



HAL
open science

Traitement multimodal des informations et récupération mnésique dynamique

Fabien Cerrotti

► **To cite this version:**

Fabien Cerrotti. Traitement multimodal des informations et récupération mnésique dynamique. Psychologie. Université de Picardie Jules Verne, 2022. Français. NNT : 2022AMIE0056 . tel-04125842

HAL Id: tel-04125842

<https://theses.hal.science/tel-04125842>

Submitted on 12 Jun 2023

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.



Traitement multimodal des informations et récupération mnésique dynamique

Thèse de doctorat de l'Université Jules Verne
préparée à Université de Picardie Jules Verne

École doctorale n°586 Sciences Humaines et Sociales (SHS)
Spécialité de doctorat : Neuropsychologie

Thèse présentée et soutenue à Amiens, le 17/10/2023, par

FABIEN CERROTTI

Composition du Jury :

Lionel Brunel Maître de conférences HDR, Université Paul Valéry Montpellier 3 Laboratoire de psychologie (EPSYLON)	Rapporteur
Thibaut Brouillet Professeur des Universités, Université Paris-Nanterre Laboratoire sur les Interactions Cognitions, Action, Émotion (LICAÉ)	Rapporteur
Olga Mégalakaki Professeure des Universités, Université Picardie Jules Verne Centre de Recherche en Psychologie: Cognition, Psychisme, Organisation (CRP-CPO)	Présidente
Stefano Palminteri Chargé de recherche HDR, École Normale Supérieure de Paris Laboratoire de Neurosciences Cognitives et Computationnelles (LNC2)	Examineur
Yannick Gouden Maître de conférences HDR, Université Picardie Jules Verne Centre de Recherche en Psychologie: Cognition, Psychisme, Organisation (CRP-CPO)	Examineur
Véronique Quaglino Professeure des universités, Université Picardie Jules Verne Centre de Recherche en Psychologie: Cognition, Psychisme, Organisation (CRP-CPO)	Directrice de thèse

Remerciements

Ce travail de thèse a été effectué au sein du Centre de Recherche en Psychologie: Cognition, Psychisme et Organisations (CRP-CPO) et je tiens à remercier en tout premier lieu Véronique Quaglino pour m'avoir dirigé et soutenu dans la confiance et la compréhension durant ces années.

Je remercie les professeurs Lionel Brunel et Yannick Gounden d'avoir accepté d'expertiser mon travail, ainsi que Olga Megalakaki et Stefano Palminteri d'être examinateur lors de la soutenance.

Je tiens également à remercier les stagiaires dont Dimitri Vast et les étudiants que j'ai suivis en master 1 et master 2 Julien Couillier et Camille Stage que ce soit tant pour les nombreuses discussions théoriques, que méthodologiques que nous avons pu avoir. Félicitations à vous pour votre travail.

Je tiens aussi à remercier tous les membres, anciens, nouveaux, ou déjà partis du laboratoire CRP-CPO pour les discussions et les moments partagés. Une attention particulière à Fannie, Geoffrey, Emilie, Elodie, Perrine, Milka, Laurie, Audrey, Fédérica, et Nicolas, merci pour tout.

Un petit mot pour Léonie, Romain, Louise, Léo et Belen de l'Université Paris Nanterre, merci à vous pour tous ces moments passés ensemble et à venir. Courage les kheys !

Ayant effectué une thèse non financée et ayant travaillé parallèlement comme ingénieur d'étude au sein de l'équipe Human Reinforcement Learning (HRL) du Laboratoire de Neurosciences Cognitives et Computationnelles (LNC²), je remercie les membres de ce laboratoire pour leur accueil, le soutien, et connaissances qu'ils m'ont apportés. Une attention particulière à Basile (j'envie ton rice cooker), Sophie (à nos futures soirées au hurling), Stefano (Paul, meilleur perso Tekken), Henri (t'es le meilleur), Magdalena (time time), Clémence (qui m'a tenu à bout de bras), Camille (ta bonne humeur a égayé mes journées), Marine (solide comme un roc), Sabine (merci pour m'avoir guidé dans ces données chaotiques), Zoë (j'adore ton anglais), Julie (merci pour tous nos désaccords), Jun (merci rhoya), Aurélien (ne perd jamais ta créativité), et Margaux (tu m'as tout appris) merci pour votre soutien et pour m'avoir supporté.

En écrivant ces derniers mots une pensée me vient aussi aux personnes qui m'ont aidées par leur écoute bienveillante dans les moments les plus difficiles, en particulier Stefano, Clémence, Fannie et Audrey un grand merci. Mais je pense aussi à mes amis (tout particulièrement Boubou, Getz, Juliette, DarkCamel, Beef-Burger et Aïda) et ma famille proche qui ont su m'encourager, pour leur compréhension et leur soutien.

Table des matières

1 Du symbolisme cognitif aux modèles non abstractifs de la mémoire	1
1.1 La question du symbolisme	2
1.1.1 La machine de Turing	2
1.1.2 L'argument de la chambre chinoise de Searle et études empiriques	7
1.2 La question de mémoire(s) système(s)	12
1.2.1 Les approches multi-systèmes de la mémoire	13
1.2.2 Le modèle MINERVA 2 de Hintzman	18
1.2.3 Le modèle Act-In	21
2 Des connaissances émotionnelles au paradigme d'amorçage : vers une compréhension des mécanismes sous-tendus	25
2.1 Le rôle des émotions sur la mémoire	27
2.2 Les connaissances émotionnelles du point de vue des modèles non abstractifs	30
2.3 Le paradigme d'amorçage : tour d'horizon des différences méthodologiques	36
2.4 Explications des effets d'amorçage sur la mémoire	37
2.5 Le paradigme d'amorçage et le rôle des émotions dans les opérations cognitives	42
3 Apports expérimentaux	48
3.1 Effet de l'amorçage de répétition sur le traitement d'informations émotionnelles	49
3.1.1 Étude 1	52
3.1.2 Étude 2	62
3.2 Construction multimodale du traitement d'informations émotionnelles	72
3.2.1 Étude 3	79
3.2.2 Étude 4	94
3.3 Implications cliniques des modèles non abstractifs de la mémoire	108

3.3.1 Étude 5	111
4 Conclusion et perspectives	122
A Annexe 1	133
B Annexe 2	134
C Annexe 3	146
Références	152

Table des figures

2.1 Adaptation française de l'illustration de Collins & Quillian (1969) de la structure en mémoire des représentations sémantiques sur trois niveaux.	38
2.2 Adaptation française (partielle) de l'illustration de Collins & Loftus (1975) d'un fragment de la mémoire humaine et des connexions entre les nœuds.	40
2.3 Illustration des effets d'amorçage du point de vue du modèle de Hintzman (1990) à l'aide de deux exemples.	41
3.1 Représentation schématique du design de l'étude 1.	55
3.2 Temps de réponse moyens (ms) entre les essais congruents et les non congruents de l'étude 1.	58
3.3 Temps de réponse moyens (ms) entre les essais congruents et les non congruents et en fonction de la valence émotionnelle des stimuli de l'étude 1.	58
3.4 Représentation schématique du design de l'étude 2.	65
3.5 Temps de réponse moyens (ms) pour l'ensemble des conditions congruentes (Joie-Joie, Triste-Triste) et non congruentes (Triste-Joie, Joie-Triste) pour les SOA de 100 ms et de 500 ms de l'étude 2.	68
3.6 Illustration de la méthode utilisée pour la phase d'identification de l'étude 3.	82
3.7 Illustration de la méthode utilisée pour la phase d'apprentissage de l'étude	83
3.8 Illustration de la méthode utilisée pour la phase d'amorçage de l'étude 3.	84
3.9 Représentation des résultats obtenus pour la phase d'apprentissage de l'expérience	88
3.10 Représentation des résultats obtenus pour la phase d'amorçage de l'expérience 3.	90
3.11 Illustration de la méthode utilisée pour la phase d'apprentissage de l'étude.	98
3.12 Illustration de la méthode utilisée pour la phase d'amorçage de l'étude 4.	99
3.13 Représentation des résultats obtenus pour la phase d'apprentissage de l'étude 4.	101
3.14 Représentation des résultats obtenus pour la phase d'amorçage de l'étude 4.	103
3.15 Représentation des résultats obtenus pour la phase d'identification de l'étude.	115

3.16 Représentation des résultats obtenus pour la phase d'apprentissage de l'étude 5.	116
3.17 Représentation des résultats obtenus pour la phase d'amorçage de l'étude.	118

Liste des tableaux

1.1 Ensemble des opérations effectuables par <i>M</i> .	4
1.2 Exemples d'expressions typiques du modèle de Winograd (1973).	7
3.1 Pourcentages moyens de bonnes réponses et erreurs commises en fonction des différentes conditions de l'étude 1.	57
3.2 Pourcentages moyens de bonnes réponses en fonction des expressions émotionnelles cible et amorce de l'étude 2.	66
3.3 Temps de réponse moyens en fonction des expressions émotionnelles cible et amorce de l'étude 2.	67
3.4 Pourcentages moyens de bonnes réponses en fonction des expressions émotionnelles faciales et prosodiques de l'étude 3.	86
3.5 Temps de réponse moyens en fonction des expressions émotionnelles cible et amorce de l'étude 3.	86
3.6 Temps de réponse moyens en fonction de l'association prosodies et formes géométriques de l'étude 3.	87
3.7 Pourcentages de bonnes réponses et temps de réponse moyens en fonction des prosodies et de la nature du lien associatif de l'étude 3.	87
3.8 Pourcentages de bonnes réponses et temps de réponse moyens (ms) en fonction de la valence émotionnelle cible et du lien manipulé entre amorce et cible de l'étude 3.	89
3.9 Pourcentages moyens de bonnes réponses et temps de réponse moyens de la phase d'apprentissage en fonction des associations formes géométriques phonèmes de l'étude.	100
3.10 Pourcentages moyens de bonnes réponses et temps de réponse moyens de la phase d'amorçage en fonction du lien entre l'amorce et la cible et du SOA de l'étude 4.	102
3.11 Données démographiques des trois groupes de l'étude 5.	113

Chapitre 1

Du symbolisme cognitif aux modèles non abstraits de la mémoire

La conceptualisation de notre environnement, notre activité mentale, sociale et émotionnelle impliquent, dans une vision classique de la cognition, la présence de symboles internes, de représentations en mémoire. Toutefois, cette vision de la cognition n'est pas sans poser des questions et soulève un problème connu sous le nom de « *symbol-grounding cognition* ». Cette question repose sur la signification des mots, de la conscience et de la manière dont les états mentaux prennent sens (Harnad, 2003). Comment les symboles (abstrait) peuvent-ils acquérir une signification réelle ? Ces problématiques sont l'objet de nombreux débats faisant émerger de nombreux points de vue divergents dont nous pouvons citer par exemple le test de Turing (1936) et l'argument de la chambre chinoise de Searle (1980) pour ne citer que, certainement, les plus emblématiques. Notre objectif n'est pas d'enrichir ces débats, ni de proposer un point de vue alternatif. Il s'agit davantage de présenter un éventail des réflexions déjà existantes autour de la question du symbolisme cognitif afin de rendre compte du

contexte épistémologique dans lequel s'inscrit ce travail de thèse.

Les modèles non abstractifs supposent que les représentations conceptuelles qui constituent nos connaissances sont fondées sur des expériences sensorielles et motrices plutôt que sur des représentations abstraites dans un système conceptuel amodal (Pezzulo et al., 2011). Ainsi le raisonnement, le traitement numérique et le langage émergent d'une diversité de processus corporels, affectifs, perceptifs et moteurs (Pezzulo et al., 2013). Un tel point de vue nécessite de reconsidérer les modèles ayant pour but d'expliquer la cognition. Dans cette partie, il s'agit de présenter les propositions et modèles susceptibles d'être pertinents pour rendre compte du contexte théorique dans lequel s'inscrit ce travail de thèse. Un modèle de simulation de la mémoire humaine est le modèle MINERVA 2 développé par Hintzman (1984) qui propose une représentation du fonctionnement mnésique par le biais de tâches de mémoire épisodique au sein d'un seul système. Enfin, un modèle qui prend toute son importance pour la suite de ce travail de thèse est le modèle Act-In développé par Versace et al. (2014). Il s'agit d'un modèle de mémoire à traces multiples postulant l'importance de deux mécanismes pour expliquer le fonctionnement de la mémoire humaine : le mécanisme d'activation et le mécanisme d'intégration.

1.1 La question du symbolisme

1.1.1 La machine de Turing

Le cognitivisme a comme outil et pour métaphore l'ordinateur. Il s'agit d'un périphérique physique interprétant comme un calcul toutes modifications physiques, où le calcul correspond à un ensemble d'opérations effectuées sur des symboles. Ces symboles représentent ce qu'ils représentent, où pour reprendre l'exemple de Varela, Thompson, et Rosch (1993) le symbole « 7 » représente le nombre 7. Ainsi la

cognition est une représentation mentale où l'esprit agit en manipulant des symboles représentant les caractéristiques du monde. Dans cette perspective, Turing avait pour objectif de répondre à la question suivante « Quels sont les processus possibles qui peuvent être utilisés pour calculer un nombre ? » (Davis, 2004, p.135). C'est dans ce but, à une époque dépourvue d'ordinateur numérique, que Turing (1936) développa l'idée d'une machine abstraite, nommée actuellement « machine de Turing ». La machine se compose d'un ruban (« tape », l'analogue du papier), divisé en sections (appelés « squares », cases) pouvant chacune contenir un « symbole ». Ce ruban est supposé de longueur infinie et chaque case peut-être vide ou comporter un seul symbole de type « 0 » ou « 1 ». De plus, la machine se compose d'un scanner contenant des mécanismes lui permettant d'effacer et d'imprimer le symbole d'une case ainsi que de déplacer la bande à gauche ou à droite d'une case à la fois. Par ailleurs, le scanner peut modifier la « m-configuration », qui renvoie actuellement au terme de « état ». Pour reprendre l'exemple proposé par Copeland (2004), nous pouvons imaginer un cadran avec un nombre (fini) de positions étiquetées (par exemple « a », « b », « c » etc.) où chacune de ces positions correspond à un état. Modifier un état revient à déplacer l'aiguille du cadran d'une position à une autre. Ainsi si l'on souhaite effectuer un enregistrement binaire de type 0 ou 1 et que la case peut-être vide alors le cadran dispose de trois positions. C'est par cette méthode que la machine de Turing peut « se souvenir » des symboles qu'elle a précédemment « vu », scanné (Turing, 1936).

L'exemple présenté par la suite est tiré de Copeland (2004) s'inspirant de celui de Turing (1936). Ses principales différences résident dans l'utilisation de lettres latines au lieu de lettres gothiques et de conventions typographiques différentes afin de faciliter la compréhension. Dans cet exemple l'objectif de la machine de Turing (appelé *M*) est d'imprimer des chiffres binaires en alternance sur la bande afin d'obtenir une suite de type 010101..., tout en laissant une case vide entre chaque chiffre. Afin de répondre à cet objectif *M* utilise quatre états ou m-configurations étiquetés : « a », « b », « c » et «

d ». Quand M commence à fonctionner il est dans l'état « a ». L'ensemble des opérations que M peut effectuer est récapitulé dans le tableau 1.1. Le R correspond à l'instruction « Repositionner le scanner d'une case vers la droite » qui a pour conséquence de déplacer la bande vers la gauche. Le L renvoie à l'action « Repositionner le scanner vers la gauche ». $P[0]$ a pour action « Imprimer 0 sur la case scannée » et $P[1]$ d'imprimer 1. Ainsi la première ligne du tableau (1.1) signifie : « Si M se trouve à l'état « a » et que la case à scanner est vide, imprimer « 0 », puis déplacer le scanner d'un carré vers la droite et passer à l'état « b ».

TABLEAU 1.1 – Ensemble des opérations effectuables par M .

État	Carré scanné	Opérations	État suivant
a	vide	$P[0],R$	b
b	vide	R	c
c	vide	$P[1],R$	d
d	vide	R	a

Dans cette perspective, il est possible d'extrapoler le fonctionnement de la machine de Turing à la cognition humaine où l'ordinateur possède des états cognitifs et les programmes expliquant la cognition humaine (Schank & Abelson, 1977 ; Winograd, 1973 ; Quillian, 1967). Plusieurs travaux ont porté sur la modélisation de la compréhension du langage par l'élaboration par exemple de programmes de modélisation des structures de la mémoire (Quillian, 1967) ou de modèles de connexions sémantiques (Schank & Abelson, 1977). Les travaux de Quillian (1967) avaient pour but d'élaborer une théorie susceptible de rendre compte du fonctionnement de la mémoire humaine à long terme et de développer un modèle informatique permettant au programme de l'utiliser pour effectuer des tâches langagières dépendantes de la mémoire humaine, tel que définir un mot ou le catégoriser. Pour cela, Quillian (1967) propose un modèle de mémoire consistant en une masse de nœuds interconnectés par différents types de liens associatifs.

Parallèlement à la modélisation du fonctionnement mnésique, de nombreux travaux avaient comme but de modéliser le langage. Par exemple, l'objectif de Schank et Abelson (1977) était d'élaborer un programme susceptible de simuler les capacités humaines à comprendre des histoires. En nous appuyant sur l'exemple du restaurant élaboré par Searle (1980) pour expliquer le programme de Schank et Abelson (1977), une personne entendant l'histoire suivante : « Un homme est entré dans un restaurant et a commandé un hamburger. Lorsque le hamburger est arrivé, il a été réduit en cendres et l'homme a quitté le restaurant en colère sans payer le hamburger et sans laisser de pourboire » si l'on demande à cette personne « Est-ce que l'homme a mangé le hamburger ? », il est fort probable que la personne réponde « Non, il ne l'a pas fait ». De la même manière, le programme élaboré par Schank et Abelson (1977) a pour but de répondre négativement à cette question. Ainsi, le programme dispose de « représentations » sur le type d'informations dont disposent les êtres humains sur les restaurants lui permettant de répondre de façon similaire à l'humain sur des questions posées concernant, pour cet exemple, les restaurants. Toutefois ces programmes, tentatives de modélisation de la cognition humaine, ne sont pas sans limites (Winograd, 1973). L'une des limites majeures soulevée par Winograd (1973) est la décontextualisation effectuée lors de la modélisation. Interagir avec une autre personne consiste en un processus de communication entre un locuteur et un auditeur intelligent et se déroulant dans un contexte, incluant une situation physique, un sujet de discussion mais aussi des connaissances pour chacune des personnes en interaction sur le monde et les idées des autres (Winograd, 1973). Par ailleurs, si cette notion de contexte s'applique aux interactions nous verrons par la suite que celle-ci peut se généraliser à toutes activités cognitives. Par exemple, toute interaction s'inscrit dans un cadre social qui est le fruit de notre patrimoine culturel d'une génération à une autre, et le fruit d'un apprentissage depuis l'enfance et évoluant dans le temps. Dans cette phrase : « Luc et Jacques voulaient emmener les filles au restaurant mais ils n'avaient pas d'argent », issue d'une culture occidentale et

disposant des normes culturelles qui lui sont propres, il est compréhensible que « ils » fait référence à Luc et Jacques et non au groupe (Luc, Jacques et les filles). La norme sociale actuelle, peut-être un peu dépassée mais toutefois toujours existante, suppose que la personne qui invite paye et donc c'est la situation financière de cette personne qui est pertinente pour la compréhension de la phrase. Par ailleurs, il ne serait pas inenvisageable que les mœurs actuelles évoluent à l'avenir changeant la compréhension de cette phrase et que « ils » fasse référence à Luc, Jacques et les filles. C'est en prenant en compte cette limite des modèles antérieurs que Winograd (1973) a élaboré son modèle contextualisé dans le monde d'un toy robot composé d'un bras. Ce bras a la capacité de manipuler des objets simples dans un espace défini tel que des cubes, des parallélépipèdes et des tétraèdres de différentes tailles et couleurs. Le programme permettant d'interagir et de faire effectuer des actions au robot dispose de quatre composantes. (1) Un analyseur syntaxique, (2) une collection de routines sémantiques, (3) un système de déduction cognitif ayant la capacité de planifier l'organisation des commandes externes et de trouver des réponses aux questions et (4) un générateur de réponses. Ainsi le programme permet de rendre compte d'un modèle détaillé de l'environnement du toy robot en décrivant l'état actuel de l'environnement avec les différents objets qui le compose et en décrivant sa connaissance des procédures permettant de changer cet état et d'effectuer des déductions sur celui-ci. Le modèle repose sur une description symbolique de l'environnement et des actions que le bras robotique peut effectuer (par exemple, voir le tableau 1.2). Ainsi les symboles correspondent aux concepts - à la signification d'un mot - formant le vocabulaire du modèle cognitif de l'utilisateur de la langue.

TABLEAU 1.2 – Exemples d’expressions typiques du modèle de Winograd (1973).

(IS B1 BLOCK)
(AT B1 (LOCATION 100 100 0)
(SUPPORT B1 B2)
(MANIPULATE B1)
(COLOR-OF B1 RED) (CAUSE
EVENT27 EVENT29)

1.1.2 L’argument de la chambre chinoise de Searle et études empiriques

Les travaux présentés dans la section partent du principe que la machine à la faculté de comprendre des énoncés que ce soit des questions ou des histoires et de répondre à ces questions. De plus, la machine et son programme seraient susceptibles de rendre compte du fonctionnement cognitif humain. Toutefois, ces deux déclarations sont selon Searle (1980) « totalement dénuées de fondement ». Il ne s’agit pas ici de dériver vers de la robophobie ou vers des argumentations médiatiques à hautes popularités sur la place de l’intelligence artificielle et de la robotique dans notre quotidien mais bien de comprendre quelles peuvent-être les limites des modèles présentés précédemment pour la simulation et la compréhension de la cognition humaine. En quoi consiste l’argument de la chambre chinoise de Searle ?

Afin d’explicitier en quoi le modèle de Schank et Abelson (1977), et s’appliquant aux autres travaux présentés dans la section précédente de cette thèse, ne peut rendre compte des postulats qu’il soutient, Searle (1980) a développé l’argument de la chambre chinoise. Pour cela il suppose qu’il ne sait pas parler le chinois et qu’il n’est pas capable de catégoriser des symboles chinois et des symboles japonais s’ils lui étaient présentés. A la présentation d’un premier lot de sinogrammes (appelé « script

»), ces symboles chinois ne sont pour lui que des « gribouillis » sans significations. Avec la présentation d'un second lot de sinogrammes (appelé « histoire ») sont administrées des règles en anglais, compréhensibles, (appelé « programme ») et permettant de corréliser le second lot avec le premier lot (appelé « réponse aux questions »). Il est possible de créer des liens entre les deux lots et d'identifier la forme des symboles. Un troisième lot (appelé « questions ») est présenté avec à nouveau des règles permettant de corréliser le troisième lot avec les deux autres lots. Parallèlement à cette routine de mise en relation des sinogrammes chinois, susceptible d'être de plus en plus efficace et complexe au fur et à mesure des essais, des histoires et des questions en anglais sont présentées et des réponses sont fournies et adéquates du simple fait de la compréhension de la langue anglaise. Le résultat attendu au bout de plusieurs itérations serait donc des réponses aux questions anglaises et chinoises correctes. Toutefois, comme le souligne Searle (1980), les réponses aux questions chinoises contrairement aux anglaises ne sont le résultat que d'une manipulation de symboles formels non interprétés, une instanciation du programme informatique. Ainsi par cette argumentation Searle (1980) s'oppose à l'affirmation selon laquelle un programme peut expliquer la cognition humaine. Comment un système symbolique implémente la compréhension sans la présence de référents physiques ? Le postulat pour répondre à cette question serait l'existence de représentations perceptives médiatrices. Ce postulat dépasse le cadre de la décontextualisation évoqué par Winograd (1973) en ce sens où chaque symbole amodal est associé à des états perceptuels correspondants (Barsalou, 1999).

Selon Harnad (1990) le problème soulevé par l'exemple de la chambre chinoise est double. Le premier est que si l'on doit apprendre comme deuxième langue le chinois et que pour cela on ne dispose comme source d'informations que d'un dictionnaire chinois ; parcourir le dictionnaire ne consiste qu'à visualiser des symboles et les chaînes de symboles sans signification. Par exemple, le déchiffrement des hiéroglyphes par Jean-François Champollion n'a été possible que par l'utilisation de la Pierre de

Rosette comprenant le même texte en trois écritures différentes dont l'une était le grec permettant de donner sens aux hiéroglyphes. Un dictionnaire en chinois ne comprenant que des symboles chinois rend difficile cette démarche de décryptage. Il est en effet difficile de donner du sens aux symboles qui composent ce dictionnaire sans autres sources que ces symboles. Le second problème renvoie spécifiquement au « *Symbol Grounding Problem* ». Dans le cas où il s'agit d'apprendre en première langue le chinois avec pour source d'informations un dictionnaire chinois, comment un symbole ne peut-être autre chose qu'un symbole sans signification ? C'est face à l'ensemble de ces problématiques épistémologiques que le point de vue selon lequel la conceptualisation de notre monde repose sur des informations perceptives permettant de donner sens à celle-ci, est susceptible de proposer une alternative au symbolisme cognitif.

En dehors de l'argument de la chambre chinoise (Searle, 1980) plusieurs études empiriques ont permis de mettre en avant la nature perceptive des symboles conceptuels. Par exemple, certaines études ont mis en évidence une supériorité des images comparativement à celle de mots lors d'une tâche de catégorisation (W. Glaser & Glaser, 1989 ; W. Glaser, 1992 ; Seifert, 1997). Cet effet de supériorité des images aux mots (« *Picture Superiority Effect, PSE* ») a été observé dans des tâches (Durso & O'sullivan, 1983 ; Gehring, Toglia, & Kimble, 1976 ; Paivio, 1971 ; Nelson, Reed, & Walling, 1976 ; Weldon & Roediger, 1987) de rappel indicé ainsi que dans des tâches de reconnaissance d'objet. Plusieurs arguments ont été proposés afin d'expliquer cet effet de supériorité sur les images. Le premier argument repose sur la théorie du double codage développé par Paivio (1971) postulant que les images peuvent être doublement représentées en mémoire à la différence des mots car elles peuvent l'être sous forme verbale et sous forme d'image. Toutefois, si cette théorie permet d'expliquer pourquoi les images sont mieux mémorisées que les mots, elle suppose que deux codes valent mieux qu'un. Un second argument issu du modèle sensori-sémantique (Nelson et al., 1976) suppose que des images sont susceptibles

d'avoir des caractéristiques physiques plus distinctives que celles des mots. Ainsi les images seraient mieux codées en mémoire et moins sensibles aux interférences. Un autre argument est en faveur de l'idée selon laquelle le traitement sémantique effectué sur les images pourrait être plus « riche » que celui des mots (Weldon & Roediger, 1987). En ce sens, si les images sont susceptibles d'accéder à la mémoire sémantique en produisant des traces épisodiques plus riches que les mots, les tests privilégiant la récupération d'informations sémantiques (tâche de rappel ou de reconnaissance par exemple) devraient rendre compte de l'effet de supériorité des images. À l'inverse, pour des tests favorisant la récupération des caractéristiques graphémiques (tâche d'achèvement de fragments de mots par exemple) cet effet de supériorité ne devrait plus s'observer. Un quatrième argument serait que les résultats obtenus mettant en évidence un effet de supériorité des images ne sont pas concordants avec des modèles de mémoire sémantique stockant des informations abstraites et amodales où ni les images et ni les mots ne devraient avoir un accès privilégié en mémoire sémantique.

Bien que ces études n'aient pas pour ambition première de s'opposer au symbolisme cognitif, elles ont permis de poser les premières limites des modèles abstractifs de la mémoire. D'autres études s'inscrivent dans un champ théorique allant à l'encontre du symbolisme cognitif et ont permis de rendre plausible l'existence d'une alternative au courant « classique » de la cognition humaine. Par exemple, une étude plus récente de Zwaan, Madden, Yaxley, et Aveyard (2004) a permis de confirmer l'implication de simulations perceptives dans la compréhension du langage. Pour cela, ils ont élaboré une tâche permettant d'induire un mouvement de recul ou d'approche d'un stimulus vers l'observateur après avoir présenté une phrase en lien ou non avec le mouvement induit. Les participants répondaient plus vite à des questions sur la compréhension de phrases lorsque le mouvement correspondait au mouvement induit par la phrase. La compréhension d'une phrase de type « le lanceur lança le softball

vers vous » était facilité lorsque deux images d'une balle induisaient (en ce sens où la balle sur la seconde image était plus grande que sur la première) un mouvement vers l'observateur. Par ailleurs une étude en neuro-imagerie où les participants devaient effectuer une tâche de jugement sémantique impliquant cinq composantes sémantiques distinctives (action, mouvement, contact, changement d'état, utilisation d'outil) est en faveur d'un ancrage sensori-moteur des connaissances (Kemmerer, Castillo, Talavage, Patterson, & Wiley, 2008). Ainsi les verbes d'action dépendaient du cortex moteur et du cortex prémoteur, le mouvement du cortex temporal postérolatéral, de contact du sillon intrapariétal et du lobule pariétal inférieur, les verbes de changement d'état du cortex temporal ventral et les verbes d'utilisation d'outils dépendaient d'un réseau distribué de régions temporales, pariétales et frontales. Les résultats obtenus sont donc en faveur de l'idée selon laquelle les composantes sémantiques d'un mot impliquent des activations neuronales distribuées jusqu'à des aires cérébrales davantage impliquées dans l'exécution, l'observation et l'imagination d'actions. Des études tant comportementales qu'en neuro-imagerie telles qu'illustrées par les deux exemples d'études précédemment citées permettent de souligner les limites du symbolisme cognitif. Mais quelles sont les alternatives existantes ? L'objectif de la prochaine partie est de rendre compte de ces alternatives que sont les modèles non abstraits de la mémoire.

1.2 La question de mémoire(s) système(s)

En plus de la question du symbolisme cognitif, deux courants sont nés par la volonté d'expliquer les fonctionnements cognitifs et les phénomènes observés par le biais d'études expérimentales. L'un considère la mémoire comme un système unique « *single-system* » et l'autre comme ayant plusieurs systèmes « *multiple-systems* ». Il est difficile d'estimer si la naissance de ce débat s'est faite en parallèle ou non des réflexions sur le symbolisme cognitif, mais il est clair que ces deux questions sont interreliées, voir même actuellement confondues, pour ne rendre compte que de deux approches différentes s'efforçant de modéliser la mémoire afin d'expliquer son fonctionnement. L'une des premières questions couramment abordée lorsque l'on s'intéresse à la problématique de l'existence d'un seul ou de plusieurs systèmes de mémoire est de savoir ce que l'on entend par « *système* » de mémoire. Définir ce qu'est un système de mémoire est toutefois bien plus complexe et problématique qu'il n'y paraît.

Selon Tulving (1985) les systèmes de mémoire sont des structures de composants opérationnels plus élémentaires. Un composant opérationnel se compose d'un substrat neuronal et des corrélats comportementaux ou cognitifs. Bien qu'il n'y ait pas de correspondance entre les tâches et les systèmes, ils sont néanmoins liés. Un système de mémoire permet ainsi d'effectuer des tâches de mémoire qui impliquent des composants opérationnels uniques à ce système. Ce point de vue a été justifié par de nombreuses études mettant en avant une indépendance stochastique notamment entre des tâches de reconnaissance et des tâches d'achèvement de mots (Tulving, Schacter, & Stark, 1982 ; Light, Singh, & Capps, 1986). On parle d'indépendance stochastique lorsque les performances pour un premier item ne prédisent pas les performances au même item dans une seconde tâche. Ainsi par exemple l'étude de Light et al. (1986) a permis de confirmer les résultats obtenus par Tulving et al. (1982) montrant des performances en complétion de fragments

indépendants du fait que les mots étaient jugés comme anciens ou non dans une tâche de reconnaissance. Toutefois, depuis ces études princeps, visant à justifier le point de vue de l'existence de systèmes de mémoire par l'indépendance stochastique, la notion de système mémoriel a largement évolué et s'est complexifiée.

Sherry et Schacter (1987) ont défini deux visions des systèmes mémoriels : (1) une conception forte et (2) une conception faible. Selon la conception forte, un système de mémoire est autonome d'un autre avec un fonctionnement indépendant des autres systèmes. La conception faible est définie comme des systèmes de mémoire répondant à des processus mnésiques différents mais évoluant en interaction les uns les autres. Ashby et Ell (2002) considèrent qu'il existe un continuum de niveaux auquel un système pourrait être défini allant du macroscopique au microscopique. Dans le cadre de ce travail de thèse, nous nous appuyons sur la définition de Sherry et Schacter (1987), qui définissent un système de mémoire comme « une interaction entre les mécanismes d'acquisition, de rétention et de récupération qui est caractérisée par certaines règles de fonctionnement » (p. 440).

1.2.1 Les approches multi-systèmes de la mémoire

De nombreuses études ont permis de mettre en évidence différents systèmes de mémoire. Par exemple Tulving (1983) a distingué une mémoire épisodique d'une mémoire sémantique, où la mémoire épisodique est impliquée dans l'encodage et la récupération de souvenirs (événements et faits personnels) et la mémoire sémantique est impliquée dans l'encodage et la récupération de connaissances sur le monde (indépendamment de l'identité et du passé d'une personne). Cohen et Squire (1980) ont distingué une mémoire procédurale d'une mémoire déclarative. Si la mémoire procédurale impliquait un « *savoir comment* » permettant le stockage et la récupération de compétences perceptivo-motrices, la mémoire sémantique impliquerait un « *savoir cela* » stockant et permettant la récupération de

connaissances propositionnelles. Par la suite, Tulving (1995) a proposé le modèle Serial Parallel Independent (SPI). Ce modèle de mémoire multi-systèmes se compose d'une mémoire épisodique, une mémoire sémantique, un Système de Représentation Perceptif (SRP) permettant de rendre compte des effets d'amorçage perceptif d'objets ou de mots, en permettant leurs identifications perceptives mais sans référence à leurs significations. L'une des particularités de ce modèle est l'organisation des processus en jeu dans celui-ci. L'encodage est sériel à partir du SRP, puis par la mémoire sémantique et enfin par la mémoire épisodique. Le stockage des informations en mémoire s'effectue en parallèle dans les différents systèmes. La récupération des informations entre les différents systèmes s'effectue de manière indépendante.

Toutefois, le point de vue stipulant un encodage de l'information en série a fait l'objet de nombreuses critiques. Hodges et Graham (2001) ont par exemple obtenu des résultats plus en accord avec un modèle à entrées multiples de l'information qu'à un modèle de traitement de l'information en série. Dans cet article, les performances en mémoire de 14 patients atteints de démence sémantique ont été évaluées à l'aide d'un test de mémoire de source (« *source monitoring test* ») et un test de mémoire visuelle associative. Les résultats de cette étude ont permis aux auteurs de conclure que des connaissances sémantiques peuvent être acquises malgré l'absence apparente de mémoire épisodique. De même, Simons et al. (2002) obtiennent des résultats amenant aux mêmes conclusions que Hodges et Graham (2001). Dans leurs études portant sur des patients atteints de démence sémantique, Simons et al. (2002) observent que la mémoire épisodique peut permettre l'encodage et la récupération d'information en l'absence de mémoire sémantique.

De plus une étude de Gagnepain, Lebreton, Desgranges, et Eustache (2008) ayant pour objectif de mieux comprendre le rôle de l'amorçage perceptif sur la création de nouveaux souvenirs épisodiques est en faveur d'un potentiel encodage direct de l'information entre le SRP et la mémoire épisodique. Le SRP est issu d'études

antérieures sur les effets d'amorçage perceptif (Schacter, Cooper, & Delaney, 1990 ; Schacter, 1992), ayant pour but de comprendre les résultats obtenus dans l'étude de Riddoch et Humphreys (1987) dans laquelle ils décrivent un patient présentant une déficience d'accès aux connaissances sémantiques mais un accès aux connaissances structurelles préservées lors de la présentation de stimuli visuels représentant soit des objets soit des formes structurellement anormales (voir, Schacter et al., 1990). Notons que dans l'étude de Riddoch et Humphreys (1987) les connaissances sémantiques étaient évaluées en demandant au patient de nommer les objets et de répondre à des questions sur les propriétés fonctionnelles ou associatives de ceux-ci, tandis que les connaissances structurelles étaient évaluées en demandant au patient de déterminer si les objets étaient structurellement possibles ou non. Schacter et al. (1990) expliquent les résultats de l'étude de Riddoch et Humphreys (1987) en proposant un nouveau système de mémoire SRP qu'ils vont argumenter à l'aide de résultats obtenus dans des tâches d'amorçage. Dans cette tâche, il est présenté au cours d'une phase d'étude des formes géométriques en trois dimensions au cours de laquelle est manipulée la nature de l'encodage : (1) global où il est demandé aux participants de décider si chaque objet présenté était orienté principalement vers la gauche ou vers la droite, ou (2) local où il est demandé aux participants de décider si un objet avait plus de lignes horizontales ou verticales. Au cours d'une seconde phase les participants devaient réaliser un test de décision d'objet où ils devaient estimer si l'objet est possible structurellement ou non puis un test de reconnaissance où il leur est demandé d'estimer si les participants ont vu ou non les objets lors de la phase d'étude. La phase d'étude qui favorise l'acquisition d'informations sur la structure globale de l'objet - une description structurelle de l'objet - produisait des effets d'amorçage lors de la phase test de décision d'objet, tandis que la phase d'étude qui ne nécessitait pas de coder une description structurelle ne produisait pas d'effets d'amorçage. La validité de l'hypothèse d'un encodage sériel dans le modèle SPI, et notamment de la nécessité d'un encodage dans le SRP puis dans la mémoire

épisode dans un second temps, a été remise en question par Tulving (2001). C'est dans cette perspective que Simons, Graham, Galton, Patterson, et Hodges (2001) ont proposé un modèle « *multiple input* » (MI). Selon le modèle MI les informations perceptives peuvent être suffisantes pour permettre la discrimination entre des items anciens et nouveaux dans un test de mémoire épisodique (Bruce, 1982 ; Simons et al., 2001 ; Graham, Simons, Pratt, Patterson, & Hodges, 2000).

Ainsi, parallèlement au travail visant à comprendre les limites des modèles de mémoire à système multiple et visant à essayer de redéfinir ces différents systèmes pour répondre aux problématiques soulevées, d'autres chercheurs ont essayé d'évaluer, en utilisant des méthodologies similaires au courant postulant l'existence de multiples systèmes de mémoire, si des modèles de mémoire unique étaient susceptibles de rendre compte des mêmes phénomènes (Kinder & Shanks, 2003 ; Berry, Shanks, & Henson, 2008 ; Berry, Kessels, Wester, & Shanks, 2014). Classiquement la mise en évidence de phénomènes en faveur de l'existence de multiples systèmes de mémoire repose sur des méthodologies spécifiques telles que (1) la méthode de double dissociation, (2) de simple dissociation (Ashby & Ell, 2002). La méthode de double dissociation correspond à la mise en évidence d'une interaction entre les performances de deux tâches sur deux populations. Il est important de prendre en compte que cette interaction doit-être cross-over, ou dans le cas contraire, l'interaction ne sera pas considérée comme une double dissociation. De plus, l'interaction doit provenir de la même variable dépendante dans deux tâches différentes et sur deux populations différentes. En cela, une double dissociation doit-être différenciée des phénomènes d'interaction observés par la manipulation de design expérimental de type 2×2 . Enfin un des derniers critères importants est de noter que les deux groupes de l'expérience doivent être représentatifs d'une population homogène. En ce sens, l'étude d'un cas unique sur une population contrôle ne suffit pas à rendre compte d'une double dissociation. Cette propriété est non sans questionnements dans l'étude de population humaine où les populations

étudiées avec leurs lésions cérébrales ne sont pas provoquées par l'expérimentateur et peuvent même dans le cas de démence être hétérogènes. À ce titre, Ashby et Ell (2002) proposent que pour chaque double dissociation observée chez l'humain, une réplication soit faite sur une population animale dans des conditions expérimentales plus contrôlées. La simple dissociation se définit par la mise en évidence d'une interaction sans cross-over. Le problème soulevé par ce type de méthode est qu'il reste difficile d'avoir des conclusions fortes pouvant justifier la pertinence ou non de définir des systèmes multiples de mémoire (Ashby & Ell, 2002). Par exemple, supposons deux téléviseurs : un téléviseur A ayant le son mais pas d'image et un téléviseur B ayant l'image mais pas le son. Nous sommes dans une situation mettant en évidence une interaction cross-over et pouvant soutenir l'idée que le son et l'image sont deux systèmes indépendants. Toutefois dans le cas où le téléviseur n'a ni son ni image, nous observons un effet d'interaction mais il reste probable que l'image est un sous-système du son et qu'en l'absence du son nous ne pouvons avoir d'image. Dans ce cas, modèles multi-systèmes et uni-système sont tout autant pertinents pour rendre compte du fonctionnement de ce téléviseur.

C'est dans ce cadre méthodologique que tout un courant, postulant que le fonctionnement de la mémoire repose sur un système unique, a eu pour objectif de reproduire les mêmes phénomènes que ceux observés par les courants multi-systèmes (Kinder & Shanks, 2003 ; Berry et al., 2008, 2014). Par exemple, Kinder et Shanks (2003) ont remis en question l'indépendance entre la mémoire déclarative et la mémoire non déclarative. La mémoire déclarative est caractérisée par sa faculté à récupérer des connaissances de manière intentionnelle et consciente. La mémoire non déclarative, à l'inverse, permet d'influencer le comportement en l'absence de prise de conscience et d'intentionnalité. Cette différence entre mémoire déclarative et non déclarative a été postulée par des résultats montrant des performances moindres pour des patients amnésiques dans des tâches de reconnaissance comparativement à un groupe contrôle et de meilleures performances dans des tâches d'amorçage (Keane,

Gabrieli, Noland, Gabrieli, & McNealy, 1995). Afin d'étudier cette distinction entre mémoire déclarative et non déclarative, Kinder et Shanks (2003) ont employé un modèle uni-système de mémoire, SRN (Simple Recurrent Network). Ce modèle, conçu pour apprendre des séquences de stimuli en étant toujours entraîné à prédire le prochain stimulus de la séquence, a permis d'obtenir le même pattern de résultats que ceux obtenus par Keane et al. (1995). Des conclusions similaires ont été obtenues dans les travaux de Berry, Shanks, Speekenbrink, et Henson (2012) et de Berry et al. (2014) montrant qu'un modèle uni-système de mémoire computationnelle est susceptible de rendre compte des mêmes phénomènes observés que des modèles multi-systèmes de mémoire. Ainsi, bien que les modèles multi-systèmes de mémoire aient majoritairement fait leurs preuves dans le domaine de la psychologie et de la neuropsychologie, des modèles à système unique sont tout autant susceptibles de rendre compte des phénomènes cognitifs observés. Dans la section suivante de cette thèse nous présenterons, de manière non exhaustive, plusieurs modèles de mémoire à système unique en relation avec le travail inclus dans celle-ci.

1.2.2 Le modèle MINERVA 2 de Hintzman

Minerva 2 fait partie de la classe des « *global matching models* », qui inclut des modèles de mémoire tel que le modèle « *Theory of Distributed Associative Memory* » (Murdock, 1982, TODAM), le modèle « *Search of Associative Memory* » (Gillund & Shiffrin, 1984, SAM), le modèle « *Matrix* » (Humphreys, Bain, & Pike, 1989) ainsi que le « *Composite Holographic Associative Recall Model* » (Eich, 1982, CHARM). Ces modèles ont pour point commun de considérer les indices (signals) combinés en une sonde unique de la mémoire, postulant un système de mémoire distribuée (S. Clark & Gronlund, 1996). Ainsi les indices n'ont pas pour fonction d'extraire des éléments particuliers de la mémoire mais plutôt d'accéder à la mémoire dans son ensemble en activant les informations stockées sur plusieurs événements en parallèle.

Le modèle Minerva 2 a permis de rendre compte de nombreux phénomènes de mémoire. Par exemple, Arndt et Hirshman (1998) ont étudié comment le modèle Minerva 2 est susceptible d'expliquer le phénomène de fausse reconnaissance. Cette étude a permis de démontrer que le modèle Minerva 2 repose sur les mêmes mécanismes mis en avant dans la littérature antérieure sur l'étude des fausses reconnaissances. Les performances pour les exemplaires et les prototypes augmentent au même rythme à des niveaux d'apprentissage faible, tandis qu'un niveau d'apprentissage plus élevé entraîne une augmentation des performances des exemplaires comparativement aux prototypes. Celui-ci permet de spécifier la source de la reconnaissance qu'elle soit vraie ou fausse.

