sharit, J. (1993). Age differences in the performance of computer-based work. *Psychology and Aging*, *8*(1), 59.
- Damasio, A. R. (1999). *The feeling of what happens: Body and emotion in the making of consciousness*. Houghton Mifflin Harcourt.
- Danckert, S. L., & Craik, F. I. (2013). Does aging affect recall more than recognition memory? *Psychology and Aging*, *28*(4), 902.
- Danguécan, A. N., & Buchanan, L. (2016). Semantic neighborhood effects for abstract versus concrete words. *Frontiers in Psychology*, *7*, 1034.
- Davachi, L., Mitchell, J. P., & Wagner, A. D. (2003). Multiple routes to memory: distinct medial temporal lobe processes build item and source memories. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *100*(4), 2157-2162.
- Davelaar, E., & Besner, D. (1988). Word identification: Imageability, semantics, and the content-functor distinction. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, *40*(4), 789-799.
- Davis, M. H., & Gaskell, M. G. (2009). A complementary systems account of word learning: neural and behavioural evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *364*(1536), 3773-3800.
- DeCarlo, L. T. (1998). Signal detection theory and generalized linear models. *Psychological Methods*, *3*, 186–206.

- Dehaene, S., & Cohen, L. (2011). The unique role of the visual word form area in reading. *Trends in Cognitive Sciences*, 15(6), 254-262.
- Deltour, J. J. (1993). Echelle de vocabulaire de Mill Hill de JC Raven. *Adaptation française et normes européennes du Mill Hill et du Standard Progressive Matrices de Raven (PM38)*. Braine-le-Château: Editions l'application des techniques modernes.
- Denburg, N. L., Buchanan, T. W., Tranel, D., & Adolphs, R. (2003). Evidence for preserved emotional memory in normal older persons. *Emotion*, 3(3), 239.
- Descartes, R. (1647). Les passions de l'âme. Paris:Vrin.
- Desgranges, B., Faraut, E., Mondou, A., Eustache, F., & Laisney, M. (2018). La MEMO: évaluation de l'impact de l'émotion sur la mémorisation d'informations verbales en mémoire épisodique. *Revue de Neuropsychologie*, 10(3), 257-263.
- Dewhurst, S. A., & Parry, L. A. (2000). Emotionality, distinctiveness, and recollective experience. *European Journal of Cognitive Psychology*, 12(4), 541-551.
- Dietrich, D. E., Emrich, H. M., Waller, C., Wieringa, B. M., Johannes, S., & Münte, T. F. (2000). Emotion/cognition-coupling in word recognition memory of depressive patients: an event-related potential study. *Psychiatry Research*, 96(1), 15-29.
- Doerksen, S., & Shimamura, A. P. (2001). Source memory enhancement for emotional words. *Emotion*, 1(1), 5.
- Dolan, R. J. (2002). Emotion, cognition, and behavior. *Science*, 298(5596), 1191-1194.
- Dufau, S., Stevens, M., & Grainger, J. (2008). Windows executable software for the progressive demasking task. *Behavior Research Methods*, 40(1), 33-37.
- Dujardin, E., & Mathey, S. (2020). Effects of deletion neighbourhood frequency and individual differences in lexical decision, progressive demasking, and naming. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue Canadienne de Psychologie Expérimentale*, 74(2), 111.

- Edde, M., Dilharreguy, B., Theaud, G., Chanraud, S., Helmer, C., Dartigues, J. F., ... & Catheline, G. (2020). Age-related change in episodic memory: role of functional and structural connectivity between the ventral posterior cingulate and the parietal cortex. *Brain Structure and Function*, 225(7), 2203-2218.
- Egan, J. P. (1958). Recognition memory and the operating characteristic. *USAF Operational Applications Laboratory Technical Note*.
- Einstein, G. O., & Hunt, R. R. (1980). Levels of processing and organization: Additive effects of individual-item and relational processing. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 6, 588–598. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.6.5.588>
- Ekman, P. (1992). An argument for basic emotions. *Cognition & Emotion*, 6(3-4), 169-200.
- Emmerdinger, K. J., Kuhbandner, C., & Berchtold, F. (2018). Testing emotional memories: does negative emotional significance influence the benefit received from testing? *Cognition and Emotion*, 32(4), 852-859.
- Engen, H. G., & Anderson, M. C. (2018). Memory control: a fundamental mechanism of emotion regulation. *Trends in Cognitive Sciences*, 22(11), 982-995.
- Estes, Z., & Adelman, J. S. (2008a). Automatic vigilance for negative words is categorical and general. *Emotion*, 8(4), 453–457. <https://doi.org/10.1037/a0012887>
- Estes, Z., & Adelman, J. S. (2008b). Automatic vigilance for negative words in lexical decision and naming: Comment on Larsen, Mercer, and Balota (2006).
- Falkenstein, M., Yordanova, J., & Kolev, V. (2006). Effects of aging on slowing of motor-response generation. *International Journal of Psychophysiology*, 59(1), 22-29.
- Fehr, B., & Russell, J. A. (1984). Concept of emotion viewed from a prototype perspective. *Journal of Experimental Psychology: General*, 113(3), 464.

- Ferguson, E., Moghaddam, N. G., & Bibby, P. A. (2007). Memory bias in health anxiety is related to the emotional valence of health-related words. *Journal of Psychosomatic Research, 62*(3), 263-274.
- Ferrand, L., Brysbaert, M., Keuleers, E., New, B., Bonin, P., Méot, A., ... & Pallier, C. (2011). Comparing word processing times in naming, lexical decision, and progressive demasking: Evidence from Chronolex. *Frontiers in Psychology, 2*, 306.
- Ferrand, L., New, B., Brysbaert, M., Keuleers, E., Bonin, P., Méot, A., Augustinova, M. & Pallier, C. (2010). The French Lexicon Project: lexical decision data for 38,840 French words and 38,840 pseudowords. *Behavioral Research Methods, 42*, 488-496.
- Ferré, P. (2002). Advantage for emotional words in immediate and delayed memory tasks: Could it be explained in terms of processing capacity. *The Spanish Journal of Psychology, 5*(2), 78-89.
- Ferré, P. (2003). Effects of level of processing on memory for affectively valenced words. *Cognition and Emotion, 17*(6), 859-880.
- Ferré, P., García, T., Fraga, I., Sánchez-Casas, R., & Molero, M. (2010). Memory for emotional words in bilinguals: Do words have the same emotional intensity in the first and in the second language? *Cognition and Emotion, 24*(5), 760-785.
- Ferré, P., Haro, J., & Hinojosa, J. A. (2018). Be aware of the rifle but do not forget the stench: differential effects of fear and disgust on lexical processing and memory. *Cognition and Emotion, 32*(4), 796-811.
- Fieller, E. C., Hartley, H. O., & Pearson, E. S. (1957). Tests for rank correlation coefficients. I. *Biometrika, 44*(3/4), 470-481.
- Finkenauer, C., Luminet, O., Gisle, L., El-Ahmadi, A., Van Der Linden, M., & Philippot, P. (1998). Flashbulb memories and the underlying mechanisms of their formation: Toward an emotional-integrative model. *Memory & Cognition, 26*(3), 516-531.