Une expérience ou un événement est représenté comme un vecteur de n entités qui prennent les valeurs 1, 0 ou -1 (Hintzman, 1984). A chaque événement un nouveau vecteur est créé en mémoire. Chacune des caractéristiques de l'événement a une probabilité L d'être correctement codées (« *learning rate* »). Si une caractéristique du vecteur de l'item n'est pas copiée dans la mémoire, la trace de l'item a un 0 stocké pour cette caractéristique. Cette représentation vectorielle d'un événement renvoie au premier postulat développé par Hintzman (1984) où seules les traces épisodiques sont stockées en mémoire. Ainsi les composantes de la mémoire humaine correspondent à une accumulation de vecteurs où chaque vecteur dispose de différentes propriétés sensorielles et motrices codées par les valeurs 1, 0 ou -1. Si une propriété est associée à une valeur de 1 elle peut-être considérée comme une excitatrice de la propriété, une valeur -1 comme une inhibition de la propriété et une valeur 0 comme indéterminée. Dans le modèle MINERVA 2 les contenus de la mémoire sont représentés par une matrice M où chacun des vecteurs représente un événement. L'apprentissage consiste à copier les caractéristiques d'une expérience dans une trace. L'oubli est représenté par un « *decay rate* », où une caractéristique peut revenir à 0 avec une probabilité δ . L'appariement global (« *global matching* ») consiste à

comparer le vecteur sonde P avec chaque vecteur en mémoire dans la matrice M . La similarité S_i entre la sonde et le vecteur trace i de la matrice M est calculé comme suit :

$$S_i = \sum_{j=1}^N \frac{P_j T_{i,j}}{\epsilon_i}$$

où T_j est le j ème vecteur trace de M , j la j ème caractéristique dans la comparaison entre la sonde et les vecteurs trace, et ϵ_i est le nombre de caractéristiques où $P_j \neq 0$ et $T_{i,j} \neq 0$. Les valeurs de S_i sont égales à 1 si le vecteur sonde est identique au vecteur trace et 0 si les deux vecteurs sont orthogonaux entre eux. La mesure dans laquelle une sonde d'item active les traces en mémoire est calculée comme l'activation

$$A_i = S_i^3$$

Les valeurs d'activation sont ensuite additionnées pour produire une valeur d' « intensité de l'écho » I (c'est-à-dire, familiarité), de sorte que:

$$I = \sum_{i=1}^M A_i$$

Comme développé par Rousset (2000) le modèle Minerva 2 pourrait-être considéré comme une formalisation mathématique du principe d'« ecphorie synergétique » proposé par Tulving (1982) pour expliquer le fonctionnement de la mémoire épisodique. L'ecphorie synergétique est un processus hypothétique qui, par interaction entre l'épisode actuel (i.e. indice de récupération) et les traces stockées en mémoire (ou engrammes,) fournissent une information, appelée information

ecphorique. Cette information émerge donc de la similarité entre l'information actuelle et les traces d'épisodes en mémoire provoquant le souvenir. La principale différence entre l'ecphorie synergétique et le modèle Minerva 2 réside dans la nature de l'information : sémantique selon Tulving (1982) et sensorielle selon Hintzman (1984, 1986, 1988, 1990). Par ailleurs, si pour Tulving (1982) le principe d'« ecphorie synergétique » ne s'applique qu'à la mémoire épisodique, le modèle Minerva 2 étend ce principe au fonctionnement de la mémoire dans sa globalité. Ainsi, la mémoire n'est plus une zone de stockage de représentations mais elle a pour fonction de re-crée, simuler, des états sensori-moteurs antérieurs et permet la construction de nouvelles traces. Cette conception de la mémoire a cependant fait l'objet de nombreux questionnements (Versace et al., 2014) quant à la spécificité des mécanismes d'activation en mémoire et de construction (intégration) de nouvelles traces en mémoire. Quel est le rôle de chacun de ces mécanismes en mémoire et quelles sont leurs relations (sont-ils indépendants, dissociés) ? De plus, comment le mécanisme d'activation permet à la fois de récupérer des souvenirs et de récupérer des connaissances plus catégorielles ? C'est dans cette dynamique visant à répondre à ces questionnements qu'a été élaboré le modèle Act-In (Versace et al., 2014).

1.2.3 Le modèle Act-In

Dans le modèle Act-In (Activation-Intégration) les mécanismes d'activation et d'intégration jouent un rôle clé dans les processus de mémoire et seraient impliqués dans la construction de traces en mémoire et dans l'émergence de connaissances (Versace et al., 2014). Dans ce modèle les connaissances sont le résultat de la dynamique du fonctionnement de la mémoire. Ce postulat d'émergence de connaissance est issu des modèles de mémoire à système unique « *single-system* » tel que le modèle de mémoire Minerva 2 (Hintzman, 1984).

Le modèle Act-In repose sur quatre hypothèses principales : (1) Les traces en

mémoire sont le reflet de toutes les expériences passées, représentées par des propriétés sensorielles des récepteurs sensoriels et moteur, par l'action sur l'environnement, ainsi que motivationnelles et émotionnelles, (2) les connaissances sont le fruit de l'émergence des propriétés sensorielles, motrices et émotionnelles entre les expériences passées et l'expérience présente, (3) la mémoire se développe par l'accumulation de connaissances et par catégorisation des informations, et (4) l'émergence de connaissances spécifiques repose sur les mécanismes d'activation et d'intégration en interactions.

Afin d'expliquer les mécanismes d'activation et d'intégration, le modèle Act-In représente la mémoire par le biais d'une grille matricielle (Versace et al., 2014) sensiblement similaire à celle du modèle Minerva 2 (Hintzman, 1984). Chaque ligne de cette matrice représente une trace (un événement, épisode) et chaque colonne une composante de l'expérience codée par la trace. L'exposition à l'environnement se traduit par l'activation parallèle de composantes sensori-motrices qui se propagent ensuite aux autres composantes liées aux propriétés de l'environnement. Selon Versace et al. (2014) ces activations multimodales s'intègrent progressivement permettant l'accès à des connaissances de plus en plus élaborées et de plus en plus unitaires sur l'environnement actuel. Ainsi, il est postulé que la réactivation d'un nombre limité de traces en mémoire permet l'émergence de connaissances spécifiques tandis que la réactivation d'un grand nombre de traces permet l'émergence de connaissances plus abstraites. L'émergence d'une connaissance repose donc sur deux mécanismes : (1) l'activation inter-traces qui implique à la fois des activations intra et inter-composantes, et (2) l'intégration multi-composantes. Les activations inter-traces consistent en la propagation de l'activation entre les différentes composantes d'une trace et à travers les différentes traces de chaque composante. Ainsi, pour reprendre l'exemple de Versace et al. (2014) la vue d'une image de chien va permettre l'activation des différentes traces en mémoire, événements passés en relation avec le stimulus présenté représentant la propagation de l'activation

intra-composante, et plus spécifiquement des composantes visuelles provoquées par la présentation d'un stimulus visuel. En dehors de cette propagation de l'activation intra-composante, la vue d'un chien va permettre d'activer l'ensemble des composantes pour chacune des traces (autres que visuelles), telles que les composantes auditives, olfactives et tactiles etc. Cette propagation de l'activation inter-composante n'est donc plus spécifique à une composante en particulier mais se propage d'une composante à une autre pour une trace en mémoire. Toutefois le mécanisme d'activation inter-traces ne suffit pas à l'émergence de connaissances. Selon Versace, Labeye, Badard, et Rose (2009) une intégration multi-composante est nécessaire pour accéder à des connaissances non spécifiques sur un événement, un épisode présent. Contrairement au modèle « *global matching* » où l'intégration pourrait se définir en une accumulation d'activation en mémoire, le modèle Act-In permet de définir trois propriétés fondamentales du mécanisme d'activation (Versace et al., 2014). L'intégration est (1) un mécanisme en ligne, (2) dynamique et progressif et (3) non linéaire. Globalement ce mécanisme d'intégration s'effectue en parallèle des calculs de similarités, qui comme nous avons pu le voir auparavant dans le modèle Minerva 2 (Hintzman, 1984) s'effectue après tous les calculs de similarités, et ce mécanisme d'intégration dans le modèle Act-In s'effectue de manière continue. Enfin ce mécanisme d'intégration défendu dans le modèle Act-In devrait être susceptible d'élaborer différentes formes de connaissances de manière non linéaire.

La mémoire permet donc d'accéder à des connaissances conceptuelles. Elle nous permet ainsi de réaliser de nombreuses activités cognitives telles que la reconnaissance et l'utilisation d'objets ou la communication verbale et non verbale. Plusieurs études sont en faveur de l'idée selon laquelle la mémoire contribue à la reconnaissance des émotions (Lindquist, 2013 ; Nook, Lindquist, & Zaki, 2015 ; Barrett, 2006). Toutefois un tel point de vue n'est pas sans divergences. Ces divergences sont en lien étroit avec deux théories des émotions (1) la théorie naturaliste (ou « *classique* » des émotions) qui suppose que la reconnaissance des

émotions est universelle et innée (Darwin & Prodger, 1998 ; Ek- man et al., 1987), et (2) la théorie constructiviste qui postule que la reconnaissance des émotions dépend de la perception des expressions émotionnelles et de la capacité à donner un sens à celles-ci (Barrett, 2006 ; Barrett & Kensinger, 2010 ; Lindquist, 2013).

Chapitre 2

Des connaissances émotionnelles au paradigme d'amorçage : vers une compréhension des mécanismes sous-tendus

Le rôle des émotions dans la mémoire est un sujet fondamental pour la compréhension du fonctionnement de la mémoire. Tel qu'exprimé par (Versace et al., 2009) les expériences, permettant l'élaboration de traces en mémoire, ne peuvent être dissociées d'états émotionnels spécifiques. Il est possible de déterminer deux axes de questionnement sur l'émotion dans la cognition humaine. Premièrement, quel est l'impact des émotions sur le processus de mémorisation et deuxièmement comment dans un modèle unitaire et modale de la mémoire s'inscrit la connaissance émotionnelle ? Les émotions et leurs impacts sur la mémoire ont été étudiés à l'aide de dispositifs d'induction émotionnelle mettant en évidence l'importance des émotions sur les mécanismes d'émergence de connaissances antérieures. Une explication des résultats rapportés dans la littérature repose sur les théories de

réseaux de neurones notamment postulée par (Bower, 1981). Toutefois, si ces études permettent de rendre compte de l'importance des émotions sur la mémoire, elles ne permettent pas d'explorer et d'apporter une compréhension quant aux connaissances émotionnelles. L'étude des connaissances émotionnelles a été étroitement liée à la question de la distinction des émotions entre elles et a poussé tout un champ de recherche sur les émotions à vouloir proposer une classification de celles-ci tel un naturaliste esquisserait un arbre de vie. Bien que globalement acceptée par la communauté scientifique, des théories alternatives existent telle que celle proposée par Barrett (2006). Barrett (2006) considère en effet que chaque individu ressent les émotions comme il perçoit les couleurs, les objets ou les comportements d'autres individus.

Au regard de la littérature, le paradigme d'amorçage semble avoir été particulièrement utilisé et être approprié pour rendre compte des effets des émotions sur la mémoire (Versace et al., 2009). Le paradigme d'amorçage repose sur l'étude du lien entre un premier stimulus (amorce) et un second stimulus (cible) sur lequel les participants ont pour consigne de réaliser une action de catégorisation, d'identification, d'évaluation etc... L'effet d'amorçage est observé en comparant les performances obtenues par les participants aux essais où amorces et cibles sont liées (congruents) par rapport aux performances où amorces et cibles ne sont pas liées (non congruents). Le paradigme d'amorçage a été initialement employé dans des tâches de décisions sémantiques puis ensuite adapté à l'étude des émotions souvent intitulé amorçage affectif. Trois grandes théories permettent de rendre compte de ces effets d'amorçage observés et visent à comprendre et définir les mécanismes qui sous-tendent le fonctionnement de la mémoire.

2.1 Le rôle des émotions sur la mémoire

Les travaux de Bower (1981) permettent en partie de répondre à la première question évoquée dans la partie introductive de cette section, à savoir l'impact des émotions sur la cognition. Il s'est principalement intéressé à l'effet des émotions sur la mémoire (« *mood effect* ») d'événements biographiques. Ses études ont permis de démontrer que les participants étaient plus susceptibles de rappeler des informations émotionnelles lorsque celles-ci étaient représentatives de leurs états émotionnels lors du rappel. Ainsi en remplissant un journal quotidien sur des expériences d'enfance, les participants se souvenaient plus de ces expériences lorsque celles-ci correspondaient de manière affective à l'humeur dans laquelle les participants étaient lors du rappel. Ces travaux princeps ont permis de distinguer deux phénomènes sur l'impact des émotions sur la mémoire : (1) la *congruence de l'humeur* et (2) la *dépendance à l'état* (« *state dependency* »). La *congruence de l'humeur* peut se définir par la capacité des individus à récupérer des informations émotionnelles si celles-ci correspondent à l'état émotionnel des individus lors de la récupération des informations. La *dépendance à l'état* renvoie au phénomène où la recherche d'information est facilitée lorsque l'état émotionnel lors de la récupération est similaire à l'état émotionnel lors de la mémorisation.

Initialement deux méthodes ont été principalement employées pour étudier l'effet de l'induction émotionnelle sur la mémoire. Bower (1981) a par exemple utilisé l'hypnose afin d'induire un état émotionnel joyeux ou triste avant le rappel d'événements autobiographiques. La technique de Velten (1968) consiste à induire des états émotionnels en faisant lire aux participants des phrases tristes ou joyeuses tout en essayant de ressentir l'état émotionnel suggéré par les déclarations. L'induction émotionnelle par des phrases a permis par exemple à Madigan et Bollenbach (1982) de mettre en évidence un effet de congruence entre l'état émotionnel induit des participants et les souvenirs autobiographiques rappelés. Cet effet de congruence

émotionnelle a été observé dans plusieurs études utilisant la technique de Velten (1968) pour induire l'état émotionnel des participants (Snyder & White, 1982 ; Strickland, Hale, & Anderson, 1975 ; Teasdale & Fogarty, 1979). D. Clark et Teasdale (1985) ont proposé une alternative à la technique de Velten (1968) où au lieu de proposer des phrases pour induire l'état émotionnel des participants, ils leur présentaient de la musique. Toutefois, si un effet de congruence émotionnelle entre les souvenirs autobiographiques du participant et son état émotionnel lors du rappel des souvenirs en induisant l'état émotionnel avec des phrases est observé, il n'en est pas de même avec de la musique.

Par ailleurs l'effet de congruence émotionnelle par la technique de Velten (1968) a largement été critiqué (Mathews & Bradle, 1983 ; Buchwald, Strack, & Coyne, 1981 ; Polivy & Doyle, 1980). L'une des critiques majeures repose sur les conditions des groupes contrôles mis en place dans l'étude princeps de Velten (1968). Dans les groupes contrôles, les participants avaient pour consigne d'agir comme ils pensaient que les participants des groupes à induction émotionnelle agiraient (jeu de rôle) . Ces groupes contrôles avaient pour but d'évaluer l'importance de la consigne. Étant donné que les performances des participants des groupes d'induction étaient différentes de celles des groupes contrôles, Velten (1968) a conclu à l'absence d'effet des caractéristiques de la demande (des consignes) sur la technique d'induction. Toutefois la prise en compte d'un potentiel biais de l'expérimentateur semble entraîner des différences entre les deux groupes contrôles, en contradiction avec les conclusions de Velten (1968). Un tel biais observé pour les groupes contrôles est susceptible d'être présent aussi pour les groupes d'induction et donnant des arguments en défaveur de l'utilisation de la technique de Velten (Mathews & Bradle, 1983 ; Buchwald et al., 1981 ; Polivy & Doyle, 1980).

Une explication théorique de cet effet de congruence émotionnelle a été élaborée par Bower (1981) en s'appuyant sur les théories des modèles de réseaux sémantiques

de la mémoire à long terme. Le modèle développé par Bower (1981) suppose que pour chaque émotion, un nœud ou une unité spécifique est en mémoire et chacun de ces nœuds rassemble de nombreux autres aspects de l'émotion qui lui sont connectés par des pointeurs associatifs (« *associative pointers* »). Les nœuds émotionnels peuvent être activés par de nombreux stimuli qu'ils soient sensoriels ou verbaux. Une fois un certain seuil atteint, l'unité émettrice transmet une excitation aux nœuds qui transmettent le comportement attribué à l'émotion. L'activation d'un nœud de type émotionnel répand une activation dans toutes les structures de mémoire auxquelles il est connecté. Cette propagation de l'activation permettrait par accumulation des seuils d'activations l'émergence d'une conscience de l'état émotionnel du souvenir. Toutefois les phénomènes de *congruence de l'humeur* et de *dépendance à l'état* ont largement été discutés dans la littérature sur leur spécificité, en ce sens où ils pourraient s'agir d'effet du contexte sur la mémoire (Versace et al., 2009). Cet effet de contexte a été notamment étudié initialement par S. Smith, Glenberg, et Bjork (1978) démontrant des performances supérieures en rappel lorsque l'environnement d'apprentissage et de rappel d'items sont similaires comparativement à des environnements différents entre les deux étapes de cette tâche de mémoire. Ainsi les méthodes d'induction émotionnelle employées par Bower (1981) et Velten (1968) ne se suffisent pas pour démontrer l'émergence de phénomènes spécifiques liés à l'état émotionnel et nécessitent de proposer de nouveaux paradigmes plus à même d'étudier et de rendre compte de l'impact des émotions sur la mémoire.

2.2 Les connaissances émotionnelles du point de vue des modèles non abstraits

Dans une perspective non abstractive de la mémoire, la notion d'*émotion* ainsi que la nature des informations émotionnelles sont au coeur d'un débat entre la théorie naturaliste (ou « *classique* » des émotions) qui suppose que la reconnaissance des émotions est universelle et innée (Darwin & Prodger, 1998 ; Ekman et al., 1987), et la théorie constructiviste qui postule que la reconnaissance des émotions dépend de la perception des expressions émotionnelles et de la capacité à donner un sens à celle-ci (Barrett, 2006 ; Barrett & Kensinger, 2010 ; Lindquist, 2013). Selon Versace et al. (2014), de même qu'il existe de nombreuses preuves en faveur de l'idée selon laquelle le contenu des traces mnésiques est étroitement lié aux activités sensori-motrices antérieures, nous pourrions tout à fait concevoir qu'il en soit de même pour des états émotionnels spécifiques. Afin d'argumenter la problématique soulevée dans cette partie nous pouvons nous appuyer sur les travaux de Barrett (2006). Selon Barrett (2006), bien que tout individu croit connaître une émotion quand il la voit et bien que cet individu soit susceptible de supposer que les émotions sont des événements pouvant être reconnus (avec un certains degrés de certitude), il n'y a pourtant pas de critères claires et faisant l'unanimité par la communauté scientifique pour indiquer quand une émotion est présente et quand elle ne l'est pas.

De nombreux chercheurs s'inspirant des points de vue développés par Darwin (Darwin & Prodger, 1998) ont soutenu l'hypothèse structurelle de la perception des émotions. Cette hypothèse renvoie au postulat que les émotions sont des états biologiques universels, activés par le biais de circuits neuronaux dédiés et préservés dans l'évolution (Barrett & Kensinger, 2010). Plus spécifiquement dans le domaine d'étude des expressions faciales émotionnelles Matsumoto, Keltner, Shiota, O'Sullivan, et Frank (2008) dénombre cinq caractéristiques : (1) elles contiennent des marqueurs universels et fiables, (2) elles covarient avec une expérience subjective

différente, (3) elles font partie d'un ensemble de réponses émotionnelles (telles que des réactions physiologiques, ou évaluatives ou encore d'autres comportements non verbaux), (4) elles sont considérées comme des catégories discrètes et (5) elles sont impliquées dans de nombreuses fonctions de régulation interpersonnelles et sociales. Plusieurs études ont permis de démontrer la nature interculturelle du jugement des émotions (pour revue, Matsumoto et al., 2008). Ainsi par exemple, des émotions telles que la joie et la tristesse sont innées car elles s'expriment de la même manière dans toutes les cultures (Darwin & Prodger, 1998). Par la suite Ekman et al. (1987) ont conclu que la joie, la colère, le dégoût, la tristesse, la peur et la surprise étaient des émotions universelles et innées.

Avec l'étude de la nature universelle et innée des émotions a émergé une volonté de catégoriser les émotions et de définir des émotions dites de *bases*, ou *principales* ou encore *fondamentales*. Toutefois, il n'existe pas de consensus quant à l'identification des émotions de base. Le nombre d'émotions de base diffère d'un auteur à l'autre ainsi que l'identité de celles-ci (Ortony & Turner, 1990). Si une explication de ces différences d'identification des émotions entre les études peut s'expliquer par une difficulté d'étiquetage des émotions, ce problème de consensus questionne quant au rôle théorique de la notion d'émotions de base. Il est possible de distinguer deux types d'approches soutenant la notion d'émotions de base : (1) une approche considérant certaines émotions comme biologiquement primitives et (2) une autre approche les considérant comme psychologiquement primitives. L'approche biologique des émotions de base a pour objectif de comprendre les aspects fonctionnels des émotions en postulant la nature de certaines émotions car identifiables dans plusieurs cultures, voire même dans plusieurs espèces, tandis que d'autres émotions sont spécifiques à une espèce ou culture. Ces émotions auraient une signification évolutive particulière liée aux besoins qui doivent être satisfaits pour que l'individu ou l'espèce survive. L'approche psychologique des émotions de base repose sur l'idée qu'il existe une infinité d'émotions susceptibles d'être identifiées par

un plus petit ensemble d'émotions de base, non réductibles en d'autres émotions. Bien que l'idée d'émotions de base soit globalement acceptée par la communauté scientifique, sans prendre en compte la difficulté d'établir un consensus, certains auteurs ont émis des réserves quant à la pertinence d'élaborer un étiquetage systématique des émotions pour rendre compte de leurs fonctionnements ainsi qu'à la pertinence d'identifier des émotions de bases (Ortony & Turner, 1990 ; Barrett, 2006). Ortony et Turner (1990) ont émis tout particulièrement des critiques sur la dichotomie faite entre émotions de base et émotions non basiques. Leur point de vue est qu'il serait possible de catégoriser les émotions en fonction de leur prévalence présumée chez différentes espèces, et que si une émotion est suffisamment présente chez différentes espèces, cette émotion peut être supposée comme plus fondamentale qu'une émotion moins fréquente dans différentes espèces. Toutefois une telle conclusion est selon lui bien différente de l'idée d'une dichotomie entre émotions de base et émotions non basiques.

Barrett (2006) propose une alternative aux théories classiques des émotions, où elle considère que chaque individu ressent les émotions comme il perçoit les couleurs, les objets ou les comportements d'autres individus. Le paradoxe soulevé par Barrett (2006) repose sur l'idée que notre propre expérience liée aux émotions nous induit à croire que les émotions existent en tant qu'entités. Toutefois il n'existe pas selon Barrett (2006) de preuves scientifiques suffisamment solides et probantes de cette croyance permettant de considérer l'existence de la colère, la joie, la tristesse ou la peur en tant qu'entités. Le point développé par Barrett (2006) s'inscrit dans une approche non abstractive de la mémoire. Par exemple Bargh, Chen, et Burrows (1996) ont démontré que lors d'une phase d'amorçage, si des phrases liées au concept d'impolitesse sont présentées à des participants, ces mêmes participants interrompaient plus rapidement et plus fréquemment l'expérimentateur par la suite (expérience 1). De même les participants pour lesquels des phrases stéréotypées sur les personnes âgées ont été présentées en amorce marchaient plus lentement dans le

couloir à la fin de l'expérience (expérience 2). Ces résultats ont été reproduits en utilisant des phrases stéréotypées sur les afro-américain (expérience 3). Ce point de vue en défaveur de la nature universelle et innée des émotions a fait l'objet de plusieurs études soutenant un point de vue incarnée de la cognition et d'une volonté d'élaborer des modèles constructivistes de l'émotion depuis les années 2000 (pour revue, Lindquist, 2013).

Les modèles constructivistes de l'émotion ont trouvé des arguments en leurs faveurs par le biais d'études issues des neurosciences et d'études comportementales en psychologie. Dans le domaine des neurosciences, une méta-analyse réalisée par Lindquist, Wager, Kober, Bliss-Moreau, et Barrett (2012) a notamment mis en évidence des éléments cohérents avec une approche constructiviste des émotions. Tout d'abord, ils ont trouvé peu de preuves en faveur de l'idée selon laquelle des catégories d'émotions telles que définies par Darwin et Prodger (1998) ou Ekman et al. (1987) peuvent être localisées de manière spécifique dans des régions cérébrales distinctes. De plus, cette méta-analyse a permis d'observer qu'un ensemble de régions cérébrales impliquées dans des processus cognitifs de nature émotionnelle ou non émotionnelle sont actifs et en interactions lors de la perception d'émotions. Par exemple si l'amygdale est impliquée dans les situations de peur dans une approche classique des émotions, voir même l'une des zones cérébrales des émotions avec le striatum ventral, elle serait davantage impliquée dans les situations où la source de stimulation sensorielle est incertaine afin d'orienter l'attention vers une source de stimulation (Barrett & Bliss-Moreau, 2009). De même, l'insula, impliquée dans la reconnaissance et le traitement du dégoût dans une approche classique, jouerait davantage un rôle clé tant dans la représentation des sentiments affectifs de base que dans la prise de conscience de ceux-ci (Lehmann & Deutsch, 1995). Ainsi, l'observation d'une activation dans une région cérébrale donnée ne permet pas l'inférence inverse (Cacioppo & Tassinari, 1990). Par exemple, bien que l'induction de la peur produise très probablement une activation de l'amygdale, l'activation de

l'amygdale se retrouve également dans les inductions d'autres états affectifs, ce qui suggère que les mêmes régions cérébrales peuvent être utilisées dans plusieurs états affectifs.

Par ailleurs des études comportementales en faveur des modèles constructivistes de l'émotion ont permis d'enrichir ce point de vue (Gendron, Lindquist, Barsalou, & Barrett, 2012 ; Kirkland & Cunningham, 2012 ; Lindquist, Barrett, Bliss-Moreau, & Russell, 2006 ; Lindquist & Barrett, 2008). Dans l'étude de Gendron et al. (2012), les auteurs ont étudié l'influence du langage sur des stimuli émotionnels. Il est postulé que si le langage a une influence sur la perception de stimuli émotionnels, il paraît peu probable que les émotions puissent être des catégories réelles ou naturelles présentes dans notre environnement tel que défendu par les théories classiques des émotions. Pour cela Gendron et al. (2012) ont élaboré une tâche d'amorçage comprenant deux phases. La première phase avait pour but de familiariser les participants avec l'ensemble des visages afin de produire un effet d'amorçage plus robuste. L'hypothèse est que l'amorçage devrait augmenter avec les présentations répétées d'un stimulus et atteindre un plateau après six à huit présentations. Dans une seconde phase l'objectif était de briser l'amorçage de répétition. Pour cela une procédure de satiété sémantique a été utilisée. Celle-ci consiste en la répétition d'un mot émotionnel (plus de 30 répétitions) pour chaque essai d'amorçage. L'amorçage consistait en la présentation d'un visage exprimant une émotion et pouvant être identique ou non entre l'amorce et la cible. Les participants avaient pour consigne de signaler si les stimuli amorce et cible étaient identiques ou non. Les résultats de cette étude ont permis de mettre en évidence des performances moindres dans la procédure de satiété. Cette découverte constitue une preuve supplémentaire en faveur de l'hypothèse de construction : l'effet de satiété observé implique que la connaissance conceptuelle de l'émotion était active lors de la création d'un percept émotionnel. Ainsi les émotions ne dépendent pas d'entités émotionnelles.

Selon les modèles constructivistes, les émotions sont des phénomènes construits à partir d'éléments psychologiques plus fondamentaux (Lindquist, 2013). Ainsi au même titre que la perception de couleur tel que le rouge dépend de valeurs spécifiques de teinte, de luminosité et de saturation, l'émergence du concept de joie dépend de composantes physiologiques mais aussi contextuels. Le contexte joue en effet un rôle important et permet de rendre compte de la variabilité de la réponse émotionnelle. Au même titre qu'un rouge peut-être catégorisé comme un « *rouge cardinal* » dans certain contexte ou nommé « *bordeaux* » dans un autre cas, l'inverse est envisageable dans un autre contexte ; voire même jamais identifié comme tel dans le cas du rouge cardinal par exemple, car encore faut-il savoir de quelle couleur rouge étaient les robes des cardinaux de l'Église catholique. Selon ce point de vue les mesures du système nerveux périphérique (réactivité cardiovasculaire, la conductance cutanée, la respiration) permettent de rendre compte si une personne se sent positive ou négative, ou si la personne est dans un comportement d'approche ou d'évitement plutôt que de rendre compte des propriétés spécifiques à la « *colère* », la « *joie* », ou encore la « *tristesse* » (Barrett, 2006 ; Cacioppo, Priester, & Berntson, 1993 ; Cacioppo & Tassinary, 1990 ; Lindquist et al., 2012).

En dehors de la distinction modèles classiques des émotions et modèles constructivistes, nous avons pu voir au cours de ces derniers paragraphes l'importance de la méthode d'amorçage dans l'étude de l'émergence de connaissances, qu'elles soient qualifiées d'émotionnelles ou non. Toutefois le paradigme d'amorçage comprend de nombreuses méthodologies différentes qui nécessitent un tour d'horizon sur celles-ci.

2.3 Le paradigme d'amorçage : tour d'horizon des différences méthodologiques

Le paradigme d'amorçage semble particulièrement approprié pour rendre compte des effets des émotions sur la mémoire (Versace et al., 2009). Le principe de base de toutes tâches d'amorçage repose sur le lien établi entre un stimulus amorce et un stimulus cible. L'effet d'amorçage s'obtient par la comparaison des performances obtenues par les participants aux essais où amorce et cible sont liés (congruents) et aux performances où amorce et cible ne le sont pas (non congruent). Il existe différents types d'amorçage qu'il est possible de distinguer en deux grandes caractéristiques. L'une repose sur la structure temporelle du paradigme d'amorçage : amorçage en ligne vs amorçage par phase ; l'autre sur la nature du lien manipulé entre l'amorce et la cible : amorçage de répétition vs amorçage associatif.

L'amorçage en ligne et l'amorçage par phase se différencient par la structure temporelle de leur paradigme. Le paradigme d'amorçage en ligne consiste en la présentation de deux stimuli de manière séquentielle et peut permettre de manipuler le temps entre la présentation du stimulus amorce et la présentation du stimulus cible, ISI (Inter-Stimulus Interval) ou SOA (Stimulus Onset Asynchrony). A l'inverse le paradigme d'amorçage par phase se compose d'une première phase au cours de laquelle les amorces sont présentées au participant, puis d'une seconde phase de présentation des cibles.

La seconde distinction entre amorçage de répétition et amorçage associatif repose sur les liens manipulés entre l'amorce et la cible. Dans l'amorçage associatif, les stimuli amorce et cible diffèrent mais présentent des similitudes d'association catégorielle (ex. pain/brioche), orthographique (ex. bal/balle), ou phonologique (ex. cousin/coussin). A l'inverse dans l'amorçage de répétition, la présentation du même stimulus est proposée en amorce et en cible, et l'effet d'amorçage consiste en l'amélioration des performances en fonction de la fréquence d'apparition des items.

Les études employant l'amorçage de répétition ont permis de montrer qu'un mot permettait de faciliter le traitement ultérieur de ce mot (diminution des temps de réponse pour la prise de décision ou l'identification du mot cible), si le temps de présentation entre l'amorce et la cible était court (Scarborough, Cortese, & Scarborough, 1977). Sur la base de ces résultats, l'amorçage a été interprété comme le reflet de l'activation de représentations abstraites relatives au mot, et pas seulement comme le maintien de caractéristiques spécifiques du mot. Toutefois, la manipulation des caractéristiques de présentation du mot cible, telles que la police des caractères (Graf & Ryan, 1990) ou le contexte dans lequel il est présenté (Graf & Schacter, 1985), pouvait entraîner une réduction des effets d'amorçage. Sur la base de ces résultats, l'amorçage a alors été interprété comme l'activation de mécanismes perceptifs automatiques de bas niveau (Cave, Bost, & Cobb, 1996 ; Jacoby & Hayman, 1987 ; Masson 1986).

2.4 Explications des effets d'amorçage sur la mémoire

Il est possible de distinguer trois grandes théories expliquant les effets d'amorçage observés dans la littérature et notamment orientées sur l'amorçage sémantique : (1) les théories de la propagation de l'activation (spreading-activation theories), (2) les théories du signal composite (compound-cue theories), et (3) les réseaux connexionnistes distribués (distributed connectionist networks). Cette distinction de trois grandes théories et modèles qui leur incombent n'est cependant pas aussi étanche que sous-entendu dans la phrase précédente. Nous utilisons cette distinction afin de structurer cette partie mais au regard de la littérature il s'avère parfois difficile de catégoriser un modèle théorique dans l'un de ces trois grands courants théoriques.

Les théories de la propagation de l'activation sont élaborées autour des notions d'activation et de la propagation de ces activations. Le mécanisme d'activation

présenté ici est toutefois à différencier de celui du modèle Act-In (Versace et al., 2009) en ce sens où il s'agit d'activation de connaissances abstraites. Suite à la présentation d'une amorce, une représentation présente en mémoire et correspondant à l'amorce s'active. Le maintien de cette activation facilite ou perturbe le traitement de la cible. Par exemple, le modèle théorique de réseau sémantique de mémoire à long terme développé par Quillian (1967, 1969) repose sur l'idée que la mémoire humaine peut être modélisée en termes de réseau associatif de concepts sémantiques afin de décrire des événements. Ce modèle de mémoire consiste en une multitude de nœuds interconnectés par différents types de liens associatifs (Quillian, 1967). À chaque nœud sont attribuées différentes propriétés spécifiques au mot correspondant au nœud. Ainsi, si nous reprenons l'illustration de Quillian (1969) pour représenter son modèle, au nœud correspondant au mot « Animal » les propriétés « peut se déplacer », « manger » ou encore « respire » y sont associées (voir figure 2.1).

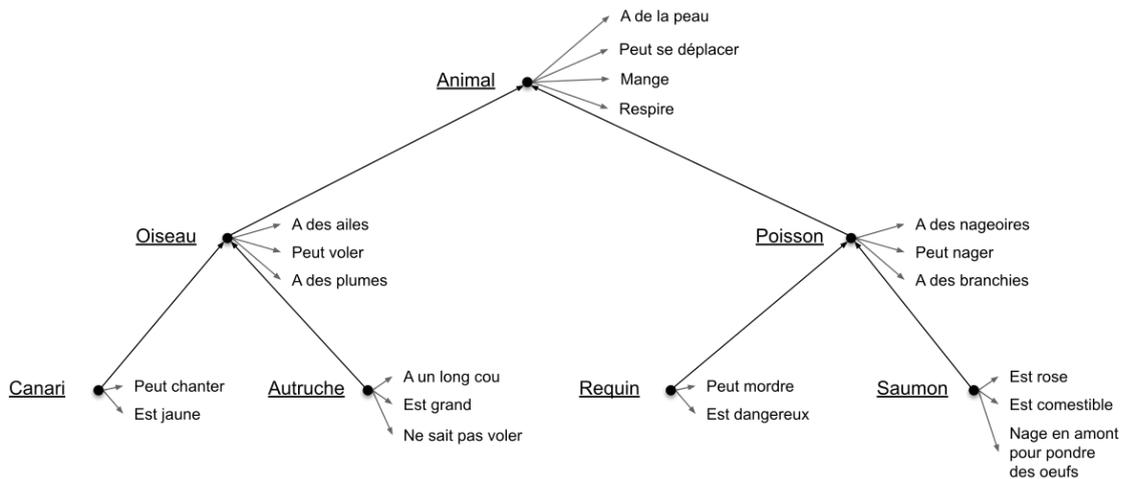


FIGURE 2.1 – Adaptation française de l'illustration de Collins & Quillian (1969) de la structure en mémoire des représentations sémantiques sur trois niveaux.

L'organisation associative entre les nœuds est hiérarchique en ce sens où pour le nœud correspondant au mot « canari » la propriété « jaune » lui est associée tandis

que la propriété « voler » ne l'est pas directement. Cela nécessite l'accès au sur-ensemble de « canari » qu'est « oiseau ». Ainsi cette hiérarchisation des nœuds et de leurs propriétés associées serait susceptible d'influencer le comportement des individus. Par exemple, le temps de décision d'un individu serait potentiellement plus long pour déterminer l'énoncé « un canari a des ailes » comme vrai comparativement à l'énoncé « un canari est jaune ». Afin de tester ce postulat, Quillian (1969) a élaboré trois expériences mettant en évidence des temps de réponse plus lents lorsque les participants étaient soumis à des énoncés nécessitant l'extraction de propriétés à un niveau supérieur comparativement aux énoncés nécessitant l'extraction de propriétés spécifiques aux nœuds correspondant aux mots. Suite aux travaux de Quillian (1967, 1969), Collins et Loftus (1975) ont développé le modèle en précisant le mécanisme d'activation et en incluant la notion de propagation de l'activation. Le postulat de base développé par Collins et Loftus (1975) est que la mémoire est organisée en fonction de la similarité sémantique. Ainsi, si nous reprenons son illustration représentant un fragment de la mémoire humaine composée de nœuds correspondant à des concepts, certains nœuds sont liés par leurs similitudes tandis que d'autres ne le sont pas, ou indirectement (voir figure 2.2).

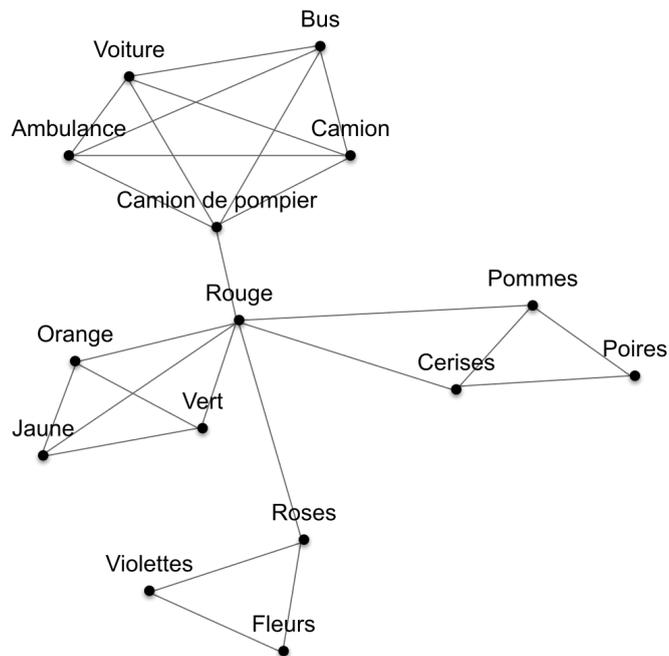


FIGURE 2.2 – Adaptation française (partielle) de l'illustration de Collins & Loftus (1975) d'un fragment de la mémoire humaine et des connexions entre les nœuds.

Par exemple, les couleurs sont présentées comme étant étroitement liées, en raison des nombreuses connexions individuelles supposées exister entre elles. En revanche, certaines couleurs ne sont pas reliées aux fruits, en dehors de la couleur rouge associée à la pomme et à la cerise. Le mécanisme d'activation permet d'étendre l'accès aux nœuds associés de sorte que si « véhicule » est amorcée, l'activation sur tout type de véhicules se propagera à partir des nœuds voisins. Les principales propriétés de l'activation sont que l'activation : (1) ne peut commencer que sur un nœud à la fois et (2) est susceptible de diminuer avec le temps.

Dans les théories du signal composite il n'y a pas d'activation temporaire d'informations dans le système de mémoire à long terme tel qu'expliqué dans les théories de la propagation de l'activation (McKoon & Ratcliff, 1992). Dans ces théories il est postulé que les informations présentées sont supposées se combiner pour former un signal composite en mémoire à court terme. Un degré de familiarité est déterminé par la force des associations entre le signal composite en mémoire à court

terme et les éléments stockés en mémoire à long-terme. Les théories du signal composite ont été implémentées dans de nombreux modèles de mémoire (Gillund & Shiffrin, 1984 ; Grossberg & Stone, 1987 ; Hintzman, 1986 ; Murdock, 1982). Ces modèles sont centrés sur la valeur de la familiarité déterminée par le lien entre le signal composite et les éléments stockés en mémoire à long terme. Dans le cas de l'amorçage, le signal composite est la combinaison du stimulus amorce et du stimulus cible (Hintzman, 1990). Ainsi l'amorce aide à déterminer la valeur de familiarité (ou plus spécifiquement l'intensité de l'écho dans le cas du modèle de Hintzman (1990)) qui détermine la précision et le temps de réponse lors de la présentation de la cible (Ratcliff & McKoon, 1988). Lorsque les stimuli amorce et cible sont congruents, elles sont stockées dans un seul vecteur. Lors de la récupération de l'information le lien entre le vecteur test et chacun des vecteurs stockés en mémoire est évalué et cette valeur est élevée à la troisième puissance (activation) et sommée pour donner l'intensité de l'écho. Ainsi dans le cas où amorce et cible sont dans le même vecteur la similarité sera élevée et donc l'intensité de l'écho d'autant plus élevée ; tandis que dans le cas où amorce et cible sont dans deux vecteurs indépendants la similarité et l'intensité de l'écho seront plus faibles (voir figure 2.3).

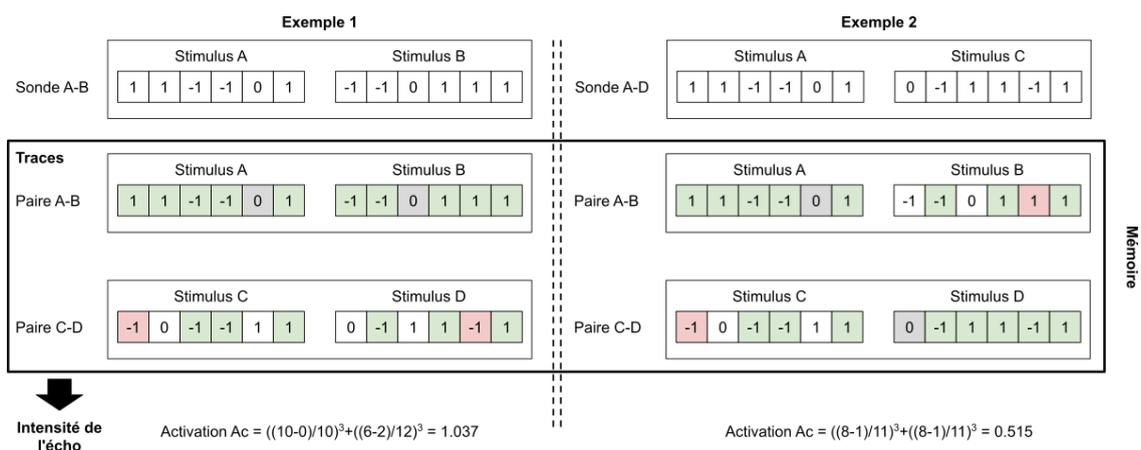


FIGURE 2.3 – Illustration des effets d'amorçage du point de vue du modèle d'Hintzman (1990) à l'aide de deux exemples.

Il existe de nombreux modèles connexionnistes visant à expliquer et simuler le

fonctionnement de la mémoire. Il est possible de distinguer les modèles connexionnistes locaux postulant qu'un nœud correspond à un concept, aux modèles connexionnistes distribués où un concept est distribué sur plusieurs nœuds. L'objectif ici n'est pas de proposer une liste exhaustive de l'ensemble des modèles connexionnistes mais juste d'introduire comment ces modèles peuvent rendre compte des effets d'amorçage observés dans la littérature. Classiquement les réseaux de neurones multicouches se composent de trois couches de nœuds : (1) une couche d'entrée, (2) une couche de sortie, et (3) une couche intermédiaire faisant le lien entre la couche d'entrée et de sortie.

2.5 Le paradigme d'amorçage et le rôle des émotions dans les opérations cognitives

Les effets d'amorçage observés dans la littérature avec des stimuli à teneur émotionnelle ont abondamment été étudiés avec des mots (par exemple, Bargh, Chaiken, Gollwitzer, & Pratto, 1992 ; Fazio, Sanbonmatsu, Powell, & Kardes, 1986), des images (par exemple, Hermans, Houwer, & Eelen, 1994) et des odeurs (par exemple, Hermans, Baeyens, & Eelen, 1998). La différence fondamentale avec les tâches d'amorçage sémantique repose sur la nature de la tâche que doivent réaliser les participants : au lieu d'effectuer une tâche de décision sémantique les participants doivent réaliser une tâche de décision affective. Ainsi par exemple un mot cible, par exemple « agressif » peut-être précédé d'un mot amorce, par exemple « nounours » et les participants ont pour consigne de répondre à la cible, par exemple en évaluant s'ils considèrent le mot cible comme positif ou négatif. Pareillement à l'amorçage sémantique, lorsque amorce-cible peuvent être évaluées de manière identique (congruence évaluative), par exemple « agressif » - « John Wayne Gacy » les performances sont potentiellement facilitées comparativement à des essais non

congruents, par exemple « agressif » - « nounours ». Dans l'étude de Fazio et al. (1986) la tâche que devaient réaliser les participants était constituée de deux phases. Au cours de la première phase, des mots étaient présentés aux participants. Ils avaient pour consigne de déterminer si les mots présentés renvoyaient à « quelque chose de bon ou de mauvais ». Suite à cette phase, seuls les stimuli évalués le plus rapidement et le plus lentement sont sélectionnés pour la seconde phase. Au cours de la seconde phase, chacun des mots sélectionnés était présenté en amorce suivi d'un mot cible après un délai de 300 ms. Les participants devaient indiquer si les mots cibles présentés renvoyaient à « quelque chose de négatif ou de positif ». Les résultats ont permis de mettre en évidence un effet de congruence affective. Les temps de réaction observés lorsque les mots en amorce et en cible étaient congruents, étaient significativement inférieurs aux temps obtenus lors de la présentation de mots en amorce et en cible non congruents. Différents types de stimuli ont été utilisés en employant un paradigme relativement proche de celui de Fazio et al. (1986), tel que des mots (Klauer, 1997), des non mots (De Houwer, Hermans, & Eelen, 1998), des photographies (Avero & Calvo, 2006), des odeurs (Hermans et al., 1998), des dessins sans signification (Duckworth, Bargh, Garcia, & Chaiken, 2002), ainsi que des expressions faciales émotionnelles (Werheid, Alpay, Jentzsch, & Sommer, 2005). Les études sur l'amorçage affectif peuvent être considérées comme une adaptation des paradigmes d'amorçage sémantique (Klauer, 1997). De ce fait, les effets observés dans l'amorçage affectif sont susceptibles d'être expliqués par les mêmes mécanismes et modèles que ceux expliquant l'amorçage sémantique. Ainsi Fazio et al. (1986) et Murphy et Zajonc (1993) expliquent les effets d'amorçage observés par des mécanismes d'évaluations qui peuvent être définis en termes d'activation et de propagation de l'activation automatique. Comme présenté précédemment pour l'amorçage sémantique, l'évaluation du stimulus amorce s'active automatiquement et très rapidement lors de sa présentation et se propage aux nœuds qui lui sont liés permettant de rendre compte de meilleures performances lorsque amorce et cible

sont congruentes.

Conclusion et problématique

Dans la première partie de cette thèse, il a été présenté le point de vue des modèles non abstractifs postulant que les représentations conceptuelles qui constituent nos connaissances sont fondées sur des expériences sensorielles et motrices plus que sur des représentations abstraites dans un système conceptuel modale (Pezzulo et al., 2013). Plusieurs études ont permis de rendre compte de la nature sensorielle des connaissances (Brunel, Labeye, Lesourd, & Versace, 2009 ; Brunel, Lesourd, Labeye, & Versace, 2010 ; Vallet, Brunel, & Versace, 2010). Ces études ont permis de soutenir les modèles non abstractifs de la mémoire. Les concepts en tant qu'entités stockées en mémoire tel qu'expliqué par les théories classiques de la cognition, ne peuvent être soutenus par les modèles de mémoire qui sous-tendent ces études empiriques. Selon ces modèles, les concepts émergent d'épisodes sensorimoteurs antérieurs. Ainsi le raisonnement, le traitement numérique et le langage émergent d'une diversité de processus corporels, perceptifs et moteurs (Pezzulo et al., 2013). Par exemple, l'étude de Zwaan et al. (2004) a permis de rendre compte de l'implication de simulations perceptives dans la compréhension du langage. L'étude de Kemmerer et al. (2008) où les participants devaient effectuer une tâche de jugements sémantiques impliquant cinq composantes sémantiques distinctives (action, mouvement, contact, changement d'état, utilisation d'outil) est en faveur d'un ancrage sensori-moteur des connaissances.

Si ce point de vue est applicable aux concepts (Versace et al., 2014) nous pouvons

nous demander à quel point cet argument est applicable aux émotions ? Dans cette thèse, il est postulé qu'il paraît peu vraisemblable que les émotions (telles que la joie, la tristesse, etc.), au même titre que les concepts, puissent exister en tant qu'entités. Le point de vue classiquement répandu dans le domaine d'étude des émotions ainsi que dans les milieux non scientifiques repose sur l'idée que les individus analysent leur environnement et le divisent en éléments émotionnels et non émotionnels qu'ils redivisent ensuite afin d'obtenir différentes catégories correspondants aux mots tel que par exemple la colère, la tristesse, la peur, la surprise, le dégoût et la joie. Ainsi par exemple une personne A en interaction avec une autre personne B va utiliser le langage pour comprendre le discours de cette personne B mais aussi des indices non-verbaux tels que ses expressions faciales (en analysant les différentes modulations des muscles faciaux) pour induire l'état émotionnel de celle-ci (personne B). Parallèlement, cette personne A ne fait pas que voir les émotions de la personne B, mais elle ressent elle-même des émotions. Ainsi en utilisant des mots tels que « *colère* », « *tristesse* » ou « *bonheur* », cette personne A va pouvoir exprimer son état émotionnel interne en postulant que les catégories sémantiques ainsi que les états émotionnels internes associés sont naturels, évidents et partagés par la personne B. Ce type de raisonnement suppose de croire que les émotions existent en tant qu'entité naturelle, au même titre que les concepts. Toutefois à ce jour, ce débat persiste. Il n'existe pas de consensus ni de critères sans ambiguïté indiquant la présence de colère, de tristesse ou de bonheur (Barrett, 2006), au même titre que le symbolisme cognitif est sujet à controverse et ce depuis les années 80. Cependant, ce point de vue ne renie pas l'existence de réponses émotionnelles. Il s'agit davantage de se questionner quant à la nécessité de considérer les émotions telles des entités catégorisables par des qualificatifs tels que la « *colère* », la « *tristesse* », la « *peur* », la « *surprise* », le « *dégoût* », ou encore la « *joie* ».

La réplication permet d'accroître la certitude lorsque les résultats sont reproduits bien que parfois délaissés pour un potentiel manque d'originalité (Collaboration et al.,

2015). Toutefois le travail présenté dans cette thèse n'est pas qu'une réplique d'études antérieures mais plus une volonté d'accumuler des résultats en faveur des modèles non abstraits de la mémoire.

De plus, la littérature autour des émotions et des connaissances émotionnelles en lien avec la mémoire s'est quelque peu déroulée en parallèle des études « classiques ». À la lecture de ces études émerge l'impression d'une spécificité des connaissances émotionnelles. Pouvoir réintégrer les connaissances émotionnelles dans les modèles non abstraits semble primordiale pour maintenir une certaine cohérence dans la compréhension des mécanismes qui sous-tendent la fonction de la mémoire. Les résultats de ces deux études ont fait l'objet de la publication d'un article (Cerrotti, Gounden, & Quaglino, 2020).

Chapitre 3

Apports expérimentaux

Ce chapitre, ayant pour objectif de présenter les apports expérimentaux de cette thèse, se divise en deux sections. La première section a pour but d'étudier les effets d'amorçage de répétition sur le traitement d'informations émotionnelles. Les deux expériences présentées dans cette partie sont étroitement proches des études réalisées par Fazio et al. (1986) et Hermans et al. (1994). Ces auteurs ont développé un paradigme d'amorçage affectif avec pour stimuli des mots et images. Deux éléments principaux divergent toutefois des études réalisées antérieurement. Premièrement, le mode de réponse indiqué aux participants dans l'expérience 1 s'éloigne des études précédemment citées. Les participants ont pour instruction de réaliser une action motrice (ou non) en fonction d'expressions émotionnelles cibles. Ce mode de réponse, inspiré des tâches de type Go/No-Go, avait pour objectif de réduire la variabilité inter-individuelle couramment rapportée dans les études employant un paradigme d'amorçage classique (de Paula Couto & Wentura, 2017 ; Perea, Rosa, & Gómez, 2002 ; Borkenau & Mauer, 2007). Deuxièmement, dans les deux études, les stimuli employés sont des expressions faciales à la différence des études de Fazio et al. (1986) et Hermans et al. (1994).

La seconde section a pour but d'étudier la construction multimodale du traitement d'informations émotionnelles. Plusieurs études ont permis de rendre compte des effets d'amorçage multi-modaux, en faveur de l'idée selon laquelle les connaissances en mémoire seraient de nature perceptive et reposeraient sur des mécanismes d'activation et d'intégration (Brunel et al., 2009, 2010 ; Vallet et al., 2010) tels que conceptualisé dans le modèle Act-in (Versace et al., 2009, 2014). Nous avons étudié à l'aide de deux expériences si de tels effets d'amorçage étaient obtenus avec des expressions émotionnelles dans les modalités auditives et visuelles. La première étude de cette section a pour but d'observer si l'association d'un son exprimant une émotion (prosodie) à une forme géométrique lors d'une phase d'apprentissage est susceptible d'influencer les performances des participants à choisir la nature d'une expression faciale (cible) lorsque la forme géométrique (amorçage) est présentée 500 ms avant. La mise en évidence de cet effet d'amorçage permettrait de soutenir les modèles de mémoire épisodique avec pour stimuli des expressions faciales émotionnelles. Les résultats seront discutés autour des mécanismes d'activation et d'intégration des informations en mémoire. La seconde étude de cette section a pour but de tester l'idée selon laquelle les informations mnésiques sont de nature sensorielles (Brunel et al., 2009, 2010 ; Vallet et al., 2010). Ainsi les informations en mémoire seraient des unités sensorielles et la conceptualisation de notre environnement émergerait de ces unités sensorielles. Dans ce but, le délai de présentation de l'amorce est à nouveau manipulé afin d'étudier si la manipulation du temps de présentation de deux stimuli lors d'une phase d'apprentissage peut avoir un impact sur les performances des participants dans une tâche d'amorçage.

3.1 Effet de l'amorçage de répétition sur le traitement d'informations émotionnelles

Les effets d'amorçage de répétition s'expriment par de meilleures performances

lorsque un stimulus présenté précédemment facilite la réponse lors de la présentation de ce même stimulus présenté ultérieurement (pour revue, Tenpenny, 1995). Ces effets observés font l'objet d'un débat toujours d'actualité à savoir si l'effet de la répétition est médiatisé par des représentations abstraites, ou par des traces épisodiques spécifiques. Ce débat fut de notre point de vue particulièrement bien argumenté par les études de recherche visuelle de cibles mettant initialement en évidence des temps de réponse plus courts pour identifier la cible lorsque celles-ci ont des caractéristiques communes. De plus, l'ajout de distracteurs ne semblait pas avoir d'effet sur les temps de réponse, permettant de postuler l'idée selon laquelle la recherche visuelle s'effectuait en parallèle évaluant plusieurs cibles potentielles en même temps.

Par exemple, dans l'étude de Maljkovic et Nakayama (1994) les participants devaient estimer si les stimuli visuels, des losanges, étaient coupés à gauche ou à droite. En plus de la forme des stimuli, les auteurs ont manipulé la couleur de la forme cible ainsi que son emplacement. Par ailleurs, le nombre de distracteurs a été manipulé (2 ou 3 ou 5 ou 11 distracteurs). Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence un effet d'amorçage de répétition lorsque la cible était de la même couleur au cours des essais. De plus, lorsque la cible se trouvait au même endroit entre les essais les temps de réponse étaient plus rapides. En revanche, le nombre de distracteurs n'avait pas d'effet sur les performances des participants dans les cas où les couleurs cibles ne changeaient pas. Bien que cet effet, nommé par Maljkovic et Nakayama (1994) « *priming of popout* », persiste sur un nombre réduit d'essais (5 à 8 essais, Maljkovic & Nakayama, 2000), il a été expliqué par l'idée selon laquelle la recherche des cibles repose sur des représentations précoces dans lesquelles des caractéristiques telles que la couleur, ou l'orientation sont représentées séparément (Treisman & Gelade, 1980 ; Treisman & Gormican, 1988).

Toutefois cette inexistence d'effet des distracteurs rapportée par Maljkovic et Nakayama (1994) a été critiquée. Par exemple, dans l'étude de Huang, Holcombe, et Pashler (2004) il était demandé aux participants de déterminer quel était le stimuli

(trait) le plus long, tout en manipulant l'orientation des traits et leurs couleurs. L'analyse de leurs résultats a permis de mettre en évidence un effet d'interaction entre la répétition de la taille des stimuli et leurs orientations en contradiction avec les résultats obtenus dans les études de Maljkovic et Nakayama (1994, 2000). De même, Huang et al. (2004) ont observé des performances différentes lors de la répétition de caractéristiques non pertinentes avec la tâche à réaliser, comme la répétition de la couleur cible, qui selon les études de Maljkovic et Nakayama (1994, 2000) n'était pas observées. Ces différences ont amené Huang et al. (2004) à proposer une alternative au traitement parallèle des stimuli cibles.

L'alternative proposée par Huang et al. (2004) repose sur l'idée de récupération épisodique telle que présentée dans le modèle MINERVA 2 (Hintzman, 1986) ou encore dans le modèle Act-In (Versace et al., 2014). Selon ce point de vue, la similitude d'un épisode actuel avec un événement précédent entraînerait la récupération en mémoire épisodique des caractéristiques liées à cet événement. Cette récupération peut ainsi faciliter ou entraver le traitement de l'essai en cours. Ce point de vue a déjà été soutenu dans les travaux réalisés par Neill (1997). Dans ces expériences trois lettres étaient présentées aux participants et ils avaient pour consigne d'identifier la lettre centrale et d'ignorer les deux autres lettres. Les résultats ont permis de mettre en évidence un effet d'amorçage de répétition lorsque la lettre centrale était identique d'un essai à l'autre. En revanche, dans le cas d'un essai de type « *flanker* » (par exemple si l'amorce était « ABA » et la cible « CAC ») ignoré lors d'essais antérieurs, les temps de réponse étaient plus lents que lorsque la cible était une nouvelle lettre. Ainsi par ses travaux Neill (1997) a montré que les effets d'amorçage observés dépendaient de la similitude entre les essais successifs. Cet effet de contexte peut donc être particulièrement bien expliqué par les modèles de récupération épisodique. Les traces d'épisodes antérieures stockées en mémoire sont susceptibles de contenir l'ensemble des caractéristiques qui sont traitées ou ignorées. Lorsque la cible de l'essai en cours dispose de caractéristiques similaires à la trace

récupérée en mémoire alors l'émergence d'un comportement adapté sera facilitée. Inversement, si la cible en cours ne dispose pas de caractéristiques similaires à la trace récupérée en mémoire, la réponse sera ralentie. L'adéquation du contexte d'un essai à l'autre permettrait de faciliter l'accès aux caractéristiques de la cible présentée.

Notre objectif dans les deux expériences qui vont suivre a été d'étudier si les effets d'amorçage de répétition observés dans la littérature s'appliquaient aux expressions faciales émotionnelles. Nous tenterons de proposer une interprétation des effets obtenus dans une approche épisodique de la mémoire en nous appuyant notamment sur le modèle MINERVA 2 (Hintzman, 1986). Dans une première expérience nous avons élaboré une tâche d'amorçage de répétition de Go/No-Go. Cette tâche diffère des tâches classiques d'amorçage en ce sens où il n'est pas demandé aux participants d'effectuer un choix entre deux options, mais d'effectuer une action ou non en fonction de la cible.

3.1.1 Étude 1

Problématique

L'objectif de cette étude est de savoir si les effets d'amorçage observés dans les tâches classiques d'amorçage sont reproductibles à l'aide d'une tâche hybride d'amorçage de type Go/No-Go. Les tâches classiquement utilisées pour rendre compte des effets d'amorçage évaluatif sont des tâches de décisions évaluatives (« *Evaluative Task Decision* », ETD). Dans les tâches de décisions évaluatives il est demandé aux participants d'indiquer si le stimulus cible est « *bon* » ou « *mauvais* ». Ce qui est classiquement critiqué avec ce paradigme est que deux types de congruences sont confondues : (1) la congruence évaluative entre l'amorce et la cible et (2) la congruence motrice entre l'amorce et la réponse. Cette question renvoie à deux perspectives théoriques qui ont été utilisées pour expliquer les effets d'amorçage affectif : (1) la propagation de l'activation (« *spreading activation* ») telle

que postulé dans les tâches d'amorçage sémantique (Klauer & Musch, 2003), et (2) la compétition de réponse (« *response competition* ») telle que postulé dans la tâche de Stroop (MacLeod, 1991).

Selon les modèles de propagation de l'activation, la perception d'une amorce est supposée activer son nœud représentatif d'un réseau sémantique ou lexical, et cette activation s'étend aux nœuds voisins interconnectés. Ainsi, si une cible est cohérente avec l'amorce, la propagation de l'activation permet de faciliter le traitement de la cible (Collins & Loftus, 1975 ; Fazio et al., 1986). Toutefois, le modèle de propagation de l'activation ne permet pas d'expliquer les effets d'amorçage inversés observés dans la littérature (Glaser & Banaji, 1999 ; Wentura, 2000). Par exemple, dans l'expérience 1 de l'article de Glaser et Banaji (1999) visant à tester les préjugés raciaux dans une tâche d'amorçage, un effet d'amorçage inverse a été observé. Les participants avaient pour consigne de lire à haute voix les mots cibles. Si pour les mots avec une association afro-américaine et euro-américaine les performances des participants étaient supérieures pour les essais congruents comparativement aux essais non congruents, pour les mots génériques (tel que « *Islam* », « *England* ») un effet d'amorçage inversé a été observé. S'il est supposé que l'amorçage repose sur la propagation de l'activation (activation lors de la perception de l'amorce) les effets d'amorçage inversés observés paraissent peu concevables et difficilement explicables.

Une explication des effets d'amorçage repose sur l'idée de compétition de réponse. Initialement la compétition de réponse a pour but d'expliquer les effets observés dans la tâche de Stroop (MacLeod, 1991). Dans une tâche de Stroop les mots signifiants des couleurs sont présentés dans différentes couleurs et les participants ont pour consigne de nommer la couleur du mot et non lire le mot. Le résultat principal de ce paradigme relève d'une observation de Cattell (1886) montrant que la désignation de la couleur est plus lente lorsque le mot désigne une couleur différente de celle dans laquelle le mot est écrit comparativement aux essais où le mot

et la couleur du mot sont similaires (Flowers, 1975, pour plus d'informations). L'explication de ce phénomène où les participants répondent plus lentement lorsque la couleur de l'encre ne correspond pas au sens du mot serait liée à la compatibilité de la réponse. En ce sens le mot active une réponse incompatible avec la couleur du mot, et doit être inhibé afin de nommer correctement la couleur du mot. Cette explication appliquée à l'amorçage affectif signifie que dans le cas d'un essai non congruent, l'amorce active une réponse particulière (par exemple l'évaluation d'un mot comme « *bon* ») qui se doit d'être inhibé car non compatible avec la réponse de la cible qui active elle-même une réponse particulière (qui serait dans le cas de notre exemple l'évaluation d'un mot comme « *mauvais* ») (Klauer & Musch, 2003).

Afin d'étudier les effets d'amorçage par le modèle de compétition de réponses avec pour stimuli des expressions faciales, il a été développé dans cette étude un paradigme d'amorçage hybride, de type Go/No-Go. Dans cette perspective, dans une condition où il est demandé de répondre lorsque l'image cible est une expression faciale qualifiée de joyeuse et de ne pas répondre lorsque l'expression faciale est qualifiée de triste, la compatibilité de la réponse entre l'amorce et la cible dans le cas d'essais congruents (joie-joie) devrait permettre d'obtenir de meilleures performances (temps de réponse plus courts) que dans le cas d'essais non congruents, et pareillement lorsque les essais Go sont des expressions faciales qualifiées de triste.

Méthode

Participants Trente étudiants en psychologie de l'Université de Picardie Jules Verne, âgés de 18 à 25 ans, ont participé à cette étude. Ces participants avaient une vision normale ou corrigée, ne souffraient pas de troubles médicaux ou psychiatriques, ni ne consommaient de traitements médicamenteux ayant des effets notoires sur les fonctions cognitives. Chaque participant a signé un formulaire de consentement libre et éclairé, précisant les modalités de son engagement dans l'étude, le respect de

l'anonymat et la confidentialité des données recueillies, conformément à la législation en vigueur.

Stimuli et matériel Les stimuli émotionnels utilisés étaient constitués de photographies en noir et blanc de visages de femmes (9) et d'hommes (9) représentant des expressions neutres, ou émotionnelles (joie et tristesse) issues de la batterie NimStim (Tottenham et al., 2009). La tâche a été implémentée à l'aide du logiciel E-prime[®]. Les passations individuelles ont été effectuées sur un ordinateur portable Tera Mobile 1541. Sa résolution était de 1920x1080.

Procédure La tâche comprenait une phase d'entraînement et une phase de test. Au cours de la phase d'entraînement 8 essais étaient présentés au participant afin qu'il se familiarise avec la procédure. La phase test comprenait 3 blocs de 64 essais chacun.

Pour chaque essai, trois stimuli étaient présentés avec le même visage de femme ou d'homme : (1) stimulus signal, (2) stimulus amorce, et (3) stimulus cible. Le stimulus signal (1), présenté pendant 1000 ms, était composé d'un visage représentant une expression neutre (voir figure 3.1).

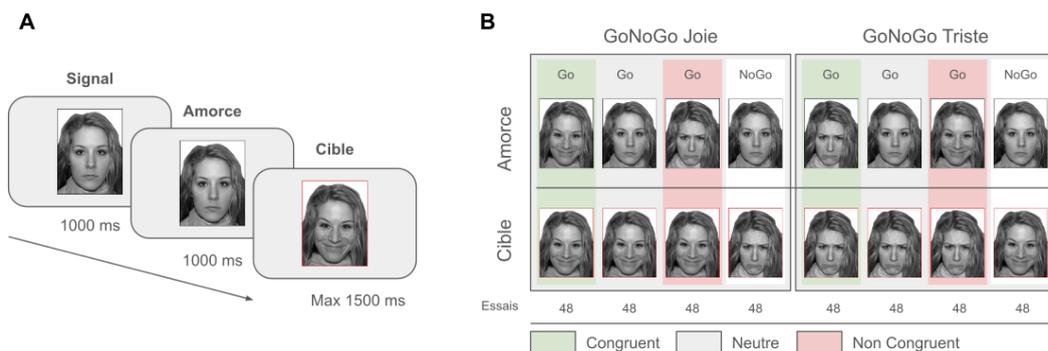


FIGURE 3.1 – Représentation schématique du design de l'étude 1. (A) Déroulement d'un essai. Un stimulus signal est présenté pendant 1000 ms, suivi d'une amorce (1000 ms), suivi d'une cible affichée pendant 1500 ms sans réponse du sujet. (B) Ensemble des modalités manipulées dans l'expérience 1. Chaque participant doit effectuer la tâche en appuyant sur la barre d'espace dans le cas où le stimulus cible encadré en rouge est joyeux (Go/No-Go Joie) et dans une autre session appuyer sur la barre d'espace lorsque le stimulus cible encadré en rouge est

triste (Go/No-Go triste). Le lien amorce-cible peut-être congruent (par exemple Joie-Joie), neutre (par exemple Neutre-Joie), ou non congruent (par exemple triste-Joie).

Le stimulus amorce (2), présenté pendant 1000 ms, était composé du même visage représentant une expression neutre, ou une expression émotionnelle de joie ou de tristesse. Enfin, le stimulus cible (3) était le même visage représentant une émotion soit joyeuse ou triste (50%). Il restait affiché à l'écran tant que le participant n'appuyait pas sur la barre d'espace. Dans le cas contraire, l'essai s'achevait et l'essai suivant commençait. Si le participant n'appuyait pas sur la barre d'espace, le stimulus cible restait affiché pendant 1500 ms, avant l'essai suivant. Chaque visage était présenté 4 fois par bloc. L'ordre de succession était aléatoire.

Au cours d'une partie de l'expérience (192 essais), il était demandé aux participants de répondre le plus vite et correctement possible en pressant la barre d'espace du clavier, lorsque la cible était un visage représentant la *joie*. Dans l'autre partie de l'expérience (192 essais) les participants devaient répondre lorsque la cible était un visage représentant de la *tristesse*. L'ordre d'apparition de ces deux parties était contrebalancé entre les participants. La réponse attendue dépendait de la consigne énoncée aux participants.

Le lien manipulé entre l'amorce et la cible pouvait être *neutre* lorsque le stimulus amorce était un visage d'expression neutre (neutre-joie ou neutre-triste). Le lien pouvait aussi être *congruent* lorsque le stimulus amorce et le stimulus cible avaient la même expression émotionnelle (joie-joie ou triste-triste). Enfin, ce lien amorce-cible pouvait être *non-congruent* si le stimulus amorce et cible avaient des expressions faciales émotionnelles différentes (triste-joie ou joie-triste).

Résultats

Les jeux de données d'un participant ont été exclus suite à des difficultés lors de l'enregistrement des données ne permettant pas leurs analyses. Nous avons dans un

premier temps mesuré le pourcentage de bonnes réponses pour les essais Go en fonction du lien amorce-cible manipulé ainsi que les erreurs de commissions. L'ensemble des résultats obtenus est résumé dans le tableau 3.1. Une analyse de comparaison de moyennes sur les proportions de bonnes réponses pour les 4 conditions d'amorçage [amorce joie ; amorce triste] × [cible joie ; cible triste] a été effectuée.

TABLE 3.1 – Pourcentages moyens de bonnes réponses et erreurs commissions en fonction des différentes conditions.

Cible Amorce	Go/No-Go Joie			Go/No-Go Triste			
	Joie	Triste	Neutre	Triste	Joie	Neutre	
Réponses Correctes (%)	99.28***	99.71***	99.92***	-	98.85***	99.49***	99.42***
Erreurs de commissions (%)	-	-	-	10.41	-	-	12.57

*** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$

L'analyse statistique n'a pas permis de mettre en évidence d'effet principal de l'amorce [$F(1,28) = 0.194, p = .663$], ni d'effet principal de la cible [$F(1,28) = 2.286, p = .142$]. Un effet d'interaction amorce-cible a été obtenu [$F(1,28) = 6.535, p = .016$]. Une analyse Post-Hoc n'a pas permis de mettre en évidence d'effet d'amorçage sur les proportions de bonnes réponses entre les différentes conditions. Par ailleurs, les performances étaient significativement supérieures à 90% de bonnes réponses pour l'ensemble des conditions (voir le tableau 3.1 pour récapitulatif). Par la suite, nous avons analysé les bonnes réponses et les erreurs de commissions entre neutre-joie et neutre-triste. L'analyse n'a pas permis de mettre en évidence de différence pour les bonnes réponses [$t(1,28) = 1.758, p = .090$], ni pour les erreurs de commissions [$t(1,28) = -1.267, p = .215$].

Pour les temps de réponses nous avons dans un premier temps regroupé l'ensemble des essais congruents (expressions faciales joie-joie et triste-triste) et l'ensemble des essais non congruents (expressions faciales triste-joie et joie-triste).

Une comparaison de moyenne a permis de mettre en évidence une différence de temps de réponse [$t(28) = -3.597, p < .001$] avec des temps de réponse inférieurs pour les essais congruents (448.170 ms) comparativement aux essais non congruents (471.528 ms), voir figure 3.2.

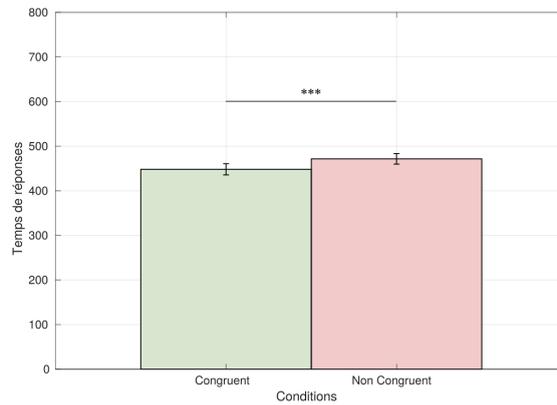


FIGURE 3.2 – Temps de réponse moyens (ms) entre les essais congruents et les non congruents

Nous avons ensuite regardé les temps de réponse en fonction de la nature des expressions faciales sur les quatre conditions d’amorçage [amorce joie ; amorce triste] × [cible joie ; cible triste], voir figure 3.3. L’analyse statistique a permis de mettre en évidence un effet principal de la cible [$F(1,28) = 9.641, p < .01$] ainsi qu’un effet d’interaction [$F(1,28) = 12.938, p < .001$].

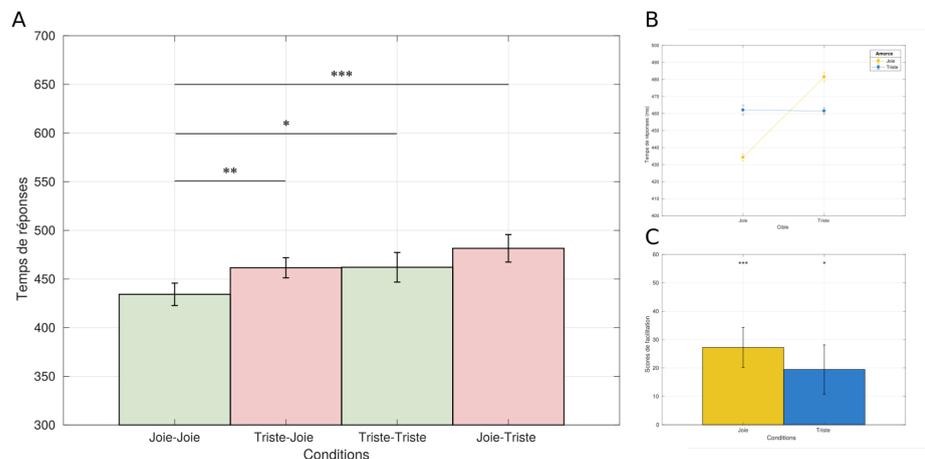


FIGURE 3.3 – Temps de réponse moyens (ms) entre les essais congruents et les non congruents et en fonction de la valence émotionnelle des stimuli. (A) Temps de réponse moyens pour l'ensemble des conditions, (B) Temps de réponse moyens en fonction de la valence émotionnelle de l'amorce et de la cible, (C) Scores de facilitation

En revanche un effet principal de l'amorce n'a pas été obtenu [$F(1,28) = 0.750, p = .394$]. Une analyse de comparaison de moyenne a permis de mettre en évidence un effet d'amorçage pour les cibles joie [$t(28) = -3.453, p < .01$] avec des temps de réponse inférieurs pour les essais joie-joie (434.278 ms) comparativement aux essais triste-joie (461.516 ms). En revanche pour les cibles triste l'analyse statistique ne permet pas de mettre en évidence d'effet d'amorçage [$t(28) = -2.469, p = .051$]. Enfin nous avons calculé des scores de facilitation pour les cibles joie et triste (voir figure 3.3) en faisant la différence entre la moyenne des essais non congruents (joie-triste ou triste-joie) et la moyenne des essais congruents (joie-joie ou triste-triste). Un score positif signifie un effet facilitateur du lien amorce-cible entre essais non congruents et essais congruents. Nous avons ensuite testé ces scores de facilitation en fonction d'une valeur théorique de 0, supposant aucun effet facilitateur. Une différence significative a été obtenue tant pour les cibles joie [$t(28) = 3.854, p < .001$] que pour les cibles triste [$t(28) = 2.257, p < .05$].

Discussion et conclusion

L'objectif de cette étude était de savoir si les effets d'amorçage observés dans les tâches classiques d'amorçage sont reproductibles à l'aide d'une tâche hybride d'amorçage de type Go/No-Go. Lorsque les caractéristiques spécifiques aux émotions n'est pas prise en considération dans l'analyse, les résultats de cette étude permettent d'observer un effet d'amorçage. Les temps de réponse pour les essais congruents (Joie-Joie et Triste-Triste regroupés dans un même échantillon) sont plus courts que pour les essais non congruents (Triste-Joie et Joie-Triste). Le design hybride de cette étude de type Go/No-Go est en faveur de l'idée selon laquelle les effets d'amorçage

seraient explicables par le modèle de compétition de réponses où la compatibilité des réponses sur les essais congruents faciliterait la réponse Go lors de la présentation de la cible (Klauer & Musch, 2003). Les résultats obtenus sont un argument supplémentaire en faveur des modèles de compétition de réponses où les tâches classiquement utilisées sont confondues avec le mode de réponse gauche/droite pour l'évaluation de stimuli cible de type « *bon* »/« *mauvais* ». Ainsi selon ce point de vue (1) les amorces et les cibles activent une tendance à la réponse et (2) les réponses aux cibles sont plus rapides lorsque la tendance de réponse activée par l'amorce est compatible avec la tendance de réponse de la cible et plus lentes dans le cas d'incompatibilité (Klauer & Musch, 2003 ; Berthet, Kop, & Kouider, 2011).

Toutefois, pris indépendamment en fonction de la nature émotionnelle des stimuli un effet d'amorçage a été obtenu uniquement lorsque la cible est de la joie. Les participants étaient plus rapides pour répondre lorsque les essais étaient de type Joie-joie (essais congruents) comparativement aux essais Triste-Joie (essais non congruents). Cette observation soulève la question d'un potentiel traitement spécifique des stimuli émotionnels et questionne quant à la validité du modèle de compétition de réponses comme exhaustif pour rendre compte des effets d'amorçage. Ce questionnement est en étroite relation avec celui de l'approche incarnée et située de la cognition, à savoir s'il est pertinent de considérer des concepts émotionnels comme des représentations statiques et invariantes (Barrett, 2006). Selon ces approches les concepts émotionnels sont un ensemble de conceptualisations situées (Barsalou, 1999, 2003) qui guident le processus de catégorisation des émotions selon la situation (Barrett, 2006). Ainsi par exemple le concept de joie est situé en ce sens où les connaissances, concepts liés à la joie, évoluent en fonction des besoins de la personne dans un contexte donné. Par ailleurs, selon ces approches, les concepts ne sont pas des représentations abstraites des événements sensorimoteurs, amodales. Elles émergent de reconstitutions partielles ou de simulations des états sensori-moteurs. Par exemple l'étude de (Bargh et al., 1996)

a observé que la présentation de mots stéréotypant les personnes âgées (mais ne faisant pas référence à la lenteur) dans une phase d'amorçage avait un impact sur la vitesse de la marche des participants (étude 2). Les participants ayant eu en amorce des mots stéréotypant les personnes âgées marchaient plus lentement comparativement aux participants sans amorce stéréotypée. Ainsi dans cette perspective de reconstitutions partielles ou simulations d'état sensori-moteur, la présentation d'une expression faciale peut potentiellement être à l'origine de comportements moteurs spécifiques à l'émotion présentée. Cette émergence des concepts émotionnels spécifiques à l'émotion permettrait de rendre compte des effets d'amorçage observés pour les cibles exprimant de la joie mais non pour les cibles exprimant de la tristesse. Des états sensori-moteurs émergeant de la présentation de l'amorce et de la cible triste pourraient influencer les effets d'amorçage indépendamment de la question d'une tendance à la réponse ; liée à la compatibilité (ou l'incompatibilité) du lien entre l'amorce et la cible. L'engagement moteur que nécessite cette première étude à répondre rapidement face à la présentation d'expressions de joie ou de tristesse pourrait être biaisé par la nature même des expressions faciales. Une tâche d'amorçage nécessitant un choix entre deux options tel qu'élaboré par Fazio et al. (1986) est susceptible d'amoinrir ce biais, ou du moins, de s'assurer que les effets d'amorçage observés dans les études d'amorçage affectif sont reproductibles avec pour stimuli des expressions faciales.

Par ailleurs, lorsque les résultats ont été calculés en termes de scores de facilitation, des différences de performances ont été obtenues tant pour les cibles exprimant de la joie que pour les cibles exprimant de la tristesse. Notons toutefois que la tendance observée pour les congruents/non congruents pour les cibles exprimant de la tristesse ($p=.051$) est en faveur de l'idée que l'effet de facilitation n'est pas une erreur de première espèce. En revanche, il serait nécessaire de reproduire cette étude et d'augmenter l'effectif de l'échantillon. De plus, notons que l'effet de facilitation calculé dans cette étude n'est pas conventionnel comparativement aux études de

Fazio et al. (1986). En effet, le score de facilitation estimé dans ces études correspond à la différence entre les performances à une condition neutre et les performances à une condition congruente ou non congruente. Dans cette première étude, il était toutefois peu judicieux d'utiliser la condition neutre pour calculer le score de facilitation. En effet, la condition neutre permettait d'intégrer des essais No-Go à la tâche. Ainsi lorsque l'amorce était un visage neutre elle était associée soit à une cible Go ou une cible No-Go. Cette particularité des essais avec une amorce neutre est quelque peu ambiguë pour les participants pouvant faire appel à des mécanismes cognitifs non explicables par les modèles visant à expliquer les effets d'amorçage. Ce point de vue est soutenu par la mise en évidence de temps de réponse égaux (Neutre-Joie 461.38 ms, Triste-Joie 461.51 ms) et supérieurs (Neutre-Triste 496.51 ms, Joie-Triste 481.54 ms) entre les conditions neutres et les conditions non congruentes (voir annexe 1 pour le tableau complet des temps de réponse obtenus dans cette étude et les analyses statistiques). Au vu des résultats obtenus dans cette étude, reproduire le paradigme de Fazio et al. (1986) avec le même mode de réponse (gauche/droite) et avec pour stimuli des expressions faciales s'avère pertinent afin de comprendre davantage les résultats obtenus dans cette première étude.

3.1.2 Étude 2

Problématique

Notre objectif dans cette étude est d'évaluer la nature automatique des effets d'amorçage en manipulant le délai de présentation entre l'amorce et la cible. Nous nous attendons à observer un effet d'amorçage lorsque le délai entre la fin de la présentation de l'amorce et le début de la présentation de la cible est court (SOA 100 ms). En revanche, lorsque le SOA est long (500 ms), aucun effet d'amorçage n'est attendu. L'interprétation des effets d'amorçage en terme d'activation de mécanismes perceptifs automatiques de bas niveau a été soutenue par les études sur l'amorçage

de répétition (Cave, Bost, & Cobb, 1996 ; Jacoby & Hayman, 1987 ; Masson, 1986). La manipulation des caractéristiques de présentation du mot cible, telles que la police des caractères (Graf & Ryan, 1990) ou le contexte de présentation (Graf & Schacter, 1985) entraînait une réduction des effets d'amorçage.

Par ailleurs, plusieurs études sur l'amorçage affectif ont mis en évidence dans des tâches de prises de décision, des performances médiées par des traitements automatiques de l'information (Fazio et al., 1986 ; Hermans, De Houwer, & Eelen, 2001). Ce phénomène d'amorçage a été mis en évidence avec des mots (Hermans et al., 2001 ; Klauer, 1997), des non-mots (De Houwer et al., 1998), des photographies (Avero & Calvo, 2006), des images sans signification (Duckworth et al., 2002), ou des odeurs (Hermans et al., 1998). Il a particulièrement été étudié en manipulant le SOA. Lorsque les délais entre l'amorce et la cible étaient courts (150 ms) des effets d'amorçage ont été observés mais pas pour des SOA longs (supérieurs à 300 ms).

Ces phénomènes observés sont susceptibles d'être expliqués par le biais des théories du signal composite où les informations amorce et cible sont combinées (Ratcliff & McKoon, 1988 ; Hintzman, 1990). Ainsi, nous postulons qu'avec un SOA court, amorce et cible sont combinées facilitant ou perturbant l'accès aux connaissances conceptuelles. Dans le cas d'un SOA long, amorce et cible sont traitées comme deux épisodes distincts, l'amorce n'ayant dans ce cas aucun effet sur le traitement de la cible. A cet effet nous avons élaboré une tâche d'amorçage avec pour stimuli des expressions faciales émotionnelles, dans laquelle nous avons manipulé le délai du SOA (court : 100 ms, et long : 500 ms) en intra-sujet. En nous appuyant sur les résultats antérieurs nous nous attendions à observer un effet d'amorçage lorsque le SOA était court mais pas pour le SOA long. Nous discuterons de nos résultats obtenus dans une approche épisodique des effets d'amorçage.

Méthode

Participants Soixante trois étudiants en psychologie de l'Université de Picardie Jules Verne, âgés de 18 à 25 ans, ont participé à cette étude. Ces participants avaient une vision normale ou corrigée, ne souffraient pas de troubles médicaux ou psychiatriques, ni ne consommaient de traitements médicamenteux ayant des effets notoires sur les fonctions cognitives. Chaque participant a signé un formulaire de consentement libre et éclairé, précisant les modalités de son engagement dans l'étude, le respect de l'anonymat et la confidentialité des données recueillies, conformément à la législation en vigueur.

Stimuli et matériel Les stimuli émotionnels utilisés étaient constitués de photographies en noir et blanc de visages de femmes (9) et d'hommes (9) représentant des expressions neutres, ou émotionnelles (joie et tristesse) issues de la batterie NimStim (Tottenham et al., 2009). La tâche a été implémentée à l'aide du logiciel E-prime 2[®]. Les passations individuelles ont été effectuées sur un ordinateur portable Tera Mobile 1541. Sa résolution était de 1920x1080.

Procédure La tâche comprenait une phase d'entraînement de 24 essais et une phase de test de 8 blocs de 72 essais.

Au cours d'un essai, une croix de fixation apparaissait pendant 500 ms (voir figure 3.4). Ensuite, le stimulus amorce (visage neutre ou exprimant la joie ou la tristesse) apparaissait durant 50 ms (ou 450 ms), suivi d'un écran blanc sur une durée de 50 ms.

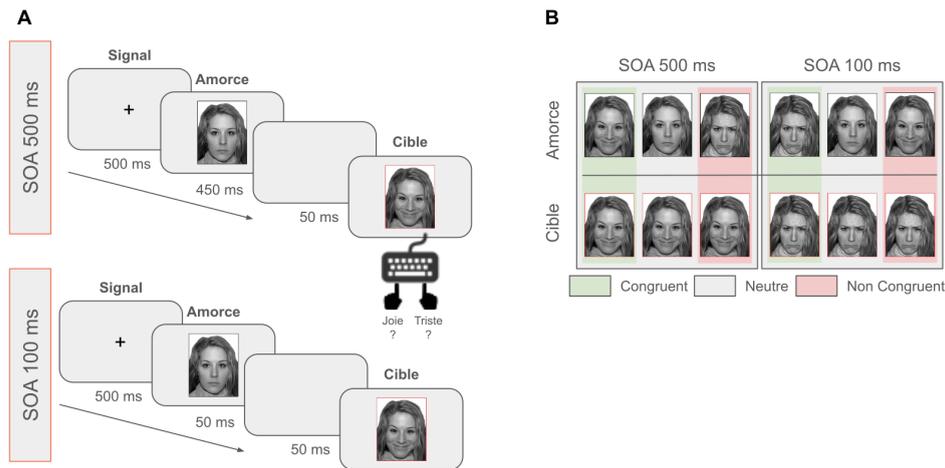


FIGURE 3.4 – Représentation schématique du design de l'étude 2. (A) Déroulement d'un essai en fonction du SOA. Un stimulus signal est présenté pendant 500 ms, suivi d'une amorce (50 ms ou 450 ms), suivi d'un écran blanc pendant 50 ms, suivi d'une cible affichée jusqu'à la réponse du sujet. (B) Ensemble des modalités manipulées dans l'expérience 2. Le lien amorce-cible peut-être congruent (par exemple Joie-Joie), neutre (par exemple Neutre-Joie), ou non congruent (par exemple triste-Joie).

Enfin le stimulus cible (visage exprimant la joie ou la tristesse) était affiché jusqu'à la réponse du participant. Le SOA, temps entre le stimulus amorce et le stimulus cible était de 100 ms ou de 500 ms.

Les participants étaient invités à effectuer un jugement émotionnel en appuyant sur une touche avec un émoticône de joie, s'ils pensaient que le visage était de valence joyeuse, ou sur la touche avec un émoticône de tristesse, s'ils pensaient que le visage cible était de valence émotionnelle triste. L'assignement des touches réponses a été contrebalancé entre les participants. Pour la moitié des participants l'émoticône de joie était assigné à la touche gauche, tandis que pour l'autre moitié des participants il était assigné à la touche droite, et inversement pour l'émoticône de tristesse. Il leur était précisé qu'ils devaient aller le plus vite possible, tout en évitant de faire des erreurs.

Les participants étaient confrontés à toutes les conditions de SOA : 4 blocs de 72 essais avaient un SOA court (100 ms) et 4 blocs de 72 essais avaient un SOA longs (500 ms). L'ordre des blocs (SOA court ou long) était contrebalancé entre les

participants. La moitié des participants étaient confrontés dans un premier temps aux 4 blocs avec un SOA court, tandis que l'autre moitié a commencé par le SOA long.

Résultats

Les jeux de données d'un participant ont été exclus de l'analyse suite à des difficultés lors de l'enregistrement des données ne permettant pas leurs analyses et un participant supplémentaire a été exclu des analyses car ses performances étaient inférieures à 50% et n'étaient pas représentatives des performances auxquelles nous pourrions nous attendre pour ce type d'étude au regard des performances moyennes supérieures à 90% de bonnes réponses. Les performances des participants en fonction des différentes conditions amorces et cibles sont présentées dans le tableau 3.2.

TABLE 3.2 – Pourcentages moyens de bonnes réponses en fonction des expressions émotionnelles cible et amorce.

Émotion cible	Joie			Triste		
Émotion amorce	Joie	Triste	Neutre	Joie	Triste	Neutre
Pourcentages de bonnes réponses						
SOA 100 ms	95.77	96.08	95.77	94.31	93.33	93.57
SOA 500 ms	96.74	95.38	96.74	96.33	93.11	94.79

Pour chaque participant de cette étude les temps de réponse moyen (TR en ms) ont été calculés pour chacune des 6 conditions : [amorce joie ; amorce triste ; amorce neutre] × [cible joie ; cible triste]. Les moyennes et écart-types des temps de réponse obtenus par conditions sont présentés dans le tableau 3.3. Nous nous sommes ensuite appuyés sur la méthode d'analyse employée par Fazio et al. (1986) et Hermans et al. (1994) visant à tester l'interaction entre la valence du stimulus cible et

la valence du stimulus amorcé.

TABLE 3.3 – Temps de réponse moyens en fonction des expressions émotionnelles cible et amorcé.

Émotion cible	Joie			Triste		
Émotion amorcé	Joie	Triste	Neutre	Joie	Triste	Neutre
Temps de réponses moyens						
<i>SOA 100 ms</i>						
	618.72 (130.94)	642.59 (119.46)	636.88 (130.23)	656.11 (145.37)	613.65 (136.45)	648.60 (133.60)
<i>SOA 500 ms</i>						
	613.07 (111.03)	597.66 (106.50)	590.70 (99.97)	600.20 (132.80)	625.07 (132.91)	639.98 (119.66)

Des valeurs *Delta* ont été calculées en soustrayant pour chaque participant les moyennes des temps de réponse dans la condition de cibles joyeuses et amorces neutres aux moyennes des cibles joyeuses aux amorces joyeuses et tristes et en soustrayant les moyennes des cibles tristes et amorces neutres aux moyennes des cibles tristes et aux amorces joie et triste. Ces valeurs *Delta* sont représentées sur la figure 3.5, où les scores positifs représentent la facilitation des latences de réponses et les scores négatifs l'inhibition des latences de réponses. La facilitation fait référence à une réponse plus rapide à une cible lorsqu'elle est précédée d'une amorcé que lorsqu'elle est précédée d'une chaîne de lettres et l'inhibition fait référence à une réponse plus lente. Une facilitation était attendue pour les essais congruents et une inhibition pour les essais non congruents

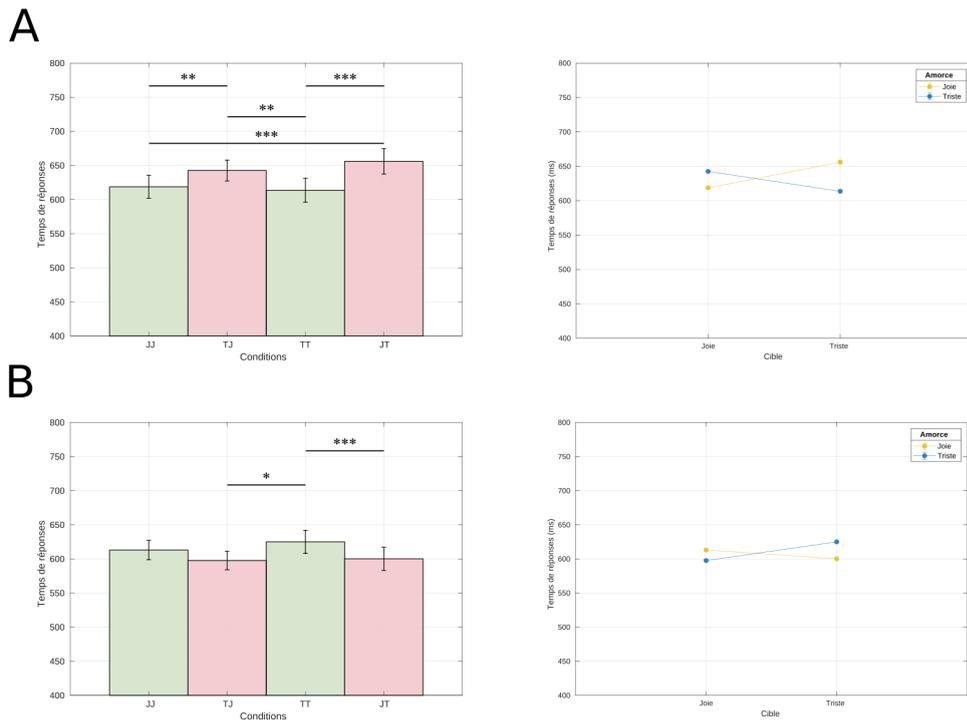


FIGURE 3.5 – Temps de réponse moyens (ms) pour l'ensemble des conditions congruentes (Joie-Joie, Triste-Triste) et non congruentes (Triste-Joie, Joie-Triste) pour les SOA de 100 ms (A), et de 500 ms (B). Les barres d'erreurs pour les barplots sont les écarts-types. Pour les figures de droite représentant l'interaction amorce-cible, les barres d'erreurs représentent l'erreur type. JJ = Joie-Joie, TJ = Triste-Joie, TT = Triste-Triste, JT = Joie-Triste. * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Nous avons ensuite suivi la démarche de Fazio et al. (1986) et de Hermans et al. (1994) en testant l'interaction entre la cible et l'amorce pour les deux SOA (100 ms et 500 ms) indépendamment. L'analyse statistique a permis de mettre en évidence un effet d'interaction entre l'amorce et la cible lorsque le SOA était de 100 ms [$F(1,60) = 40.10, p < .001$], ainsi qu'un effet principal pour l'amorce [$F(1,60) = 4.90, p < .05$] mais pas d'effet principal pour la cible [$F(1,60) = 1.50, p = .226$]. Pour l'amorce joie les temps de latence des réponses étaient plus courts pour les cibles joie comparativement aux cibles triste, [$F(1,60) = 45.89, p < .05$], alors qu'avec l'amorce triste, les latences des réponses étaient les plus longues pour les cibles joie [$F(1,60) = 40.66, p < .05$]. Lorsque le SOA est de 500 ms, l'analyse statistique révèle un effet principal de l'amorce [$F(1,60) = 15.65, p < .001$] et de la cible [$F(1,60) = 28.62, p < .001$].