- Fitzgerald, D. A., Arnold, J. F., Becker, E. S., Speckens, A. E., Rinck, M., Rijpkema, M., ... & Tendolkar, I. (2011). How mood challenges emotional memory formation: an fMRI investigation. *Neuroimage*, *56*(3), 1783-1790.
- Flaisch, T., Schupp, H. T., Renner, B., & Junghöfer, M. (2009). Neural systems of visual attention responding to emotional gestures. *Neuroimage*, *45*(4), 1339-1346.
- Fleming, K., Kim, S. H., Doo, M., Maguire, G., & Potkin, S. G. (2003). Memory for emotional stimuli in patients with Alzheimer's disease. *American Journal of Alzheimer's Disease and Other Dementias*, *18*, 340–342. doi:10.1177/153331750301800604
- Fliessbach, K., Weis, S., Klaver, P., Elger, C. E., & Weber, B. (2006). The effect of word concreteness on recognition memory. *NeuroImage*, *32*(3), 1413-1421.
- Foer, J. (2012). *Aventures au cœur de la mémoire*. Robert Laffont.
- Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). "Mini-mental state": a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, *12*(3), 189-198.
- Fontaine, J. R., Scherer, K. R., Roesch, E. B., & Ellsworth, P. C. (2007). The world of emotions is not two-dimensional. *Psychological Science*, *18*(12), 1050-1057.
- Fossati, P., Hevenor, S. J., Graham, S. J., Grady, C., Keightley, M. L., Craik, F., & Mayberg, H. (2003). In search of the emotional self: an fMRI study using positive and negative emotional words. *American Journal of Psychiatry*, *160*(11), 1938-1945.
- Frijda, N. H., & Scherer, K. R. (2009). Emotion definitions (psychological perspectives). *The Oxford Companion to Emotion and the Affective Sciences*, 142-144.
- Fung, H. H., & Carstensen, L. L. (2006). Goals change when life's fragility is primed: Lessons learned from older adults, the September 11 attacks and sars. *Social Cognition*, *24*(3), 248-278.

- Füstös, J., Gramann, K., Herbert, B. M., & Pollatos, O. (2013). On the embodiment of emotion regulation: interoceptive awareness facilitates reappraisal. *Social cognitive and affective neuroscience*, 8(8), 911-917.
- Gable, P., & Harmon-Jones, E. (2010). The motivational dimensional model of affect: Implications for breadth of attention, memory, and cognitive categorisation. *Cognition and Emotion*, 24(2), 322-337.
- Gaskell, M. G., & Dumay, N. (2003). Lexical competition and the acquisition of novel words. *Cognition*, 89(2), 105-132.
- Glisky, E. L., & Marquine, M. J. (2009). Semantic and self-referential processing of positive and negative trait adjectives in older adults. *Memory*, 17(2), 144-157.
- Gobin, P., Camblats, A. M., Faurous, W., & Mathey, S. (2017). Une base de l'émotivité (valence, arousal, catégories) de 1286 mots français selon l'âge (EMA). *Revue européenne de psychologie appliquée*, 67(1), 25-42.
- Gobin, P., Faïta-Aïnseba, F., & Mathey, S. (2012). Orthographic priming also depends on the emotional valence of the neighbor and prime duration: An ERP study. *Journal of Neurolinguistics*, 25(3), 178-193.
- Gobin, P., & Mathey, S. (2010). The influence of emotional orthographic neighbourhood in visual word recognition. *Current psychology letters. Behaviour, brain & cognition*, 26(1, 2010).
- Gomes, C. F., Brainerd, C. J., & Stein, L. M. (2013). Effects of emotional valence and arousal on recollective and nonrecollective recall. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 39(3), 663.
- Grainger, J., and Jacobs, A. M. (1996). Orthographic processing in visual word recognition: a multiple read-out model. *Psychol. Rev.* 103, 518–565.

- Grainger, J., and Segui, J. (1990). Neighborhood frequency effects in visual word recognition: a comparison of lexical decision and masked identification latencies. *Percept. Psychophys.* 47, 191–198. doi: 10.3758/BF03205983
- Green, D. M., & Swets, J. A. (1966). *Signal detection theory and psychophysics* (Vol. 1). New York: Wiley.
- Greenberg, D. L., & Verfaellie, M. (2010). Interdependence of episodic and semantic memory: evidence from neuropsychology. *Journal of the International Neuropsychological Society: JINS*, 16(5), 748.
- Grühn, D., Smith, J., & Baltes, P. B. (2005). No aging bias favoring memory for positive material: Evidence from a heterogeneity homogeneity list paradigm using emotionally toned words. *Psychology and Aging*, 20, 579–588. doi:10.1037/0882-7974.20.4.579
- Guasch, M., Ferré, P., & Fraga, I. (2016). Spanish norms for affective and lexico-semantic variables for 1,400 words. *Behavior Research Methods*, 48(4), 1358-1369.
- Gutchess, A. H., Kensinger, E. A., & Schacter, D. L. (2007). Aging, self-referencing, and medial prefrontal cortex. *Social Neuroscience*, 2(2), 117-133.
- Hamann, S. (2001). Cognitive and neural mechanisms of emotional memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 5(9), 394-400.
- Hamilton, L. J., & Allard, E. S. (2020). Words matter: age-related positivity in episodic memory for abstract but not concrete words. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 27(4), 595-616.
- Hay, E. L., & Diehl, M. (2011). Emotion complexity and emotion regulation across adulthood. *European Journal of Ageing*, 8(3), 157-168.
- Hicks, J. L., Marsh, R. L., & Cook, G. I. (2005). An observation on the role of context variability in free recall. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 31(5), 1160.

- Hintzman, D. L. (1986). " Schema abstraction" in a multiple-trace memory model. *Psychological Review*, 93(4), 411.
- Hofmann, M. J., Kuchinke, L., Tamm, S., Võ, M. L., & Jacobs, A. M. (2009). Affective processing within 1/10th of a second: High arousal is necessary for early facilitative processing of negative but not positive words. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 9(4), 389-397.
- Holmes, E. A., & Mathews, A. (2005). Mental imagery and emotion: A special relationship? *Emotion*, 5(4), 489.
- Hourihan, K. L., Fraundorf, S. H., & Benjamin, A. S. (2013). Same faces, different labels: Generating the cross-race effect in face memory with social category information. *Memory & Cognition*, 41(7), 1021-1031.
- Hüffmeier, J., Mazei, J., & Schultze, T. (2016). Reconceptualizing replication as a sequence of different studies: A replication typology. *Journal of Experimental Social Psychology*, 66, 81-92.
- Imbir, K. K. (2016). Affective norms for 4900 Polish words reload (ANPW\_R): Assessments for valence, arousal, dominance, origin, significance, concreteness, imageability and, age of acquisition. *Frontiers in Psychology*, 7, 1081.
- Isaacowitz, D. M., Wadlinger, H. A., Goren, D., & Wilson, H. R. (2006). Selective preference in visual fixation away from negative images in old age? An eye-tracking study. *Psychology and Aging*, 21(1), 40.
- Isingrini, M., & Tacconat, L. (2008). Mémoire épisodique, fonctionnement frontal et vieillissement. *Revue Neurologique*, 164, S91-S95.
- James, W. (1890). *The Principles of Psychology*. Vol. 1. New York: Henry Holt.
- Jay, T., Caldwell-Harris, C., & King, K. (2008). Recalling taboo and nontaboo words. *The American Journal of Psychology*, 83-103.



- Ji, J. L., Holmes, E. A., & Blackwell, S. E. (2017). Seeing light at the end of the tunnel: Positive prospective mental imagery and optimism in depression. *Psychiatry Research*, *247*, 155-162.
- Jia, X., Gao, C., Cui, L., & Guo, C. (2019). The role of emotion arousal in the retrieval practice effect. *Experimental Brain Research*, *237*(12), 3241-3252.
- Johnson Jr, R. A. Y. (1993). On the neural generators of the P300 component of the event-related potential. *Psychophysiology*, *30*(1), 90-97.
- Joubert, C., Davidson, P. S., & Chainay, H. (2018). When do older adults show a positivity effect in emotional memory? *Experimental Aging Research*, *44*(5), 455-468.
- Kalafat, M., Hugonot-Diener, L., & Poitrenaud, J. (2003). Standardisation et étalonnage français du "Mini Mental State"(MMS) version GRECO. *Revue de Neuropsychologie*, *13*(2), 209-236.
- Kalenzaga, S., Lamidey, V., Ergis, A. M., Clarys, D., & Piolino, P. (2016). The positivity bias in aging: Motivation or degradation? *Emotion*, *16*(5), 602.
- Kang, C., Wang, Z., Surina, A., & Lü, W. (2014). Immediate emotion-enhanced memory dependent on arousal and valence: the role of automatic and controlled processing. *Acta Psychologica*, *150*, 153-160.
- Kanske, P., & Kotz, S. A. (2007). Concreteness in emotional words: ERP evidence from a hemifield study. *Brain Research*, *1148*, 138-148.
- Kaouane, N. (2010). *Mémoire émotionnelle normale et pathologique: implication des glucocorticoïdes intra-hippocampiques* (Doctoral dissertation, Université de Bordeaux).
- Kappes, C., Streubel, B., Droste, K. L., & Folta-Schoofs, K. (2017). Linking the positivity effect in attention with affective outcomes: Age group differences and the role of arousal. *Frontiers in Psychology*, *8*, 1877.

- Kapucu, A., Rotello, C. M., Ready, R. E., & Seidl, K. N. (2008). Response bias in “remembering” emotional stimuli: A new perspective on age differences. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *34*, 703–711. doi:10.1037/0278-7393.34.3.703
- Kauschke, C., Bahn, D., Vesker, M., & Schwarzer, G. (2019). The role of emotional valence for the processing of facial and verbal stimuli—positivity or negativity bias? *Frontiers in Psychology*, *10*, 1654.
- Kehoe, E. G., Toomey, J. M., Balsters, J. H., & Bokde, A. L. (2013). Healthy aging is associated with increased neural processing of positive valence but attenuated processing of emotional arousal: an fMRI study. *Neurobiology of Aging*, *34*(3), 809-821.
- Kensinger, E. A. (2008). Age differences in memory for arousing and nonarousing emotional words. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, *63*(1), P13-P18.
- Kensinger, E. A., & Corkin, S. (2003). Memory enhancement for emotional words: Are emotional words more vividly remembered than neutral words? *Memory & Cognition*, *31*(8), 1169-1180.
- Kensinger, E. A., & Corkin, S. (2004). Two routes to emotional memory: Distinct neural processes for valence and arousal. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *101*(9), 3310-3315.
- Kensinger, E. A., & Ford, J. H. (2020). Retrieval of emotional events from memory. *Annual Review of Psychology*, *71*, 251-272.
- Kensinger, E. A., O’Brien, J. L., Swanberg, K., Garoff-Eaton, R. J., & Schacter, D. L. (2007). The effects of emotional content on reality monitoring performance in young and older adults. *Psychology and Aging*, *22*, 752–764. doi:10.1037/0882-7974.22.4.752

- Kensinger, E. A., & Schacter, D. L. (2006). Processing emotional pictures and words: Effects of valence and arousal. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *6*(2), 110-126.
- Kensinger, E. A., & Schacter, D. L. (2008). Neural processes supporting young and older adults' emotional memories. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *20*(7), 1161-1173.
- Kever, A., Grynberg, D., Szmalec, A., Smalle, E., & Vermeulen, N. (2019). "Passion" versus "patience": the effects of valence and arousal on constructive word recognition. *Cognition and Emotion*, *33*(6), 1302-1309.
- Kever, A., Grynberg, D., & Vermeulen, N. (2017). Congruent bodily arousal promotes the constructive recognition of emotional words. *Consciousness and Cognition*, *53*, 81-88.
- Kim, H. (2016). Default network activation during episodic and semantic memory retrieval: a selective meta-analytic comparison. *Neuropsychologia*, *80*, 35-46.
- Kim, S., & Kim, M. S. (2015). Package 'ppcor'. *Communications for Statistical Applications and Methods*, *22*(6), 665-674.
- Kirchhoff, B. A., Schapiro, M. L., & Buckner, R. L. (2005). Ortho-graphic distinctiveness and semantic elaboration provide separate contributions to memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *17*, 1841-1854.
- Kisley, M. A., Wood, S., & Burrows, C. L. (2007). Looking at the sunny side of life: Age-related change in an event-related potential measure of the negativity bias. *Psychological Science*, *18*(9), 838-843.
- Kissler, J., Herbert, C., Winkler, I., & Junghofer, M. (2009). Emotion and attention in visual word processing—An ERP study. *Biological Psychology*, *80*(1), 75-83.
- Knibb, J. A., Kipps, C. M., & Hodges, J. R. (2006). Frontotemporal dementia. *Current Opinion in Neurology*, *19*(6), 565-571.