.001]. Ces résultats corroborent les résultats obtenus par par Fazio et al. (1986) et Hermans et al. (1994), en faveur d'un lien entre amorce et cible lorsque le SOA est de 100 ms. En revanche, un effet d'interaction amorce × cible est également obtenu lorsque le SOA est de 500 ms, [$F(1,60) = 15.65, p < .001$], ainsi qu'un effet principal de la cible [$F(1,60) = 28.63, p < .001$], mais pas d'effet principal de l'amorce [$F(1,60) = 1.38, p = .245$]. Pour l'amorce joie, les latences des réponses étaient plus longues pour les cibles joie que pour les cibles triste [$F(1,60) = 62.15, p = .05$], alors qu'avec l'amorce triste la différence des latences de réponses n'est pas significative. Les effets d'interactions sont représentés dans la figure 3.5.

Par ailleurs nous avons testé les temps de réponses des participants lorsque l'amorce est neutre avec les cibles joie et triste. Lorsque le SOA est de 100 ms une différence significative est obtenue entre les cibles joie et triste lorsque l'amorce est neutre, $t(1,60) = -2.10, p < .05$. Les participants étaient plus rapides à répondre lorsque les expressions faciales cibles exprimaient de la joie (636.88 ms) comparativement aux cibles exprimant de la tristesse (648.60 ms). Pour le SOA de 500 ms, une différence significative a été obtenue, $t(1,30) = -6.18, p < .001$. Les temps de réponse des participants étaient en moyenne plus courts pour les cibles exprimant de la joie (590.67 ms) comparativement aux essais où les cibles exprimaient de la tristesse (639.98 ms) lorsque l'amorce était neutre. Au regard des temps de réponse moyens des conditions amorces neutres et des conditions cibles joie et triste, l'utilisation de la méthode d'analyse employée par Fazio et al. (1986) et Hermans et al. (1994) devient discutable. L'utilisation d'une condition neutre comme *point zéro* a été tempérée par Fazio et al. (1986) car susceptible d'être une mauvaise estimation.

Afin de nous assurer que les effets observés ne sont pas explicables par la méthode d'analyse, nous avons donc effectué une comparaison de variance sur les temps de réponse de type [amorce joie ; amorce triste] × [cible joie ; cible triste] pour les deux SOA (100 et 500 ms) indépendamment. Lorsque le SOA était de 100 ms, un effet principal de l'amorce a été obtenu [$F(1,60) = 4.89, p < .05$] ainsi qu'un effet

d'interaction amorce \times cible [$F(1,60) = 40.10, p < .001$]. En revanche l'analyse statistique ne permet pas de mettre en évidence d'effet principal de la cible, $F(1,60) = 0.37, p = .544$. Pour la cible joie les temps de réponse sont significativement différents entre amorce joie et amorce triste, $t(1,60) = -3.56, p < .01$. Les participants étaient plus rapides à répondre pour les essais joie-joie (618.72 ms) comparativement aux essais triste-joie (642.59 ms). Pour les cibles exprimant de la tristesse une différence significative a également été obtenue entre amorce joie et amorce triste, $F(1,60) = 6.32, p < .001$. Pour les cibles tristes, les participants étaient plus rapides à répondre lorsque l'amorce et la cible étaient congruentes (triste - triste, 613.65 ms) comparativement aux essais non congruents (joie - triste, 656.11 ms). Lorsque le SOA était de 500 ms, l'analyse statistique ne permet pas de mettre en évidence d'effet principal de l'amorce [$F(1,60) = 1.38, p = .245$], ni d'effet principal de la cible [$F(1,60) = 0.69, p = .410$]. En revanche un effet d'interaction amorce \times cible a été obtenu [$F(1,60) = 15.65, p < .001$]. Lorsque la cible exprimait de la joie, l'analyse statistique n'a pas permis de mettre en évidence de différence significative entre amorce joie et amorce triste, $t(1,60) = 2.37, p = .077$. Pour les cibles triste, une différence significative a été obtenue entre amorce joie et amorce triste, $t(1,60) = -3.83, p < .001$. Les participants étaient plus rapides à répondre aux essais triste - triste (625.07 ms) qu'aux essais joie - triste (600.20 ms).

Discussion et conclusion

Cette étude avait pour objectif de tester l'hypothèse d'automaticité du traitement des informations amorce - cible qui a été observée dans la littérature sur l'amorçage affectif (Fazio et al., 1986 ; Hermans et al., 2001). Les résultats obtenus dans cette étude ont permis de mettre en évidence un effet d'amorçage de répétition pour des SOA courts de 100 ms entre l'amorce et la cible représentant des expressions faciales émotionnelles. Le traitement de la cible était facilité par la présentation d'une amorce

congruente. Précédemment, Klauer (1997) avait manipulé différents SOA afin d'obtenir une évaluation fine de l'évolution temporelle de l'amorçage. Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence un effet d'amorçage pour les SOA de 0 ms à 100 ms, avec un effet maximal lorsque le SOA était de 150 ms. Au-delà de cette valeur, les effets d'amorçage décroîtraient jusqu'à leur extinction pour des SOA supérieurs à 300 ms (Hermans et al., 2001). Sur la base de nos résultats, le mécanisme d'amorçage automatique bien connu avec des mots, a semblé également bien s'appliquer à des expressions faciales émotionnelles. L'activation précoce des composantes élémentaires d'un stimulus amorce (expression faciale) avait une influence sur le traitement du stimulus cible, si le délai entre les deux stimuli était court.

En revanche, et contrairement à nos attentes, un effet d'amorçage a été observé avec les cibles triste, lorsque le SOA était de 500 ms. Selon Hermans et al. (2001), l'extinction de l'effet d'amorçage s'observait pour des SOA supérieurs à 300 ms. Or, dans le cas de nos résultats, cette extinction ne se produisait pas. Par ailleurs, dans notre première étude (Étude 1), où le SOA était de 1000 ms, nous avons obtenu un effet d'amorçage pour les cibles exprimant de la joie en ce sens où les temps de réponse étaient plus courts lorsque amorces et cibles étaient congruentes comparativement aux essais non congruents. Nous avons supposé que cet effet pouvait potentiellement s'expliquer par la nature des stimuli employés. La perception de visages exprimant de la joie se traduirait par des réponses rapides et limitées dans le temps tandis que les visages exprimant de la tristesse provoqueraient des réponses lentes et plus durables. Nous postulons que ce même phénomène opère dans cette seconde étude. Paradoxalement, l'effet d'amorçage observé dans cette seconde étude était inversé, c'est-à-dire que la facilitation du traitement de l'information cible opérait sur des stimuli non congruents. De meilleures performances ont été observées pour amorce joie - cible triste comparativement aux essais amorce triste - cible triste. Une potentielle explication reposerait sur le type de stratégie de réponse mis en œuvre par les participants (Glaser & Banaji, 1999). Cette stratégie consisterait à inhiber la

valence de l'amorce afin que celle-ci n'interfère pas avec la décision évaluative nécessaire pour répondre lors de la présentation de la cible. Avec cette stratégie, les effets d'amorçage observés s'inverseraient, car dans le cas d'essais congruents, les temps de réponse aux cibles augmentaient en inhibant la valence des amorces. Inversement, dans le cas des essais non congruents, l'inhibition de la valence de l'amorce aurait un effet positif sur la décision évaluative des cibles puisque celles-ci possédaient la valence opposée à la valence inhibée. Il est donc possible qu'une telle stratégie ait été employée par les participants dans cette seconde étude pour les essais amorce triste - cible triste lorsque le SOA était de 500 ms.

3.2 Construction multimodale du traitement d'informations émotionnelles

Notre cerveau traite un ensemble d'informations aux modalités sensorielles multiples afin de générer des réponses motrices appropriées (Pasqualotto & Myachykov, 2016). La perception multi-sensorielle permet d'améliorer la compréhension de notre environnement, tel que la présence d'un danger, et de produire une réponse motrice appropriée plus rapidement et efficacement (Munoz & Blumstein, 2012). Tout un domaine d'étude, qu'est la psychophysique, analyse la perception en mesurant les changements de comportement avec les changements de stimulation (Shettleworth, 2010). Les changements de comportement indiquent indirectement des changements dans le traitement cognitif et l'intégration. Des études issues de la psychophysique centrée sur l'animal et la perception de prédateur et/ou de dangers ont par exemple permis de mettre en évidence que chaque modalité a ses limites mais leurs combinaisons permet de réduire l'incertitude face à la présence ou non d'un prédateur (pour revue, Munoz & Blumstein, 2012). Ainsi le moustique occidental, grâce aux indices chimiques du prédateur, dispose des informations sur le type de proies que le prédateur a récemment mangé lui permettant de développer une

certaine méfiance envers celui-ci (Smith & Belk, 2001). Les indices visuels fourniront des informations sur la motivation du prédateur à attaquer sa proie. La présentation simultanée des indices visuels et chimiques permettra au moustique occidental de disposer d'informations non seulement sur la motivation actuelle du prédateur mais aussi sur son régime alimentaire et ainsi permettre au moustique de réduire son incertitude face à ce potentiel prédateur. Partan et Marler (1999) ont proposé un système de classification permettant de catégoriser et de comparer les effets des signaux multimodaux. Ainsi lorsque les composantes sensorielles sont différentes mais provoquent la même réponse, elles sont qualifiées de redondantes. Les stimuli redondants peuvent provoquer une réponse plus intense (amélioration), la même réponse (équivalence) ou une réponse de moindre intensité (antagoniste). Dans le cas de stimuli non redondants, chaque composante du stimulus bimodal peut provoquer des réponses différentes. Les stimuli non redondants peuvent provoquer à la fois des réponses unimodales simultanément (indépendance) ou une seule des réponses unimodales à intensité égale (dominance) ou différente (modulation). Les stimuli non redondants peuvent également provoquer un comportement complètement nouveau (émergence).

Chez l'homme de nombreuses études mettent également en évidence des performances supérieures lors de la présentation de stimuli multimodaux par rapport à la présentation de stimuli unimodaux. Ces résultats ont été observés dans des tâches de détection de cible (Frassinetti, Bolognini, & Làdavas, 2002 ; Lovelace, Stein, & Wallace, 2003 ; Nelson et al., 1998), de localisation (Nelson et al., 1998 ; Wilkinson & Meredith, 1996), et de vitesse de réponse (Diederich & Colonius, 2004 ; Hershenson, 1962). Par exemple dans l'étude de (Diederich & Colonius, 2004) les participants étaient confrontés à des stimuli unimodaux (présentation de stimuli visuels), bimodaux (présentation de stimuli visuels et auditifs) et des stimuli trimodaux (présentation de stimuli visuels, auditifs et tactiles) présentés simultanément ou avec un délai dans une tâche de détection simple. Les participants devaient appuyer sur des touches à l'aide

de leurs deux index dès la présentation des stimuli et le décalage temporel entre le début de la présentation des stimuli et la réponse des participants a été enregistré. Les délais de réponse pour les stimuli trimodaux étaient plus courts que pour les bimodaux, eux mêmes plus courts que pour les stimuli unimodaux. Ainsi la perception multimodale de stimuli permettrait également à l'espèce humaine d'améliorer le traitement des informations issues de notre environnement afin de générer des réponses appropriées dans des délais amoindris (pour revue, Dumitru, Pasqualotto, & Myachykov, 2016). Dans le domaine des expressions émotionnelles plusieurs études ont également étudiées l'effet de l'intégration multimodale sur les performances dans des tâches de reconnaissance (De Gelder & Vroomen, 2000 ; Dolan, Morris, & De Gelder, 2001) ainsi que dans des paradigmes de double tâche (Vroomen, Driver, & De Gelder, 2001). De Gelder et Vroomen (2000) ont par exemple étudié l'impact de stimuli bimodaux, de modalité visuelle (visages) et auditive (voix), sur une tâche de reconnaissance. Les stimuli visuels et auditifs ont été élaborés sur un continuum s'étendant de l'expression de joie à la tristesse et les participants avaient pour consignes de choisir s'ils estimaient que les informations présentées exprimaient de la joie ou de la tristesse (expérience 1). Les résultats de cette étude sont en accord avec les résultats obtenus dans les études présentant des stimuli non émotionnels, en ce sens où de meilleures performances (temps de réponses) ont été observées pour les stimuli bimodaux. Afin de s'assurer que leurs résultats n'étaient pas liés à la consigne, De Gelder et Vroomen (2000) ont élaboré une seconde tâche où il était demandé aux participants de juger les visages en ignorant les voix (expérience 2). Les résultats de l'expérience 2 suggèrent effectivement qu'une part des effets bimodaux obtenus dans l'expérience 1 sont explicables par la nature de la tâche que devaient réaliser les participants. Toutefois les performances étaient toujours affectées par les stimuli vocaux, les temps de réponse des participants étant systématiquement plus lents pour les essais congruents comparativement aux essais non congruents. Notons cependant que dans le cas inverse, lorsqu'il est demandé aux participants d'ignorer

les visages et de juger des propriétés émotionnelles des voix (expérience 3), les résultats ne sont pas répliqués. Les auteurs expliquent ce résultat par une différence méthodologique de mesure des temps de réponse comparativement à l'expérience 1 et 2.

La multiplicité des résultats mettant en avant une amélioration des performances dans des contextes expérimentaux plurimodaux comparativement à des contextes unimodaux, dans différents types de tâches et de population, conforte la robustesse de ce phénomène. Bien que ce phénomène semble bien établi au regard de la littérature, la dualité des termes employés, interaction et intégration, questionne quant aux processus impliqués dans celui-ci. La problématique soulevée ici est que l'utilisation des termes d'interaction et d'intégration n'est pas systématiquement ni clairement définie, rendant la compréhension fonctionnelle de ce phénomène quelque peu obscure. Sans doute, la diversité des domaines de recherches et des approches cités précédemment dans cette section est en majeure partie responsable de ce manque de consensus terminologique et par ailleurs ce phénomène permet de rendre compte sans nul doute de plusieurs mécanismes, processus cognitifs. Dans le modèle Act-In (Versace et al., 2014) ce phénomène peut-être expliqué par deux mécanismes différents : (1) l'activation inter-composante et (2) l'intégration multi-composante. L'activation inter-composante renvoie à l'ensemble des activations entre les composantes de chaque trace permettant la propagation de l'activation entre les différentes propriétés sensorielles et motrices d'une trace. Par exemple la présentation d'une image de guitare active la composante visuelle mais permet aussi d'activer l'ensemble des propriétés sensorielles liées à cet objet, tel que l'audition avec les spécificités sonores que produit une guitare et potentiellement des propriétés kinesthésiques et tactiles notamment pour les individus ayant eu l'opportunité de toucher et/ou de pratiquer de cet instrument au cours d'épisodes de vie antérieurs à la situation actuelle. Les arguments présentés précédemment nous permettent d'envisager que nos connaissances conceptuelles puissent être le résultat d'une

intégration d'épisodes multimodaux. Ainsi la perception de notre environnement nécessite donc non seulement de multiples activations dans les zones sensorielles diverses mais aussi la synchronisation et l'intégration de ces activations. L'existence d'intégration multi-sensorielle est particulièrement bien démontrée par le phénomène de biais de perception. L'effet McGurk et MacDonald (1976) relate ces biais de perception et illustre l'intégration de la perception auditive et visuelle. Cette étude rapporte, en effet, une influence de la vision sur la perception de la parole. Cet effet révèle que les participants ont tendance à percevoir [da] quand ils voient la syllabe [ga] et entendent le son [ba]. Ainsi, selon les mots de McGurk et MacDonald (1976), en se contentant de fermer les yeux, un [da] entendu précédemment devient un [ba] et redevient seulement [da] en ouvrant les yeux. Plusieurs études ont permis de démontrer l'importance du mécanisme d'intégration dans l'émergence de connaissances (Huang et al., 2004 ; Hommel, 2004 ; Stoet & Hommel, 1999 ; Labeye, Oker, Badard, & Versace, 2008). Par exemple, Labeye et al. (2008) ont élaboré un paradigme d'amorçage à court terme où les participants devaient catégoriser des images d'objets de cuisine et d'objets « do-it-yourself ». Le lien manipulé entre l'amorce et la cible était la similarité de catégorie sémantique entre l'amorce et la cible ainsi que la similarité gestuelle entre l'amorce et la cible. Pour rendre compte des mécanismes d'intégration les auteurs postulent qu'un effet d'amorçage ne doit être observé que si les amorces partagent un maximum de composantes identiques avec la cible. Autrement dit, un effet d'amorçage doit être observé uniquement dans le cas où amorce et cible appartiennent à la même catégorie sémantique ainsi que gestuelle. Si l'amorce et la cible impliquent des gestes très différents ou appartiennent à différentes catégories sémantiques d'objets, l'inadéquation entre l'amorce et la cible intégrés est trop grande pour que l'influence d'un seul élément se manifeste. Ainsi un effet facilitateur de la similarité gestuelle ne doit être obtenu que si les objets appartiennent à la même catégorie sémantique. Et inversement, un effet facilitateur de la similarité de catégorie sémantique ne doit être observé que si les objets impliquent

des composantes gestuelles similaires. Les résultats obtenus ont permis de confirmer l'hypothèse intégrative pour des SOAs de 300 ms. Ainsi l'émergence de connaissances nécessite une intégration des différentes composantes multimodales.

L'objectif de cette partie est d'étudier la construction multi-sensorielle du traitement des connaissances émotionnelles en utilisant un paradigme d'amorçage à court terme.

Des études antérieures ont déjà élaboré un paradigme susceptible d'étudier l'effet de la multimodalité sur l'émergence de connaissances conceptuelles et ont permis de mettre en évidence l'importance du mécanisme d'intégration (Labeye et al., 2008 ; Brunel et al., 2010). Le paradigme d'amorçage à court terme employé dans l'étude de Brunel et al. (2010) repose sur deux phases. La première phase consistait en un apprentissage associatif entre une forme géométrique et un bruit blanc. Cette phase d'apprentissage repose sur l'hypothèse que la répétition d'une association entre une forme géométrique et un son devrait permettre l'intégration de ces deux composantes. Pour chaque essai une forme géométrique (un carré ou un cercle) était présentée pendant 500 ms. Soit la forme géométrique était présentée un bruit blanc simultanément ou soit la forme géométrique était présentée sans son. L'association entre la forme géométrique (cercle ou carré) avec le bruit blanc était contrebalancée entre les participants. Pour la moitié des participants le cercle était associé avec le bruit blanc et pour l'autre moitié le carré était associé avec le bruit blanc. Les participants avaient pour consigne de choisir le plus rapidement possible si la forme géométrique correspondait à un cercle ou à un carré. La seconde phase reposait sur un paradigme d'amorce à court terme. Une amorce était présentée et correspondait à l'une des deux formes géométriques précédemment associée avec un son lors de la phase d'apprentissage. Pour la moitié des essais la forme présentée en amorce était associée au bruit blanc pendant la phase d'apprentissage et pour l'autre moitié des essais l'amorce correspondait à la forme géométrique qui n'avait pas été associée au son. De plus pour la moitié des participants l'amorce était présentée pendant 100 ms

tandis que pour l'autre moitié la forme géométrique était présentée pendant 500 ms. Une fois l'amorce présentée, une cible était affichée à l'écran. Cette cible correspondait à l'image d'un objet qui pouvait être considéré comme petit (inférieur à 50 cm) ou grand. De plus, la moitié de ces objets pouvait être considérés comme bruyants ou non. Les participants avaient pour consigne de catégoriser si l'objet cible était grand ou petit. Cette phase d'amorçage à court terme repose sur l'hypothèse que si la catégorisation implique l'activation de modalités sensorielles, la catégorisation d'une image cible associée à un son devrait être affectée par la présentation antérieure d'une amorce associée à un bruit blanc pendant la phase d'apprentissage. Le bruit blanc n'étant pas spécifique des propriétés sonores liées à l'objet devrait interférer sur la réalisation de la tâche par les participants. De plus, si le SOA entre l'amorce et la cible était plus court que le délai de présentation des stimuli lors de la phase d'apprentissage, la préactivation de la composante auditive devrait interférer avec le traitement de la cible « bruyante ». En revanche, dans le cas où le SOA est supérieur égal ou supérieur à la durée de l'association forme géométrique / son lors de la phase d'apprentissage, la préactivation de la composante auditive devrait faciliter le traitement de la cible bruyante. Les résultats obtenus confirment les hypothèses élaborées par Brunel et al. (2010) et sont en faveur du postulat de la nature perceptive de connaissances conceptuelles.

Dans cette thèse, le postulat est que cet effet de facilitation et d'interférence observé dans l'étude de Brunel et al. (2010) devrait s'appliquer quelle que soit la nature des stimuli et de l'association testée. Ainsi, si ces effets s'appliquent avec des objets bruyants et non bruyants, il devrait en être de même avec des stimuli émotionnels et en manipulant l'association émotionnelle des stimuli. Pour cela, nous avons testé dans un premier temps le lien associatif manipulé entre la phase d'apprentissage et la phase d'amorçage de répétition à court terme afin d'évaluer si ces mêmes effets associatifs sont applicables avec pour stimuli des expressions faciales émotionnelles et des prosodies (expérience 3). Puis, nous avons ensuite testé

au cours d'une autre étude (expérience 4) l'hypothèse selon laquelle les connaissances conceptuelles sont de nature perceptive en manipulant le décours temporel entre amorce et cible lors de la phase de test afin d'exclure toutes interprétations de ces effets dans une approche amodale des représentations mnésiques.

3.1.1 Étude 3

Problématique

L'objectif de cette étude était d'évaluer le mécanisme d'activation intermodale en faisant l'hypothèse d'une propagation des activations entre les différentes modalités afin de permettre l'émergence de connaissances conceptuelles. Pour cela nous nous inspirons d'une tâche élaborée par Brunel et al. (2010) mettant en évidence que la présentation en phase de test d'une forme géométrique en amorce, associée ou non à un bruit blanc lors d'une phase d'apprentissage, avait une influence sur la vitesse de réponse des participants selon son lien avec une image cible bruyante ou non et selon le délai manipulé entre la présentation de l'amorce et le début de la présentation de la cible. Ainsi la présentation d'une forme géométrique associée ou non à un son bruyant permet de faciliter ou d'interférer sur la vitesse de prise de décision des participants lors de la présentation d'une image cible. Cette propagation des activations de la modalité visuelle (forme géométrique) à la modalité auditive du fait de l'association d'une forme géométrique à un son permet de rendre compte du mécanisme d'activation intermodale développé dans le modèle Versace et al. (2014). Bien que ce phénomène ait déjà été observé dans des études antérieures (Brunel et al., 2010, 2009 ; Meyer, Baumann, Marchina, & Jancke, 2007) nous souhaitons dans cette expérience évaluer si cet effet d'amorçage était généralisable à la perception d'expressions faciales et de prosodies.

Pour cela, nous avons élaboré un paradigme en trois phases : (1) phase

d'identification, (2) phase d'apprentissage associatif, et (3) phase d'amorçage à court terme dont les deux dernières sont primordiales afin de répondre à notre objectif. La phase d'apprentissage associatif avait pour but d'élaborer une association entre des formes géométriques (carré ou losange) et des prosodies (identifiables comme exprimant de la joie ou de la tristesse). Elle reposait sur l'hypothèse que la répétition d'une association entre un son et une forme permet l'intégration de ces deux composantes en mémoire. La phase d'amorçage à court terme avait pour but d'évaluer l'effet d'amorçage entre l'amorce (une forme géométrique associée à une prosodie lors de la phase d'apprentissage) et la cible. Nous avons postulé que la congruence amorce-cible devrait faciliter la prise de décision effectuée par les participants lors de la présentation de la cible comparativement aux essais où amorce-cible étaient non congruents. La congruence entre amorce et cible était attribuée lorsque la prosodie associée avec la forme géométrique amorce (par exemple carré-joie) était de même valence émotionnelle que l'expression faciale cible (joie dans notre exemple), dans le cas contraire l'essai est non congruent. La phase d'amorçage à court-terme reposait sur l'hypothèse que la présentation d'un premier stimulus (amorce) influence le traitement d'un second stimulus (cible) présenté ultérieurement. Ainsi, par cette manipulation entre une association de stimuli sonores et visuels et l'élaboration d'un paradigme d'amorçage à court terme, les performances des participants lors de la phase d'amorçage pouvaient permettre de rendre compte du mécanisme d'activation inter-modale décrit dans le modèle Act-In (Versace et al., 2014).

Méthode

Participants Cent quarante étudiants de licence de psychologie de l'Université Picardie Jules Verne, âgés de 18 à 25 ans, ont participé à cette étude. Ces participants avaient une vision normale ou corrigée, ne souffraient pas de troubles médicaux ou psychiatriques, ni ne consommaient de traitements médicamenteux

ayant des effets notoires sur les fonctions cognitives. Chaque participant a signé un formulaire de consentement libre et éclairé, précisant les modalités de son engagement dans l'étude, le respect de l'anonymat et la confidentialité des données recueillies, conformément à la législation en vigueur.

Stimuli et matériel Au total 540 prosodies ont été enregistrées avec 15 volontaires (7 femmes et 8 hommes). Sur les 15 volontaires, 8 faisaient partie d'une association d'improvisation, tandis que les 7 autres n'étaient pas familiers d'activités nécessitant l'expression d'émotions. Chaque participant devait lire des non-mots, puis les exprimer de manière joyeuse et triste. Ils devaient effectuer cette tâche quatre fois pour chaque non-mot au nombre de trois (« bifonagonteuzin », « pemédakinvoreu », « zougumunchi- leupé »). Seules 160 prosodies ont été conservées sur les 540 prosodies. Environ 70% des enregistrements ont été considérés comme de "mauvaise qualité". Les enregistrements dit de "mauvaise qualité" sont ceux comprenant un bruit de fond et des non-mots mal prononcés. Une tâche d'identification des prosodies prononcées de façon joyeuse et triste a été administrée à 24 étudiants de psychologie. Ils avaient pour consigne d'identifier si les prosodies entendues étaient de la *joie*, de la *tristesse*, ou s'ils étaient dans l'incapacité d'identifier leur valence émotionnelle. Au total, 68 prosodies ont été sélectionnées. Sur les 68 prosodies, 34 d'entre elles exprimaient de la joie et les 34 autres exprimaient de la tristesse. Huit voix différentes ont été sélectionnées (4 de femmes et 4 d'hommes).

Soixante-huit items issus de la batterie NimStim (Tottenham et al., 2009) ont été utilisés. Il s'agit de photographies en noir et blanc de visages de femmes et d'hommes. Trente quatre visages (17 de femmes et 17 d'hommes) ont été sélectionnés sur deux expressions faciales émotionnelles. Ainsi sur les 68 items, la moitié de ces photographies (34) représentaient des expressions faciales émotionnelles de joie et l'autre moitié (34) de la tristesse.

La tâche a été implémentée à l'aide du logiciel E-prime 2[®]. Les passations

individuelles ont été effectuées sur un ordinateur portable Tera Mobile 1541. Cet ordinateur a pour système d'exploitation Windows 7 Professionnel. Il dispose d'un processeur Intel Core 3 2.4 GHz, et d'une mémoire RAM de 4.00 Go, dont 3.88 Go utilisable. Sa résolution est de 1920x1080.

Procédure Après avoir pris connaissance et signé le formulaire de consentement, chaque participant était invité à effectuer la tâche expérimentale. Celle-ci se compose de trois phases.

La première phase (phase d'identification, voir figure 3.6) avait pour but d'évaluer les capacités des participants à identifier la nature des émotions (joyeux ou triste) des stimuli visuels (photographies d'expressions faciales émotionnelles) et auditifs (prosodies).

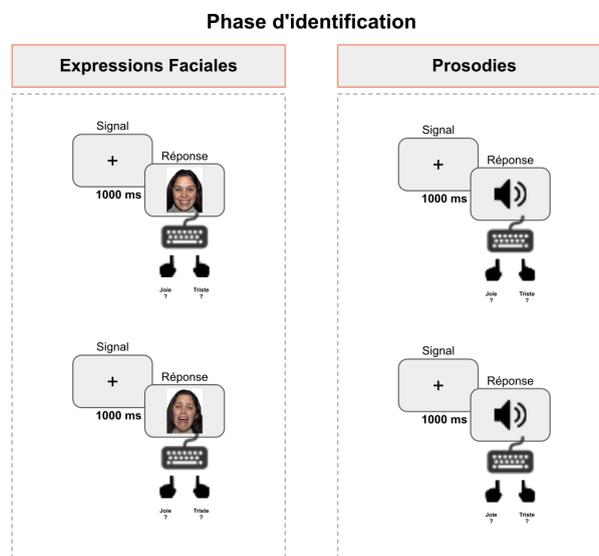


FIGURE 3.6 – Phase d'identification. Illustration des différents essais et de leur déroulement pour la phase d'identification. Une croix de fixation est affichée pendant 1000 ms, suivie d'une phase d'identification des expressions faciales ou des prosodies.

Suite à un entraînement comprenant 4 essais, 20 visages et 20 prosodies (équitablement répartis en fonction du genre et de l'émotion) la phase de test étaient

présentés aux participants. Au total la phase d'identification comprenait 40 essais. Au cours d'un essai une croix de fixation apparaissait à l'écran, durant 1000 ms, suivie soit d'une image soit d'un son. Les participants avaient pour consigne de déterminer si l'image ou le son exprimait de la joie ou de la tristesse. Les consignes étaient présentées au début de la phase d'identification et entre l'entraînement et le test.

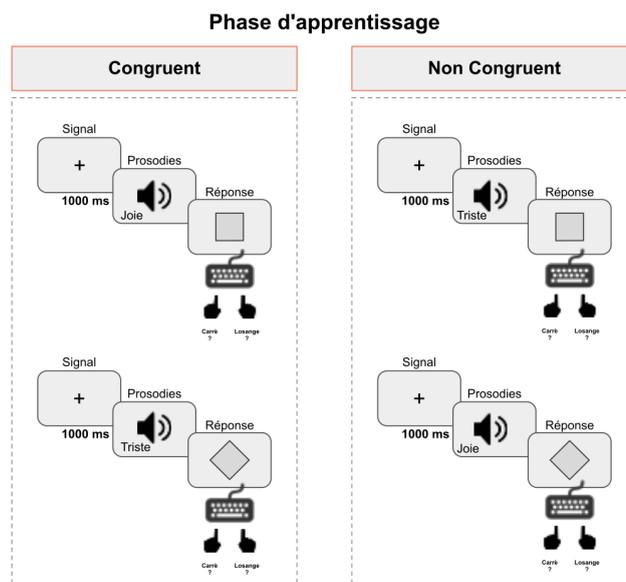


FIGURE 3.7 – Phase d'apprentissage. Illustration des différents essais et de leur déroulement pour la phase d'apprentissage. Un signal est affiché pendant 1000 ms suivi d'une prosodie du délai de la prosodie et d'une forme géométrique. Les participants doivent identifier si les formes géométriques sont des losanges ou des carrés. Dans l'illustration suivante, la prosodie de joie est associée au carré et la prosodie triste au losange. Ces essais sont considérés comme des essais congruents. En revanche dans le bloc 3 de la phase d'apprentissage des essais non congruents ont été ajoutés. Pour ces essais, la prosodie de joie est associée au losange et la prosodie triste est associée au carré

La seconde phase (phase d'apprentissage, voir figure 3.7) repose sur l'hypothèse que la répétition d'une association entre un son et une forme permet l'intégration de ces deux composantes différentes en mémoire. Au cours de la phase d'apprentissage, 3 blocs de 68 essais étaient présentés aux participants, à la suite d'un entraînement comprenant 5 essais. Une pause de 5 secondes était présente entre les blocs. Pour les blocs 1 et 2 les 68 essais associaient une prosodie à une forme géométrique (un

carré ou un losange) en fonction de la valence émotionnelle des prosodies (joyeuses ou tristes). Pour le bloc 3, l'association formes géométriques - prosodies était identique pour 61 essais. Pour les 7 autres essais, l'association était inversée et aléatoirement répartie au sein du bloc 3. Au cours d'un essai, une croix de fixation apparaissait pendant 100 ms, suivie d'une prosodie pendant 3000 ms, puis une forme géométrique. Les participants avaient pour consigne de déterminer la nature de la forme géométrique. Les consignes étaient présentées avant les 5 essais pratiques et un rappel de celles-ci était effectué avant les 204 essais expérimentaux.

La troisième phase correspondait à un paradigme d'amorçage à court terme (voir figure 3.8).

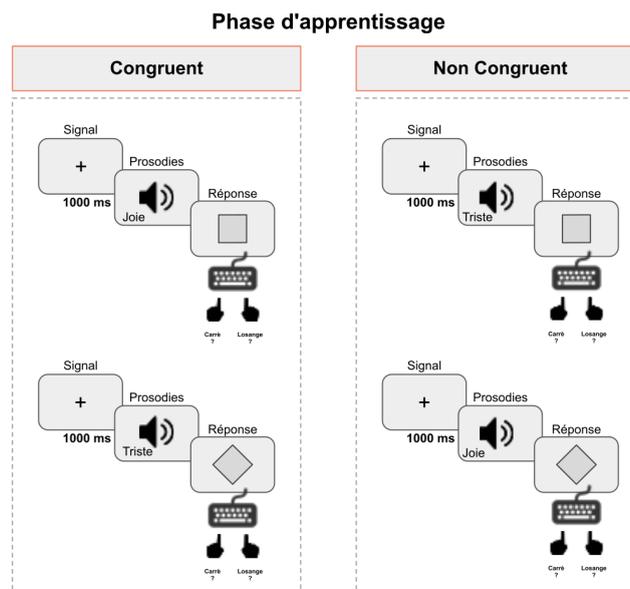


FIGURE 3.8 – Phase d'amorçage à court terme. Illustration des différents essais et de leur déroulement pour la phase d'amorçage à court terme. Un signal est affiché pendant 1000 ms suivi d'une amorce (forme géométrique) affichée pendant 500 ms et d'une cible (expressions faciales) jusqu'à la réponse des participants. Les participants doivent identifier si la cible est un visage de joie ou un visage triste. Les essais congruents et non congruents sont dépendants du lien associatif effectué lors de la phase d'apprentissage. Dans cette illustration, lorsque la forme géométrique était un carré et la cible une expression faciale de joie, l'essai était considéré comme congruent et de même lorsque la forme géométrique était un losange et la cible une expression faciale triste. Inversement les essais non congruents sont les associations carré - triste et losange - joie.

Celle-ci repose sur l'hypothèse que la présentation d'un premier stimulus (amorce) influence le traitement d'un second stimulus (cible) présenté ultérieurement. Le lien manipulé entre l'amorce et la cible dépendait des apprentissages associatifs effectués lors de la phase d'apprentissage. Ainsi si une forme géométrique était associée à une prosodie à valence joyeuse et que la cible était de valence joyeuse, l'essai était considéré comme congruent. En revanche, si une forme géométrique était associée à une prosodie à valence triste et que la cible était de valence joyeuse, l'essai était considéré comme non-congruent. Au cours de cette phase, 3 blocs de 68 essais étaient présentés aux participants, précédés de 3 essais pratiques. Une pause de 5 secondes était assignée entre chaque bloc. Pour le bloc 1, les 68 essais présentés aux participants étaient congruents. Pour les Blocs 2 et 3, 48 essais étaient congruents (les 20 autres étant non-congruents). L'ordre d'apparition des essais était aléatoire pour l'ensemble des blocs et des participants. Au cours d'un essai, une croix de fixation apparaissait pendant 1000 ms, suivie d'une forme géométrique (carré ou losange) sur un délai de 500 ms, puis apparaissait une photographie d'un visage exprimant soit de la joie soit de la tristesse. Les participants avaient pour consigne de déterminer si le visage présenté était joyeux ou triste. Les consignes étaient présentées avant les 3 essais pratiques et un rappel de celles-ci était présenté avant les 204 essais expérimentaux.

Résultats

Phase d'identification Les performances des participants pour identifier les prosodies et les expressions faciales émotionnelles sont supérieures à 90%. Les pourcentages de bonnes réponses pour les visages et les prosodies en fonction de l'expression exprimée sont représentés le tableau 3.4.

TABLE 3.4 – Pourcentages moyens de bonnes réponses en fonction des expressions émotionnelles faciales et prosodiques.

Stimuli	Visuels		Auditifs	
	Joie	Triste	Joie	Triste
Expression émotionnelle				
Pourcentages de bonnes réponses	97.21	96.08	94.31	92.21

Nous avons ensuite regardé les temps de réponses pour chaque condition (voir le tableau 3.5). Une comparaison de moyenne ne met pas en évidence de différence entre stimuli visuels joie et triste [$t(278) = -153.27, p = .277$] et entre stimuli auditifs [$t(278) = -1.59, p = .111$].

TABLE 3.5 – Temps de réponse moyens en fonction des expressions émotionnelles cible et amorce.

Stimuli	Visuels		Auditifs	
	Joie	Triste	Joie	Triste
Expression émotionnelle				
Temps de réponse moyens	792.37 (335.02)	830.37 (342.85)	1541.60 (634.70)	1596.62 (973.98)

Phase d'apprentissage Nous avons testé les temps de réponse des participants sur les choix corrects entre la valence des prosodies (Joie - triste) et le type de formes géométriques (carré - losange). L'analyse statistique ne révèle pas d'effet principal de la prosodie sur les temps de réponse [$F(1,276) = .42, p = .519$], ni d'effet principal de la forme géométrique [$F(1,276) = 1.91, p = .168$] et d'effet d'interaction [$F(1,276) = 0.29, p = .588$]. L'association d'une forme géométrique particulière à une prosodie sonore ne semble pas avoir d'effet sur la latence des réponses des participants. Les pourcentages de bonnes réponses moyens et les temps de réponses moyens sont présentés dans le tableau 3.6.

TABLE 3.6 – Temps de réponse moyens en fonction de l'association prosodies et formes géométriques.

Stimuli	Visuels		Auditifs	
	Joie	Triste	Joie	Triste
Expression émotionnelle				
Temps de réponse moyens	538.82 (117.53)	551.44 (144.72)	520.94 (104.48)	549.90 (132.49)

Afin de tester l'hypothèse selon laquelle la répétition d'une association entre un son et une forme permet l'intégration de ces deux composantes différentes en mémoire, nous avons testé l'interaction entre prosodies et le lien entre forme géométrique et prosodie. Les essais où l'association entre les formes géométriques et les prosodies sont les plus fréquents au sein des blocs sont considérés comme congruents et les moins fréquents comme non congruents. Les pourcentages de bonnes réponses ainsi que les temps de réponse moyens sont représentés dans le tableau 3.7.

TABLE 3.7 – Pourcentages de bonnes réponses et temps de réponse moyens en fonction des prosodies et de la nature du lien associatif.

Prosodies	Joie		Triste	
	Congruents	Non Congruents	Congruents	Non Congruents
Liens				
Pourcentages de bonnes réponses moyens	96.48	84.61	96.29	85.92
Temps de réponse moyens	545.40 (132.09)	615.05 (297.86)	534.80 (119.16)	590.96 (172.05)

L'analyse statistique a permis de mettre en évidence un effet principal du lien manipulé [$F(1,138) = 18.83, p < .001$], mais pas d'effet principal de la valence émotionnelle des prosodies [$F(1,138) = 2.74, p = .097$], ni d'effet d'interaction [$F(1,138) = 0.34, p = .559$]. Ainsi les temps de réponse des participants sont affectés par la fréquence d'apparition du lien manipulé entre la valence des prosodies et les formes géométriques (voir figure 3.9). Les temps de réponse sont plus longs pour les essais

non congruents comparativement aux essais congruents, [$t(138) = -4.34, p < .001$]. En revanche, les temps de réponse des participants ne semblent pas affectés par la valence des prosodies présentées.

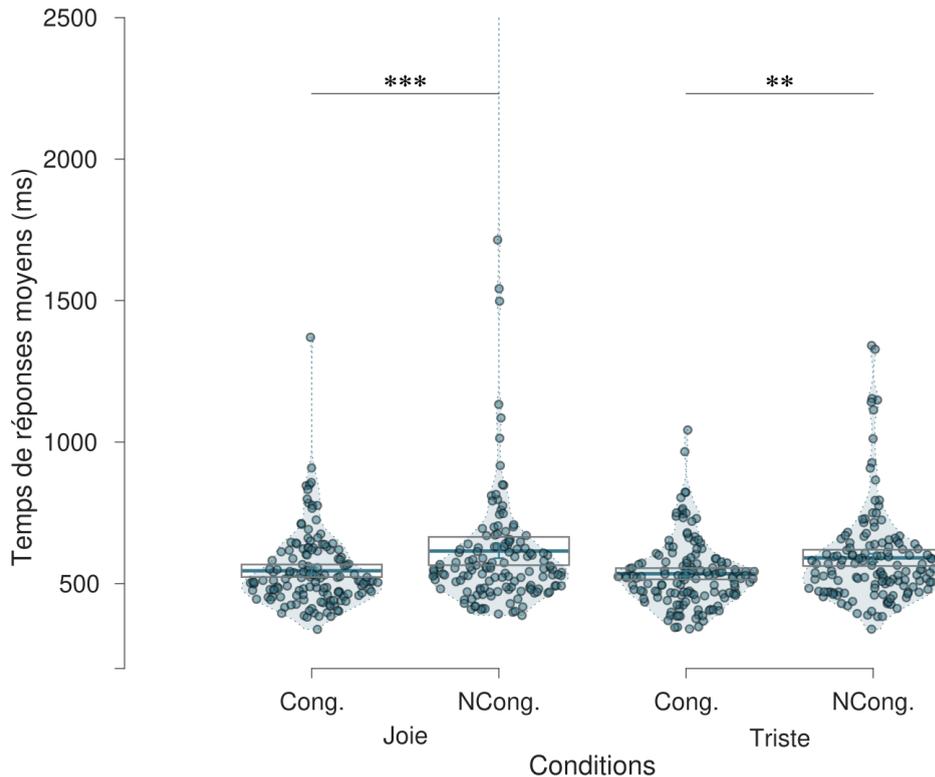


FIGURE 3.9 – Phase d’apprentissage. Temps de réponse moyens en fonction de la valence de la prosodie (triste - joie) et la fréquence du lien manipulé (congruent - non congruent). Les points indiquent les réponses moyennes individuelles, les aires la densité, les boîtes indiquent l’intervalle de confiance de 95% et les barres d’erreurs l’erreur type.

* $p < .05$, ** $p < .01$, $p < .001$

Phase d’amorçage à court terme Les performances des participants à choisir la valence émotionnelle associée à l’expression faciale cible sont supérieures à 90% pour l’ensemble des conditions. Les pourcentages de bonnes réponses ainsi que les temps de réponse moyens pour les réponses correctes sont présentés dans le tableau 3.8.

TABLE 3.8 – Pourcentages de bonnes réponses et temps de réponse moyens (ms) en fonction de la valence émotionnelle cible et du lien manipulé entre amorce et cible. Les valeurs entre parenthèses indiquent les écart-types.

Cible	Joie		Triste	
	Congruents	Non Congruents	Congruents	Non Congruents
Liens				
Pourcentages de bonnes réponses	95.89	92.64	95.52	92.88
Temps de réponse moyens	590.31 (145.99)	611.73 (146.51)	624.87 (152.71)	653.80 (183.65)

Pour tester l'effet du lien manipulé entre l'amorce et la cible, les temps de réponse moyens (TR en ms) ont été calculés pour chacune des 4 conditions : [cible joie ; cible triste] × [lien congruent ; lien non congruent] (voir figure 3.10). L'analyse statistique a permis de mettre en évidence un effet principal de la cible [$F(1,139) = 52.41, p < .001$] ainsi qu'un effet principal du lien manipulé entre amorce et cible [$F(1,139) = 13.33, p < .001$]. En revanche, l'interaction n'est pas significative, $F(1,139) = .60, p = .437$. Ainsi, en accord avec l'hypothèse d'intégration, les temps de latence lors du choix des participants sont plus courts lorsque l'association forme géométrique prosodie apprise lors de la phase d'apprentissage est congruente avec le lien amorce cible manipulée lors de la phase d'amorçage comparativement aux essais non congruents [$t(139) = -3.65, p < .001$]. Par ailleurs, les participants sont plus rapides pour effectuer un choix sur la valence émotionnelle de la cible lorsque celle-ci représente la joie comparativement aux essais tristes [$t(139) = -7.24, p < .001$].