- Knight, B. G., Maines, M. L., & Robinson, G. S. (2002). The effects of sad mood on memory in older adults: A test of the mood congruence effect. *Psychology and Aging, 17*, 653–661. doi:10.1037/0882-7974.17.4.653
- Kousta, S. T., Vigliocco, G., Vinson, D. P., Andrews, M., & Del Campo, E. (2011). The representation of abstract words: why emotion matters. *Journal of Experimental Psychology: General, 140*(1), 14.
- Kousta, S. T., Vinson, D. P., & Vigliocco, G. (2009). Emotion words, regardless of polarity, have a processing advantage over neutral words. *Cognition, 112*(3), 473-481.
- Kuchinke, L., Jacobs, A. M., Grubich, C., Vo, M. L. H., Conrad, M., & Herrmann, M. (2005). Incidental effects of emotional valence in single word processing: an fMRI study. *Neuroimage, 28*(4), 1022-1032.
- Kuchinke, L., Schlochtermeyer, L., & Jacobs, A. M. (2011). Differences in the neural processing of emotional pictures and words are modulated by stimulus complexity. In *Psychophysiology* (Vol. 48, pp. S3-S3).
- Kuperman, V., Estes, Z., Brysbaert, M., & Warriner, A. B. (2014). Emotion and language: valence and arousal affect word recognition. *Journal of Experimental Psychology: General, 143*(3), 1065.
- LaBar, K. S., & Cabeza, R. (2006). Cognitive neuroscience of emotional memory. *Nature Reviews Neuroscience, 7*(1), 54-64.
- Labouvie-Vief, G. (2003). Dynamic integration: Affect, cognition, and the self in adulthood. *Current Directions in Psychological Science, 12*(6), 201-206.
- Labouvie-Vief, G., Grünh, D., & Studer, J. (2010). Dynamic integration of emotion and cognition: Equilibrium regulation in development and aging. *The Handbook of Life-Span Development*.

- Lang, P. J., Greenwald, M. K., Bradley, M. M., & Hamm, A. O. (1993). Looking at pictures: Affective, facial, visceral, and behavioral reactions. *Psychophysiology*, *30*(3), 261-273.
- Langeslag, S. J., & van Strien, J. W. (2009). Aging and emotional memory: The co- occurrence of neurophysiological and behavioral positivity effects. *Emotion*, *9*(3), 369.
- Larsen, R. J., Mercer, K. A., Balota, D. A., & Strube, M. J. (2008). Not all negative words slow down lexical decision and naming speed: Importance of word arousal. *Emotion*, *8*(4), 445–452.
- Lau, M. C., Goh, W. D., & Yap, M. J. (2018). An item-level analysis of lexical-semantic effects in free recall and recognition memory using the megastudy approach. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *71*(10), 2207-2222.
- Leal, S. L., Noche, J. A., Murray, E. A., & Yassa, M. A. (2016). Positivity effect specific to older adults with subclinical memory impairment. *Learning & Memory*, *23*(8), 415-421.
- Leclerc, C. M., & Kensinger, E. A. (2008). Effects of age on detection of emotional information. *Psychology and Aging*, *23*(1), 209.
- Leigland, L. A., Schulz, L. E., & Janowsky, J. S. (2004). Age related changes in emotional memory. *Neurobiology of Aging*, *25*, 1117–1124.
- Libben, G., Curtiss, K., & Weber, S. (2014). Psychocentricity and participant profiles: implications for lexical processing among multilinguals. *Frontiers in Psychology*, *5*, 557.
- Linde-Domingo, J., Treder, M. S., Kerrén, C., & Wimber, M. (2019). Evidence that neural information flow is reversed between object perception and object reconstruction from memory. *Nature Communications*, *10*(1), 1-13.
- Lindquist, K. A. (2017). The role of language in emotion: existing evidence and future directions. *Current Opinion in Psychology*, *17*, 135-139.

- Lo, S., & Andrews, S. (2015). To transform or not to transform: Using generalized linear mixed models to analyse reaction time data. *Frontiers in Psychology*, 6, 1171.
- Loas, G., Parker, J. D., Otmani, O., Verrier, A., & Fremaux, D. (1997). Confirmatory factor analysis of the French translation of the 20-item Toronto Alexithymia Scale. *Perceptual and Motor Skills*, 85(3), 1018-1018.
- Loomis, J. M., Klatzky, R. L., & Giudice, N. A. (2012). Sensory substitution of vision: importance of perceptual and cognitive processing. *Assistive Technology for Blindness and Low Vision*, 162-191.
- Long, N. M., Danoff, M. S., & Kahana, M. J. (2015). Recall dynamics reveal the retrieval of emotional context. *Psychonomic Bulletin & Review*, 22(5), 1328-1333.
- Luminet, O., Bagby, R. M., & Taylor, G. J. (2001). An evaluation of the absolute and relative stability of alexithymia in patients with major depression. *Psychotherapy and Psychosomatics*, 70(5), 254-260.
- Lynchard, N. A., & Radvansky, G. A. (2012). Age-related perspectives and emotion processing. *Psychology and Aging*, 27(4), 934.
- Macmillan, N. A., & Creelman, C. D. (2004). *Detection theory: A user's guide*. Psychology press.
- Macaluso, E., Frith, E. D., & Driver, J. (2000). Modulation of human visual cortex by crossmodal spatial attention. *Science*, 289, 1206–1208
- Madan, C. R., Glaholt, M. G., & Caplan, J. B. (2010). The influence of item properties on association-memory. *Journal of Memory and Language*, 63(1), 46-63.
- Madan, C. R., Shafer, A. T., Chan, M., & Singhal, A. (2017). Shock and awe: Distinct effects of taboo words on lexical decision and free recall. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 70(4), 793-810.

- Măirean, C. (2015). False memory for positive and negative life events. The role of mental imagery. *Romanian Journal of Psychology, 17*(1).
- Mather, M., & Carstensen, L. L. (2003). Aging and attentional biases for emotional faces. *Psychological Science, 14*(5), 409-415.
- Mather, M., & Carstensen, L. L. (2005). Aging and motivated cognition: The positivity effect in attention and memory. *Trends in Cognitive Sciences, 9*(10), 496-502.
- Mather, M., & Knight, M. (2005). Goal-directed memory: the role of cognitive control in older adults' emotional memory. *Psychology and Aging, 20*(4), 554.
- Mather, M., & Sutherland, M. (2009). Disentangling the effects of arousal and valence on memory for intrinsic details. *Emotion Review, 1*(2), 118-119.
- Mathey, S., Camblats, A.-M., Ballot, C., Broqua, A., Postal, V., & Robert, C. (2018). De la lecture d'un mot à sa mémorisation : influence des processus lexico-émotionnels. *Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant, 155*, 399-405.
- Mathey, S., & Postal, V. (2008). Le langage. In K. Dujardin, & P. Lemaire (Eds.), *Neuropsychologie du vieillissement normal et pathologique* (pp. 79-102). Issy-lesMoulineaux: Elsevier Masson.
- Mattila, A. K., Salminen, J. K., Nummi, T., & Joukamaa, M. (2006). Age is strongly associated with alexithymia in the general population. *Journal of Psychosomatic Research, 61*(5), 629-635.
- McClelland, J. L., & Rumelhart, D. E. (1981). An interactive activation model of context effects in letter perception: I. An account of basic findings. *Psychological Review, 88*(5), 375.
- Mellers, B., Fincher, K., Drummond, C., & Bigony, M. (2013). Surprise: A belief or an emotion? *Progress in Brain Research, 202*, 3-19.

- Melton, A. W. (1963). Implications of short-term memory for a general theory of memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 2(1), 1-21.
- Meyer, D. E., & Schvaneveldt, R. W. (1971). Facilitation in recognizing pairs of words: Evidence of a dependence between retrieval operations. *Journal of Experimental Psychology*, 90(2), 227-234.[doi:10.1037/h0031564](https://doi.org/10.1037/h0031564)
- Mickley Steinmetz, K. R., & Kensinger, E. A. (2009). The effects of valence and arousal on the neural activity leading to subsequent memory. *Psychophysiology*, 46(6), 1190-1199.
- Monnier, C., & Syssau, A. (2008). Semantic contribution to verbal short-term memory: Are pleasant words easier to remember than neutral words in serial recall and serial recognition?. *Memory & Cognition*, 36(1), 35-42.
- Murphy, N. A., & Isaacowitz, D. M. (2008). Preferences for emotional information in older and younger adults: A meta-analysis of memory and attention tasks. *Psychology and Aging*, 23(2), 263.
- New, B., Pallier, C., & Ferrand, L. (2005). Une base de données lexicales du français contemporain sur internet: LEXIQUE 3.8. *L'Année Psychologique*, 101, 447-462. Retrieved from <http://www.lexique.org>
- Norris, C. J. (2021). The negativity bias, revisited: Evidence from neuroscience measures and an individual differences approach. *Social Neuroscience*, 16(1), 68-82.
- Nyberg, L., Lövdén, M., Riklund, K., Lindenberger, U., & Bäckman, L. (2012). Memory aging and brain maintenance. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(5), 292-305.
- Olson, I. R., Plotzker, A., & Ezzyat, Y. (2007). The enigmatic temporal pole: a review of findings on social and emotional processing. *Brain*, 130(7), 1718-1731.
- Ortony, A., Clore, G. L., & Collins, A. (1990). *The cognitive structure of emotions*. Cambridge university press.



- Osgood, C. E., Suci, G. J., & Tannenbaum, P. H. (1957). *The measurement of meaning* (No. 47). University of Illinois press.
- Paivio, A. (1986). *Mental representations: A dual coding approach*. Oxford, UK: OxfordUniversity Press.
- Paivio, A., Yuille, J. C., & Madigan, S. A. (1968). Concreteness, imagery, and meaningfulness values for 925 nouns. *Journal of Experimental Psychology*, 76(1p2), 1.
- Paivio, A., Walsh, M., & Bons, T. (1994). Concreteness effects on memory: When and why?. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20(5), 1196.
- Palazova, M., Mantwill, K., Sommer, W., & Schacht, A. (2011). Are effects of emotion in single words non-lexical? Evidence from event-related brain potentials. *Neuropsychologia*, 49(9), 2766-2775.
- Palazova, M., Sommer, W., & Schacht, A. (2013). Interplay of emotional valence and concreteness in word processing: An event-related potential study with verbs. *Brain and Language*, 125(3), 264-271.
- Papagno, C., & Capitani, E. (2001). Slowly progressive aphasia: a four-year follow-up study. *Neuropsychologia*, 39(7), 678-686.
- Parlar, M., Densmore, M., Hall, G. B., Lanius, R., & McKinnon, M. C. (2018). Neural and behavioural correlates of autobiographical memory retrieval in patients with major depressive disorder and a history of trauma exposure. *Neuropsychologia*, 110, 148-158.
- Pecher, D., & Zwaan, R. A. (2005). Introduction to grounding cognition. In D. Pecher & R. A. Zwaan (Eds.), *Grounding cognition: The role of perception and action in memory, language, and thinking* (pp. 1–7). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Pelletier, A., Bernard, C., Dilharreguy, B., Helmer, C., Le Goff, M., Chanraud, S., ... & Catheline, G. (2017). Patterns of brain atrophy associated with episodic memory and semantic fluency decline in aging. *Aging (Albany NY)*, 9(3), 741.

- Phelps, E. A. (2004). Human emotion and memory: Interactions of the amygdala and hippocampal complex. *Current Opinion in Neurobiology*, 14, 198–202.
- Phelps, E. A. (2006). Emotion and cognition: insights from studies of the human amygdala. *Annu. Rev. Psychol.*, 57, 27-53.
- Phelps, E. A., LaBar, K. S., & Spencer, D. D. (1997). Memory for emotional words following unilateral temporal lobectomy. *Brain and Cognition*, 35(1), 85-109.
- Phelps, E. A., & Sharot, T. (2008). How (and why) emotion enhances the subjective sense of recollection. *Current Directions in Psychological Science*, 17(2), 147-152.
- Piguet, O., Connally, E., Krendl, A. C., Huot, J. R., & Corkin, S. (2008). False memory in aging: Effects of emotional valence on word recognition accuracy. *Psychology and Aging*, 23, 307–314. doi:10.1037/0882- 7974.23.2.307
- Plutchik, R. E., & Conte, H. R. (1997). *Circumplex models of personality and emotions* (pp. xi-484). American Psychological Association.
- Pollatos, O., & Ferentzi, E. (2018). Embodiment of emotion regulation. In *Embodiment in Psychotherapy* (pp. 43-55). Springer, Cham.
- Popović-Stijačić, M., Mihić, L., & Filipović-Đurđević, D. (2018). Analyzing data from memory tasks: Comparison of ANOVA, logistic regression and mixed logit model. *Psihologija*, 51(4), 469-488.
- Powell, M. J. (2009). The BOBYQA algorithm for bound constrained optimization without derivatives. *Cambridge NA Report NA2009/06*, University of Cambridge, Cambridge, 26-46.
- Pratto, F., & John, O. P. (1991). Automatic vigilance: the attention-grabbing power of negative social information. *Journal of Personality and Social Psychology*, 61(3), 380.

- Puth, M. T., Neuhäuser, M., & Ruxton, G. D. (2015). Effective use of Spearman's and Kendall's correlation coefficients for association between two measured traits. *Animal Behaviour*, *102*, 77-84.
- Ralph, M. A. L., Graham, K. S., Patterson, K., & Hodges, J. R. (1999). Is a picture worth a thousand words? Evidence from concept definitions by patients with semantic dementia. *Brain and Language*, *70*(3), 309-335.
- Rajah, M. N., & McIntosh, A. R. (2005). Overlap in the functional neural systems involved in semantic and episodic memory retrieval. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *17*(3), 470-482.
- Ratovohery, S., Baudouin, A., Palisson, J., Maillet, D., Bailon, O., Belin, C., & Narme, P. (2019). Music as a mnemonic strategy to mitigate verbal episodic memory in Alzheimer's disease: Does musical valence matter? *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *41*(10), 1060-1073.
- Recio, G., Conrad, M., Hansen, L. B., & Jacobs, A. M. (2014). On pleasure and thrill: The interplay between arousal and valence during visual word recognition. *Brain and Language*, *134*, 34-43.
- Reed, A. E., & Carstensen, L. L. (2012). The theory behind the age-related positivity effect. *Frontiers in Psychology*, *3*, 339.
- Reed, A. E., Chan, L., & Mikels, J. A. (2014). Meta-analysis of the age-related positivity effect: age differences in preferences for positive over negative information. *Psychology and Aging*, *29*(1), 1.
- Reinders, A. A. T. S., Nijenhuis, E. R. S., Paans, A. M. J., Korfa, J., Willems, A. T. M., & den Boer, J. A. (2003). One brain, two selves. *NeuroImage*, *20*, 2119-2125.
- Rey, A. L'examen clinique en psychologie. Paris : Presses Universitaires de France, 1964.