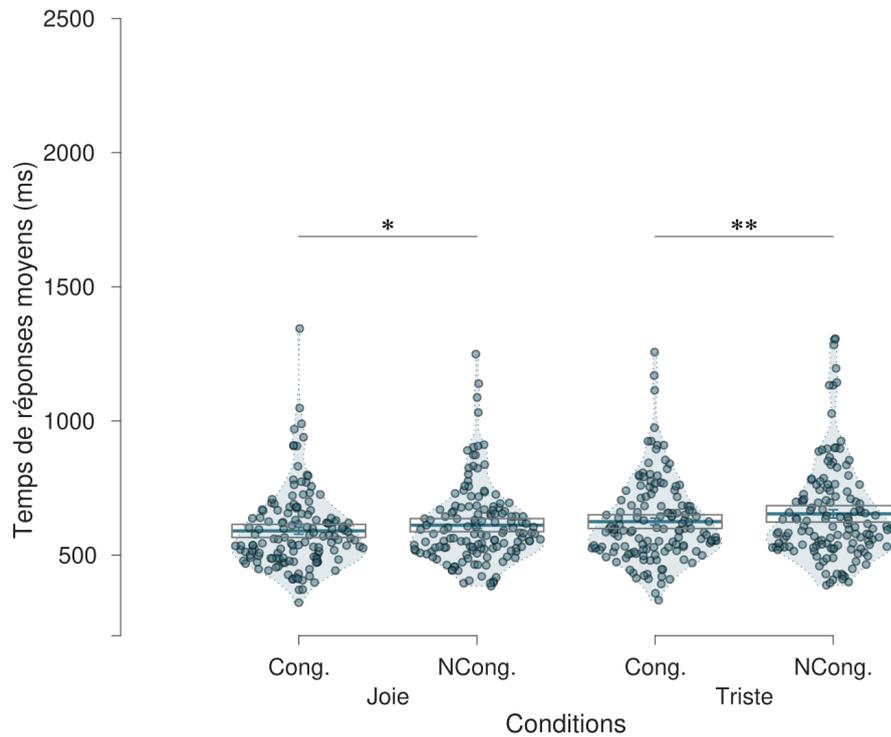


FIGURE 3.10 – Phase d’amorçage. Temps de réponse moyens en fonction de la valence de l’expression faciale cible (triste - joie) et le lien manipulé entre l’amorce et la cible (congruent - non congruent). Les essais congruents correspondent aux essais où l’amorce (forme géométrique) préalablement associée à un phonème qualifié de joyeux en phase d’apprentissage, est présentée avec un visage qualifié de joyeux. Les essais non congruents correspondent aux essais où l’amorce (forme géométrique) préalablement associée avec une prosodie estimée comme triste dans la phase d’apprentissage est présentée avec un visage cible exprimant de la joie. Les points indiquent les réponses moyennes individuelles, les aires la densité, les boîtes indiquent l’intervalle de confiance de 95% et les barres d’erreurs, l’erreur type.

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Discussion et conclusion

Cette étude repose sur l’idée selon laquelle les connaissances conceptuelles sont de nature perceptive. Il est supposé que si la tâche de catégorisation effectuée par les participants implique l’activation de composantes sensorielles en mémoire, la catégorisation d’une expression faciale émotionnelle cible associée à une prosodie sonore spécifique devrait être affectée par la présentation préalable d’une forme

géométrique amorce associée à une prosodie répondant ou non au même caractéristique sonore que celle de la cible. Ainsi, lorsque l'association forme géométrique – prosodie en amorce est congruente avec l'association expression faciale émotionnelle – prosodie en cible, les performances devraient être plus élevées que pour les essais non congruents. Pour cela nous nous sommes appuyés sur les travaux de Brunel et collaborateurs (2010) afin d'élaborer un paradigme expérimental susceptible d'étudier la nature perceptive des connaissances conceptuelles avec des stimuli marqueurs d'expressions émotionnelles.

La phase d'identification avait pour but d'évaluer les capacités des participants à identifier la nature des émotions. Le pourcentage de bonnes réponses étant supérieurs à 90% nous pouvons conclure que la nature émotionnelle des stimuli utilisés dans cette tâche est représentative pour permettre aux participants une catégorisation des stimuli visuels et auditifs sur leurs valences émotionnelles. Toutefois, nous avons observé des performances moindres lorsque les participants devaient catégoriser les stimuli auditifs comparativement aux stimuli visuels. Certaines études ont permis de mettre en évidence une dominance des stimuli visuels sur des stimuli auditifs (Chen & Spence, 2017 ; Colavita, 1974), comme d'autres une dominance des stimuli auditifs sur les stimuli visuels (Campanella et al., 2010 ; Czigler, Cox, Gyimesi, & Horváth, 2007). Face à nos résultats, nous ne pouvons interpréter les différences potentielles de traitement entre stimuli auditifs et visuels. Nous l'expliquons, d'une part, par un manque de consensus dans la littérature et, d'autre part, par des résultats hétérogènes entre les modalités et entre les émotions que sont censés représenter chaque stimuli visuels et auditifs. Nous rejoignons les propos de Gerdes et al. (2014) où des comparaisons systématiques et directes entre des stimuli émotionnels visuels et auditifs nous semblent nécessaires dans le but de comprendre leurs différences potentielles de traitement.

La phase d'apprentissage repose sur l'hypothèse que la répétition d'une association entre un son et une forme permet l'intégration de ces deux composants

différents en mémoire. Les résultats obtenus nous permettent d'observer que les performances des participants à juger de la forme des stimuli visuels s'améliorent avec l'apprentissage. Bien que les participants n'aient pas à traiter les sons pour réaliser la tâche qui leur était demandée, leurs performances étaient meilleures pour les essais congruents comparativement aux essais non congruents. Nos résultats soutiennent l'idée selon laquelle au cours de la phase d'apprentissage les deux composants (son et forme) sont intégrés en mémoire. En ce sens la combinaison des différents composants issus de différentes modalités produisent une synthèse de l'expérience sensorielle, plus qu'une juxtaposition des différents composants indépendants l'un de l'autre (Giard & Peronnet, 1999 ; Stein, Scott Huneycutt, & Alex Meredith, 1988). Ainsi les comportements et connaissances qui émergent d'expériences intégrées ne seront pas identiques aux comportements et connaissances émergeant de situation où les stimuli sont présentés individuellement.

La phase d'amorçage à court terme repose sur l'hypothèse que la présentation d'un stimulus (amorçe) améliore le traitement du second stimulus (cible). Les résultats obtenus sont en faveur de l'idée selon laquelle les connaissances conceptuelles sont de nature perceptive et corroborent les résultats obtenus avec pour stimuli des objets (Brunel et al., 2010), des animaux (Lionel et al., 2009) et des formes géométriques (Brunel et al., 2009). La mise en évidence d'un tel effet d'amorçage multimodal nous semble particulièrement important pour éprouver la pertinence des modèles de la mémoire récents considérant que les concepts émergent d'expériences antérieures basées sur des informations sensori-motrices (Barsalou, 1999, 2008 ; Versace et al., 2002). Ainsi, cette étude peut être expliquée par le mécanisme d'activation inter-composant développé dans le modèle Act-in (Versace et al., 2014). Selon le modèle Act-in l'un des mécanismes permettant l'émergence d'une connaissance est l'activation. L'activation inter-traces renvoie à la propagation de l'activation des différentes traces en mémoire en lien avec l'expérience actuelle. Par exemple, la présentation d'une expression faciale de joie active l'ensemble des traces mnésiques

correspondant à des situations dans lesquelles l'individu a été confronté à des stimuli visuellement similaires. Toutefois, cette activation intra-composante (visuelle) ne se suffit pas en elle-même. Parallèlement, une activation inter-composante s'effectue individuellement sur chacune des traces activées. Dans notre exemple, la simple vue d'une expression faciale joyeuse va activer les propriétés auditives dont les caractéristiques sont liées à la prosodie. Ainsi l'activation inter-traces implique une activation intra et inter-composante, qui opère en parallèle. Bien qu'un grand nombre d'études explorent les mécanismes qui permettent l'émergence de concepts dans une logique unitaire et modale de la mémoire, notre étude a permis d'éprouver la pertinence d'un tel modèle avec des stimuli aussi spécifiques que les expressions faciales émotionnelles.

Cette étude a permis de corroborer les résultats des travaux antérieurs (Brunel et al., 2009, 2010) avec pour stimuli des expressions faciales émotionnelles et de prosodies. Ainsi, les modèles basés sur les mécanismes d'activation et d'intégration où la perception est au centre de la cognition (Barsalou, 2009, 2010 ; Goldstone & Hendrickson, 2010 ; Versace et al., 2002) nous semblent être une alternative pertinente aux conceptions traditionnelles, où perception et cognition ont été considérées comme distinctes et fonctionnant indépendamment l'une de l'autre (Fodor, 1983 ; Pylyshyn, 1999). Cette conception de la cognition dite incarnée, impliquant la perception et le corps dans les processus cognitifs comme un tout, a fait l'objet d'un nombre restreint d'études dans le domaine du vieillissement normal et des troubles neurocognitifs (pour revue, Vallet, 2015). Il nous semble à ce titre important de poursuivre les recherches dans ce domaine afin de comprendre plus finement les processus cognitifs impliqués ainsi que d'évaluer la capacité des théories de la cognition incarnée à expliquer l'altération de la cognition dans les troubles neurocognitifs.

3.1.2 Étude 4

Problématique

Notre objectif dans cette étude est de rendre compte de la nature sensorielle des informations en mémoire. Pour cela, nous utilisons un design expérimental sensiblement proche de l'expérience 3. Dans l'étude 3, les participants devaient réaliser une tâche d'amorçage à court terme à la suite d'une phase d'apprentissage dans laquelle des formes géométriques (présentées en amorce dans la tâche d'amorçage) étaient associées à des sons exprimant soit la joie, soit la tristesse. La particularité de cette étude (étude 4) réside dans l'ajout d'une variable SOA où nous manipulons le délai de présentation entre l'amorce et la cible dans la phase d'amorçage. Cette étude se compose donc de deux phases (1) une phase d'apprentissage qui avait pour but de créer un lien associatif entre un son (d'une durée de 500 ms) et une forme géométrique (2) une phase d'amorçage à court terme qui permet de tester la nature sensorielle des informations en mémoire. Pour la phase d'apprentissage, nous supposons que les participants vont apprendre le lien associatif entre le son et la forme géométrique, et que cela se manifestera par de meilleures performances lors de leurs choix au cours des essais (augmentation des bonnes réponses et diminution des temps de réponse au fur et à mesure des essais) ; celle-ci repose sur des postulats similaires à ceux développés dans l'étude de Brunel et al. (2009, 2010). Si la catégorisation implique l'activation de zones sensorielles qui codent les composantes perceptuelles des traces en mémoire, la catégorisation d'une expression faciale cible typiquement associée à de la joie devrait être influencée par la présentation préalable d'une forme géométrique associée à une prosodie joyeuse lors de la phase de codage. Cette hypothèse s'applique, si et seulement si, le délai de présentation de l'amorce lors de la phase d'amorçage à court terme est identique au délai de présentation de la forme géométrique et du son lors de la phase d'encodage. Ainsi, nous nous attendons à observer un effet de facilitation (de meilleures

performances lors des essais congruents et lorsque le SOA était de 500 ms dans la phase d'amorçage comparativement aux essais congruents et lorsque le SOA était de 100 ms lors de la phase d'apprentissage).

Notre étude s'inspire des travaux réalisés par Brunel et al. (2009) et Brunel et al. (2010). Ces travaux ont permis de soutenir l'idée selon laquelle les mécanismes de mémoire ne sont pas dissociables des mécanismes de la perception. Brunel et al. (2009) ont par exemple testé ce point de vue à l'aide de trois expériences d'amorçage à court terme comprenant une phase d'apprentissage et une phase d'amorçage. La phase d'apprentissage consistait à associer une forme géométrique à un bruit blanc et la phase d'amorçage consistait à évaluer l'effet d'amorçage de la forme géométrique amorcée sur le traitement de tonalités sonores cibles. Ces travaux ont permis de démontrer que la nature sensorielle de la composante auditive était réactivée par l'amorce et permettait d'améliorer les performances des participants lorsque la durée du bruit blanc correspondait au SOA lors de la phase d'amorçage à court terme. Dans une logique de généralisation Brunel et al. (2010) propose une tâche sensiblement identique à celle de Brunel et al. (2009) hormis l'utilisation d'images d'objets bruyants ou non lors de la phase d'amorçage à court terme. Un effet de facilitation a été obtenu lorsque le SOA était de 500 ms pour les images cibles d'objets bruyants et un effet d'interférence lorsque le SOA était de 100 ms. Ces résultats corroborent les résultats obtenus dans l'étude de Brunel et al. (2010). L'effet d'interférence au SOA 100 ms a été expliqué comme le résultat d'un chevauchement entre les composantes réactivées par le son amorce (associé à la forme géométrique lors de la phase d'amorçage) et celles activées par le traitement de la cible bruyante. L'effet de facilitation a été interprété par la pré-activation des modalités auditives lors de la présentation de la forme géométrique associée avec le son amorce qui faciliterait la catégorisation des cibles bruyantes.

Méthode

Participants Trente-deux tout-venant (16 hommes et 16 femmes), âgés de 18 à 25 ans, ont participé à cette étude. Ces participants avaient une vision normale ou corrigée, ne présentaient pas de troubles médicaux ou psychiatriques connus, et n'avaient pas de traitements médicamenteux ayant des effets notoires sur les fonctions cognitives. Tous avaient pris connaissance des conditions expérimentales et signé un formulaire de consentement de participation.

Stimuli et matériel Les stimuli auditifs utilisés sont issus des travaux de Maurage, Joassin, Philippot, et Campanella (2007) ayant élaboré une batterie de stimuli vocaux émotionnels validés sur une population de 70 étudiants en psychologie de l'Université de Louvain. Parmi cette batterie, seulement 4 stimuli vocaux ont été utilisés. Ces stimuli étaient des phonèmes /a/ joué par une actrice sous un ton joyeux et neutre pour la moitié d'entre eux et par un acteur sous un ton joyeux et neutre pour l'autre moitié. La raison pour laquelle nous n'avons pas choisi de réutiliser les mêmes stimuli (prosodies) que dans l'étude 3 réside dans le délai de présentation. Dans cette étude, il était important pour nous de pouvoir maîtriser le délai de présentation des stimuli sonores, et les prosodies ne nous le permettaient pas en raison d'une plus grande variabilité dépendante du jeu des acteurs ayant permis l'enregistrement des expressions de joie, de tristesse et neutre. C'est pourquoi nous avons privilégié dans cette étude les stimuli auditifs développés par Maurage et al. (2007).

Les expressions faciales émotionnelles utilisées dans cette étude sont issues de la batterie NimStim (Tottenham et al., 2009). Les expressions faciales sélectionnées avaient la bouche ouverte. Soixante quatre visages ont été retenus dont 32 étaient des visages de femme et les 32 autres des visages d'homme. Parmi les 32 visages de femme et d'homme utilisés, la moitié (16 expressions) exprimaient de la joie et l'autre moitié étaient neutres (16 expressions).

La tâche a été implémentée à l'aide du logiciel E-Prime 2[®]. Les passations individuelles ont été effectuées sur deux ordinateurs portables ayant comme système d'exploitation Windows 10. Ces ordinateurs disposaient d'un écran d'une taille de 15", avec une résolution de 1920x1080.

Procédure La tâche se composait d'une phase d'apprentissage et d'une phase d'amorçage à court terme visant à tester le lien amorce-cible dépendant de la phase d'apprentissage.

La phase d'apprentissage repose sur l'hypothèse que la répétition d'une association entre un stimulus auditif et un stimulus visuel permet l'intégration de ces deux composantes différentes en mémoire. Cette phase se compose de 64 essais au cours desquels un son et une forme géométrique étaient présentés simultanément. Par exemple, le phonème /a/ représentant de la joie pouvait être associé à un carré et le phonème /a/ neutre associé à un losange et inversement. Suite à la réponse du participant, un écran blanc était présenté pendant 1500 ms. Dans cette étude l'apprentissage associatif entre le son et la forme géométrique est indirect car il n'est pas demandé aux participants de retenir le lien entre le son et la forme géométrique ni de déduire de règles particulières sur les raisons de l'apparition d'une forme géométrique avec un son émotionnel. Les participants avaient pour consigne de choisir le plus rapidement possible et sans erreur si la forme présentée était un carré ou un losange en appuyant sur la touche correspondante (voir Figure 3.11). L'association phonème/forme géométrique ainsi que la touche de réponse correspondant à la joie et celle correspondant à la tristesse étaient contrebalancées entre les participants.

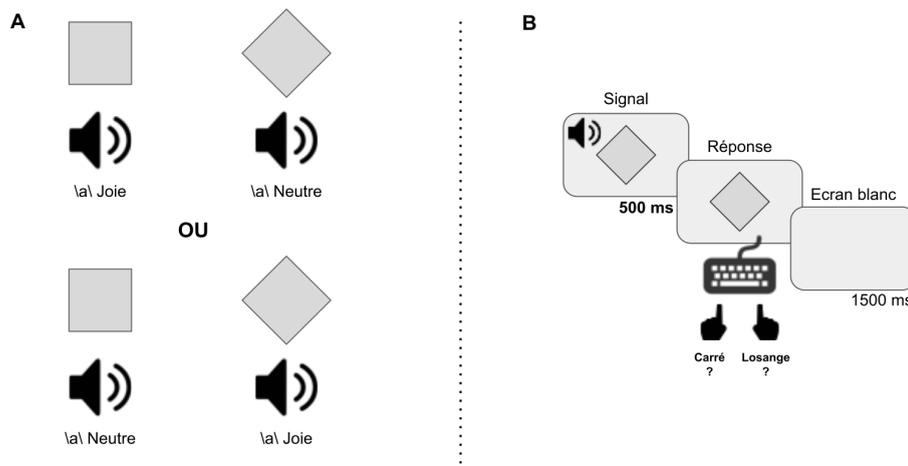


FIGURE 3.11 – Phase d'apprentissage. (A) Différentes possibilités d'association des formes géométriques avec les phonèmes qualifiés de joyeux ou neutre. Si le phonème joyeux est associé au carré alors le bruit blanc est associé au losange pour la moitié des participants et inversement pour l'autre moitié des participants. (B) Exemple de déroulement d'un essai. Un phonème et une forme géométrique sont présentés simultanément pendant 500 ms, puis la réponse du participant est attendue avant qu'un écran blanc s'affiche pendant 1500 ms.

La phase d'amorçage à court terme repose sur l'hypothèse que la présentation d'un premier stimulus (amorçage) influence le traitement d'un second stimulus (cible) présenté ultérieurement. Le lien manipulé entre l'amorçage et la cible dépend des apprentissages associatifs effectués lors de la phase d'apprentissage. Ainsi si une forme géométrique était associée au phonème à valence joyeuse et que la cible était de valence joyeuse, l'essai était considéré comme congruent. En revanche, si une forme géométrique était associée au phonème à valence neutre et que la cible était de valence joyeuse, l'essai était considéré comme non-congruent (voir Figure 3.12).

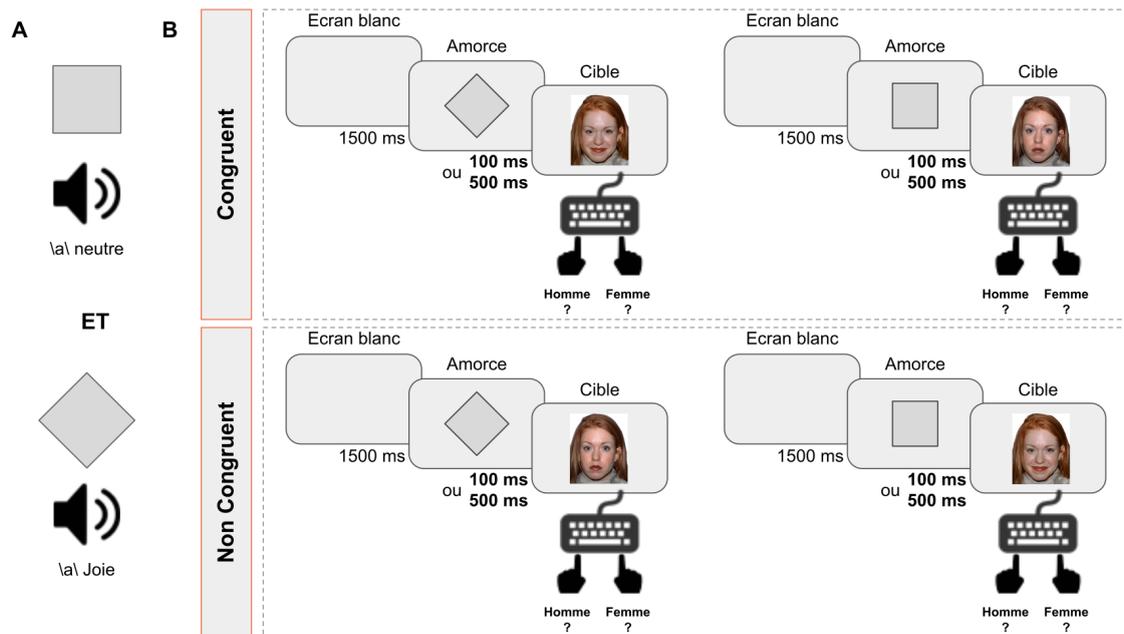


FIGURE 3.12 – Phase d’amorçage. (A) Dans cette figure, il n’est pas présenté l’ensemble des conditions possibles présentes dans ce protocole expérimental pour la phase d’amorçage. Les conditions présentées dans cette figure correspondent au cas où les carrés sont associés aux bruits blancs et les losanges aux phonèmes exprimant la joie. (B) Déroulement d’un essai et ensemble des conditions (congruence vs. non congruence) possibles en fonction du lien associatif manipulé dans l’encadré A de cette figure et lorsque la cible est un visage de femme. Au cours d’un essai un écran blanc est affiché pendant 1500 ms, suivi d’une amorce (formes géométriques) pendant 500 ms ou 100 ms, suivi d’une cible (expressions faciales de joie ou neutre) affichée jusqu’à la réponse du participant.

Cette phase se composait de 64 essais au cours desquels un écran blanc était présenté pendant 1500 ms dans un premier temps. Souhaitant manipuler le délai de présentation de l’amorce, un SOA de 100 ms a été administré pour la moitié des participants et de 500 ms pour l’autre moitié des participants. Suite à la présentation de l’amorce, une expression faciale (cible) neutre ou représentant la joie était présentée jusqu’à la réponse du participant. Trente deux visages différents ont été présentés aux participants dans un contexte congruent et non congruent. Seize de ces visages étaient ceux de femmes et les 16 autres d’hommes. Les participants avaient pour consigne d’identifier si le visage cible était celui d’une femme ou d’un homme. Il était demandé aux participants d’effectuer ce choix le plus rapidement possible et sans commettre d’erreurs. La touche correspondant au choix a été

contrebalancée entre les participants.

Résultats

Cette étude se composait de deux phases (1) une phase d'apprentissage et (2) une phase d'amorçage à court terme. Les deux phases ont été traitées et les analyses statistiques réalisées ont été effectuées indépendamment. Deux participants ont été exclus de l'analyse du fait de performances particulièrement faibles et non représentatives de notre échantillon.

Phase d'apprentissage Les pourcentages de bonnes réponses ainsi que les temps de réponse pour les essais corrects ont été calculés pour l'ensemble des participants en fonction des différentes conditions (voir tableau 3.9).

TABLE 3.9 – Pourcentages moyens de bonnes réponses et temps de réponse moyens de la phase d'apprentissage en fonction des associations formes géométriques phonèmes. Carré Émotionnel fait référence aux cas où il était présenté aux participants le carré avec les phonèmes identifiés comme joyeux et Losange Émotionnel dans le cas où les phonèmes joyeux étaient présentés avec le losange.

Association	Carré émotionnel	Losange émotionnel
Pourcentage de bonnes réponses	92.3	96.7
Temps de réponses	532.59 (386.55)	472.27 (374.82)

Afin de rendre compte d'un potentiel apprentissage au fur et à mesure des essais, des analyses de régression simple ont été réalisées avec pour variables dépendantes la moyenne des réponses correctes de l'ensemble des sujets pour chaque essai et pour prédicteur les essais (voir Figure 3.13). Ces analyses ont permis de mettre en évidence une relation significative entre l'avancé des essais et la moyenne des bonnes réponses [$F(1,63) = 18.22$, $p < .001$; avec un R^2 de .23] et également une diminution

significative des délais de réponses moyens au fur et à mesure des essais [$F(1,63) = 19.95, p < .001$; avec un R^2 de .24]. Notons que les R^2 sont toutefois relativement faibles et que le prédicteur utilisé dans ces deux régressions linéaires simples n'explique que partiellement les modulations de performances observées d'essai à essai.

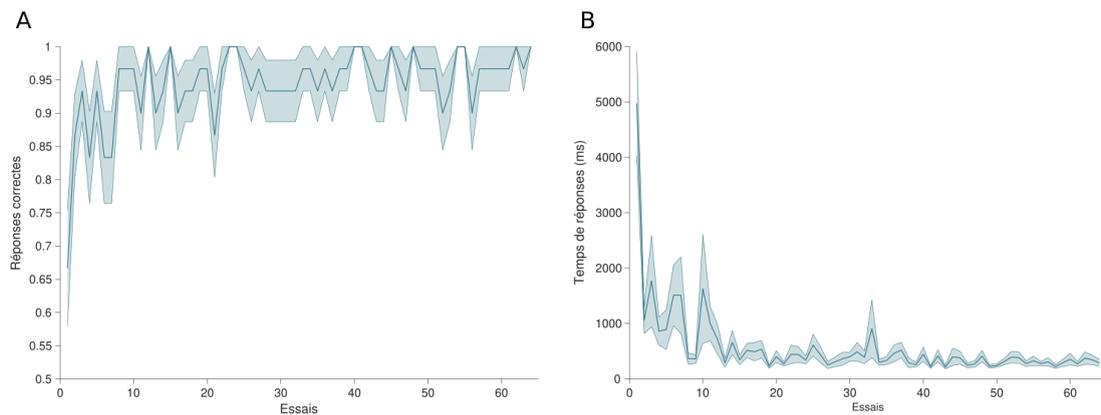


FIGURE 3.13 – Phase d'apprentissage. (A) Réponses correctes moyennes sur tous les essais. (B) temps de réponse moyens (ms) sur tous les essais. Pour l'ensemble des panels : la droite du milieu représente la moyenne des essais, les droites aux extrêmes indiquent l'erreur type et l'aire la densité.

Des analyses de comparaison de moyennes sur les pourcentages de bonnes réponses et sur les temps de réponse ont été effectuées afin de s'assurer que l'association forme géométrique / phonème selon les groupes n'ait pas d'influence sur les performances des participants. Les analyses statistiques ne permettent pas de mettre en évidence de différences significatives tant pour les réponses correctes [$t(28) = -1.62, p = .116$] que pour les temps de réponse [$t(28) = 0.45, p = .657$]. Les performances des participants ne semblent pas être dépendantes de la nature de l'association entre la forme géométrique et la prosodie.

Phase d'amorçage à court terme Les pourcentages de bonnes réponses ainsi que que les temps de réponse pour les essais corrects ont été calculés pour l'ensemble

des participants en fonction des différentes conditions (voir tableau 3.10).

TABLE 3.10 - Pourcentages moyens de bonnes réponses et temps de réponse moyens de la phase d'amorçage en fonction du lien entre l'amorce et la cible et du SOA. Les essais congruents sont les essais où la forme géométrique a été associée avec le phonème considéré comme joyeux dans la phase d'apprentissage et que la cible correspond à des expressions faciales de joie. Les essais non congruents sont les essais où la forme géométrique a été associé au bruit blanc dans la phase d'apprentissage et la cible correspond à un visage de joie. Les valeurs entre parenthèses indiquent les écart-types.

SOA	100		500	
Liens	Congruents	Non Congruents	Congruents	Non Congruents
Pourcentages de bonnes réponses	97.08	96.25	97.50	99.17
Temps de réponses	626.04 (65.44)	633.40 (75.03)	537.61 (58.10)	658.15 (94.57)

Les temps de réponse inférieurs à 250 ms et supérieurs à 1250 ms ont été supprimés de l'analyse. Ce critère entraîne l'exclusion de 5.34% des données pour la phase d'apprentissage. Un participant a été exclu de l'analyse du fait de performance particulièrement faible et non représentative des performances de la population.

Des analyses de variance à plan mixte ont été ensuite effectuées sur les temps de réponse et le pourcentage de bonnes réponses, avec le lien amorce - cible en tant que facteur intra-sujet et le SOA (100 ms versus 500 ms) en tant que facteur inter-sujet (voir figure 3.14). Pour les bonnes réponses, l'analyse statistique ne permet pas de mettre en évidence d'effet principal du lien entre l'amorce et la cible [$F(1,28) = 0.35, p = .559$], ni d'effet principal du SOA [$F(1,28) = 2.64, p = .116$], ni d'effets d'interaction [$F(1,27) = 3.15, p = .087$]. Cette analyse sur les réponses correctes ne permet pas de mettre en évidence d'effet d'amorçage que ce soit pour le SOA de 100 ms que pour le SOA de 500 ms. Notons par ailleurs que les performances des participants sur les bonnes réponses sont particulièrement élevées (supérieures à 96%). Pour les temps de réponse, l'analyse statistique a permis de mettre en évidence un effet principal du

SOA [$F(1,28) = 18.49, p < .001$]. Les temps de réponse sont supérieurs pour les conditions où le SOA était de 100 ms (629.71 ms) comparativement aux conditions où le SOA était de 500 ms (531.05 ms).

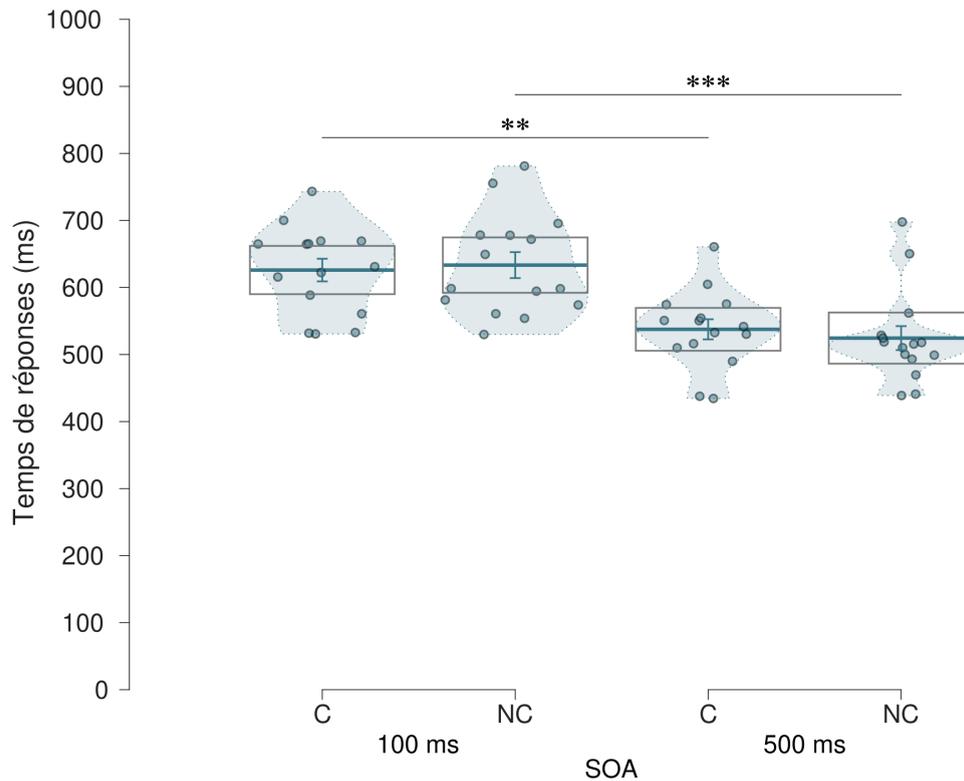


FIGURE 3.14 – Phase d’amorçage. Temps de réponse moyens (ms) pour les conditions manipulant le lien entre l’amorce et la cible et le SOA. Les essais congruents correspondent aux essais où l’amorce (forme géométrique) préalablement associée avec un phonème qualifié de joyeux dans la phase d’apprentissage est présentée avec un visage cible exprimant de la joie. Les essais non congruents correspondent aux essais où l’amorce (forme géométrique) préalablement associée avec un bruit blanc dans la phase d’apprentissage est présentée avec un visage cible exprimant de la joie. Les points indiquent les réponses moyennes individuelles, les aires la densité, les boîtes indiquent l’intervalle de confiance à 95% et les barres d’erreurs, l’erreur type. ** $p < .01$, *** $p < .001$

En revanche l’ANOVA n’a pas permis de mettre en évidence d’effet principal du lien manipulé entre l’amorce et la cible [$F(1,28) = 0.12, p = .744$], ni d’effet d’interaction [$F(1,28) = 1.37, p = .251$]. Une analyse post-hoc permet de confirmer l’effet du SOA pour

les essais congruents [$t(28) = 3.60, p < .01$], avec des temps de réponse supérieurs pour les essais congruents avec un SOA de 100 ms (626.04 ms) comparativement aux essais non congruents avec un SOA de 500 ms (537.61 ms). Ce même effet du SOA a été obtenu pour les essais non congruents [$t(28) = 4.44, p < .001$], avec des temps de réponse supérieurs pour les essais non congruents avec un SOA de 100 ms (633.40 ms) comparativement aux essais non congruents avec un SOA de 500 ms (524.50 ms).

Par ailleurs, une analyse de la variance à deux facteurs sur les temps de réponse en fonction des versions a été effectuée. Celle-ci se compose (1) du facteur association visant à tester si l'association entre la forme géométrique et le phonème avaient un impact sur les performances des participants dans la phase d'amorçage, (2) du facteur réponse visant à tester si les touches assignées en lien avec la latéralité pouvaient produire des différences sur les temps de réponse. L'analyse statistique ne permet pas d'observer d'effet principal significatif de l'association [$F(1,26) = 2.95, p = .098$], ni d'effet principal du facteur réponse [$F(1,26) = 0.80, p = .378$], ni d'effet d'interaction [$F(1,26) = 0.24, p = .632$]. Cette analyse laisse supposer que les performances des participants ne sont pas influencées par le type d'association effectuée en phase d'apprentissage ainsi que par le mode réponse.

Discussion et conclusion

L'objectif de cette tâche était de rendre compte de la nature sensorielle des informations en mémoire tel que développé dans les modèles épisodiques de la mémoire (Hintzman, 1984 ; Versace et al., 2009, 2014). Cette étude est inspirée des travaux réalisés par Brunel et al. (2009) et Brunel et al. (2010) soutenant l'idée selon laquelle les mécanismes de mémoire ne sont pas dissociables des mécanismes de perception. L'originalité de cette étude se trouve dans le type de stimuli employés dans celle-ci. Si dans les études de Brunel et ses collaborateurs les stimuli étaient des

sons à tonalités différentes (Brunel et al., 2009) et des objets bruyants versus non bruyants (Brunel et al., 2010) cette étude 4 employaient des expressions faciales. Postulant que les mécanismes d'activation et d'intégration de l'information suffisent pour expliquer l'émergence de connaissances liées à notre environnement, l'utilisation d'expressions faciales ne devrait pas avoir d'impact majeur sur les phénomènes d'amorçage observés dans les études de Brunel et al. (2009) et Brunel et al. (2010). Comparativement à l'étude antérieure (étude 3), il est ajouté dans cette étude la manipulation du délai de présentation entre l'amorce et la cible (SOA) afin d'estimer la nature sensorielle des informations en mémoire. Ce point de vue repose sur l'idée que les composantes perceptives des traces en mémoire vont permettre dans une tâche d'amorçage, où certaines amorces ont été préalablement associées à des stimuli ayant des caractéristiques en lien avec la cible dans la tâche d'amorçage, d'influencer les performances des participants. Dans le cadre de cette étude cela signifie qu'une forme géométrique amorce va influencer les réponses des participants face à une expression faciale catégorisée comme joyeuse, si cette amorce (forme géométrique) a été associée préalablement à un phonème catégorisé comme joyeux lors d'une phase d'apprentissage.

Par ailleurs, en dehors des caractéristiques liées au stimuli exprimant des émotions, cette étude a permis de tester l'influence d'une caractéristique indirecte qui correspond à la durée de présentation des phonèmes et formes géométriques comparativement au délai de présentation entre l'amorce et la cible (SOA). Si lors de la phase d'amorçage les composantes de mémoire auditive activées conservent toutes les caractéristiques codées, alors le SOA est susceptible d'avoir une influence sur les performances des participants lors de la phase d'amorçage. Les stimuli auditifs (phonèmes) et visuels (formes géométriques) étaient présentés pendant 500 ms lors de la phase d'apprentissage. Si une amorce est présentée pendant 100 ms lors de la phase d'amorçage et que l'amorce et la cible sont congruentes alors cette amorce devrait interférer avec le traitement de la cible lors de la phase d'amorçage du fait de

caractéristiques différentes. Inversement, si l'amorce est présentée pendant 500 ms, un effet facilitateur devrait-être observé du fait d'une congruence des caractéristiques liées au traitement émotionnel ainsi que de la durée de présentation. Toutefois les résultats de cette étude 4 n'ont pas permis de mettre en évidence ni d'effet d'amorçage interférant le traitement de la cible pour un SOA de 100 ms, ni d'effet d'amorçage facilitant le traitement de la cible pour un SOA 500 ms. Face à nos résultats nous ne pouvons pas confirmer le point de vue défendu dans les articles de Brunel et collaborateurs (Brunel et al., 2009, 2010) en faveur d'activations/intégrations intermodalités.

Toutefois, cette étude a permis d'observer des temps de réponse plus courts lorsque le SOA était de 500 ms comparativement aux essais où le SOA était de 100 ms. Un tel résultat peut laisser supposer un potentiel effet de la caractéristique indirecte qu'est la durée de présentation. Dans ce cas la nature émotionnelle n'est plus prise en compte et n'ayant pas d'élément comparatif (effet d'amorçage) en dehors du SOA, il devient difficile de fournir des preuves suffisamment pertinentes pour s'engager davantage dans cette direction dans l'état actuel du design employé dans cette étude. De plus, développer davantage cette idée dans cette thèse n'est que peu pertinent puisque l'objectif est bien de tester les caractéristiques spécifiques aux traitements d'expressions émotionnelles.

Dans une volonté d'élaborer un design expérimental le plus en adéquation avec les hypothèses, il a été négligé un élément des plus importants qui est de prendre en compte les caractéristiques mêmes assignées à chacune des expressions vocales émotionnelles. Au même titre qu'il a été mis en évidence certaines spécificités sur la contraction des muscles faciaux en fonction de différentes expressions faciales (Ekman et al., 1987), il en est de même pour les expressions vocales pour des caractéristiques telles que la tonalité, la fréquence et la temporalité. Dans leur étude, Pell et Kotz (2011) ont demandé à leurs participants d'identifier des prosodies pour 6 émotions : la colère, le dégoût, la peur, la tristesse, le bonheur et la neutralité. En plus

de montrer une spécificité dans les amplitudes et fréquences pour chacune des émotions, ils ont mis en évidence des temps d'identification des émotions vocales variables allant de 500-600 ms pour la peur, la tristesse et la neutralité jusqu'à 1000 ms pour la joie et le dégoût. Des études neurophysiologiques explorant le potentiel cérébral évoqué lié aux événements (ERP, « *Event Related Potentials* ») sont en faveur de cette nécessité d'un certain délai de présentation des expressions émotionnelles auditives pour permettre un traitement avantageux de l'information (Paulmann, Jessen, & Kotz, 2009 ; Paulmann & Pell, 2010). Ces études utilisent un paradigme d'amorçage où les amorces sont des stimuli vocaux émotionnels et les cibles des expressions faciales. Les participants ont pour consigne soit d'identifier l'émotion cible soit de catégoriser l'expression cible comme étant émotionnelle ou non. Par exemple, Paulmann et Pell (2010) ont observé pour l'ERP N400 un effet d'amorçage normal pour un SOA de 400 ms (plus grande négativité pour les paires amorce-cible non congruentes que pour les paires amorce-cible congruentes) et un modèle ERP inverse pour un SOA de 200 ms. Par ailleurs, d'autres études comportementales employant le même design expérimental (à savoir le paradigme d'amorçage) ont montré que l'information prosodique durant au moins 600 ms était nécessaire pour observer des effets d'amorçage prosodie-visage (Pell, 2005). Ainsi l'ensemble de ces études démontrent qu'une brève exposition à des expressions émotionnelles vocales peut établir un contexte émotionnel significatif qui influence le traitement facial associé. Toutefois ce contexte ne conduit pas toujours à un avantage de traitement lorsque l'information prosodique est de très courte durée (inférieure 600 ms). Dans l'étude 4, le temps de présentation des prosodies était de 500 ms. Se pose alors la question de la qualité de traitement de l'information sur des délais aussi courts. Ainsi, il est fort probable que des nuances de fréquences et d'amplitudes ont pu être traitées par les participants sans pour autant leur permettre lors de la phase d'amorçage d'apporter des caractéristiques liées au stimulus amorce (associé aux caractéristiques sonores) suffisamment pertinentes pour faciliter le traitement de l'expression faciale

cible.

3.3 Implications cliniques des modèles non abstraectifs de la mémoire

Les modèles non abstraitif de la mémoire ont largement été étudiés avec comme population de jeunes adultes. En revanche, ces modèles ne proposent que très rarement de preuves en faveur de l'approche incarnée avec des populations souffrant de troubles neurocognitifs (Vallet, 2015). De plus, les recherches se font rares dans une dynamique de prise en charge des problèmes que peuvent engendrer ces troubles neurocognitifs dans la vie quotidienne d'un individu. Les raisons d'une étude nécessaire des populations présentant des troubles cognitifs ont déjà été évoquées par Vallet (2015). Selon les auteurs, ces raisons sont doubles : (1) théoriques, dans le sens où elles sont nécessaires pour valider la pertinence des approches non abstraitives de la mémoire humaine et (2) pragmatiques, dans le cas où les modèles inscrits dans l'approche non abstraective de la mémoire humaine sont capables de rendre compte des spécificités cognitives des populations présentant des troubles cognitifs. Ces modèles sont alors des pistes non négligeables pour l'élaboration de nouvelles méthodes d'évaluation clinique et de remédiations.

Dans le but que l'approche incarnée devienne une théorie de la cognition humaine, des études en faveur de cette approche doivent-êtré effectuées dans tout le spectre cognitif normal (des enfants aux personnes âgées) mais elles doivent aussi être capable d'expliquer des dysfonctionnements cognitifs tels que ceux observés chez les patients ayant des troubles cognitifs (Vallet, 2015). A cet égard des études avec pour population des bébés et des enfants (avec et sans troubles cognitifs) (Wellsby & Pexman, 2014), ainsi qu'une étude de Vallet (2015) sur une population de personnes âgées et de personnes âgées ayant des troubles cognitifs ont été réalisées dans cette perspective. Ainsi, dans l'article de Wellsby et Pexman (2014), les auteurs

passent en revue les preuves issues de la littérature sur le développement qui mettent en évidence l'importance de l'expérience sensori-motrice pour le développement des compétences et des capacités cognitives. Pour les personnes âgées, la revue de la littérature de Vallet (2015) admet comme conclusion que les connaissances conceptuelles et le langage sont fondés sur des caractéristiques perceptives et motrices et met en avant l'effet de l'âge sur le cortex périrhinal pouvant entraîner une plus grande confusion pour distinguer une trace mnésique d'une autre.

Dans l'article de Loeffler, Raab, et Cañal-Bruland (2016) est mis en avant l'importance d'orienter les études sur les différentes étapes de la vie d'un individu pour contribuer à l'unification des différents points de vue de l'approche incarnée de la cognition et de la validité de cette approche. Il est avancé que les performances obtenues dans des études visant à élaborer de nouvelles associations construites grâce aux interactions sensori-motrices qui modulent les processus cognitifs tels que la prise de décision et la sélection de choix semblent être meilleures pour les personnes plus jeunes comparativement aux personnes âgées. Inversement, les performances obtenues pour les études employant des associations déjà existantes étaient meilleures pour les personnes âgées comparativement aux personnes jeunes. Les auteurs ont proposé pour expliquer cette observation que les capacités sensorimotrices et cognitives et leurs interactions sont plus fragiles aux deux extrêmes de la vie et que cette fragilité s'observerait par une variance interindividuelle plus élevée chez les enfants et les personnes âgées.

Indépendamment de la nécessité de proposer des études à toutes les phases de la vie, se pose la question de pouvoir expliquer, par le biais des modèles incarnés, des troubles neurocognitifs répertoriés dans la littérature. Dans cette volonté de comprendre les troubles neurocognitifs dans une perspective incarnée de la cognition, Kuehn et al. (2018) ont par exemple proposé le cadre théorique NFL regroupant les changements liés à l'âge selon trois catégories : les mécanismes neuronaux (N), les conséquences fonctionnelles (F), et la pertinence dans la vie quotidienne (L). Le NFL

Framework of Embodied Aging a été développé pour permettre une compréhension plus détaillée des interactions entre les changements neuronaux liés à l'âge, les changements liés à l'âge dans la perception, le contrôle moteur et la cognition, et les expériences de la vie quotidienne des personnes âgées. Il permet ainsi de relier différents domaines de recherche qui sont étudiés isolément.

S'il existe des études issues de l'approche incarnée de la cognition visant à expliquer les troubles neurocognitifs, par exemple, dans le vieillissement normal et pathologique, il existe en revanche peu d'études, voire aucune, pour des pathologies autres telles que la dépendance à l'alcool par exemple. De nombreuses études montrent que les personnes dépendantes à l'alcool interprètent mal les expressions faciales, vocales et posturales (Foisy et al., 2005, 2007 ; Kornreich et al., 2001 ; Kornreich, 2002 ; Kornreich et al., 2003 ; Maurage et al., 2009 ; Monnot, Nixon, Lovallo, & Ross, 2001 ; Philippot et al., 1999 ; Townshend & Duka, 2003 ; Uekermann, Daum, Schlebusch, & Trenckmann, 2005). Par ailleurs, ces troubles de la reconnaissance des émotions chez les personnes dépendantes à l'alcool peuvent entraîner des difficultés interpersonnelles et un isolement social (Duberstein, Conwell, & Gaine, 1993 ; Gonzalez & Skewes, 2013) et une augmentation de la consommation d'alcool créant ainsi un cercle vicieux (Kornreich, 2002). Ainsi, dans une démarche similaire à Vallet (2015) insistant sur la nécessité d'effectuer des études incluant des populations ayant des troubles neurocognitifs, nous avons réalisé une étude utilisant le même design expérimental que celui de l'étude 3 sur une population dépendante à l'alcool. Le choix de cette population repose essentiellement sur la littérature mettant en avant une difficulté d'interprétation des expressions faciales chez les personnes ayant une dépendance à l'alcool.

3.1.3 Étude 5

Problématique

L'objectif principal de cette étude était d'examiner si les mêmes phénomènes d'associations intermodales et d'effet d'amorçage obtenus dans l'étude 3 de cette thèse étaient susceptibles d'être observés avec une population présentant une dépendance à l'alcool. Pour cela des participants dépendants à l'alcool et un groupe de participants contrôles appariés en âge ont réalisé cette étude 5. Il s'agissait pour les participants de réaliser une tâche d'amorçage à court terme à la suite d'une phase d'apprentissage dans laquelle des formes géométriques (présentées en amorce dans la tâche d'amorçage) était associées à des sons exprimant soit de la joie soit de la tristesse.