- Richard, D. (2019). Zero Order vs (Semi) Partial Correlation Test and Confidence Interval. *MacEwan University Student Research Proceedings*, 4(1).
- Robert, C., & Mathey, S. (2007). Aging and lexical inhibition: The effect of orthographic neighborhood frequency in young and older adults. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 62(6), 340-342.
- Robinson, M. D., Storbeck, J., Meier, B. P. & Kirkeby, B. S. (2004). Watch out! Tat could be dangerous: Valence-arousal interactions in evaluative processing. *Personal. Soc.Psychol. Bull.* 30, 1472–1484.
- Robinson, J. A., & Swanson, K. L. (1990). Autobiographical memory: The next phase. *Applied Cognitive Psychology*, 4(4), 321-335.
- Roldán-Tapia, M. D., Cánovas, R., León, I., & García-García, J. (2017). Cognitive vulnerability in aging may be modulated by education and reserve in healthy people. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 9, 340.
- Rönnlund, M., Nyberg, L., Bäckman, L., & Nilsson, L. G. (2005). Stability, growth, and decline in adult life span development of declarative memory: cross-sectional and longitudinal data from a population-based study. *Psychology and Aging*, 20(1), 3.
- Rozin, P., & Royzman, E. B. (2001). Negativity bias, negativity dominance, and contagion. *Personality and Social Psychology Review*, 5(4), 296-320.
- Russell, J. A. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39(6), 1161.
- Rusting, C. L., & DeHart, T. (2000). Retrieving positive memories to regulate negative mood: consequences for mood-congruent memory. *Journal of Personality and Social Psychology*, 78(4), 737.
- Sadoski, M., & Paivio, A. (2013). *Imagery and text: A dual coding theory of reading and writing*. Routledge.

- Sakaki, M., Raw, J. A., Findlay, J., Thottam, M., Zwaan, R., & Madan, C. (2019). Advanced aging enhances the positivity effect in memory: due to cognitive control or age-related decline in emotional processing?. *Collabra: Psychology*, 5(1).
- Salthouse, T. A. (2004). What and when of cognitive aging. *Current Directions in Psychological Science*, 13(4), 140-144.
- Salthouse, T. A. (2010). Selective review of cognitive aging. *Journal of the International Neuropsychological Society: JINS*, 16(5), 754.
- Santaniello, G., Ferré, P., Rodríguez-Gómez, P., Poch, C., Eva, M. M., & Hinojosa, J. A. (2018). Recognition memory advantage for negative emotional words has an early expiry date: Evidence from brain oscillations and ERPs. *Neuropsychologia*, 117, 233- 240.
- Sava, A. A. (2015). *Effets des émotions sur la mémoire dans la maladie d'Alzheimer et dans le vieillissement normal: le lien avec des facteurs cognitifs et anatomiques* (Doctoral dissertation, Lyon 2).
- Schad, D. J., Vasishth, S., Hohenstein, S., & Kliegl, R. (2020). How to capitalize on a priori contrasts in linear (mixed) models: A tutorial. *Journal of Memory and Language*, 110, 104038.
- Schlochtermeyer, L. H., Kuchinke, L., Pehrs, C., Urton, K., Kappelhoff, H., & Jacobs, A. M. (2013). Emotional picture and word processing: an fMRI study on effects of stimulus complexity. *PLoS One*, 8(2), e55619.
- Schmidt, S.R., Saari, B. (2007). The emotional memory effect: Differential processing or item distinctiveness? *Memory & Cognition*. 35, 1905–1916.
- Schneider, W., Eschman, A., & Zuccolotto, A. (2002). *E-Prime: User's guide*. Psychology Software Incorporated.

- Schreuder, R., & Baayen, R. H. (1997). How complex simplex words can be. *Journal of Memory and Language*, 37(1), 118-139.
- Schumann, D., Bayer, J., Talmi, D., & Sommer, T. (2018). Dissociation of immediate and delayed effects of emotional arousal on episodic memory. *Neurobiology of Learning and Memory*, 148, 11-19.
- Schupp, H. T., Stockburger, J., Codispoti, M., Junghöfer, M., Weike, A. I., & Hamm, A. O. (2007). Selective visual attention to emotion. *Journal of Neuroscience*, 27(5), 1082- 1089.
- Schweickert, R. (1993). A multinomial processing tree model for degradation and reintegration in immediate recall. *Memory & Cognition*, 21(2), 168-175.
- Scott, G. G., Keitel, A., Becirspahic, M., Yao, B., & Sereno, S. C. (2019). The Glasgow Norms: Ratings of 5,500 words on nine scales. *Behavior Research Methods*, 51(3), 1258-1270.
- Scott, G. G., O'Donnell, P. J., Leuthold, H., & Sereno, S. C. (2009). Early emotion word processing: Evidence from event-related potentials. *Biological Psychology*, 80(1), 95-104.
- Scott, G. G., O'Donnell, P. J., & Sereno, S. C. (2014). Emotion words and categories: evidence from lexical decision. *Cognitive Processing*, 15(2), 209-215.
- Sedikides, C., & Skowronski, J. J. (2020). In human memory, good can be stronger than bad. *Current Directions in Psychological Science*, 29(1), 86-91.
- Segui, J. (2015). The evolution of the concept of Mental Lexicon. *Revue de Neuropsychologie*, 7(1), 21-26.
- Seidler, R. D., Bernard, J. A., Burutolu, T. B., Fling, B. W., Gordon, M. T., Gwin, J. T., ... & Lipps, D. B. (2010). Motor control and aging: links to age-related brain structural,

- functional, and biochemical effects. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 34(5), 721-733.
- Sereno, S. C., & Rayner, K. (2003). Measuring word recognition in reading: eye movements and event-related potentials. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(11), 489-493.
- Sereno, S. C., Scott, G. G., Yao, B., Thaden, E. J., & O'Donnell, P. J. (2015). Emotion word processing: does mood make a difference? *Frontiers in Psychology*, 6, 1191.
- Sharot, T., & Phelps, E. A. (2004). How arousal modulates memory: Disentangling the effects of attention and retention. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 4(3), 294-306.
- Shuba, N., & Prakash, B. (2017). Effects of age, gender and education level on cognition in elderly people. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences*, 6(95), 6952-6957.
- Siakaluk, P. D., Pexman, P. M., Aguilera, L., Owen, W. J., & Sears, C. R. (2008). Evidence for the activation of sensorimotor information during visual word recognition: Thebody-object interaction effect. *Cognition*, 106(1), 433-443.
- Siddiqui, A. P., & Unsworth, N. (2011). Investigating the role of emotion during the search process in free recall. *Memory & Cognition*, 39(8), 1387-1400.
- Sidhu, D. M., Kwan, R., Pexman, P. M., & Siakaluk, P. D. (2014). Effects of relative embodiment in lexical and semantic processing of verbs. *Acta Psychologica*, 149, 32-39.
- Simonsohn, U., Nelson, L. D., & Simmons, J. P. (2014). P-curve: a key to the file-drawer. *Journal of Experimental Psychology: General*, 143(2), 534.
- Smith, A. P., Henson, R. N., Rugg, M. D., & Dolan, R. J. (2005). Modulation of retrieval processing reflects accuracy of emotional source memory. *Learning & Memory*, 12(5), 472-479.

- Sommer, T., Gläscher, J., Moritz, S., & Büchel, C. (2008). Emotional enhancement effect of memory: Removing the influence of cognitive factors. *Learning & Memory*, *15*(8), 569-573.
- Spagna, A., Hajhajate, D., Liu, J., & Bartolomeo, P. (2021). Visual mental imagery engages the left fusiform gyrus, but not the early visual cortex: a meta-analysis of neuroimaging evidence. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*.
- Steege, S., Tuerlinckx, F., Gelman, A., & Vanpaemel, W. (2016). Increasing transparency through a multiverse analysis. *Perspectives on Psychological Science*, *11*(5), 702-712.
- Steinmetz, K. R. M., Addis, D. R., & Kensinger, E. A. (2010). The effect of arousal on the emotional memory network depends on valence. *Neuroimage*, *53*(1), 318-324.
- Stern, Y. (2002). What is cognitive reserve? Theory and research application of the reserve concept.
- Stern, Y. (2009). Cognitive reserve. *Neuropsychologia*, *47*(10), 2015-2028.
- Stern, Y., Gurland, B., Tatemichi, T. K., Tang, M. X., Wilder, D., & Mayeux, R. (1994). Influence of education and occupation on the incidence of Alzheimer's disease. *Jama*, *271*(13), 1004-1010.
- Stern, Y., Arenaza-Urquijo, E. M., Bartrés-Faz, D., Belleville, S., Cantilon, M., Chetelat, G., ... & Okonkwo, O. (2018). Whitepaper: Defining and investigating cognitive reserve, brain reserve, and brain maintenance. *Alzheimer's & Dementia*.
- Sternberg, R. J. (1999). *Cognitive psychology (2 nd ed.)*. Fort Worth, TX: Harcourt Brace College Publishers.
- Stoeckel, C., Gough, P. M., Watkins, K. E., & Devlin, J. T. (2009). Supramarginal gyrus involvement in visual word recognition. *Cortex*, *45*(9), 1091-1096.



- Strange, B. A., Otten, L. J., Josephs, O., Rugg, M. D., & Dolan, R. J. (2002). Dissociable human perirhinal, hippocampal, and parahippocampal roles during verbal encoding. *Journal of Neuroscience*, 22(2), 523-528.
- Straube, T., Mentzel, H. J., & Miltner, W. H. (2005). Common and distinct brain activation to threat and safety signals in social phobia. *Neuropsychobiology*, 52(3), 163-168.
- Straube, T., Sauer, A., & Miltner, W. H. (2011). Brain activation during direct and indirect processing of positive and negative words. *Behavioural Brain Research*, 222(1), 66-72.
- Syssau, A., Yakhoulfi, A., Giudicelli, E., Monnier, C., & Anders, R. (2021). FANCat: French affective norms for ten emotional categories. *Behavior Research Methods*, 53(1), 447-465.
- Takashima, A., Bakker, I., Van Hell, J. G., Janzen, G., & McQueen, J. M. (2017). Interaction between episodic and semantic memory networks in the acquisition and consolidation of novel spoken words. *Brain and Language*, 167, 44-60.
- Talmi, D. (2013). Enhanced emotional memory: Cognitive and neural mechanisms. *Current Directions in Psychological Science*, 22(6), 430-436.
- Talmi, D., Anderson, A. K., Riggs, L., Caplan, J. B., & Moscovitch, M. (2008). Immediate memory consequences of the effect of emotion on attention to pictures. *Learning & Memory*, 15(3), 172-182.
- Talmi, D., & Moscovitch, M. (2004). Can semantic relatedness explain the enhancement of memory for emotional words? *Memory & Cognition*, 32(5), 742-751.
- Talmi, D., Schimmack, U., Paterson, T., & Moscovitch, M. (2007). The role of attention and relatedness in emotionally enhanced memory. *Emotion*, 7(1), 89.
- Tamminen, J., & Gaskell, M. G. (2008). Short Article: Newly Learned Spoken Words Show Long-Term Lexical Competition Effects. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61(3), 361-371.

- Team, R. C., & Worldwide, C. (2018). The R Stats Package, Version 3.6. *Vienna, Austria*, 0.
- Thapar, A., & Rouder, J. N. (2009). Aging and recognition memory for emotional words: A bias account. *Psychonomic Bulletin & Review*, 16, 699–704. doi:10.3758/PBR.16.4.699
- Thompson-Schill, S. L. (2003). Neuroimaging studies of semantic memory: inferring “how” from “where”. *Neuropsychologia*, 41(3), 280-292.
- Trapp, S., & Bar, M. (2015). Prediction, context, and competition in visual recognition. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1339(1), 190-198.
- Tse, C. S., & Altarriba, J. (2009). The word concreteness effect occurs for positive, but not negative, emotion words in immediate serial recall. *British Journal of Psychology*, 100(1), 91-109.
- Tulving, E. (1972). 12. Episodic and Semantic Memory. *Organization of memory/Eds E. Tulving, W. Donaldson, NY: Academic Press*, 381-403.
- Tulving, E. (1993). What is episodic memory? *Current Directions in Psychological Science*, 2(3), 67-70.
- Tulving, E. (2001). Episodic memory and common sense: how far apart? *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 356(1413), 1505-1515.
- Tulving, E. (2002). Episodic memory: From mind to brain. *Annual Review of Psychology*, 53(1), 1-25.
- Tulving, E., & Pearlstone, Z. (1966). Availability versus accessibility of information in memory for words. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 5(4), 381-391.
- Tun, P. A., & Lachman, M. E. (2008). Age differences in reaction time and attention in a national telephone sample of adults: education, sex, and task complexity matter. *Developmental Psychology*, 44(5), 1421.