De nombreuses études antérieures ont mis en évidence pour les personnes dépendantes à l'alcool des difficultés d'interprétation des expressions faciales, vocales, et posturales (Foisy et al., 2005, 2007 ; Kornreich et al., 2001 ; Kornreich, 2002 ; Kornreich et al., 2003 ; Maurage et al., 2009 ; Monnot et al., 2001 ; Philippot et al., 1999). Par exemple, dans l'étude de Philippot et al. (1999), 25 participants dépendants à l'alcool et 25 participants tout-venant ont identifié des expressions faciales d'intensité émotionnelle neutre, légère, modérée et forte. Les résultats obtenus indiquent que les participants dépendants à l'alcool surestiment l'intensité des expressions émotionnelles et font plus d'erreurs dans le décodage des expressions. Face à ces résultats, Maurage et al. (2009) se sont demandés si ce trouble du décodage observé avec des expressions faciales pouvait se généraliser à d'autres stimuli émotionnels. Dans ce but ils ont présenté à 18 jeunes participants dépendants à l'alcool et 18 participants contrôles appariés un test de décodage sur divers stimuli comprenant des visages, des voix, des postures corporelles et scénarios écrits avec les émotions de colère, de peur, de bonheur, neutre et de tristesse. Cette étude a permis d'observer que les participants dépendants à l'alcool avaient des

performances de décodage moindre pour le décodage de stimuli exprimant de la tristesse et de la peur et surestimaient la colère. De plus, ces déficiences de décodage ont été observées pour les visages, les voix et les postures mais pas pour les scénarios écrits.

La littérature a donc permis de révéler des performances amoindries pour les personnes dépendantes à l'alcool dans l'interprétation des expressions faciales, vocales et posturales. Toutefois, il reste encore à déterminer comment ce phénomène s'explique dans un modèle incarné de la cognition (dans le cas présent le modèle Act-In). Quel(s) mécanisme(s) serai(en)t acteur(s) de cette difficulté qu'ont les personnes dépendantes à l'alcool, à interpréter les émotions ? Pour cela, rappelons brièvement que le modèle Act-In repose sur deux mécanismes permettant l'émergence de connaissances : (1) le mécanisme d'activation et (2) le mécanisme d'intégration. Le traitement d'une situation, un épisode, s'effectue par la propagation en cascade des activations. Ces activations de composantes sensorielles peuvent être (1) inter-traces selon les points communs avec d'autres traces d'événements passés et (2) intra-trace entre les différentes composantes sensorielles liées à l'épisode. Le mécanisme d'intégration permet la création de nouvelle trace en liant ensemble les différentes composantes de la trace. L'objectif secondaire de la présente étude est donc d'évaluer si les difficultés de codage des émotions observées chez les personnes dépendantes à l'alcool sont davantage explicables par un biais d'activation inter et intra-traces, ou par un biais d'intégration de nouvelles traces en mémoire, ou les deux.

L'étude de Maurage et al. (2007) ayant pour but d'évaluer les performances de 30 personnes dépendantes à l'alcool dans une tâche d'identification unimodale (visuelle ou auditive) et crossmodal (visuelle et auditive) est en faveur d'un déficit d'intégration pour cette population. Ce déficit d'intégration est expliqué par l'absence d'effet de facilitation, c'est-à-dire de meilleures performances et des temps de réponse plus

court entre les essais cross-modal comparativement aux essais unimodal. Par ailleurs, des études de neuroimagerie ont permis de mettre en évidence des résultats similaires aux études comportementales en faveur d'un déficit d'intégration pour les personnes dépendantes à l'alcool (Maurage et al., 2013 ; Maurage & Campanella, 2013). L'étude suivante a donc pour but d'étudier si le déficit d'intégration mis en évidence pour les personnes dépendantes à l'alcool est observé avec notre design expérimental. Un tel déficit d'intégration s'exprime par la non mise en évidence de différences de performances entre les essais congruents et non congruents lors de la phase d'apprentissage et par conséquent aucun effet d'amorçage lors de la phase de test pour les participants dépendants à l'alcool.

Méthode

Participants Trois groupes de participants ont été inclus dans cette cinquième étude : (1) un groupe alcool-dépendant, (2) un groupe contrôle (apparié en âge avec la population dépendante à l'alcool) et (3) un groupe d'étudiants (voir le tableau 3.11).

TABLE 3.11 – Données démographiques des trois groupes de l'étude 5.

Groupes	Alcool	Contrôle	Étudiant
N	15	26	37
Age Moyen	43.25 (7.94)	45.4 (10.74)	20.9 (3.22)

Stimuli, matériel et procédure Les stimuli, matériel et procédure utilisés dans cette étude, sont identiques à ceux utilisés dans l'étude 4.

Résultats

Pour chaque phase (identification, apprentissage et amorçage à court terme) les bonnes réponses et les temps de réponse ont été analysés. Trois participants faisant partie du groupe contrôle ont été exclus de l'analyse car leurs taux de bonnes réponses dans la phase d'identification étaient inférieurs à 50%. Par ailleurs un traitement non paramétrique des temps de réponse « outliers » a été effectué sur l'ensemble des phases. Les temps de réponse « outliers » ont été remplacés par le temps de réponse moyen lorsqu'un temps de réponse était inférieur à une valeur minimum (*valmin*) ou supérieur à une valeur maximale (*valmax*). Les valeurs *valmin* et *valmax* ont été estimées par les formules suivantes :

$$valmin = Q1 - (1.5 * (Q3 - Q1))$$

$$valmax = Q3 + (1.5 * (Q3 - Q1))$$

sachant que Q1 correspond au premier quartile et Q3 au troisième quartile.

Phase d'identification La phase d'identification avait pour but de s'assurer de la bonne capacité des participants à identifier les émotions exprimées par le biais de visages et de prosodies (voir figure 3.15). Une analyse de variance 2x2 (nature du stimuli × groupe) a été effectuée sur les bonnes réponses et les temps de réponse. Un effet principal sur la nature du stimuli [$F(1,73) = 46.722, p < .001$], du groupe [$F(2,73) = 3.399, p < .05$], ainsi qu'un effet d'interaction [$F(2,73) = 4.176, p < .05$] ont été obtenus. En dehors des différences de performances entre les prosodies et les visages que nous ne présenterons pas, une analyse post-hoc a permis de mettre en évidence des performances moindres à identifier correctement les prosodies pour le groupe alcoolodépendant (86.6% de bonnes réponses) comparativement aux performances des étudiants (93.7% de bonnes réponses) [$t(73) = -3.681, p < .01$]. Pour les temps de réponse, l'analyse de variance révèle un effet principal sur la nature

des stimuli [$F(1,73) = 987.209, p < .001$], un effet principal du groupe $F(2,73) = 10.279, p < .001$, ainsi qu'un effet d'interaction [$F(2,73) = 7.303, p < .01$]. Une analyse post-hoc a permis de mettre en évidence des temps de réponse plus long pour les alcoolodépendants (1963.835 ms) comparativement au groupe contrôle (1742.053 ms, $t(73) = 2.693, p < .05$) et groupe étudiants (1540.532 ms, $t(73) = 5.527, p < .001$), ainsi qu'entre le groupe contrôle et le groupe d'étudiants ($t(73) = 3.073, p < .05$).

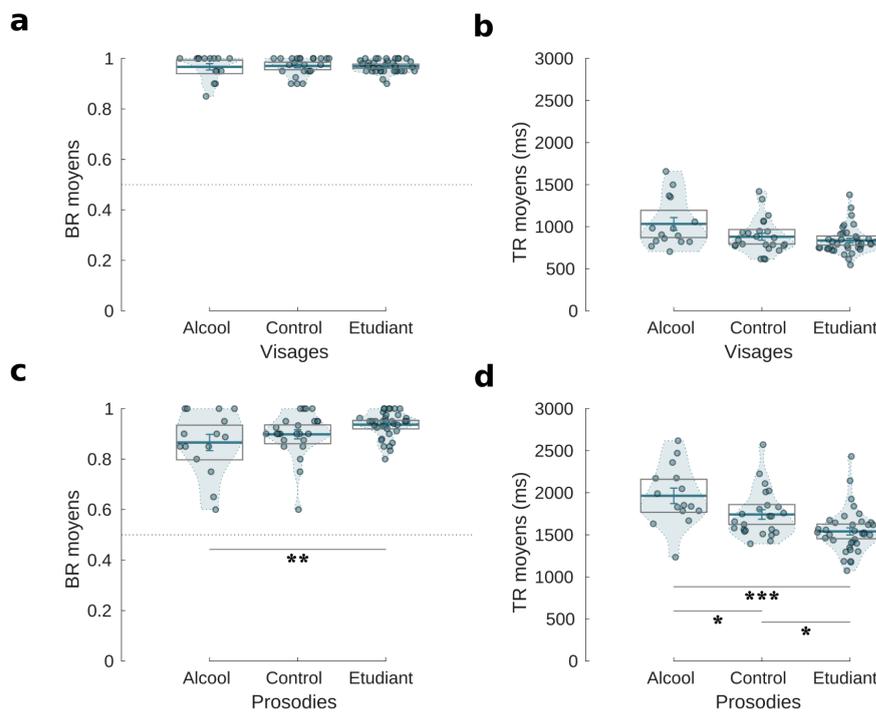


FIGURE 3.15 – Phase d'identification. Performances des trois groupes de participants (Alcool, Contrôle, Étudiant) à identifier les expressions faciales et les prosodies. (a) Moyennes des bonnes réponses (BR) des participants à identifier correctement les expressions faciales présentées. (b) Moyennes des temps de réponse (TR) des participants à identifier l'émotion exprimée sur les visages. (c) Moyennes des bonnes réponses (BR) des participants à identifier correctement les prosodies. (d) Moyennes des temps de réponse (TR) des participants à identifier l'émotion exprimée par les voix.

Face à ces différences de groupe observées, l'ensemble des analyses statistiques réalisées dans les deux autres phases sera réalisé pour les trois groupes (alcoolodépendant, contrôle, étudiants) indépendamment. En effet, si les performances des participants varient lors de la phase d'identification, il est fort probable que ces

différences de performances soient tout autant observables lors de la phase d'apprentissage et de test si nous intégrons les trois populations dans l'analyse de variance.

Phase d'apprentissage La phase d'apprentissage avait pour but d'associer un son émotionnel (une prosodie) à une forme géométrique. Les pourcentages de bonnes réponses ainsi que les temps de réponse ont été calculés pour l'ensemble des participants en fonction des essais congruents et des essais non congruents, correspondant à 10% des essais dans la phase d'apprentissage (voir figure 3.16). Des comparaisons de moyennes entre les essais congruents et les essais non congruents ont été réalisées pour les trois groupes indépendamment.

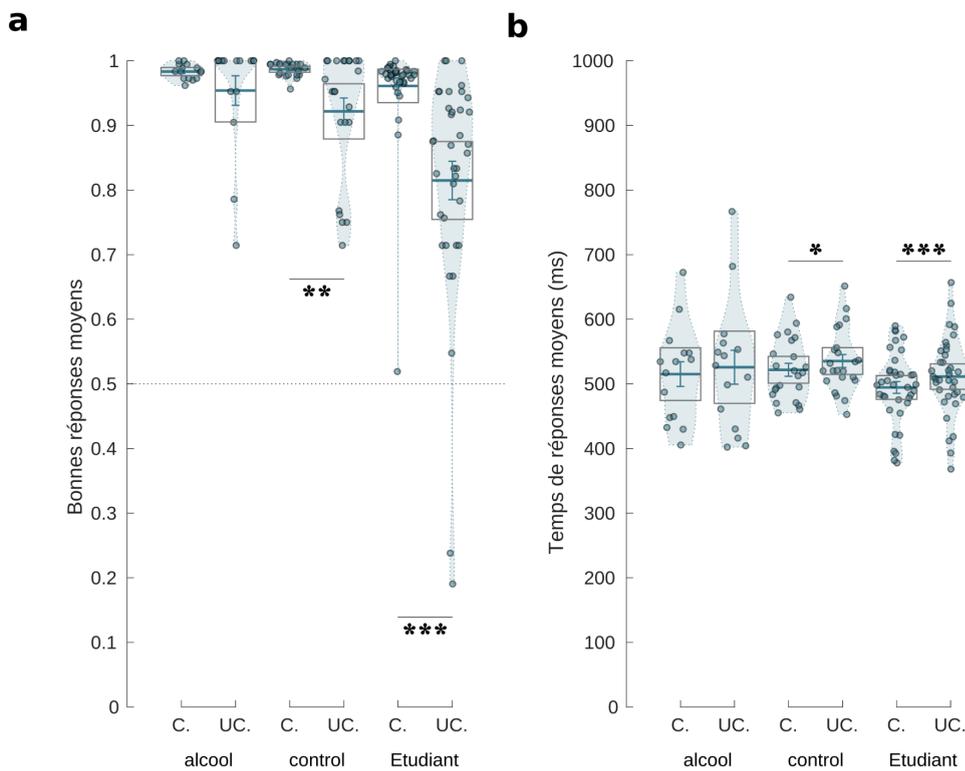


FIGURE 3.16 – Phase d'apprentissage. Performances des trois groupes de participants (Alcool, Contrôle, Étudiant) identifier les formes géométriques en fonction du lien associatif manipulé (congruent versus non congruent). (a) Moyennes des bonnes réponses (BR) des participants à identifier correctement les formes géométriques en fonction du lien associatif manipulé. (b) Moyennes des temps de réponse (TR) des participants à identifier les formes géométriques en fonction du lien manipulé.

Les différences de performances observées entre les groupes pendant la phase d'identification rendent toutes comparaisons des bonnes réponses et des temps de réponses moyens entre les groupes non pertinents pour la phase d'apprentissage et la phase d'amorçage à court terme. De plus, nous nous intéressons aux effets d'amorçage, c'est-à-dire à la différence de performances entre les essais congruents et non congruents pour chaque groupe.

Les comparaisons de moyennes pour les bonnes réponses ont permis de mettre en évidence des performances supérieures aux essais congruents comparativement aux essais non congruents pour le groupe contrôle [$t(22) = 3.1, p < .01$] et le groupe étudiants [$t(36) = 4.99, p < .001$]. En revanche, cette différence de performance n'est pas significative pour le groupe alcool-dépendant [$t(14) = 1.24, p = .234$]. Les comparaisons de moyennes pour les temps de réponses répliquent les effets observés pour les bonnes réponses, avec des temps de réponses significativement plus courts entre les essais congruents et les essais non congruents pour le groupe contrôle [$t(22) = -2.21, p < .05$] et le groupe d'étudiants [$t(36) = -3.98, p < .001$]. En revanche, pour le groupe alcool-dépendant, il n'y a pas de différence significative observée sur les temps de réponse entre les essais congruents et non congruents, $t(14) = -1.18, p = .258$.

Phase d'amorçage à court terme La phase d'amorçage à court terme avait pour but de tester l'influence d'un premier stimulus (amorce) sur un second stimulus (cible) présenté ultérieurement. Le lien manipulé entre l'amorce et la cible dépendait des apprentissages associatifs effectués lors de la phase d'apprentissage. Si la forme géométrique était associée à une prosodie exprimant la joie et que la cible exprimait la

joie alors l'essai était considéré comme congruent. En revanche, si la forme géométrique était associée à une prosodie exprimant de la tristesse et que la cible exprimait de la joie alors l'essai était considéré comme non congruent. Des comparaisons de moyennes entre les essais congruents et non congruents ont été réalisées pour les trois groupes (voir figure 3.17).

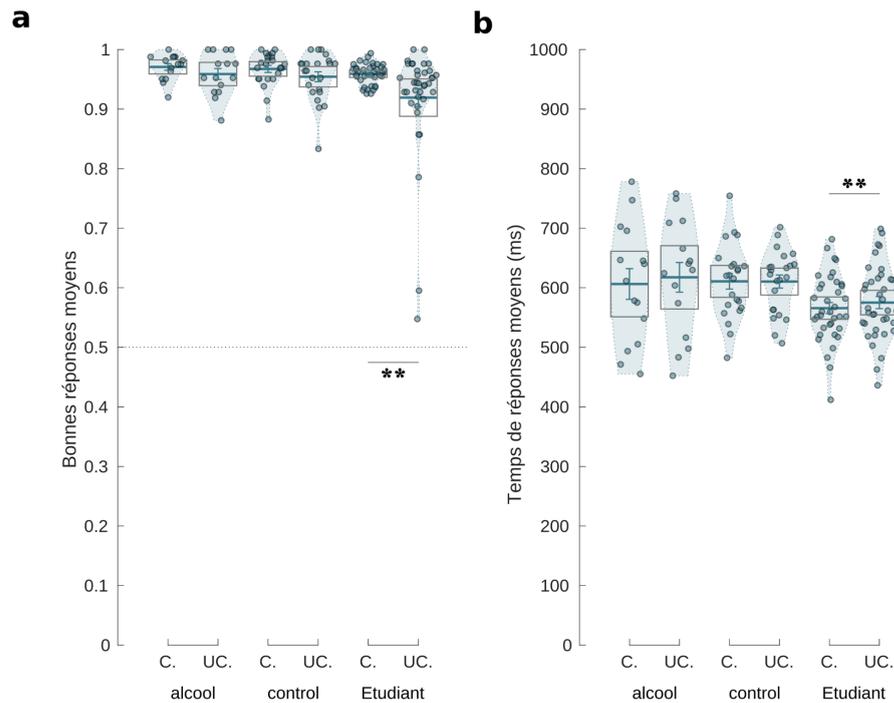


FIGURE 3.17 – Phase d’amorçage. Performances des trois groupes de participants (Alcool, Contrôle, Étudiant) à identifier les expressions émotionnelles des visages en fonction du lien associatif manipulé (congruent versus non congruent). (a) Moyennes des bonnes réponses (BR) des participants à identifier correctement les expressions faciales en fonction du lien associatif manipulé. (b) Moyennes des temps de réponses (TR) des participants à identifier les expressions faciales en fonction du lien manipulé.

Les comparaisons de moyennes pour les bonnes réponses ont permis de mettre en évidence des performances supérieures pour les essais congruents comparativement aux essais non congruents pour le groupe d’étudiants, $t(36) = 2.82, p < .01$. En revanche pour le groupe alcoolo-dépendant [$t(14) = 1.33, p = .205$] et le groupe contrôle [$t(22) = 1.99, p = .059$] l’analyse de comparaison de moyennes n’a pas permis de mettre en évidence de différence significative. Pour les temps de réponse, l’analyse statistique a permis de mettre en évidence une différence significative entre

les essais congruents et les essais non congruents pour le groupe d'étudiants, $t(36) = -3.02$, $p < .01$. Pour le groupe d'étudiants les temps de réponse moyens sont plus courts pour les essais congruents (565.797 ms) comparativement aux essais non congruents (575.100 ms). En revanche, cet effet d'amorçage n'a pas été observé pour le groupe de participants dépendants à l'alcool [$t(14) = -1.97$, $p = .069$] et pour le groupe contrôle [$t(22) = 0.07$, $p = .946$].

Conclusion

L'objectif de cette étude (étude 5) est d'examiner si les mêmes phénomènes d'associations intermodales et d'effet d'amorçage obtenu dans l'étude 3 de cette thèse sont susceptibles d'être observés avec une population présentant une dépendance à l'alcool. Plus particulièrement, des études antérieures ayant (Maurage et al., 2007, 2013 ; Maurage & Campanella, 2013) mis en évidence un déficit d'intégration des informations émotionnelles, il s'agit ici (par le biais de cette étude 5) d'évaluer si ce déficit d'intégration est observé. Les résultats obtenus sont en faveur d'un déficit d'intégration des informations émotionnelles pour les participants dépendants à l'alcool. Lors de la phase d'apprentissage les bonnes réponses étaient supérieures pour les essais congruents comparativement aux essais non congruents et les temps de réponse supérieurs pour les essais non congruents comparativement aux essais congruents pour les étudiants et les participants contrôles mais pas pour les participants dépendants à l'alcool. Cette conclusion est renforcée par la non présence d'effet d'amorçage lors de la phase de test pour les participants dépendants à l'alcool comparativement à l'effet d'amorçage obtenu pour les participants étudiants. Cet effet d'amorçage pour les étudiants étant justifié par des bonnes réponses supérieures et des temps de réponse inférieurs pour les essais congruents comparativement aux essais non congruents.

Par ailleurs, pour les participants contrôles, bien que les résultats permettent

d'observer un effet d'apprentissage, les résultats obtenus pour la phase de test ne permettent pas d'observer d'effet d'amorçage. Observant un effet d'amorçage pour les participants étudiants, il semble donc peu probable que les résultats observés pour les participants contrôles puissent être liés au design expérimental. Des résultats similaires rapportés dans la littérature expliqueraient cette absence d'effet d'amorçage par la difficulté liée à la tâche. Ce point de vue a été notamment développé dans l'étude de Vallet, Simard, et Versace (2011) dans une étude portant sur l'effet de l'amorçage intermodal entre une population de jeunes adultes et de personnes âgées. Dans cette étude, des amorces sonores étaient présentées aux participants. Pour la moitié de ces amorces sonores un masque visuel était présenté simultanément. A la suite de la présentation de l'amorce, une cible visuelle était présentée aux participants. Les résultats ont permis de mettre en évidence un effet d'amorçage pour les essais où les amorces étaient non masquées tant pour la population de jeunes adultes que pour les personnes âgées. De plus l'effet d'amorçage observé était plus important pour les participants âgés comparativement à l'effet d'amorçage d'amorçage obtenu pour la population constituée de jeunes participants. En revanche, un effet d'interférence a été observé pour les essais où un masque était présenté avec l'amorce. Une évaluation des fonctions exécutives a permis de mettre en évidence une corrélation entre les performances à la tâche et les fonctions exécutives exclusivement pour les personnes âgées. L'une des explications avancées par les auteurs pour expliquer ces résultats est liée à l'expertise qu'ont les personnes âgées pour les stimuli présentés comparativement aux jeunes adultes. Une personne âgée a développé au cours de son existence des épisodes de vie la confrontant d'autant plus à des événements devant faire appel aux mêmes concepts développant ainsi son expertise sur ceux-ci. Dans le cadre de l'étude 5, la potentielle expertise des participants contrôles n'empêcherait pas l'apprentissage de nouvelles associations mais impacterait l'amorçage par le manque de pertinence entre les formes géométriques et les expressions faciales.

Les résultats obtenus dans cette cinquième étude sont donc en faveur d'un déficit d'intégration pour des participants dépendant à l'alcool. Par exemple, l'étude de Maurage et al. (2007) ayant pour but d'évaluer les performances de 30 personnes dépendantes à l'alcool dans une tâche d'identification unimodale (visuel ou auditif) et crossmodale (visuel et auditif) avait déjà mis en avant ce déficit d'intégration sur une population dépendante à l'alcool. L'originalité de l'étude 5 est qu'elle a permis de tester l'intégration de composantes en mémoire par le biais d'une phase d'apprentissage associatif intermodal.

Chapitre 4

Conclusion et perspectives

L'objectif de cette thèse était de rendre compte de la pertinence des approches incarnées de la cognition dans le traitement d'expressions émotionnelles et sur l'émergence des connaissances émotionnelles dans des tâches d'amorçage à court terme. Plusieurs études ont permis de rendre compte de la nature sensorielle des connaissances (Brunel et al., 2010, 2009 ; Vallet et al., 2010) et ainsi de soutenir le point de vue non abstraitif de la mémoire. Ce travail de thèse, centré sur les expressions émotionnelles, se décomposait en deux axes de recherche. Une première partie (étude 1 et 2) était centrée sur l'étude des effets d'amorçage de répétition sur le traitement émotionnelles. Une seconde partie (étude 3, 4 et 5) avait pour but d'explorer la construction multimodale du traitement d'informations émotionnelles.

L'objectif de la première partie de cette thèse était centré sur la question de l'interprétation des effets observés dans les tâches d'amorçage avec pour stimuli des expressions faciales émotionnelles. Dans une première étude nous avons orienté notre questionnement sur le mode de réponse classiquement employé dans les tâches de décisions évaluatives. Le paradigme expérimental classiquement employé pour évaluer les effets d'amorçage évaluatifs consiste à effectuer un choix entre deux

options (bon/mauvais, joyeux/tristes) en appuyant sur une touche attribuée à chacune des deux options. La principale critique soulevée avec ce type de tâche et de mode réponse qui lui est associé, est la confusion qu'elle crée entre deux types de congruence : (1) la congruence évaluative entre l'amorce et la cible et (2) la congruence motrice entre l'amorce et la réponse. Cette confusion d'ordre expérimentale impacte la compréhension théorique que nous pouvons avoir des effets d'amorçage observés. En effet, si la congruence entre l'amorce et la cible est généralement expliquée par les modèles de propagation de l'activation, tel que postulé dans les tâches d'amorçage sémantique (Klauer & Musch, 2003), la congruence entre l'amorce et la réponse est généralement expliquée par les modèles de compétition de réponses, tel que postulé dans les tâches de Stroop (MacLeod, 1991). C'est dans ce but, visant à savoir si les tâches de décisions évaluatives sont davantage explicables par les modèles de propagation de l'activation ou par les modèles de compétition de réponses que nous avons élaboré dans une première étude, une tâche d'amorçage hybride de type Go/No-Go. Cette étude se compose de deux phases. Dans l'une les participants doivent répondre lorsque l'expression faciale cible exprimait de la joie et dans l'autre phase de la tristesse. Pour chacune de ces phases les participants pouvait avoir des essais Go et des essais No-Go avec en amorce une expression faciale neutre, ou avoir des essais Go congruents (amorce joie - cible joie ou amorce triste - cible triste) et non congruents (amorce joie - cible triste ou amorce triste cible joie). Pris dans leur ensemble les résultats obtenus dans cette première étude sont en faveur des modèles de compétition de réponses, expliqués par la mise en évidence d'un effet d'amorçage entre les essais congruents et non congruents. Toutefois, un traitement plus fin des résultats en prenant en compte la valence cible manipulée (pour les cibles exprimant de la joie d'une part et pour les cibles exprimant de la tristesse d'autre part) les résultats obtenus nous ont demandé d'être plus prudents quant à l'interprétation des effets d'amorçage en terme de compétition de réponse. En effet, les résultats nous ont permis d'observer un effet

d'amorçage pour les cibles exprimant de la joie mais pas d'effet d'amorçage pour les cibles exprimant de la tristesse laissant supposer un traitement spécifique des informations émotionnelles selon la nature de celles-ci. Au vu des résultats obtenus dans cette première étude, il nous semblait donc pertinent de reproduire le paradigme d'amorçage employé par Fazio et al. (1986).

Dans cette seconde étude nous avons donc employé une tâche d'amorçage similaire à celle de Fazio et al. (1986) avec pour stimuli des expressions faciales. Ainsi les amorces pouvaient être soit des expressions faciales exprimant de la joie ou de la tristesse et les cibles pouvaient être soit des expressions faciales exprimant de la joie ou de la tristesse. En plus du lien entre l'amorce et la cible, le délai de présentation de l'amorce a été manipulé avec un SOA de 100 ms et de 500 ms. Cette manipulation expérimentale est en relation avec l'hypothèse d'un traitement automatique des informations émotionnelles. Les résultats obtenus dans cette étude ont permis de mettre en évidence un effet d'amorçage pour le SOA de 100 ms. Ces résultats sont cohérents avec les études antérieures sur l'amorçage affectif stipulant l'existence d'un traitement automatique de l'information. Contrairement à nos attentes, un effet d'amorçage inversé a été obtenu pour les cibles tristes. Une potentielle explication reposerait sur le type de stratégie de réponse mis en œuvre par les participants (J. Glaser & Banaji, 1999). Cette stratégie consisterait à inhiber la valence de l'amorce afin que celle-ci n'interfère pas avec la décision évaluative nécessaire pour répondre lors de la présentation de la cible. Avec cette stratégie, les effets d'amorçage observés s'inverseraient, car dans le cas d'essais congruents, les temps de réponse aux cibles augmentaient en inhibant la valence des amorces.

L'objectif de la seconde partie de cette thèse était d'étudier le mécanisme d'intégration développé par le modèle Act-In (Versace et al., 2014) avec des stimuli émotionnels dans des tâches d'amorçage à court terme. Dans cette partie nous employons une tâche proche de l'amorçage conditionné permettant de tester le fonctionnement et la pertinence des mécanismes d'activation et d'intégration (Versace

et al., 2009, 2014 ; Brunel et al., 2009, 2010). L'architecture de ces tâches se compose de deux phases importantes : (1) une phase d'apprentissage et (2) une phase d'amorçage. La phase d'apprentissage a pour but d'associer un item dans une modalité (par exemple un carré) avec un autre item d'une autre modalité et ayant des caractéristiques spécifiques (par exemple une prosodie considérée comme exprimant la joie). Du point de vue du modèle Act-In, la présentation répétée de la prosodie et de la forme géométrique permet l'intégration des caractéristiques des deux composantes en mémoire. La phase d'amorçage a pour but de tester le lien associatif multimodal effectué dans la phase d'apprentissage sur les performances des participants. Pour cela, l'item conditionné est présenté en amorce et les participants doivent identifier, ou catégoriser un item cible pouvant être lié (congruent) ou non (non congruent) avec les caractéristiques de l'item conditionné. Un effet d'amorçage a été observé dans des études antérieures avec des tonalités de sons différentes et des objets bruyants ou non (Brunel et al., 2009, 2010). Nous avons émis l'hypothèse que ces phénomènes pouvaient être observés avec des stimuli plus complexes tels que des expressions faciales. Pris dans leur ensemble les résultats obtenus (étude 3, 4 et 5) sont très contrastés. Ils dépendent d'une part des variations du design expérimental (étude 4) et des populations incluses dans l'étude (étude 5). En effet l'étude 3 permet d'observer un effet d'apprentissage et d'amorçage en accord avec les résultats obtenus dans les études antérieures (Brunel et al., 2009, 2010). Toutefois cet effet n'a pas été répliqué dans l'étude 4 ni pour des participants âgés de 40-50 ans et pour des participants dépendants à l'alcool (étude 5).

L'étude 3 avait pour but d'évaluer si le paradigme d'amorçage développé dans les études de Brunel et al. (2009, 2010) était applicable à des stimuli plus complexes tels que des prosodies et des expressions faciales. Pour cela, le lien manipulé lors de la phase d'apprentissage se composait de prosodies qualifiées de joyeuses ou de tristes associées à des formes géométriques (carré ou losange). Cette phase avait pour but d'élaborer une association entre les formes géométriques et les prosodies. La phase

de test comprenait en amorce les formes géométriques conditionnées et d'expressions faciales exprimant soit de la joie soit de la tristesse en cible. La phase d'amorçage à court terme reposait sur l'hypothèse que la présentation d'un premier stimulus conditionné lors de la phase d'apprentissage (amorce) influence le traitement d'un second stimulus (cible) présenté ultérieurement. Les résultats obtenus dans cette étude sont en faveur d'un apprentissage associatif entre la prosodie et la forme géométrique. De plus, un effet d'amorçage a été observé entre les essais congruents et non congruents lors de la phase d'amorçage à court terme. Ainsi lorsque l'association forme géométrique – prosodie en amorce était congruente avec l'association expression faciale émotionnelle – prosodie en cible les performances étaient meilleures que pour les essais non congruents. Cette étude a permis de corroborer les résultats des travaux antérieurs Brunel et al. (2009, 2010) avec pour stimuli des expressions faciales émotionnelles et de prosodies. Ainsi les modèles basés sur les mécanismes d'activation et d'intégration où la perception est au centre de la cognition (Barsalou, 2009, 2010) nous semble être une alternative pertinente aux conceptions traditionnelles, où perception et cognition ont été considérées comme distinctes et fonctionnant indépendamment l'une de l'autre (Fodor, 1983 ; Pylyshyn, 1999). Toutefois, une des limites de cette étude est qu'elle ne permet pas d'identifier si les effets d'amorçage obtenus sont le reflet d'un simple effet de compréhension de règles induites lors de la phase d'apprentissage où l'observation des mécanismes d'activation et d'intégration des zones sensorielles qui codent les composantes perceptuelles des traces en mémoire.

Afin de rendre compte de la nature sensorielle des informations en mémoire, il a été ajouté dans cette quatrième étude la manipulation du délai de présentation entre l'amorce et la cible. Si la catégorisation implique l'activation de zones sensorielles qui codent les composantes perceptuelles des traces en mémoire, la catégorisation d'une expression faciale cible typiquement associée à de la joie devrait être influencée par la présentation préalable d'une forme géométrique associée à une prosodie joyeuse lors

de la phase de codage. Cette hypothèse s'applique si et seulement si le délai de présentation de l'amorce lors de la phase d'amorçage à court terme est identique au délai de présentation de la forme géométrique et du son lors de la phase d'encodage. Ainsi nous nous attendons à observer un effet de facilitation (de meilleures performances lors des essais congruents et lorsque le SOA était de 500 ms dans la phase d'amorçage comparativement aux essais incongruents et lorsque le SOA était de 100 ms lors de la phase d'amorçage). Les résultats de cette étude n'ont pas permis de mettre en évidence d'effet d'amorçage que ce soit pour un SOA de 100 ms que pour un SOA de 500 ms. Nous avons supposé que cette non significativité de l'effet d'amorçage est liée au délai de présentation des phonèmes lors de la phase d'amorçage. Plusieurs études ont mis en évidence une spécificité dans les amplitudes et fréquences pour chacune des émotions (Ekman et al., 1987 ; Pell & Kotz, 2011 ; Paulmann et al., 2009 ; Paulmann & Pell, 2010). Ces mêmes études ont ainsi mis en évidence des temps minimum d'identification de 500-600 ms pour des expressions de peur, tristesse et neutralité et des temps minimum de 1000 ms pour les expressions de joie et de dégoût. Ainsi il est fort probable que des nuances de fréquence et d'amplitude ont pu être traitées par les participants sans pour autant leur permettre lors de la phase d'amorçage d'apporter des caractéristiques liées au stimuli amorce (associé aux caractéristiques sonores) suffisamment pertinentes pour faciliter le traitement de l'expression faciale cible. Une étude similaire manipulant des temps de présentation permettrait de tester la pertinence de ce postulat.

Si les modèles non abstraits de la mémoire ont largement été étudiés avec comme population de jeunes adultes, ils ne proposent que très rarement de preuves en faveur de l'approche incarnée avec des populations souffrant de troubles neurocognitifs (Vallet, 2015). L'objectif de l'étude 5 est d'examiner si les mêmes phénomènes d'associations intermodales et d'effet d'amorçage obtenu dans l'étude 3 de cette thèse sont susceptibles d'être observés avec une population présentant une dépendance à l'alcool. Les résultats de cette étude sont en faveur d'un déficit

d'intégration des informations émotionnelles pour les participants dépendants à l'alcool (Maurage et al., 2007, 2013 ; Maurage & Campanella, 2013). Cette conclusion est justifiée par la non présence d'effet d'amorçage lors de la phase de test pour les participants dépendants à l'alcool comparativement à l'effet d'amorçage obtenu pour les participants étudiants.

Cette thèse avait pour objectif générale de comprendre comment des concepts liés aux émotions et à la catégorisation des émotions émergent suite à la présentation de stimuli émotionnels dans une perspective incarnée de la cognition. Les résultats obtenus dans cette thèse amènent toutefois à plus de questionnement que de réponse quant aux mécanismes impliqués dans l'émergence de connaissances liées à des catégories émotionnelles. Elle permet toutefois de rendre compte de plusieurs limites liées aux designs expérimentaux employés dans celle-ci qui peuvent permettre l'élaboration de paradigmes expérimentaux plus adaptés pour des recherches futures. Tout d'abord, la nature même de la tâche d'amorçage joue un rôle important sur les effets d'amorçage observés. En effet, en élaborant un paradigme centré sur le mode de réponse (étude 1) nous avons pu mettre en évidence un effet d'amorçage pour un SOA long (1000 ms) ne répondant pas aux observations obtenues par Fazio et al. (1986) et Hermans et al. (2001) mettant en évidence un effet d'amorçage pour SOA court. Ainsi, bien que les résultats fournissent un certain soutien à l'idée que l'amorçage évaluatif peut se produire automatiquement (étude 2), ce soutien est limité et suggère que des perspectives théoriques plus nuancées sont nécessaires. Au regard des résultats obtenus dans cette thèse, il nous semble donc essentiel de préciser qu'aucune des théories classiques de l'amorçage évaluatif (qu'il s'agisse des modèles de propagation de l'activation ou des modèles de compétitions de réponses) ne peuvent complètement expliquer les résultats obtenus. En effet, la première étude induisant une compétition de la réponse a permis de mettre en évidence un effet d'amorçage bien que le SOA était de 1000 ms (délai où la littérature antérieures n'a su mettre en évidence d'effet d'amorçage (Hermans et al., 2001)). De plus, la seconde

étude a permis d'observer un effet d'amorçage inversé. Bien que ces deux observations soient des arguments forts en faveur des modèles de compétition de réponses, nous ne disposons pas d'éléments pouvant aller à l'encontre du point de vue des modèles de propagation de l'activation. Nous ne pouvons réfuter le point de vue que les effets d'amorçage sont probablement le résultat de plusieurs processus ("On the automatic activation of attitudes : A quarter century of evaluative priming research", 2013).

Par ailleurs, les résultats obtenus dans cette thèse sont en faveur d'un traitement spécifique des stimuli émotionnels. Les effets d'amorçage obtenus dans cette thèse diffèrent selon la nature des stimuli émotionnels manipulés. Cette spécificité est cohérente avec le point de vue incarnée de la cognition postulant que le contenu des traces en mémoire est étroitement lié aux activités sensori-motrices antérieures (Versace et al., 2014). Plusieurs études ont par exemple mis en évidence une spécificité dans les amplitudes et fréquences pour chacune des émotions (Ekman et al., 1987 ; Pell & Kotz, 2011 ; Paulmann et al., 2009 ; Paulmann & Pell, 2010). Nous pourrions considérer que cette variabilité des effets d'amorçage observé dans cette thèse en fonction de la nature des stimuli employés est le résultat de simulations tel que développé par (Barsalou, 1999, 2003) amenant à des états comportementaux spécifiques selon la nature des émotions manipulées. Autrement dit, les mêmes états émotionnels sont reproduits lorsque la connaissance de l'émotion est utilisée pour percevoir, reconnaître et interpréter les émotions de soi et des autres (Cacioppo et al., 1993 ; Strack, Martin, & Stepper, 1988 ; Schubert, 2004).

Cette thèse, au carrefour entre les théories de la mémoire et des émotions, suscite de nombreuses problématiques sur le plan méthodologique et sur d'éventuelles recherches à venir. Nous ne pouvons en effet nier que celle-ci était ambitieuse et que des axes de recherche plus spécifiques nécessiteraient à l'avenir d'être définis pour permettre d'apporter de nouveaux éléments de compréhension des émotions dans la construction mnésique. Les résultats obtenus dans cette thèse utilisant différents

paradigmes d'amorçage démontrent à quel point ce paradigme est sensible aux légères variations méthodologiques. La dynamique de l'apprentissage et les changements de contexte qui lui sont liés présentent un défi pour l'étude scientifique de l'amorçage. Nous insistons sur la nécessité de continuer l'étude de ce paradigme et sur l'importance de varier les techniques (SOA, masquage) et favoriser une réplication systématique des résultats. Parallèlement à cette thèse des études au sein du laboratoire ont été réalisées visant à répondre à cet objectif et furent l'objet de deux mémoires de maîtrise et de Master réalisé par Julien Couillier et Camille Stage. De manière générale, les résultats obtenus tendent à confirmer la difficulté à répliquer les effets d'amorçage. La problématique liée à la réplication et aux inquiétudes dans le cas d'un échec à répliquer les résultats a un intérêt croissant dans le domaine de la psychologie depuis une dizaine d'années (Pashler & Wagenmakers, 2012 ; Spellman, 2013). À cet égard, Cesario (2014) a exprimé ses inquiétudes quant aux difficultés de reproductibilité des effets d'amorçage. Il soutient que nous devons nous attendre à ce que les effets d'amorçage varient selon de nombreuses différences individuelles modératrices et de variables de contexte expérimentales. Face à cette variabilité, il semble important de fournir des répliques systématiques des travaux employant des paradigmes d'amorçage. Toutefois nous ne pensons pas pour autant que toute étude d'amorçage soit vouée à l'échec. De plus dans ce contexte, la non réplication des effets d'amorçage ne doit pas être considérée comme une erreur de type 1 pour l'étude originale, mais bien un élément en faveur de la nécessité de modérer l'interprétation des résultats et une motivation supplémentaire pour une étude plus approfondie des paradigmes et résultats obtenus. La réplication est une activité de recherche essentielle pour la science, mais l'incapacité à répliquer des résultats ne doit en aucun cas être un argument suffisant pour rendre caduque tout un champ d'expertise et un frein à la recherche.

Par ailleurs, au cours de cette thèse nous avons réalisé une étude avec des participants dépendants à l'alcool. L'étude des approches incarnées avec des

populations présentant des troubles cognitifs nous semble appropriée afin de tester la pertinence des modèles. Notre façon d'appréhender et de modéliser la cognition a une influence directe sur les méthodes cliniques employées pour l'accompagnement de personnes présentant des difficultés cognitives et comportementales. Ce lien étroit entre théorie et application clinique est particulièrement perceptible dans le domaine de la neuropsychologie clinique où les outils d'évaluation et les méthodes d'accompagnement sont justifiés par leurs fondements théoriques. La neuropsychologie s'appuie sur les recherches issues des neurosciences cognitives pour comprendre le fonctionnement de la mémoire. Ainsi son approche repose sur les conceptions computo-symboliques de la mémoire principalement utilisées en psychologie cognitive (dans lesquelles la mémoire est divisée en différents systèmes plus ou moins indépendants permettant le codage symbolique et l'organisation des informations) (Fodor, 1986) mais elle repose également sur les changements dynamiques cérébraux identifiés en neurosciences comme supports fonctionnels des traces mnésiques (Nader, 2003). La recherche en neuropsychologie permet, par l'étude des dysfonctionnements, d'améliorer la compréhension des fonctions mentales normales et de proposer des méthodes d'investigation pour la pratique clinique. Parallèlement les conceptions incarnée et située de la cognition ont émergé ces dernières années dans les accompagnements cliniques (Ottoboni, 2013). Celles-ci se veulent centrées sur la prise en compte des aspects corporels et sensoriels comme ancrés dans les états mentaux. Ainsi, l'exercice physique, en plus de ses bienfaits sur les capacités physiques, semble avoir un effet bénéfique sur nos capacités cognitives (Madan & Singhal, 2012). L'évaluation en neuropsychologie ne se limite pas uniquement à la mise en évidence de troubles cognitifs et comportementaux associés à des lésions cérébrales. En effet, elle doit également permettre de mieux comprendre la nature des dysfonctionnements afin de fournir des éléments pertinents pour la mise en place d'accompagnement adaptés répondant aux problématiques rencontrées par le patient dans son quotidien. En ce sens, la cognition incarnée et les modèles

intégrés et interactifs nous semblent susceptibles de fournir les fondements théoriques plus adéquats avec les objectifs de la neuropsychologie (Ottoboni, 2013). Actuellement, le psychologue spécialisé en neuropsychologie s'appuie essentiellement sur des modèles structuraux pour l'évaluation et l'accompagnement de personnes présentant des troubles de la mémoire. Les conceptions intégratives, notamment de la mémoire, ont un impact limité dans la pratique clinique. Ainsi, il nous semble important de promouvoir les avancées théoriques dans un versant centré sur la pratique clinique où la mémoire s'inscrit dans un contexte environnemental et prenant sens par la perception et l'action.

Annexe 1

Des analyses de comparaison de moyennes entre les essais des conditions neutres et les essais des conditions non congruentes ont été réalisées pour les cibles exprimant de la joie ainsi que pour les cibles exprimant de la tristesse. Les analyses ne permettent pas de mettre en évidence de différence significative pour les cibles exprimant de la joie entre amorce neutre et amorce triste, $t(1,28) = -0.025$, $p = .980$. En revanche, lorsque les cibles exprimaient de la tristesse les temps de réponse sont significativement différents entre les amorces neutres et les amorces exprimant de la joie, $t(1,28) = 3.084$, $p < .01$. Ci-dessous un tableau récapitulatif des temps de réponse obtenus pour l'ensemble des conditions Go.

Temps de réponse moyens en fonction des expressions émotionnelles cible et amorce

Émotion cible	Joie			Triste		
Émotion amorce	Joie	Triste	Neutre	Joie	Triste	Neutre
Temps de réponses moyens	434.28	461.52	461.38	481.54	462.06	496.51
	<i>(61.98)</i>	<i>(55.52)</i>	<i>(67.84)</i>	<i>(76.13)</i>	<i>(78.29)</i>	<i>(133.60)</i>

Les temps de réponse en ms et les valeurs en italique et parenthèses sont les écart-types.

Annexe 2



Disponible en ligne sur www.sciencedirect.com

ScienceDirect

et également disponible sur www.em-consulte.com



Article original

Analyse des mécanismes d'activation d'expressions faciales émotionnelles avec le paradigme d'amorçage



Analysis of activation mechanisms of facial expressions of emotions with a priming paradigm

F. Cerrotti*, Y. Gounden, V. Quaglino

Centre de recherche en psychologie : cognition, psychisme, organisations (CRP-CPO, EA 7273), bureau E312, université de Picardie-Jules-Verne, chemin du Thil, 80025 Amiens, France

INFO ARTICLE

Historique de l'article :
Reçu le 15 décembre 2016
Accepté le 8 avril 2018

Mots clés :
Mémoire trace
Paradigme d'amorçage
Activation
Intégration
Expressions faciales émotionnelles

RÉSUMÉ

Cette recherche s'intéresse aux mécanismes d'activation impliqués dans le traitement des informations émotionnelles, en référence aux perspectives épisodique et fonctionnelle de la mémoire. Deux épreuves d'amorçage de répétition ont été utilisées impliquant la présentation d'expressions faciales émotionnelles (EFE). Dans ces tâches d'amorçage, la manipulation de facteurs tels que le type de lien ou le décalage temporel entre l'amorce et la cible (SOA) a permis de sonder les processus impliqués dans l'activation des informations mnésiques. Les résultats montrent un effet d'amorçage lors du traitement de la cible pour les SOA courts (100 ms), quelle que soit l'émotion présentée (tristesse ou joie). En revanche, pour les SOA plus longs (500 ms et 1000 ms), l'effet d'amorçage n'est présent que pour les essais où l'amorce présentait une expression faciale de tristesse. Ces résultats sont discutés en référence aux traitements automatiques des informations émotionnelles.