- Ullman, M. T., Pancheva, R., Love, T., Yee, E., Swinney, D., & Hickok, G. (2005). Neural correlates of lexicon and grammar: Evidence from the production, reading, and judgment of inflection in aphasia. *Brain and Language*, *93*(2), 185-238.
- Unkelbach, C., Fiedler, K., Bayer, M., Stegmüller, M., & Danner, D. (2008). Why positive information is processed faster: The density hypothesis. *Journal of Personality and Social Psychology*, *95*(1), 36.
- Unkelbach, C., von Hippel, W., Forgas, J. P., Robinson, M. D., Shakarchi, R. J., & Hawkins, C. (2010). Good things come easy: Subjective exposure frequency and the faster processing of positive information. *Social Cognition*, *28*(4), 538-555.
- Urry, H. L., & Gross, J. J. (2010). Emotion regulation in older age. *Current Directions in Psychological Science*, *19*(6), 352-357.
- Vallet, G. T., Hudon, C., Bier, N., Macoir, J., Versace, R., & Simard, M. (2017). A SEMantic and episodic memory test (SEMEP) developed within the embodied cognition framework: Application to normal aging, Alzheimer's disease and semantic dementia. *Frontiers in Psychology*, *8*, 1493.
- Van der Linden M, Collette F, Poitrenaud J, Kalafat M, Calicis F, Wyns C, et al. (2004). L'épreuve de rappel libre/rappel indicé à 16 items (RL/RI-16). In :Van der Linden M, Coyette F, eds. L'évaluation des troubles la mémoire. Marseille : Solal, p. 25-47.
- Van Hooren, S. A. H., Valentijn, A. M., Bosma, H., Ponds, R. W. H. M., Van Boxtel, M. P. J., & Jolles, J. (2007). Cognitive functioning in healthy older adults aged 64–81: a cohort study into the effects of age, sex, and education. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, *14*(1), 40-54.
- Vergallito, A., Petilli, M. A., Cattaneo, L., & Marelli, M. (2019). Somatic and visceral effects of word valence, arousal and concreteness in a continuum lexical space. *Scientific Reports*, *9*(1), 1-10.

- Vermeulen, N., Toussaint, J., & Luminet, O. (2010). The influence of alexithymia and music on the incidental memory for emotion words. *European Journal of Personality*, 24(6), 551-568.
- Versace, R., Vallet, G. T., Riou, B., Lesourd, M., Labeye, E., & Brunel, L. (2014). Act-In: An integrated view of memory mechanisms. *Journal of Cognitive Psychology*, 26(3), 280-306.
- Vieillard, S. (2017). Le paradoxe de l'âge: une revue critique des modèles explicatifs. *L'Année Psychologique*, 117(2), 221-249.
- Vieillard, S., & Gilet, A. L. (2013). Age-related differences in affective responses to and memory for emotions conveyed by music: a cross-sectional study. *Frontiers in Psychology*, 4, 711.
- Vinson, D., Ponari, M., & Vigliocco, G. (2014). How does emotional content affect lexical processing? *Cognition & Emotion*, 28(4), 737-746.
- Visser, M., Jefferies, E., Embleton, K. V., & Lambon Ralph, M. A. (2012). Both the middle temporal gyrus and the ventral anterior temporal area are crucial for multimodal semantic processing: distortion-corrected fMRI evidence for a double gradient of information convergence in the temporal lobes. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24(8), 1766-1778.
- Walker, S., Henderson, L. M., Fletcher, F. E., Knowland, V. C. P., Cairney, S. A., & Gaskell, M. G. (2019). Learning to live with interfering neighbours: the influence of time of learning and level of encoding on word learning. *Royal Society open science*, 6(4), 181842.
- Walker, W. R., Vogl, R. J., & Thompson, C. P. (1997). Autobiographical memory: Unpleasantness fades faster than pleasantness over time. *Applied Cognitive Psychology*:

- The Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition*, 11(5), 399-413.
- Wang, J., Conder, J. A., Blitzer, D. N., & Shinkareva, S. V. (2010). Neural representation of abstract and concrete concepts: A meta-analysis of neuroimaging studies. *Human brain mapping*, 31(10), 1459-1468.
- Watson, D., & Clark, L. A. (1999). The PANAS-X: Manual for the positive and negative affect schedule-expanded form.
- Wechsler, D. (1997). Wechsler Adult Intelligence Scale (3rd ed.). San Antonio, TX: Psychological Corporation.
- West, W. C., & Holcomb, P. J. (2000). Imaginal, semantic, and surface-level processing of concrete and abstract words: an electrophysiological investigation. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12(6), 1024-1037.
- Wheeler, M. A., Stuss, D. T., & Tulving, E. (1997). Toward a theory of episodic memory: the frontal lobes and autonoetic consciousness. *Psychological Bulletin*, 121(3), 331.
- Wilson, M. (2002). Six views of embodied cognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9, 625–636.
- Wilson, R. S., Yu, L., Lamar, M., Schneider, J. A., Boyle, P. A., & Bennett, D. A. (2019). Education and cognitive reserve in old age. *Neurology*, 92(10), e1041-e1050.
- Wulff, D. U., Hills, T. T., Lachman, M., & Mata, R. (2016). The Aging Lexicon: Differences in the Semantic Networks of Younger and Older Adults. In *CogSci*, 907-912.
- Wurm, L. H. (2011). Decreasing complexity of affective space in older adults lower on cognitive control: Affective effects in a nonaffective task and with nonaffective stimuli. *Psychology and Aging*, 26(3), 716.
- Yang, L., & Ornstein, T. J. (2011). The effect of emotion-focused orientation at retrieval on emotional memory in young and older adults. *Memory*, 19(3), 305-313.

- Yao, Z., Wu, J., Zhang, Y., & Wang, Z. (2017). Norms of valence, arousal, concreteness, familiarity, imageability, and context availability for 1,100 Chinese words. *Behavior Research Methods*, 49(4), 1374-1385.
- Yap, M. J., Pexman, P. M., Wellsby, M., Hargreaves, I. S., & Huff, M. (2012). An abundance of riches: cross-task comparisons of semantic richness effects in visual word recognition. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, 72.
- Yap, M. J., & Seow, C. S. (2014). The influence of emotion on lexical processing: Insights from RT distributional analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 21(2), 526-533.
- Yonelinas, A. P. (2002). The nature of recollection and familiarity: A review of 30 years of research. *Journal of Memory and Language*, 46(3), 441-517.
- Yuan, J., Tian, Y., Huang, X., Fan, H., & Wei, X. (2019). Emotional bias varies with stimulus type, arousal and task setting: Meta-analytic evidences. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 107, 461-472.
- Zahodne, L. B., Mayeda, E. R., Hohman, T. J., Fletcher, E., Racine, A. M., Gavett, B., ... & Mungas, D. (2019). The role of education in a vascular pathway to episodic memory: brain maintenance or cognitive reserve? *Neurobiology of Aging*, 84, 109-118.
- Zahodne, L. B., Stern, Y., & Manly, J. J. (2015). Differing effects of education on cognitive decline in diverse elders with low versus high educational attainment. *Neuropsychology*, 29(4), 649.
- Zajonc, R. (1980). Feeling and thinking: Preferences need no inferences. *American Psychologist*, 35, 151-175.
- Zoladz, P. R., Clark, B., Warnecke, A., Smith, L., Tabar, J., & Talbot, J. N. (2011). Pre-learning stress differentially affects long-term memory for emotional words, depending on temporal proximity to the learning experience. *Physiology & Behavior*, 103(5), 467-476.