© 2018 Publié par Elsevier Masson SAS au nom de Société Française de Psychologie.

* Auteur correspondant.
Adresse e-mail : fabien.cerrotti@etud.u-picardie.fr (F. Cerrotti).

Keywords:

Memory trace

Priming paradigm

Activation

Integration

Facials expressions of emotions

A B S T R A C T

Short-term priming paradigms are usually used to investigate the nature and organization of information in memory. The processes implemented in the activation of information in memory can be explained by manipulating factors, such as the link or the delay between prime and target. Models of embodied cognition (Wilson, 2002) and grounded cognition (Barsalou, 2008) integrated perceptual processes in the emergence of concepts and in memory processes. The purpose of the present study is to investigate on the relationship between perceptual and memory mechanisms in a context of memory activation for specific stimuli such as emotional facial expressions (EFE). We conducted two repetition priming tasks manipulation, using EFE in congruent versus non congruent relations. The first task was designed as a go–no go task using joy and sadness in congruent versus non congruent relation. In a counterbalance procedure, participants were requested for part of the experiment, to respond as fast as possible to targets representing joyful expressions and for the other part, to targets representing sad expressions. Surprisingly, results revealed priming effect only for sad prime but not for joyful prime. For the second experiment, we used different delays of SOA between the target and the prime presentation. The manipulation of SOA is closely linked to the hypothesis of automaticity of cognitive processes. More precisely the priming effect is posited to be triggered by short, ephemeral processes, because this effect is observed for short SOAs (less than 300 ms), and it tends to disappear when increasing the SOA. Based on the automaticity hypothesis we employed an evaluative decision task by manipulating delay of presentation of primes, short delay (100 ms) and longer delay (500 ms). Participants were required to make decisions on the nature of expressions. Results of the second experiment, revealed priming effect for a short delay between prime and target (SOA 100 ms). However, for the longer delay (SOA 500 ms) the priming effect was obtained only when primes represented sad facial expressions. For joyful facial expressions, the inverse pattern of results was observed. Results are discussed in terms of inhibition of specific joyful emotions known to cause particular behavior and in line with the literature on the time course of automatic processing for emotional information.

© 2018 Published by Elsevier Masson SAS on behalf of Société Française de Psychologie.

De nombreuses études sur la reconnaissance faciale sont retrouvées dans la littérature (pour revue, [Posamentier & Abdi, 2003](#)). Elles ont, pour la plus part, évalué les capacités à reconnaître des visages en induisant des changements perceptifs ([Patterson & Baddeley, 1977](#)). Ces études ont ainsi montré que de simples changements d'apparence pouvaient empêcher la reconnaissance des visages ([Bruce, 1982](#) ; [Patterson & Baddeley, 1977](#) ; [Troje & Bülthoff, 1996](#)). Cependant, peu d'études à notre connaissance ont porté sur les mécanismes de mémoire liés aux expressions faciales émotionnelles. Une étude de [Shimamura, Ross, et Bennett \(2006\)](#) a mis en évidence qu'en supprimant les expressions émotionnelles des visages entre la phase d'apprentissage et la phase de test, les participants avaient du mal à rappeler la valence émotionnelle des visages appris. Cet effet était cependant moins important pour l'expression de joie : les participants renaient mieux les expressions faciales de joie que les autres ([Shimamura et al., 2006](#)). Sur la base de ces résultats, nous nous sommes intéressés aux rapports qu'entretiennent les mécanismes perceptifs et mémoriels, et plus particulièrement aux effets de l'activation mémorielle des expressions faciales émotionnelles (EFE). En effet, ces liens étroits nécessitent de considérer l'impact de la perception sur les capacités cognitives. Pour cela, nous nous

sommes basés sur les modèles théoriques d'*embodied cognition* (Wilson, 2002) et de *grounded cognition* (Barsalou, 2008), soutenant que les processus perceptifs seraient impliqués dans l'émergence de concepts et de représentations (Richardson, 2003 ; Stanfield & Zwaan, 2001 ; Zwaan, Madden, Yaxley, & Aveyard, 2004).

Il est bien admis dans la littérature que les activations précoces, spécifiques aux propriétés élémentaires d'un stimulus, influencent les traitements ultérieurs, intervenant dans un délai bref après la disparition du stimulus (Versace, Nevers, & Padovan, 2002). Les effets d'amorçage ont largement été utilisés afin d'étudier la dynamique des mécanismes d'activation impliqués dans l'émergence d'une connaissance, en comparant les performances obtenues par les participants aux essais où amorce et cible étaient identiques ou liées, aux performances où amorce et cible n'avaient aucun lien. Les études princeps employant l'amorçage de répétition ont permis de montrer qu'un mot permettait de faciliter le traitement ultérieur de ce même mot, si le temps de présentation entre l'amorce et la cible était court (Scarborough, Cortese, & Scarborough, 1977). Cet effet d'amorçage a été interprété comme l'activation de mécanismes perceptifs automatiques « de bas niveau » (Cave, Bost, & Cobb, 1996 ; Jacoby & Hayman, 1987 ; Masson, 1986).

De même, les études portant sur des expressions faciales émotionnelles (EFE) qui ont utilisé le paradigme d'amorçage ont montré que la décision de valence émotionnelle était médiée par des traitements automatiques avec des temps de latence très faibles (Fazio, Sanbonmatsu, Powell, & Kardes, 1986 ; Hermans, De Houwer, & Eelen, 2001). Ainsi, les effets d'amorçage perceptifs ont été mis en évidence avec des mots (Hermans et al., 2001 ; Klauer, Rossmagel, & Musch, 1997), des non-mots (De Houwer, Hermans, & Eelen, 1998), des photographies (Avero & Calvo, 2006), des images sans signification (Duckworth, Bargh, Garcia, & Chaiken, 2002), ou des odeurs (Hermans, Baeyens, & Eelen, 1998) lorsque les délais entre l'amorce et la cible (*stimulus onset asynchrony* [SOA]) étaient courts, de 150 ms, mais pas pour des SOA longs, c'est-à-dire supérieurs à 300 ms. L'étude de Werheid, Alpay, Jentzsch, et Sommer (2005) avait pour but d'explorer les effets d'amorçage d'EFE à l'aide de potentiels évoqués et a permis de mettre en évidence que les modifications des EFE pouvaient être détectées très tôt lors de la perception du visage. Cet effet d'amorçage précoce était caractérisé par les amplitudes des potentiels évoqués frontaux et occipitaux, qui s'atténuaient 100 à 200 ms après la présentation des cibles. Les sources dipolaires étaient localisées dans le cortex occipito-temporal inférieur, impliqué dans la détection de configurations faciales spécifiques aux expressions, et dans le cortex insulaire, impliqué dans les processus affectifs.

Dans cette étude, nous avons utilisé le paradigme d'amorçage de répétition afin d'étudier l'activation d'EFE. Les relations entre la présentation de l'amorce et de la cible étaient congruentes (même émotion) et non congruentes (émotions différentes). Notre objectif était d'étudier les effets d'amorçage dans deux tâches, une tâche d'identification d'EFE en utilisant un paradigme go-no go (expérience 1), et une tâche de décision émotionnelle au choix (expérience 2). Nous nous attendions à ce que ces deux types de tâches puissent mettre en évidence l'influence de la présentation préalable d'un stimulus (amorce neutre ou émotionnelle) sur le traitement d'un stimulus consécutif (cible). De plus, les temps de présentation des EFE ont été modulés dans l'expérience 2, avec des délais des SOA de 100 ms ou de 500 ms, ce qui devait nous permettre d'observer des différences de traitements (plus ou moins automatiques) au travers des temps de latence enregistrés.

1. Expérience 1

1.1. Méthode

1.1.1. Participants

Trente étudiants (dont 25 femmes) de l'université de Picardie-Jules-Verne, âgés de 18 à 30 ans, ont participé à cette étude. Un questionnaire pré-expérimental permettait de relever des informations personnelles, de s'assurer que les participants avaient une vision normale ou corrigée, ne souffraient pas de troubles médicaux ou psychiatriques, ni ne consommaient de traitements médicamenteux ayant des effets notoires sur les fonctions cognitives. Chaque participant a signé un formulaire de

consentement libre et éclairé, précisant les modalités de son engagement dans l'étude, le respect de l'anonymat et la confidentialité des données recueillies, conformément à la législation en vigueur.

1.1.2. Stimuli et matériels

Les stimuli émotionnels utilisés étaient constitués de photographies en noir et blanc de visages de femmes (9) et d'hommes (9) représentant des expressions neutres, ou émotionnelles (joie et tristesse) issues de la batterie NimStim (Tottenham et al., 2009). Les expressions faciales émotionnelles sélectionnées étaient des visages d'acteurs européens, ayant respectivement une proportion moyenne d'identification correcte de 0,92 pour la joie, 0,83 pour la tristesse et de 0,91 pour les visages neutres (validées sur un échantillon de 81 participants ; Tottenham et al., 2009). La tâche a été implémentée à l'aide du logiciel E-prime et présentée sur un ordinateur portable de 17 pouces.

1.1.3. Procédure

La tâche comprenait une phase d'entraînement et une phase de test. Au cours de la phase d'entraînement 8 essais étaient présentés au participant afin qu'il se familiarise avec la procédure. La phase de test comprenait 6 blocs de 64 essais.

Pour chaque essai, trois stimuli étaient présentés avec le même visage : (1) le stimulus signal, (2) le stimulus amorce, et (3) le stimulus cible. Le stimulus signal (1) représentant d'un visage arborant une expression neutre, était présenté pendant 1000 ms. Le stimulus amorce (2) était le même visage présentant une expression neutre, ou une expression émotionnelle joyeuse ou triste, et était présenté pendant 1000 ms. Enfin, le stimulus cible (3) était le même visage présentant une émotion soit joyeuse, soit triste (50 %). Il restait affiché à l'écran tant que le participant appuyait sur la barre d'espace de l'ordinateur, alors l'essai s'achevait et l'essai suivant débutait. Si le participant ne répondait pas, le stimulus cible restait affiché pendant 1500 ms, avant l'essai suivant. Chaque visage était présenté 4 fois par bloc. L'ordre de succession était aléatoire.

Au cours de la première partie de l'expérience (192 essais), il était demandé aux participants de répondre le plus vite possible, mais sans se tromper, en pressant la barre d'espace du clavier, lorsque la cible était un visage représentant la joie. Dans la seconde partie de l'expérience (192 essais), les participants devaient répondre lorsque la cible était un visage représentant de la tristesse. L'ordre de présentation était contrebalancé entre les participants. La réponse attendue dépendait ainsi de la consigne énoncée aux participants.

Le lien manipulé entre l'amorce et la cible pouvait être neutre lorsque le stimulus amorce était un visage d'expression neutre (neutre – joie ou neutre – triste). Le lien pouvait aussi être congruent lorsque le stimulus amorce et le stimulus cible avaient la même expression émotionnelle (joie – joie ou triste – triste). De même, il pouvait être non congruent si le stimulus amorce et le stimulus cible avaient des expressions émotionnelles différentes (triste – joie ou joie – triste).

1.2. Résultats

Les participants ont commis moins de 1 % d'erreurs pour identifier la valence émotionnelle des stimuli cibles. Les résultats d'un seul participant n'ont pas été pris en compte, du fait d'un taux d'erreurs de plus de 50 %. Les données des essais erronés, ainsi que les données des essais d'entraînement ont été exclues de toutes les analyses. Pour chaque participant les temps de réponses moyens (TR en ms) ont été calculés pour chacune des 6 conditions de valence : [amorce joie ; amorce triste ; amorce neutre] × [cible joie ; cible triste]. Les moyennes et écarts-types des temps de réponses obtenus par conditions sont présentés dans le [Tableau 1](#).

Ensuite, nous avons suivi la démarche employée par Fazio et collaborateurs (Fazio et al., 1986 ; Hermans, De Houwer, & Eelen, 1994) en testant l'interaction entre la valence de la cible et la valence de l'amorce. Les scores de différence ont été calculés en soustrayant les moyennes dans la condition de cibles joyeuses aux moyennes des cibles neutres et en soustrayant les moyennes des cibles tristes aux moyennes des cibles neutres. Ces scores de différence sont présentés sur la [Fig. 1](#), où les scores positifs et négatifs, représentent respectivement la facilitation et l'inhibition des latences de réponses. Par conséquent, une facilitation était attendue pour les essais congruents et d'inhibition pour les essais non congruents.

Tableau 1

Temps de réponses moyens en fonction de l'expression émotionnelle cible et amorce.

Émotion cible	Joie			Triste		
	Joie	Triste	Neutre	Joie	Triste	Neutre
Temps de réponses moyens	438,62 (62,97)	461,73 (55,85)	460,80 (67,06)	484,98 (76,49)	461,73 (55,85)	499,44 (78,60)

Les scores de différence ont été analysés à l'aide d'une Anova à mesures répétées « 2 (Valence cible : joie vs triste) × 2 (Valence amorce : joie vs triste) ». L'analyse statistique a révélé un effet d'interaction entre l'amorce et la cible [$F(1,28) = 25,22, p < 0,001$], un effet principal de la cible [$F(1,28) = 7,24, p < 0,05$], et pas d'effet principal de l'amorce ($F < 1$). Pour les amorces exprimant la tristesse, les temps de latence étaient plus longs pour les cibles exprimant la joie (non congruents) comparés aux cibles exprimant la tristesse (congruents), $F(1, 28) = 25,22, p < 0,001$. En revanche, contrairement à ce que nous attendions, les temps de latence ne différaient pas, $F(1, 28) = 1,31, p = 0,26$, lorsque les amorces exprimaient la joie quelle que soit la cible.

1.3. Discussion

Cette première expérience a permis de mettre en évidence un effet d'amorçage de répétition (effet facilitateur pour les essais congruents) en utilisant des expressions faciales émotionnelles. Cet effet n'a cependant pas été retrouvé lorsque l'amorce représentait un visage joyeux. Sur la base de ces résultats, nous nous sommes alors interrogés sur la taille du SOA utilisée dans notre expérience. De nombreuses études ont été réalisées avec des mots (Hermans et al., 2001 ; Klauer et al., 1997) ou des images (Hermans et al., 1994) émotionnels et ont notamment mis en évidence des effets d'amorçage avec des SOA de 150 ms, alors que ces effets disparaissaient pour des SOA supérieurs à 300 ms. La manipulation du SOA serait étroitement liée à l'hypothèse d'automatisme des processus cognitifs. L'amorce pourrait déclencher des processus brefs et éphémères, du fait de leur mise en évidence pour des SOA courts (inférieurs à 300 ms), alors que ces effets d'amorçage disparaissent avec l'augmentation du temps du

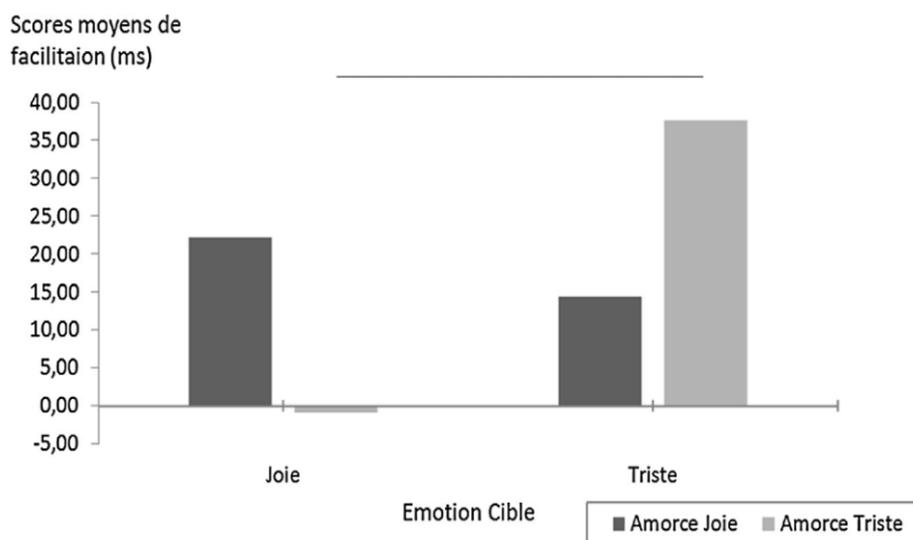


Fig. 1. Scores moyens de facilitation pour l'évaluation de la cible (en ms) en fonction de l'émotion présentée comme cible et comme amorce.

SOA. Cette extinction de l'effet d'amorçage est en faveur de la nature automatique des mécanismes d'évaluation de l'amorce. Si l'évaluation de l'amorce était sous-tendue par des processus contrôlés, l'effet inverse serait observé. Klauer et al. (1997) ont étudié l'effet d'amorçage avec des SOA de – 100 ms, 0 ms, 100 ms, 200 ms, et 1200 ms. Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence un effet d'amorçage pour les SOA de 0 ms et 100 ms. Ainsi l'effet d'amorçage serait maximal lorsque le SOA est de 150 ms et décroît jusqu'à son extinction pour les SOA les plus longs (supérieurs à 300 ms) (Hermans et al., 2001). L'objectif de cette seconde expérience a donc été d'étudier la manipulation des temps du SOA (100 ms et 500 ms), dans l'amorçage de répétition de stimuli émotionnels. En concordance avec l'hypothèse d'automatisme, nous nous attendions à observer un effet d'amorçage pour la condition SOA 100 ms mais pas pour la condition SOA 500 ms.

2. Expérience 2

2.1. Méthode

2.1.1. Participants

Soixante et un étudiants (dont 44 femmes) de l'université de Picardie-Jules-Verne, âgés de 18 à 30 ans, ont participé à cette étude. L'ensemble des participants avait une vision normale ou corrigée. Ceux ayant participé à l'expérience 1 ou ceux souffrant d'antécédents médicaux ou psychiatriques, ou sous traitements médicamenteux occasionnant des effets sur les fonctions cognitives ont été exclus. Chaque participant a signé un formulaire de consentement libre et éclairé, précisant les modalités de son engagement dans l'étude, le respect de l'anonymat et la confidentialité des données recueillies, conformément à la législation en vigueur.

2.1.2. Stimuli et matériels

Les stimuli utilisés étaient identiques à ceux de l'expérience 1.

2.1.3. Procédure

La tâche comprenait une phase d'entraînement de 24 essais et une phase de test de 8 blocs de 72 essais.

Au cours d'un essai, une croix de fixation apparaissait pendant 500 ms. Ensuite, le stimulus amorce (visage neutre ou exprimant la joie ou la tristesse) était affiché durant 50 ms ou 450 ms, puis était suivi d'un écran blanc d'une durée 50 ms. Enfin, le stimulus cible (visage exprimant la joie ou la tristesse) était affiché jusqu'à la réponse du participant (ou pendant 1500 ms si aucune réponse n'était donnée). L'asynchronie (SOA) entre le stimulus amorce et le stimulus cible était donc de 100 ms ou de 500 ms et l'ISI de 50 ms (Fig. 2).

Les participants étaient invités à effectuer un jugement émotionnel en appuyant, au choix, sur une touche avec un émoticône de joie s'ils pensaient que le visage était de valence joyeuse, ou sur une touche avec un émoticône de tristesse, s'ils pensaient que le visage était de valence émotionnelle triste. L'assignation de la touche à l'émotion a été contrebalancée entre les participants. Pour la moitié des participants, la touche réponse de gauche a été assignée à la joie tandis que la touche de droite à la tristesse, et inversement pour l'autre moitié de participants. Il leur était précisé qu'ils devaient aller le plus vite possible, tout en évitant de faire des erreurs.

Les participants étaient confrontés à toutes les conditions de SOA : 4 blocs de 72 essais avaient un SOA court (100 ms) et 4 blocs de 72 essais avaient un SOA long (500 ms). L'ordre des blocs (SOA courts ou longs) était également contrebalancé. Les participants étaient aléatoirement répartis sur deux scripts expérimentaux (4 blocs SOA courts, puis 4 blocs SOA longs), et inversement.

2.2. Résultats

Comme dans l'expérience 1, les temps de réponses moyens ont été calculés pour chaque participant (Tableau 2), ainsi que les scores moyens de facilitation (Fig. 3). Le taux d'erreurs moyens pour l'ensemble des participants est relativement faible et identique pour les essais où le SOA est de 100 ms (5,54 %), aux essais où le SOA est de 500 ms (5,55 %).

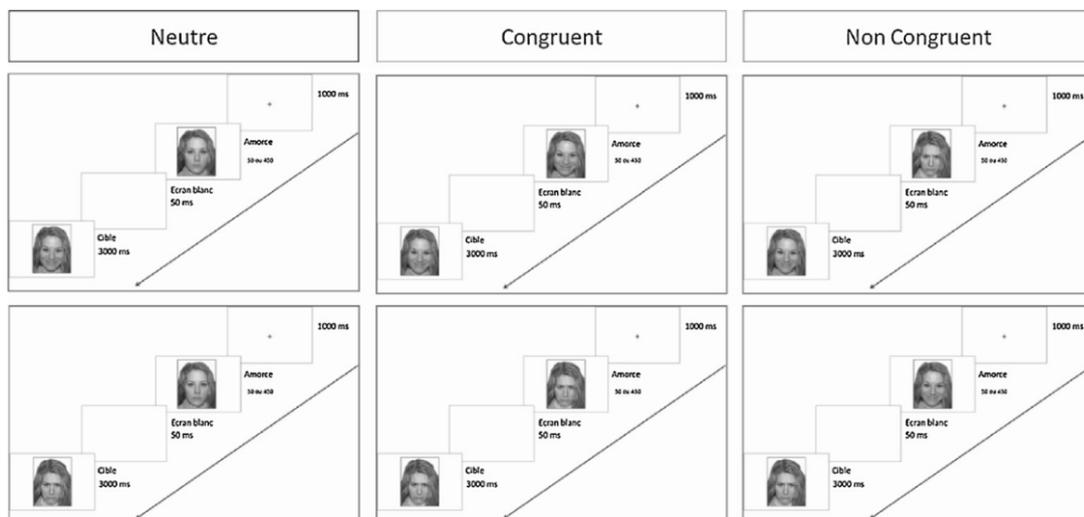


Fig. 2. Représentation schématique des différentes conditions.

Tableau 2

Temps de réponses moyens (écart-types) en fonction de l'expression émotionnelle cible et amorce.

Émotion cible	Joie			Triste		
	Joie	Triste	Neutre	Joie	Triste	Neutre
Émotion amorce						
SOA 100 ms	618,72 (130,94)	642,59 (119,46)	636,88 (130,23)	656,11 (145,37)	613,65 (136,45)	648,60 (133,60)
SOA 500 ms	607,21 (105,75)	602,94 (103,32)	592,20 (103,28)	604,51 (115,49)	620,17 (117,37)	630,74 (116,44)

Temps de réponses moyens

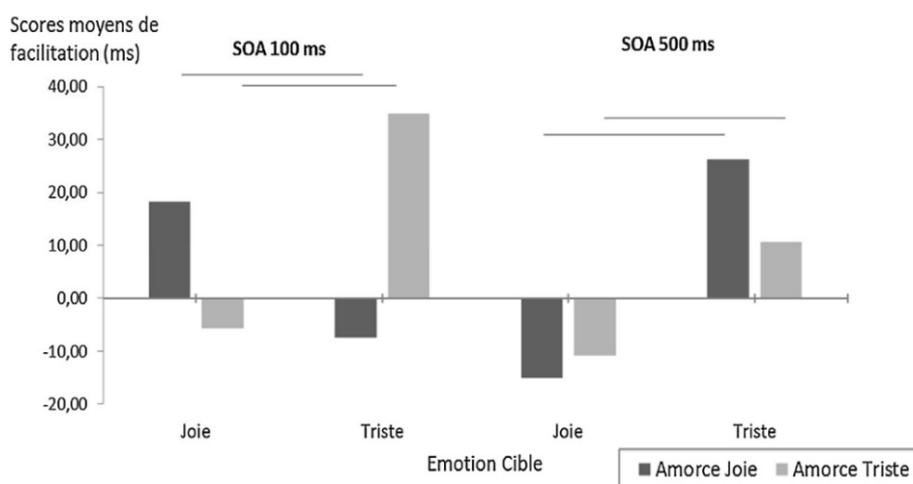


Fig. 3. Scores moyens de facilitation (ms) pour l'évaluation de la cible en fonction du SOA et de l'émotion cible et amorce.

Une analyse de variance du type « 2 (SOA) × 2 (valence cible) × 2 (valence amorce) × 2 (ordre des blocs) » a été réalisée sur les scores de facilitation. L'analyse a révélé un effet d'interaction SOA × Cible × amorce [$F(1,59) = 41,38, p < 0,001$] et n'a pas révélé d'effet principal de l'ordre des blocs, $F < 1$. Ainsi les résultats des participants ayant eu dans un premier temps les blocs avec un SOA de 100 ms puis les blocs avec un SOA 500 ms, ne différaient pas des résultats obtenus lorsque les participants étaient confrontés aux blocs avec un SOA de 500 ms puis de 100 ms. Par la suite, nous avons suivi la démarche employée par [Fazio et al. \(1986\)](#) ainsi que par [Hermans et al. \(1994\)](#) en testant l'interaction entre la valence de la cible et la valence de l'amorce pour les deux SOA (100 ms et 500 ms). L'analyse statistique a permis de mettre en évidence une interaction entre la valence de la cible et la valence de l'amorce pour le SOA de 100 ms [$F(1,60) = 40,10, p < 0,001$], ainsi qu'un effet principal de l'amorce [$F(1,60) = 4,90, p < 0,05$] mais pas d'effet principal de la cible [$F(1,60) = 1,50, p = 0,23$]. Si l'amorce exprimait la joie, les temps de latence des réponses étaient plus courts pour les cibles exprimant la joie comparées aux cibles exprimant la tristesse, $F(1,60) = 9,05, p < 0,01$. Inversement lorsque les amorces exprimaient la tristesse, les temps de latence des réponses étaient plus longs pour les cibles exprimant la joie comparés aux cibles exprimant la tristesse, $F(1,60) = 28,94, p < 0,001$. Cependant, et contrairement à nos attentes, L'Anova a mis en évidence une interaction entre la valence de la cible et la valence de l'amorce pour les SOA de 500 ms [$F(1,60) = 5,40, p < 0,05$], un effet principal de la cible [$F(1,60) = 18,5, p < 0,001$], mais pas d'effet principal de l'amorce [$F(1,60) = 2,13, p = 0,15$]. Toutefois pour les SOA longs, les temps de latence étaient plus longs pour les essais congruents par rapport aux essais non congruents lorsque l'amorce était un visage joyeux : les temps de latence étaient plus longs pour les cibles exprimant la joie en comparaison aux cibles exprimant la triste, $F(1,60) = 22,41, p < 0,001$. Avec les amorces tristes, les temps de latence étaient plus longs pour les cibles joyeuses tristes comparés aux cibles tristes, $F(1,60) = 6,83, p < 0,05$.

2.3. Discussion

Les résultats de cette seconde étude ont permis de mettre en évidence un effet d'amorçage de répétition pour des SOA courts de 100 ms entre l'amorce et la cible représentant des expressions faciales émotionnelles. Le traitement de la cible était facilité par la présentation d'une amorce congruente. Précédemment, [Klauer et al. \(1997\)](#) avaient manipulé différents SOA afin d'obtenir une évaluation fine de l'évolution temporelle de l'amorçage. Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence un effet d'amorçage pour les SOA de 0 ms à 100 ms, avec un effet maximal lorsque le SOA était de 150 ms. Au-delà de cette valeur, les effets d'amorçage décroîtraient jusqu'à leur extinction pour des SOA supérieurs à 300 ms ([Hermans et al., 2001](#)). Sur la base de nos résultats, le mécanisme d'amorçage automatique bien connu avec des mots, a semblé également bien s'appliquer à des EFE. L'activation précoce des composants élémentaires d'un stimulus amorce (expression faciale) avait une influence sur le traitement du stimulus cible, si le délai entre les deux stimuli était court.

En revanche, et contrairement à nos attentes, un effet d'amorçage a été observé avec les amorces tristes, lorsque les SOA était de 500 ms. Paradoxalement, cet effet d'amorçage semblerait inversé, c'est-à-dire que la facilitation du traitement s'exprimait sur des stimuli non congruents, lorsque l'amorce exprimait la joie. Selon [Hermans et al. \(2001\)](#), l'extinction de l'effet d'amorçage devrait s'observer pour des SOA supérieurs à 300 ms. Or, dans le cas de nos résultats, cette extinction ne se produisait pas, comme si des processus plus lents et pérennes pouvaient s'exprimer encore avec des SOA de 500 ms. Néanmoins, l'effet d'amorçage inversé mis en évidence lorsque les amorces étaient joyeuses nous est particulièrement difficile à expliquer. Une potentielle explication reposerait sur le type de stratégie de réponse mis en œuvre par les participants ([Glaser & Banaji, 1999](#)). Cette stratégie pourrait consister à inhiber la valence de l'amorce afin que celle-ci n'interfère pas avec la décision évaluative nécessaire pour répondre lors de la présentation de la cible. Avec cette stratégie, les effets d'amorçages observés s'inverseraient, car dans le cas d'essais congruents, les temps de réponses aux cibles augmentaient en inhibant la valence des amorces. Inversement, dans le cas des essais non congruents, l'inhibition de la valence de l'amorce aurait

un effet positif sur la décision évaluative des cibles puisque celles-ci possédaient la valence opposée à la valence inhibée. Ce type de stratégie a été principalement observée lorsque les consignes présentées aux participants privilégiaient un mode de réponse (qualité de la réponse ou vitesse de la réponse) (Glaser & Banaji, 1999 ; Wentura & Rothermund, 2003). Il est donc possible qu'une telle stratégie ait été employée par les participants de notre étude bénéficiant de SOA longs, spécifiquement avec des amorces joyeuses.

3. Discussion générale

Les résultats obtenus ont mis en évidence des effets d'amorçage pour des SOA courts (100 ms) avec des stimuli émotionnels et ces données déjà connues sont en faveur de l'activation automatique de mécanismes perceptifs de bas niveau (Cave et al., 1996 ; Jacoby & Hayman, 1987 ; Masson, 1986). Les études menées antérieurement ont en effet permis d'observer que le décours temporel entre la présentation de l'amorce et de la cible était un facteur expérimental primordial à prendre en compte lors de l'utilisation du paradigme d'amorçage. La manipulation du SOA a particulièrement été étudiée dans des tâches d'amorçage émotionnel ayant pour particularité de manipuler la valence émotionnelle (Fazio et al., 1986). Les participants devaient effectuer une tâche de décision évaluative : catégoriser les cibles sur la base de leurs valences (positif vs négatif), le plus rapidement possible. Cet intérêt tout particulier portant pour la manipulation de différents SOA a sans nul doute émergé suite aux études réalisées par Hermans et al. (1994).

Notre étude avait pour but de répliquer les travaux princeps de Fazio et al. (1986) et de mettre en évidence l'importance de la taille du SOA dans la mesure des niveaux d'activation/inhibition de contenus spécifiques. Les résultats obtenus nous permettent en effet de mettre en évidence un effet d'amorçage pour les amorces joyeuses et tristes lorsque le SOA est court (100 ms). Notre étude corrobore ainsi les conclusions de Werheid et al. (2005) mettant en avant l'activation précoce d'expressions faciales émotionnelles, telle qu'observée dans les études d'amorçage manipulant la valence émotionnelle de mots (Fazio et al., 1986 ; Hermans et al., 1994). Cependant, l'effet de facilitation, observé avec le SOA de 500 ms pour des cibles non congruentes lorsque l'amorce représente la joie, n'est en revanche pas représentatif des résultats obtenus précédemment dans la littérature. Toutefois, des études par électroencéphalographie ont obtenu des potentiels positifs – notamment de la P300 – à des latences au-delà de 300 ms post stimulus (Eimer & Holmes, 2002 ; Keil et al., 2002 ; Schupp, Markus, Weike, & Hamm, 2003). La mise en évidence de ces ondes lentes serait le reflet d'une meilleure allocation des ressources de traitement perceptif de l'entrée motivationnelle pertinente (Cuthbert, Schupp, Bradley, Birbaumer, & Lang, 2000). Dans le cas de percepts joyeux, des traitements spécifiques pourraient donc être mis en place, expliquant dans notre recherche l'inhibition de l'amorçage dans les paires congruentes et la facilitation dans les paires non congruentes. Ce traitement spécifique des percepts joyeux dans l'amorçage affectif a déjà fait l'objet de remarque dans d'autres études (Ferrand, Ric, & Augustinova, 2006). Le fonctionnement de processus automatiques peut être relié aux manipulations des variables expérimentales telles que les SOA et les types de stimuli utilisés. L'amorçage reflèterait ainsi l'accès à des connaissances de contenus précis, activés ou inhibés lors de mécanismes d'attente (SOA > 300 ms), de prédiction ou de compréhension, mis en œuvre lors des traitements perceptifs effectués sur l'amorce. Les processus perceptifs influenceraient les traitements ultérieurs (Versace et al., 2002) et la dynamique des mécanismes d'activation rendrait spécifique les traitements de l'amorce représentant la joie dans l'émergence du concept.

Le changement d'expressions faciales dans des situations sociales, indiquant un changement de l'état d'esprit de la personne, peut paraître plus pertinents (comme dans le cas de la joie) qu'une expression faciale invariante. Les EFE pourraient induire des schémas d'activations spécifiques prototypiques de l'expression faciale. Compte tenu de l'importance biologique, sociale et comportementale des émotions, il nous semble primordial de poursuivre l'étude de l'évolution temporelle des processus d'identifications des EFE, afin de mettre en évidence les processus spécifiques d'activation liés aux effets d'amorçage affectif.

Déclaration de liens d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

Références

- Avero, P., & Calvo, M. G. (2006). Affective priming with pictures of emotional scenes: The role of perceptual similarity and category relatedness. *The Spanish Journal of Psychology*, 9(1), 10–18 (Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16673618>)
- Barsalou, L. W. (2008). Grounded cognition. *Annual Review of Psychology*, 59, 617–645 (<http://doi.org/10.1146/annurev.psych.59.103006.093639>)
- Bruce, V. (1982). Changing faces: Visual and non-visual coding processes in face recognition. *British Journal of Psychology*, 73(1), 105–116 (<http://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1982.tb01795.x>)
- Cave, C. B., Bost, P. R., & Cobb, R. E. (1996). Effects of color and pattern on implicit and explicit picture memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 22(3), 639–653 (<http://doi.org/10.1037/0278-7393.22.3.639>)
- Cuthbert, B. N., Schupp, H. T., Bradley, M. M., Birbaumer, N., & Lang, P. J. (2000). Brain potentials in affective picture processing: Covariation with autonomic arousal and affective report. *Biological Psychology*, 52(2), 95–111 ([http://doi.org/10.1016/S0301-0511\(99\)00044-7](http://doi.org/10.1016/S0301-0511(99)00044-7))
- De Houwer, J., Hermans, D., & Eelen, P. (1998). Affective and identity priming with episodically associated stimuli. *Cognition and Emotion*, 12(2), 145–170 (<http://doi.org/10.1080/026999398379691>)
- Duckworth, K. L., Bargh, J. A., Garcia, M., & Chaiken, S. (2002). The automatic evaluation of novel stimuli. *Psychological Science*, 13(6), 513–520 (<http://doi.org/10.1111/1467-9280.00490>)
- Eimer, M., & Holmes, A. (2002). An ERP study on the time course of emotional face processing. *Neuroreport*, 13(4), 427–431 (<http://doi.org/10.1097/00001756-200203250-00013>)
- Fazio, R. H., Sanbonmatsu, D. M., Powell, M. C., & Kardes, F. R. (1986). On the automatic activation of attitudes. *Journal of Personality and Social Psychology*, 50(2), 229–238 (<http://doi.org/10.1037/0022-3514.50.2.229>)
- Ferrand, L., Ric, F., & Augustinova. (2006). Quand "amour" amorce "soleil" (ou pourquoi l'amorçage affectif n'est pas un (simple) cas d'amorçage sémantique ?). *L'Année Psychologique*, 106(01), 79–104. <http://dx.doi.org/10.4074/S0003503306001060>
- Glaser, J., & Banaji, M. R. (1999). When fair is foul and foul is fair: Reverse priming in automatic evaluation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 77(4), 669–687 (<http://doi.org/10.1037/0022-3514.77.4.669>)
- Hermans, D., Baeyens, F., & Eelen, P. (1998). Odours as affective processing context for word evaluation: A case of cross modal affective priming. *Cognition and Emotion*, 12(4), 601–614 (<http://doi.org/10.1080/026999398379583>)
- Hermans, D., De Houwer, J., & Eelen, P. (1994). The affective priming effect: Automatic activation of evaluative information in memory. *Cognition and Emotion*, 8(6), 515–533 (<http://doi.org/10.1080/02699939408408957>)
- Hermans, D., De Houwer, J., & Eelen, P. (2001). A time course analysis of the affective priming effect. *Cognition and Emotion*, 15(2), 143–165 (<http://doi.org/10.1080/0269993004200033>)
- Jacoby, L. L., & Hayman, C. A. (1987). Specific visual transfer in word identification. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 13(3), 456–463 (<http://doi.org/10.1037/0278-7393.13.3.456>)
- Keil, A., Bradley, M. M., Hauk, O., Rockstroh, B., Elbert, T., & Lang, P. J. (2002). Large-scale neural correlates of affective picture processing. *Psychophysiology*, 39(5), 641–649 (<http://doi.org/10.1017/S0048577202394162>, S0048577202394162 [pii])
- Klauer, K. C., Rossnagel, C., & Musch, J. (1997). List-context effects in evaluative priming. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 23(1), 246–255 (Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9028030>)
- Masson, M. E. (1986). Identification of typographically transformed words: Instance-based skill acquisition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 12(4), 479–488 (<http://doi.org/10.1037/0278-7393.12.4.479>)
- Patterson, K. E., & Baddeley, A. D. (1977). When face recognition fails. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 3(4), 406–417 (<http://doi.org/10.1037/0278-7393.3.4.406>)
- Posamentier, M. T., & Abdi, H. (2003). Processing faces and facial expressions. *Neuropsychology Review*, 13(3), 113–143 (<http://doi.org/10.1023/A:1025519712569>)
- Richardson, D. (2003). Spatial representations activated during real-time comprehension of verbs. *Cognitive Science*, 27(5), 767–780 ([http://doi.org/10.1016/S0364-0213\(03\)00064-8](http://doi.org/10.1016/S0364-0213(03)00064-8))
- Scarborough, D. L., Cortese, C., & Scarborough, H. S. (1977). Frequency and repetition effects in lexical memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3(1), 1–17 (<http://doi.org/10.1037/0096-1523.3.1.1>)
- Schupp, H. T., Markus, J., Weike, A. I., & Hamm, A. O. (2003). Emotional facilitation of sensory processing in the visual cortex. *Psychological Science*, 14(1), 7–13 (<http://doi.org/10.1111/1467-9280.01411>)
- Shimamura, A. P., Ross, J. G., & Bennett, H. D. (2006). Memory for facial expressions: The power of a smile. *Psychonomic Bulletin & Review*, 13(2), 217–222 (<http://doi.org/10.3758/BF03193833>)
- Stanfield, R. A., & Zwaan, R. A. (2001). The effect of implied orientation derived from verbal context on picture recognition. *Psychological Science*, 12(2), 153–156 (<http://doi.org/10.1111/1467-9280.00326>)
- Tottenham, N., Tanaka, J. W., Leon, A. C., McCarry, T., Nurse, M., Hare, T. A., et al. (2009). The NimStim set of facial expressions: Judgments from untrained research participants. *Psychiatry Research*, 168(3), 242–249 (<http://doi.org/10.1016/j.psychres.2008.05.006>)
- Troje, N. F., & Bühlhoff, H. H. (1996). Face recognition under varying poses: The role of texture and shape. *Vision Research*, 36(12), 1761–1771 ([http://doi.org/10.1016/0042-6989\(95\)00230-8](http://doi.org/10.1016/0042-6989(95)00230-8))
- Versace, R., Nevers, B., & Padovan, C. (2002). *La mémoire dans tous ses états*. Marseille: Solal.
- Wentura, D., & Rothermund, K. (2003). The "meddling-in" of affective information: A general model of automatic evaluation effects. In J. Musch, & K. C. Klauer (Eds.), *The psychology of evaluation: Affective processes in cognition and emotion* (pp. 51–86). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Werheid, K., Alpay, G., Jentzsch, I., & Sommer, W. (2005). Priming emotional facial expressions as evidenced by event-related brain potentials. *International Journal of Psychophysiology*, 55(2), 209–219 (<http://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2004.07.006>)

- Wilson, M. (2002). Six views of embodied cognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9(4), 625–636 (<http://doi.org/10.3758/BF03196322>)
- Zwaan, R. A., Madden, C. J., Yaxley, R. H., & Aveyard, M. E. (2004). Moving words: Dynamic representations in language comprehension. *Cognitive Science*, 28(4), 611–619 (<http://doi.org/10.1016/j.cogsci.2004.03.004>)

Annexe 3



Dynamic and Functional Approach to Human Memory in the Brain: A Clinical Neuropsychological Perspective

Yannick Gounden*, Mathieu Hainselin, Fabien Cerrotti and Véronique Quaglino*

CRP-CPO, EA 7273, Université de Picardie Jules Verne, Amiens, France

OPEN ACCESS

Edited by:

Bernhard Hommel,
Leiden University, Netherlands

Reviewed by:

Lucia Serenella De Federicis,
National Institute of Social Welfare,
Italy

Sandra Düzel,
Max Planck Institute for Human
Development, Germany

*Correspondence:

Yannick Gounden
yannick.gounden@u-picardie.fr
Véronique Quaglino
veronique.quaglino@u-picardie.fr

Specialty section:

This article was submitted to
Cognition,
a section of the journal
Frontiers in Psychology

Received: 22 July 2016

Accepted: 20 April 2017

Published: 04 May 2017

Citation:

Gounden Y, Hainselin M, Cerrotti F
and Quaglino V (2017) Dynamic
and Functional Approach to Human
Memory in the Brain: A Clinical
Neuropsychological Perspective.
Front. Psychol. 8:688.
doi: 10.3389/fpsyg.2017.00688

The way how cognition is conceived and represented in brain functioning will directly impact clinical investigations of people with cognitive difficulties. This is particularly evident in the field of clinical neuropsychology where methodologies and tools are justified on a fundamental level by the theoretical foundations adopted. The present article outlined how the dominant influences of structural and anatomo-clinical theories of memory have led to a particular conception of clinical investigations. We propose to reconsider these dominant methods in favor of a more dynamic and functional representation of memory that would be clinically more appropriate. More precisely, we argued that relying exclusively on a particular memory conception (i.e., structural) may not be sufficient considering the range of real-life variables affecting a patient's memory. By extracting clinically meaningful information in more functional and dynamic memory conceptions, we also aim at underlining the potentials advantages of such theories in facilitating personalized assessments and follow up of patients in clinical neuropsychology. We suggest that a dynamic, functional, and integrative conception of memory would be more coherent with the trend in clinical neuropsychology to promote a more collaborative interaction between the clinician and the patient. Finally, considering the absence of empirical studies on the possible benefits of implementing such recent memory concepts in clinical practice, we encourage researchers and clinicians to test in the field of clinical neuropsychology, the usefulness and explanatory power of more dynamic and functional representation of memory in order to objectively demonstrate its validity outside the research loop.

Keywords: memory, neuropsychology, assessment, model, structural

MEMORY REPRESENTATIONS

Neuropsychology is a discipline at the interface of neurosciences, cognitive and clinical psychology and it studies the mind–brain relationship. Different conceptions have contributed in understanding how memory works by identifying the processes and their underlying anatomical structures. While cognitive psychology addresses cognitive processes by decomposing them into modular subsystems (Fodor, 1986), research in neuroscience has identified dynamic brain changes as functional supports of memory traces (Nader, 2003). The question of whether cognition

(and particularly memory) is divided into specific systems corresponding to dedicated brain structures or if it is represented by different and multiple processes in a holistic and dynamic organization of brain function has frequently been subject to discussion (Shallice, 1988). In the field of clinical neuropsychology, memory processes are most likely conceived as the result of coordinated activities of different subsystems. This conception of memory into multiple systems that differ structurally and functionally has been encouraged by the observation of double dissociation of cognitive disorders. For instance, in such conception one may have a selective deficit affecting only a particular memory subsystem, while another person may show the reverse pattern. Observation of such double dissociation was seen as an argument supporting the independence assumption among the various memory subsystems (Tulving, 1985). Previous conceptions of memory, like those proposed by functionalists (Craik and Lockhart, 1972; Nairne and Pandeirada, 2010), still remain in the research loop.

The structural model of Tulving (Tulving, 1972, 1995, 2002) currently known as the SPI model (Serial-Parallel-Independent; for serial encoding, parallel storage, and independent retrieval; Tulving, 1995) is probably the most influential memory model in both research and clinical domains. It provides a description of memory as multiple systems that differ structurally and functionally. Episodic memory allows to travel from past to future and to remember the event (what) and its context (Tulving, 2002). Semantic memory contains general facts about the world, and the Perceptual Representation System (PRS) allows the priming effects. Originally, these distinctions were based on the different types of information processed by the different systems (for example: information with unique spatial-temporal contexts for episodic memory and facts and concepts for semantic memory). However, later Tulving (2002) emphasized on the level of consciousness (the experience of remembering) associated to each memory system: auto-noetic consciousness for episodic memory, noetic consciousness for semantic memory and anoetic consciousness for procedural memory. Moreover, initially the various memory systems were considered as relatively independent but in the light of later findings, Tulving (2005) suggests the existences of possible interactions between the memory systems (for instance, semantic memory and episodic memory are seen as highly interactive and complementary systems).

The structural division of human memory has been challenged by current knowledge, which defends a conception of a unique structured memory as parallel mental processes widely distributed over the brain. Besides refuting the existence of multiple systems, they also emphasize on the dynamic, constructive and adaptive nature of memory. As a reminder, according to classical structuralist model of memory, during consolidation (the stabilization process of information in memory), the newly learnt information is fragile and labile with the possibility of being disrupted. However, once consolidation is done, memory for the information is posited to be more or less permanent, more resistant to interference and more likely to be recollected later on (Lane et al., 2015). Inversely, in a more dynamic conception of memory, consolidation does

not give rise to memory representations that are immutable records of an event. Instead, the passing of time and repeated recollections are posited to render the previously consolidated information again labile and subject to continuous modifications and reconsolidation.

For instance, Nadel and Moscovitch (1997) proposed a memory theory (Multi Trace Theory) that considers the dynamic relation between retrieval and reconsolidation. Unlike the classical structural memory model, the Multi Trace Theory (MTT) framework, argues that the hippocampus remains critically involved in old episodic memories, and that over time its participation even increases. Similarly, memory trace (engram) would extend with each activation and reactivation of memory. Thus, repeated co-activation between different neocortical modules would gradually link these separate modules. The creation of traces, linked by common elements, facilitates the extraction of knowledge tied to common experiences. This mechanism appears either by strengthening existing connections or by generating new nodes or neural units. The interactions between brain regions and memory processes are thus transient. Memory traces, encounter thereby various transformations over time: the former could be reactivated, new would be built in encoding and integrated into the existing network. Such integration could occur by following consolidation schemes in the neocortex (Tse et al., 2007). The information could ultimately be different from the initial one and engender forgetfulness, interference and other recovery related problems (distortions). The reactivation of memory can thus be strengthened by specific reproduction or expansion of neural traces, but may also lead to instability of the trace to allow reorganization and rearrangement to incorporate new information (Nadel and Hardt, 2011; Nadel et al., 2012; Moscovitch et al., 2016). The conception of memory as a changing organization in the form of traces which reflect the brain's dynamic reality in the tangle of other cognitive functions is well ascribed in research field. However, such conception has not yet gained its milestones in the dynamic context of clinical investigation of memory.

QUESTIONING THE TYPICAL CLINICAL INVESTIGATION OF MEMORY

Training of clinical psychologists has greatly been influenced by a scientist-practitioner model (Baker and Benjamin, 2000). Ideally, clinicians are encouraged to translate research findings into clinically meaningful information in order to have a clinical practice in line with up to date findings. However, in reality there is a gap between research and clinical practice (Beutler et al., 1995). This is undoubtedly true when considering the field of memory investigation. The prevailing way of proceeding in clinical practice is to draw links between deficits of a particular memory system and certain brain structures. This may be allotted to the (almost exclusively) structure/deficits training and to the fact that in clinical domain, patients usually undergo structural brain investigations and rarely functional dynamic investigations (i.e., looking for a complex memory brain network). When conducting neuropsychological assessments,

clinicians are confronted to many real-life variables. Actually, the dynamic models of memory have limited impact in the practice of clinicians (Nadel et al., 2000; Moscovitch et al., 2005; Barsalou, 2008; Moyal-Sharrock, 2009; Eustache et al., 2016) and to our knowledge there is no empirical evidence on the benefits of implementing such conception in clinical practice. In our point of view, the problem is not that practitioners pay little heed to research findings, but in part due to ongoing debates among researchers defending a particular memory conception (Moyal-Sharrock, 2009; Nairne and Pandeirada, 2010). Debating is indeed important but may not be directly relevant to real-world practice where the primary aim of clinicians is to improve care.

Structuralist models are interesting for levels of description and are meaningful for practitioners in various ways, for example, with the SPI model, the neuropsychological differentiation between forms of dementia can be seen in the division of memory systems, with selective preservation and loss of memory skills (De Deyn and D'Hooge, 2003). However, these models lose their descriptive power when it comes to neurofunctional mapping. To illustrate our statement, let's take as example the conception of encoding and retrieval functions. The SPI model defines retrieval from its different systems as independent. In other words, the encoding of information at a level of representation is not influenced by the retrieval of information at another level and vice versa. On a cerebral point of view, this conception does not seem to be supported. Indeed, many studies currently support a more integrated and highly interactive view of the representation of memory in the brain. The flow of neural information from inferior systems to superior systems of information processing (i.e., perception/encoding) is constantly predicted by a descendant influence on the basis of past experience (i.e., recovery), itself influenced by the quality/quantity of information from the lower systems (Friston, 2005; Gagnepain, 2011). Thus, in adopting a strict structural analysis of memory, clinical neuropsychologists may miss the dynamic nature of memory, thereby neglecting also its adaptive role.

It is flagrant in various fields of memory research like in neuroscience, cognitive psychology and clinical neuropsychology, that the primary focus of researchers is largely on "How" things are remembered, and less likely on "Why" a particular information is more likely to be remembered than another (Nairne and Pandeirada, 2010). Although interest for the "Why" problematic can be seen in a few domains such as memory for distinctive information (Hunt and Worthen, 2006) the structural multiple systems approach prevails.

The structural approach enables us to respond to questions such as "What did you see on TV or Where is the Eiffel tower found?" Most of the memory tests used by clinical neuropsychologists also focus on the recalling of information in response to "What or Where" question. For instance, the Free and Cued Selective Reminding Test (Buschke, 1984) which is almost systematically used in memory centers (at least in France), requires the examinee to recall 16 words previously presented. By investigating on the person's capacity in finding the words (response to a "What" question), the clinician can have

information on "How" a particular memory system is efficient or not. In case of memory difficulties in encoding, storing or retrieving past information, the clinician may propose various aids targeting a particular step depending on the nature of the problem (Encoding? Retrieval...?) or a particular memory system (De Deyn and D'Hooge, 2003).

However, as noted by functionalists (Nairne and Pandeirada, 2008, 2010), the past can never be experienced again or at least in exactly the same way. Thus, investigating on "How" an information is memorized without considering "Why," is to our point of view reductive. When assessing memory, clinicians should also pay attention to "Why" an information is retained or forgotten. Events occurring in our environment do not have the same weight. Some are more distinctive than others. The distinctive nature of an event may also be of different nature (emotional, visual, ...) and may vary from an individual to another and even within the same individual at different moments due to various factors (emotional ties, cultural factors, motivation, ...) (Hunt and Worthen, 2006). In taking this aspect in consideration, clinical neuropsychologists may have a better insight of their patients and propose more personalized care. Moreover, by considering in conjunction the "How" and the "Why," such an integrative perspective of memory may also contribute in understanding the dynamic nature of "Where" things occur in the brain.

A PLEAD FOR A MORE DYNAMIC, FUNCTIONAL AND INTEGRATIVE APPROACH TO MEMORY IN CLINICAL PRACTICE

The present work outlines why relying exclusively on a particular memory conception (i.e., structural) could pigeonhole clinical neuropsychologists when caring for patients. By extracting clinically meaningful information in various memory conceptions, we also encourage practitioners to adopt a more dynamic and integrative approach which could be more clinically relevant.

Neurobiological models place memory in the brain's dynamic reality in the tangle of cognitive functions involved in a particular task. The interactions between brain regions and memory processes are posited to be implemented according to behavior and environment, and are thus subject to change (Nadel et al., 2000; Moscovitch et al., 2005, 2016). In this perspective, forgetting is not exclusively due to a deficit of (or in accessing) a memory system in the brain. The phenomenon can also be explained in terms of a trace activation default or mistakes, which can be the consequences of a wide possibility of factors (personal, emotional, social ...). However, this conception is almost missing in clinical practice. In assessing memory, the dynamic nature of organization and reorganization of memory (which can be an adaptive response) is too rarely considered. Moreover, the various tools such as the widely used Free and Cued Selective Reminding Test (Buschke, 1984) is not devised to take into consideration the natural dynamic nature of memory in

the context of a real memory impairment. “Why does the patient suffering from Alzheimer disease, still remember this particular word, person, task. . . weeks later?” “Why such reconstruction or memory distortions?” “Why is his or her memory profile different from the other patient with the same disease?”

Although taking into consideration the number of recalled words at a given test is important, relying only on this indicator is too reductive of “How” memory functions. Indeed, the “How” and the “Why” an information is encoded or retrieved, should both be considered in conjunction if we aim at considering the singularity of our patient. Moreover, while recognizing that certain brain regions are particularly involved in memory, it is also necessary to bear in mind the dynamic nature of “Where” it happens in the brain.

The advantage of adopting a dynamic conception of memory can be seen in other domains of psychology (such; behavioral therapy, cognitive-behavioral therapy, psychodynamic psychotherapy and emotion-focused therapy) where such conception is central in mediating therapeutic change. More precisely, it is argued that the reactivation of old memories to include new emotional experiences via the process of reconsolidation is essential in the process of therapeutic change (Lane et al., 2015). Likewise, in the field of clinical neuropsychology, the emotion-memory interaction is a factor of importance along with other variables such as to name a few: social, cultural, and of course the type of pathology (organic and/or psychological disturbances).

As stated previously, to our knowledge, there is currently no empirical evidence on the benefits of implementing dynamic and integrative memory conceptions in clinical practice. Concerning memory assessments, we believe that such a conception can in addition to quantitative data that is “the how of remembering” (the number of recalled items, number of errors. . .), also encourage the considerations of valuable qualitative information such as the type of interferences, the nature of distortions, confabulations, motivation, anxiety during testing. . . etc. Indeed, a more dynamic conception of memory where interest is also given to the “Why of remembering” can have the advantage of bringing neuropsychologists to have a more personalized interpretation of a memory profile beyond the typical normal-pathological distinction based on test scores. This more refined analysis of memory profile is possible because memory in a dynamic conception is not perceived as faithful records of the past but something that is flexible, contextually bound, and subject to modifications triggered by personal experiences including the neuropsychological assessment context itself. However, for exploiting the potentials offered by such memory conception, new memory tests have to be created. The existing tools such as the widely used Free and Cued Selective Reminding Test (Buschke, 1984), are not devised to take into consideration the natural dynamic nature of memory. An interesting option lies in the creation of memory tests with items generated by patients themselves based on their personal experiences (Noel et al., 2014).

The aim of a neuropsychological assessment is not only describing the cognitive and behavioral effects of brain damage (for example, identification of memory difficulties after

hippocampus impairment). It also serves at understanding the functional implications of a given brain damage (forgetting to take medications, the name of grandchildren. . .) and to provide possible remediation (such as spaced retrieval training). In our point of view, adopting a more dynamic conception of memory is also of interest with regard to rehabilitation. As a concrete example, let's consider the case of a patient presenting memory difficulties due to brain injuries. Unlike multisystem models, dynamic and integrative conceptions posit the existence of an integrated memory structure that can be accessed by different modalities. It could thus be interesting to propose metacognitive training or other techniques that could help the patient to find the most efficient modality for entering or engaging the integrated memory structure. Moreover, by considering memory as an adaptive function that can be updated in the light of new experiences or changes, we believe that an efficient work on deficit awareness could be performed. Indeed, like in the process of change in various psychotherapies, the clinical neuropsychologist could bring the patient to integrate information on his/her actual state through the process of reactivation of old memories to include new information via the process of reconsolidation (Lane et al., 2015).

The current trend in clinical neuropsychology is to favor a more collaborative interaction between the clinical neuropsychologist and the patient in order to elucidate aspects of the patient's psychological life not captured by standardized methods. As posited above, a dynamic, functional and integrative conception could be well fitted within this emerging collaborative approach.

CONCLUSION

The representation of memory in the brain remains an unresolved issue with long lasting fundamental disputes among researchers. Debating on theories is of major importance and is a bulwark against dogmatism. In the field of research, knowledge on memory is highly dynamic and keeps on evolving. The current means at our disposal to investigate memory (such as neuroimaging techniques) have also substantially challenged and modified the traditional structural conception of memory. More integrative and dynamic conceptions of memory have emerged, revitalizing the debate on the representation of memory in the brain. With regard to clinical neuropsychology, currently the structural approach of memory remains dominant. Although this approach has proved its efficacy particularly in diagnosis of illness (like Alzheimer disease), it has nonetheless various limits as outlined previously. The conception of memory as a changing organization in the form of traces, which reflects the brain's dynamic reality in the tangle of other cognitive functions is well ascribed in research field. Although, such conception has not yet gained its milestones in the dynamic context of clinical investigation of memory, in the present perspective article, we put forward its potential clinical utility. We therefore encourage researchers and clinicians to test in the field of clinical neuropsychology, the usefulness and explanatory power of more dynamic and functional representation

of memory in the brain in order to demonstrate more objectively its validity outside the research loop.

FC: Elaboration of ideas and verification of the whole manuscript.
VQ: Coordinator of the manuscript and elaboration of ideas.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

YG: writing of the article and elaboration of ideas. MH: Elaboration of ideas and verification of the whole manuscript.

FUNDING

Articles fees were supported by the Bonus Qualité Recherche (BQR) of the Université de Picardie Jules Verne.

REFERENCES

- Baker, D. B., and Benjamin, L. T. Jr. (2000). The affirmation of the scientist-practitioner: a look back at Boulder. *Am. Psychol.* 55, 241. doi: 10.1037/0003-066x.55.2.241
- Barsalou, L. W. (2008). Grounded Cognition. *Annu. Rev. Psychol.* 59, 617–645. doi: 10.1146/annurev.psych.59.103006.093639
- Beutler, L. E., Williams, R. E., Wakefield, P. J., and Entwistle, S. R. (1995). Bridging scientist and practitioner perspectives in clinical psychology. *Am. Psychol.* 50, 984. doi: 10.1037/0003-066x.50.12.984
- Buschke, H. (1984). Cued recall in amnesia. *J. Clin. Exp. Neuropsychol.* 6, 433–440. doi: 10.1080/01688638408401233
- Craik, F. I. M., and Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: a framework for memory research. *J. Verbal Learning Verbal Behav.* 11, 671–684. doi: 10.1016/S0022-5371(72)80001-X
- De Deyn, P. P., and D'Hooge, R. (2003). *Memory: Basic Concepts, Disorders and Treatment*. Leuven: Acco (Leuven).
- Eustache, F., Viard, A., and Desgranges, B. (2016). The MNESIS model: memory systems and processes, identity and future thinking. *Neuropsychologia* 87, 96–109. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2016.05.006
- Fodor, J. A. (1986). Information and association. *Notre Dame J. Form. Log.* 27, 307–323. doi: 10.1305/ndjfl/1093636677
- Friston, K. (2005). A theory of cortical responses. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 360, 815–836. doi: 10.1098/rstb.2005.1622
- Gagnepain, P. (2011). Vers une redéfinition des systèmes de mémoire fondée sur la connectivité cérébrale. *Rev. Neuropsychol.* 3, 112–119. doi: 10.3917/rne.032.0112
- Hunt, R. R., and Worthen, J. B. (2006). *Distinctiveness and Memory*. New York, NY: Oxford University Press. doi: 10.1093/acprof:oso/9780195169669.001.0001
- Lane, R. D., Ryan, L., Nadel, L., and Greenberg, L. (2015). Memory reconsolidation, emotional arousal, and the process of change in psychotherapy: new insights from brain science. *Behav. Brain Sci.* 38:e1. doi: 10.1017/S0140525X14000041
- Moscovitch, M., Cabeza, R., Winocur, G., and Nadel, L. (2016). Episodic memory and beyond: the hippocampus and neocortex in transformation. *Annu. Rev. Psychol.* 67, 105–134. doi: 10.1146/annurev-psych-113011-143733
- Moscovitch, M., Rosenbaum, R. S., Gilboa, A., Addis, D. R., Westmacott, R., Grady, C., et al. (2005). Functional neuroanatomy of remote episodic, semantic and spatial memory: a unified account based on multiple trace theory. *J. Anat.* 207, 35–66. doi: 10.1111/j.1469-7580.2005.00421.x
- Moyal-Sharrock, D. (2009). Wittgenstein and the memory debate. *New Ideas Psychol.* 27, 213–227. doi: 10.1016/j.newideapsych.2008.04.015
- Nadel, L., and Hardt, O. (2011). Update on memory systems and processes. *Neuropsychopharmacology* 36, 251–273. doi: 10.1038/npp.2010.169
- Nadel, L., Hupbach, A., Gomez, R., and Newman-Smith, K. (2012). Memory formation, consolidation and transformation. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 36, 1640–1645. doi: 10.1016/j.neubiorev.2012.03.001
- Nadel, L., and Moscovitch, M. (1997). Memory consolidation, retrograde amnesia and the hippocampal complex. *Curr. Opin. Neurobiol.* 7, 217–227. doi: 10.1016/S0959-4388(97)80010-4
- Nadel, L., Samsonovich, A., Ryan, L., and Moscovitch, M. (2000). Multiple trace theory of human memory: computational, neuroimaging, and neuropsychological results. *Hippocampus* 10, 352–368. doi: 10.1002/1098-1063(2000)10:4<352::AID-HIPO2>3.0.CO;2-D
- Nader, K. (2003). Memory traces unbound. *Trends Neurosci.* 26, 65–72. doi: 10.1016/S0166-2236(02)00042-5
- Nairne, J. S., and Pandeirada, J. N. S. (2008). Adaptive memory: is survival processing special? *J. Mem. Lang.* 59, 377–385. doi: 10.1016/j.jml.2008.06.001
- Nairne, J. S., and Pandeirada, J. N. S. (2010). Adaptive memory: nature's criterion and the functionalist agenda. *Am. J. Psychol.* 123, 381–390. doi: 10.5406/amerjpsyc.123.4.0381
- Noel, M., Dumez, K., Recher, C., Luyat, M., and Dujardin, S. (2014). Assessment of verbal episodic memory by a new memory test with self-initiated items (MAI test). *Geriatr. Psychol. Neuropsychiatr. Vieil.* 12, 440–447. doi: 10.1684/pnv.2014.0503
- Shallice, T. (1988). *From Neuropsychology to Mental Structure*. New York, NY: Cambridge University Press. doi: 10.1017/CBO9780511526817
- Tse, D., Langston, R. F., Kakeyama, M., Bethus, I., Spooner, P. A., Wood, E. R., et al. (2007). Schemas and memory consolidation. *Science* 316, 76–82. doi: 10.1126/science.1135935
- Tulving, E. (1972). "Episodic and semantic memory," in *Organization and Memory*, eds E. Tulving and W. Donaldson (New York: Academic Press), 382–402.
- Tulving, E. (1985). How many memory systems are there? *Am. Psychol.* 40, 385–398. doi: 10.1037/0003-066X.40.4.385
- Tulving, E. (1995). "Organization of memory: Quo vadis?" in *The Cognitive Neurosciences*, ed. M. S. Gazzaniga (Cambridge, MA: The MIT Press), 839–853.
- Tulving, E. (2002). Episodic memory: from mind to brain. *Annu. Rev. Psychol.* 53, 1–25. doi: 10.1146/annurev.psych.53.100901.135114
- Tulving, E. (2005). "Episodic memory and autoeosis: uniquely human?" in *The Missing Link in Cognition: Origins of Self-Selective Consciousness*, eds H. S. Terrace and J. Metcalfe (New York, NY: Oxford University Press).

Conflict of Interest Statement: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright © 2017 Gounden, Hainselin, Cerrotti and Quaglino. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Références

- Arndt, J., & Hirshman, E. (1998). True and false recognition in minerva2 : Explanations from a global matching perspective. *Journal of Memory and Language*, 39(3), 371– 391.
- Ashby, F. G., & Ell, S. W. (2002, jul). Single versus Multiple Systems of Learning and Memory. In *Stevens' handbook of experimental psychology* (Vol. 4, pp. 1–36). Hoboken, NJ, USA : John Wiley & Sons, Inc. doi: 10.1002/0471214426.pas0416
- Avero, P., & Calvo, M. G. (2006). Affective priming with pictures of emotional scenes : The role of perceptual similarity and category relatedness. *The Spanish Journal of Psychology* , 9(1), 10–18.
- Bargh, J. A., Chaiken, S., Govender, R., & Pratto, F. (1992). The generality of the automatic attitude activation effect. *Journal of personality and social psychology* , 62(6), 893.
- Bargh, J. A., Chen, M., & Burrows, L. (1996). Automaticity of social behavior : Direct effects of trait construct and stereotype activation on action. *Journal of personality and social psychology* , 71(2), 230.
- Barrett, L. F. (2006). Solving the emotion paradox : Categorization and the experience of emotion. *Personality and social psychology review* , 10(1), 20–46.
- Barrett, L. F., & Bliss-Moreau, E. (2009). Chapter 4 Affect as a Psychological Primitive. In *Advances in experimental social psychology* (Vol. 41, pp. 167–218). doi: 10.1016/S0065-2601(08)00404-8

- Barrett, L. F., & Kensinger, E. A. (2010). Context is routinely encoded during emotion perception. *Psychological Science*, *21*(4), 595–599.
- Barsalou, L. (1999). Perceptual symbol systems. *Behavioral and brain sciences*, *22*(4), 577–660.
- Barsalou, L. (2003). Situated simulation in the human conceptual system. *Language and cognitive processes*, *18*(5-6), 513–562.
- Barsalou, L. (2009, may). Simulation, situated conceptualization, and prediction. *Philosophical Transactions of the Royal Society B : Biological Sciences*, *364*(1521), 1281–1289. doi: 10.1098/rstb.2008.0319
- Barsalou, L. (2010, oct). Grounded Cognition : Past, Present, and Future. *Topics in Cognitive Science*, *2*(4), 716–724. doi: 10.1111/j.1756-8765.2010.01115.x
- Berry, C. J., Kessels, R. P. C., Wester, A. J., & Shanks, D. R. (2014). A Single-System Model Predicts Recognition Memory and Repetition Priming in Amnesia. *Journal of Neuroscience*, *34*(33), 10963–10974. doi: 10.1523/jneurosci.0764-14.2014
- Berry, C. J., Shanks, D. R., & Henson, R. N. (2008, jan). A Single-System Account of the Relationship Between Priming, Recognition, and Fluency. *Journal of Experimental Psychology : Learning Memory and Cognition*, *34*(1), 97–111. doi: 10.1037/0278-7393.34.1.97
- Berry, C. J., Shanks, D. R., Speekenbrink, M., & Henson, R. N. (2012). Models of recognition, repetition priming, and fluency : Exploring a new framework. *Psychological Review*, *119*(1), 40–79. doi: 10.1037/a0025464
- Berthet, V., Kop, J.-L., & Kouider, S. (2011, feb). Response Interference in Compatibility Tasks. *Experimental Psychology*, *58*(4), 257–270. doi: 10.1027/1618-3169/a000092
- Borkenau, P., & Mauer, N. (2007, mar). Well-being and the accessibility of pleasant and unpleasant concepts. *European Journal of Personality*, *21*(2), 169–189. doi: 10.1002/per.613
- Bower, G. H. (1981). Mood and memory. *American psychologist*, *36*(2), 129.

- Bruce, V. (1982). Changing faces : Visual and non-visual coding processes in face recognition. *British journal of psychology* , 73(1), 105–116.
- Brunel, L., Labeye, E., Lesourd, M., & Versace, R. (2009). The sensory nature of episodic memory : sensory priming effects due to memory trace activation. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition*, 35(4), 1081.
- Brunel, L., Lesourd, M., Labeye, E., & Versace, R. (2010). The sensory nature of knowledge : Sensory priming effects in semantic categorization. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology* , 63(5), 955–964.
- Buchwald, A. M., Strack, S., & Coyne, J. C. (1981). Demand characteristics and the velten mood induction procedure. *Journal of consulting and clinical psychology* , 49(3), 478.
- Cacioppo, J. T., Priester, J. R., & Berntson, G. G. (1993). Rudimentary determinants of attitudes : li. arm flexion and extension have differential effects on attitudes. *Journal of personality and social psychology* , 65(1), 5.
- Cacioppo, J. T., & Tassinary, L. G. (1990). Inferring psychological significance from physiological signals. *American Psychologist* , 45(1), 16–28. doi: 10.1037/0003-066X.45.1.16
- Cattell, J. M. (1886, 01). The time it takes to see and name objects. *Mind* , os-XI(41), 63-65. doi: 10.1093/ mind/os-XI.41.63
- Cave, C. B., Bost, P. R., & Cobb, R. E. (1996). Effects of color and pattern on implicit and explicit picture memory. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition*, 22(3), 639.
- Cerrotti, F., Gounden, Y., & Quaglino, V. (2020). Analysis of activation mechanisms of facial expressions of emotions with a priming paradigm. *Psychologie Française*, 65(2), 95–105. doi: 10.1016/j.psfr.2018.04.002
- Cesario, J. (2014). Priming, Replication, and the Hardest Science. *Perspectives on Psychological Science*, 9(1), 40–48. doi: 10.1177/1745691613513470
- Clark, D., & Teasdale, J. (1985). Constraints on the effects of mood on memory. *Journal of Personality and Social Psychology* , 48(6), 1595.

- Clark, S., & Gronlund, S. (1996). Global matching models of recognition memory : How the models match the data. *Psychonomic Bulletin & Review* , 3(1), 37–60.
- Cohen, N. J., & Squire, L. R. (1980). Preserved learning and retention of pattern-analyzing skill in amnesia : Dissociation of knowing how and knowing that. *Science*, 210(4466), 207–210. doi: 10.1126/science.7414331
- Collaboration, O. S., et al. (2015). Estimating the reproducibility of psychological science. *Science*, 349(6251), aac4716.
- Collins, A. M., & Loftus, E. F. (1975). A spreading-activation theory of semantic processing. *Psychological review* , 82(6), 407.
- Copeland, B. J. (2004). *The essential turing*. Clarendon Press.
- Darwin, C., & Prodger, P. (1998). *The expression of the emotions in man and animals*. Oxford University Press, USA.
- Davis, M. (2004). *The Undecidable : Basic Papers on Undecidable Propositions, Unsolvable Problems and Computable Functions* (Raven Pres éd.). New York : Hewlett.
- de Paula Couto, M. C. P., & Wentura, D. (2017, jul). The go/no-go priming task : automatic evaluation and categorisation beyond response interference. *Cognition and Emotion*, 31(5), 892–911. doi: 10.1080/02699931.2016.1179625
- De Gelder, B., & Vroomen, J. (2000). The perception of emotions by ear and by eye. *Cognition & Emotion*, 14(3), 289–311.
- De Houwer, J., Hermans, D., & Eelen, P. (1998). Affective and identity priming with episodically associated stimuli. *Cognition & Emotion*, 12(2), 145–169.
- Diederich, A., & Colonius, H. (2004). Bimodal and trimodal multisensory enhancement : effects of stimulus onset and intensity on reaction time. *Perception & psychophysics*, 66(8), 1388–1404.
- Dolan, R. J., Morris, J. S., & de Gelder, B. (2001). Crossmodal binding of fear in voice and face. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(17), 10006–10010.
- Duberstein, P. R., Conwell, Y., & Gaine, E. D. (1993, feb). Interpersonal stressors,

substance abuse, and suicide. *Journal of Nervous and Mental Disease*, 181(2), 80–85. doi: 10.1097/00005053-199302000-00002

Duckworth, K. L., Bargh, J. A., Garcia, M., & Chaiken, S. (2002). The automatic evaluation of novel stimuli. *Psychological science*, 13(6), 513–519.

Dumitru, M. L., Pasqualotto, A., & Myachykov, A. (2016). *Multisensory integration : Brain, body and the world*. Frontiers Media SA.

Durso, F. T., & O'sullivan, C. S. (1983). Naming and remembering proper and common nouns and pictures. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition*, 9(3), 497.

Eich, J. M. (1982). A composite holographic associative recall model. *Psychological Review*, 89(6), 627.

Ekman, P., Friesen, W. V., O'sullivan, M., Chan, A., Diacoyanni-Tarlatzis, I., Heider, K., . . . others (1987). Universals and cultural differences in the judgments of facial expressions of emotion. *Journal of personality and social psychology*, 53(4), 712.

Fazio, R. H., Sanbonmatsu, D. M., Powell, M. C., & Kardes, F. R. (1986). On the automatic activation of attitudes. *Journal of personality and social psychology*, 50(2), 229.

Flowers, J. H. (1975). "Sensory" interference in a word-color matching task. *Perception & Psychophysics*, 18(1), 37–43. doi: 10.3758/BF03199364

Fodor, J. A. (1986, jul). Information and association. *Notre Dame Journal of Formal Logic*, 27 (3), 307–323. doi: 10.1305/ndjfl/1093636677

Foisy, M. L., Kornreich, C., Fobe, A., D'Hondt, L., Pelc, I., Hanak, C., . . . Philippot, P. (2007). Impaired emotional facial expression recognition in alcohol dependence : Do these deficits persist with midterm abstinence ? *Alcoholism : Clinical and Experimental Research*, 31(3), 404–410. doi: 10.1111/j.1530-0277.2006.00321.x

Foisy, M. L., Philippot, P., Verbanck, P., Pelc, I., Van Der Straten, G., & Kornreich, C. (2005). Emotional facial expression decoding impairment in persons dependent on multiple substances : Impact of a history of alcohol dependence. *Journal of Studies on Alcohol*, 66(5), 673–681. doi: 10.15288/jsa.2005.66.673

- Gagnepain, P., Lebreton, K., Desgranges, B., & Eustache, F. (2008). Perceptual priming enhances the creation of new episodic memories. *Consciousness and Cognition*, 17 (1), 276–287. doi: 10.1016/j.concog.2007.03.006
- Gehring, R. E., Toggia, M. P., & Kimble, G. A. (1976). Recognition memory for words and pictures at short and long retention intervals. *Memory & Cognition*, 4(3), 256–260.
- Gendron, M., Lindquist, K. A., Barsalou, L., & Barrett, L. F. (2012). Emotion words shape emotion percepts. *Emotion*, 12(2), 314–325. doi: 10.1037/a0026007
- Gillund, G., & Shiffrin, R. M. (1984). A retrieval model for both recognition and recall. *Psychological review*, 91(1), 1.
- Glaser, J., & Banaji, M. (1999). When fair is foul and foul is fair : reverse priming in automatic evaluation. *Journal of personality and social psychology*, 77 (4), 669.
- Glaser, W. (1992). Picture naming. *Cognition*, 42(1-3), 61–105.
- Glaser, W., & Glaser, M. (1989). Context effects in stroop-like word and picture processing. *Journal of Experimental Psychology : General*, 118(1), 13.
- Gonzalez, V. M., & Skewes, M. C. (2013). Solitary heavy drinking, social relationships, and negative mood regulation in college drinkers. *Addiction Research and Theory*, 21(4), 285–294. doi: 10.3109/16066359.2012.714429
- Graf, P., & Ryan, L. (1990). Transfer-appropriate processing for implicit and explicit memory. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition*, 16(6), 978.
- Graf, P., & Schacter, D. L. (1985). Implicit and explicit memory for new associations in normal and amnesic subjects. *Journal of Experimental Psychology : Learning, memory, and cognition*, 11(3), 501.
- Graham, K. S., Simons, J. S., Pratt, K. H., Patterson, K., & Hodges, J. R. (2000, mar). Insights from semantic dementia on the relationship between episodic and semantic memory. *Neuropsychologia*, 38(3), 313–324. doi: 10.1016/S0028-3932(99)00073-1

- Grossberg, S., & Stone, G. (1987). Neural dynamics of word recognition and recall : Attentional priming, learning, and resonance. In *The adaptive brain ii* (pp. 401–455). Elsevier.
- Harnad, S. (1990). The symbol grounding problem. *Physica D : Nonlinear Phenomena*, 42(1-3), 335–346.
- Harnad, S. (2003). *Symbol-grounding problem*. London : Nature Pub.
- Hermans, D., Baeyens, F., & Eelen, P. (1998). Odours as affective-processing context for word evaluation : A case of cross-modal affective priming. *Cognition & Emotion*, 12(4), 601–613.
- Hermans, D., De Houwer, J., & Eelen, P. (2001). A time course analysis of the affective priming effect. *Cognition & Emotion*, 15(2), 143–165.
- Hermans, D., Houwer, J. D., & Eelen, P. (1994). The affective priming effect : Automatic activation of evaluative information in memory. *Cognition & Emotion*, 8(6), 515–533.
- Hintzman, D. L. (1984). Minerva 2 : A simulation model of human memory. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 16(2), 96–101.
- Hintzman, D. L. (1986). " schema abstraction" in a multiple-trace memory model. *Psychological review* , 93(4), 411.
- Hintzman, D. L. (1988). Judgments of frequency and recognition memory in a multiple-trace memory model. *Psychological review* , 95(4), 528.
- Hintzman, D. L. (1990). Human learning and memory : Connections and dissociations. *Annual review of psychology* , 41(1), 109–139.
- Hodges, J. R., & Graham, K. S. (2001). Episodic memory : Insights from semantic dementia. *Philosophical Transactions of the Royal Society B : Biological Sciences*, 356(1413), 1423–1434. doi: 10.1098/rstb.2001.0943
- Hommel, B. (2004). Event files : Feature binding in and across perception and action. *Trends in cognitive sciences*, 8(11), 494–500.
- Huang, L., Holcombe, A. O., & Pashler, H. (2004). Repetition priming in visual search :

- Episodic retrieval, not feature priming. *Memory & Cognition*, 32(1), 12–20.
- Humphreys, M. S., Bain, J. D., & Pike, R. (1989). Different ways to cue a coherent memory system : a theory for episodic, semantic, and procedural tasks. *Psychological Review* , 96(2), 208.
- Jacoby, L. L., & Hayman, C. (1987). Specific visual transfer in word identification. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition*, 13(3), 456.
- Keane, M. M., Gabrieli, J. D., Noland, J. S., Gabrieli, J. D., & McNealy, S. I. (1995). Normal perceptual priming of orthographically illegal nonwords in amnesia. *Journal of the International Neuropsychological Society* , 1(5), 425–433. doi: 10.1017/ S1355617700000527
- Kemmerer, D., Castillo, J. G., Talavage, T., Patterson, S., & Wiley, C. (2008). Neuroanatomical distribution of five semantic components of verbs : evidence from fmri. *Brain and language*, 107 (1), 16–43.
- Kinder, A., & Shanks, D. R. (2003). Neuropsychological dissociations between priming and recognition : A single-system connectionist account. *Psychological Review* , 110(4), 728–744. doi: 10.1037/0033-295X.110.4.728
- Kirkland, T., & Cunningham, W. A. (2012). Mapping emotions through time : How affective trajectories inform the language of emotion. *Emotion*, 12(2), 268–282. doi: 10.1037/a0024218
- Klauer, K. C. (1997). Affective priming. *European review of social psychology* , 8(1), 67–103.
- Klauer, K. C., & Musch, J. (2003). Affective priming : Findings and theories. In *The psychology of evaluation : Affective processes in cognition and emotion*. (pp. 7–49). Mahwah, NJ, US : Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Kornreich, C. (2002, jul). IMPAIRED EMOTIONAL FACIAL EXPRESSION RECOGNITION IS ASSOCIATED WITH INTERPERSONAL PROBLEMS IN ALCOHOLISM. *Alcohol and Alcoholism*, 37 (4), 394–400. doi: 10.1093/ alcalc/37.4.394

- Kornreich, C., Blairy, S., Philippot, P., Hess, U., Noël, X., Streeel, E., . . . Verbanck, P. (2001). Deficits in recognition of emotional facial expression are still present in alcoholics after mid- to long-term abstinence. *Journal of Studies on Alcohol*, 62(4), 533–542. doi: 10.15288/jsa.2001.62.533
- Kornreich, C., Foisy, M. L., Philippot, P., Dan, B., Tecco, J., Noël, X., . . . Verbanck, P. (2003). Impaired emotional facial expression recognition in alcoholics, opiate dependence subjects, methadone maintained subjects and mixed alcohol-opiate antecedents subjects compared with normal controls. *Psychiatry Research*, 119(3), 251–260. doi: 10.1016/S0165-1781(03)00130-6
- Kuehn, E., Perez-Lopez, M. B., Diersch, N., Döhler, J., Wolbers, T., & Riemer, M. (2018, mar). Embodiment in the aging mind. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 86(November 2017), 207–225. doi: 10.1016/j.neubiorev.2017.11.016
- Labeye, E., Oker, A., Badard, G., & Versace, R. (2008). Activation and integration of motor components in a short-term priming paradigm. *Acta psychologica*, 129(1), 108–111.
- Lehmann, E. D., & Deutsch, T. (1995, jan). Application of computers in diabetes carea review. I. Computers for data collection and interpretation. *Medical Informatics*, 20(4), 281–302. doi: 10.3109/14639239509024284
- Light, L. L., Singh, A., & Capps, J. L. (1986, jan). Dissociation of memory and awareness in young and older adults. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 8(1), 62–74. doi: 10.1080/01688638608401297
- Lindquist, K. A. (2013, oct). Emotions Emerge from More Basic Psychological Ingredients : A Modern Psychological Constructionist Model. *Emotion Review*, 5(4), 356–368. doi: 10.1177/1754073913489750
- Lindquist, K. A., & Barrett, L. F. (2008, sep). Constructing Emotion. *Psychological Science*, 19(9), 898–903. doi: 10.1111/j.1467-9280.2008.02174.x
- Lindquist, K. A., Barrett, L. F., Bliss-Moreau, E., & Russell, J. A. (2006). Language and

the perception of emotion. *Emotion*, 6(1), 125–138. doi: 10.1037/1528-3542.6.1.125

- Lindquist, K. A., Wager, T. D., Kober, H., Bliss-Moreau, E., & Barrett, L. F. (2012, jun). The brain basis of emotion : A meta-analytic review. *Behavioral and Brain Sciences*, 35(3), 121–143. doi: 10.1017/S0140525X11000446
- Loeffler, J., Raab, M., & Cañal-Bruland, R. (2016). A lifespan perspective on embodied cognition. *Frontiers in Psychology*, 7 (JUN), 1–6. doi: 10.3389/fpsyg.2016.00845
- MacLeod, C. M. (1991). Half a century of research on the Stroop effect : An integrative review. *Psychological Bulletin*, 109(2), 163–203. doi: 10.1037//0033-2909.109.2.163
- Madan, C. R., & Singhal, A. (2012). Using actions to enhance memory : effects of enactment, gestures, and exercise on human memory. *Frontiers in Psychology*, 3(NOV), 2010–2013. doi: 10.3389/fpsyg.2012.00507
- Madigan, R., & Bollenbach, A. (1982). Effects of induced mood on retrieval of personal episodic and semantic memories. *Psychological Reports*, 50(1), 147–157.
- Maljkovic, V., & Nakayama, K. (1994). Priming of pop-out : I. role of features. *Memory & cognition*, 22(6), 657–672.
- Maljkovic, V., & Nakayama, K. (2000). Priming of popout : Iii. a short-term implicit memory system beneficial for rapid target selection. *Visual cognition*, 7 (5), 571–595.
- Masson, M. E. (1986). Identification of typographically transformed words : Instance-based skill acquisition. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition*, 12(4), 479.
- Mathews, A., & Bradle, B. (1983). Mood and the self-reference bias in recall. *Behaviour research and therapy*, 21(3), 233–239.
- Matsumoto, D., Keltner, D., Shiota, M. N., O’Sullivan, M., & Frank, M. (2008). Facial expressions of emotion. *Handbook of emotions*, 3, 211–234.
- Maurage, P., & Campanella, S. (2013). Experimental and clinical usefulness of

crossmodal paradigms in psychiatry : an illustration from emotional processing in alcohol-dependence. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7 (JUL), 1– 19. doi: 10.3389/fnhum.2013.00394

Maurage, P., Campanella, S., Philippot, P., Charest, I., Martin, S., & de Timary, P. (2009, sep). Impaired Emotional Facial Expression Decoding in Alcoholism is Also Present for Emotional Prosody and Body Postures. *Alcohol and Alcoholism*, 44(5), 476–485. doi: 10.1093/alcalc/agp037

Maurage, P., Joassin, F., Pesenti, M., Grandin, C., Heeren, A., Philippot, P., & de Timary, P. (2013). The neural network sustaining crossmodal integration is impaired in alcohol-dependence : An fMRI study. *Cortex* , 49(6), 1610–1626. doi: 10.1016/j.cortex.2012.04.012

Maurage, P., Joassin, F., Philippot, P., & Campanella, S. (2007). A validated battery of vocal emotional expressions. *Neuropsychological Trends*, 2(1), 63–74.

McGurk, H., & MacDonald, J. (1976). Hearing lips and seeing voices. *Nature*, 264(5588), 746.

McKoon, G., & Ratcliff, R. (1992). Spreading activation versus compound cue accounts of priming : Mediated priming revisited. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition*, 18(6), 1155.

Meyer, M., Baumann, S., Marchina, S., & Jancke, L. (2007). Hemodynamic responses in human multisensory and auditory association cortex to purely visual stimulation. *BMC neuroscience*, 8(1), 14.

Monnot, M., Nixon, S., Lovallo, W., & Ross, E. (2001, mar). Altered Emotional Perception in Alcoholics : Deficits in Affective Prosody Comprehension. *Alcoholism : Clinical and Experimental Research*, 25(3), 362–369. doi: 10.1111/j.1530-0277.2001.tb02222.x

Munoz, N. E., & Blumstein, D. T. (2012). Multisensory perception in uncertain environments. *Behavioral Ecology* , 23(3), 457–462. doi: 10.1093/beheco/arr220

Murdock, B. B. (1982). A theory for the storage and retrieval of item and associative

information. *Psychological Review* , 89(6), 609.

Murphy, S. T., & Zajonc, R. B. (1993). Affect, cognition, and awareness : affective priming with optimal and suboptimal stimulus exposures. *Journal of personality and social psychology* , 64(5), 723.

Nader, K. (2003, aug). Memory Traces Unbound. *ChemInform*, 34(34), 2003. doi: 10.1002/chin.200334271

Neill, W. T. (1997). Episodic retrieval in negative priming and repetition priming. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition*, 23(6), 1291.

Nelson, D. L., Reed, V. S., & Walling, J. R. (1976). Pictorial superiority effect. *Journal of experimental psychology : Human learning and memory* , 2(5), 523.

Nook, E. C., Lindquist, K. A., & Zaki, J. (2015). A new look at emotion perception : Concepts speed and shape facial emotion recognition. *Emotion*, 15(5), 569–578. doi: 10.1037/a0039166

On the automatic activation of attitudes : A quarter century of evaluative priming research. (2013). *Psychological Bulletin*, 139(5), 1062–1089. doi: 10.1037/a0031309

Ortony, A., & Turner, T. J. (1990). What's basic about basic emotions ? *Psychological review* , 97 (3), 315.

Ottoboni, G. (2013). Grounding clinical and cognitive scientists in an interdisciplinary discussion. *Frontiers in Psychology* , 4(SEP), 1–5. doi: 10.3389/fpsyg.2013.00630

Paivio, A. (1971). *Imagery and verbal processes*. new york, ny : Holt, rinheart & winston. paivio, a. 1986. *mental representation : A dual-coding approach*. New York, NY : Oxford University Press.

Partan, S., & Marler, P. (1999). Communication goes multimodal. *Science*, 283(5406), 1272–1273.

Pashler, H., & Wagenmakers, E. J. (2012). Editors' Introduction to the Special Section on Replicability in Psychological Science : A Crisis of Confidence ? *Perspectives on Psychological Science*, 7 (6), 528–530. doi: 10.1177/1745691612465253

- Pasqualotto, A., & Myachykov, A. (2016). *Multisensory Integration : Brain, Body, and the World* (M. L. Dumitru, A. Pasqualotto, & A. Myachykov, Eds.). Frontiers Media SA. doi:10.3389/978-2-88919-792-7
- Paulmann, S., Jessen, S., & Kotz, S. A. (2009). Investigating the multimodal nature of human communication : Insights from ERPs. *Journal of Psychophysiology* , 23(2), 63–76. doi: 10.1027/0269-8803.23.2.63
- Paulmann, S., & Pell, M. D. (2010). Contextual influences of emotional speech prosody on face processing : How much is enough ? *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience* , 10(2), 230–242. doi: 10.3758/CABN.10.2.230
- Pell, M. D. (2005). Prosody-face interactions in emotional processing as revealed by the facial affect decision task. *Journal of Nonverbal Behavior* , 29(4), 193–215. doi: 10.1007/s10919-005-7720-z
- Pell, M. D., & Kotz, S. A. (2011). On the time course of vocal emotion recognition. *PLoS ONE* , 6(11). doi: 10.1371/journal.pone.0027256
- Perea, M., Rosa, E., & Gómez, C. (2002). Is the go/no-go lexical decision task an alternative to the yes/no lexical decision task ? *Memory and Cognition* , 30(1), 34–45. doi: 10.3758/BF03195263
- Pezzulo, G., Barsalou, L., Cangelosi, A., Fischer, M. H., McRae, K., & Spivey, M. (2013). Computational grounded cognition : a new alliance between grounded cognition and computational modeling. *Frontiers in psychology* , 3, 612.
- Pezzulo, G., Barsalou, L., Cangelosi, A., Fischer, M. H., Spivey, M., & McRae, K. (2011). The mechanics of embodiment : A dialog on embodiment and computational modeling. *Frontiers in psychology* , 2, 5.
- Philippot, P., Kornreich, C., Blairy, S., Baert, I., Den Dulk, A., Le Bon, O., . . . Verbanck, P. (1999). Alcoholics' deficits in the decoding of emotional facial expression. *Alcoholism : Clinical and Experimental Research* , 23(6), 1031–1038. doi: 10.1111/j.1530-0277.1999.tb04221.x
- Polivy, J., & Doyle, C. (1980). Laboratory induction of mood states through the reading of self-referent mood statements : Affective changes or demand characteristics ?

Journal of Abnormal Psychology , 89(2), 286.

- Quillian, M. R. (1967). Word concepts : A theory and simulation of some basic semantic capabilities. *Behavioral science*, 12(5), 410–430.
- Quillian, M. R. (1969). The teachable language comprehender : A simulation program and theory of language. *Communications of the ACM*, 12(8), 459–476.
- Ratcliff, R., & McKoon, G. (1988). A retrieval theory of priming in memory. *Psychological review* , 95(3), 385.
- Riddoch, M. J., & Humphreys, G. W. (1987). Picture naming. In M. J. Riddoch & G. W. Humphreys (Eds.), *Visual object processing : A cognitive neuropsychological approach* (pp. 107–143). London : Erlbaum.
- Rousset, S. (2000). Les conceptions système unique de la mémoire : aspects théoriques. *Revue de Neuropsychologie*, 10(1), 27-51.
- Schacter, D. L. (1992). Priming and multiple memory systems : Perceptual mechanisms of implicit memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 4(3), 244–256. doi: 10.1162/jocn.1992.4.3.244
- Schacter, D. L., Cooper, L. A., & Delaney, S. M. (1990). Implicit memory for unfamiliar objects depends on access to structural descriptions. *Journal of Experimental Psychology : General*, 119(1), 5–24. doi: 10.1037/0096-3445.119.1.5
- Schank, R. C., & Abelson, R. P. (1977). *Scripts, plans, goals, and understanding hillsdale*. NJ : Erlbaum Press.
- Schubert, T. W. (2004, jun). *The power in your hand : Gender differences in bodily feedback from making a fist* (Vol. 30) (N° 6). doi: 10.1177/0146167204263780
- Searle, J. R. (1980). Minds, brains, and programs. *Behavioral and brain sciences*, 3(3), 417–424.
- Seifert, L. S. (1997). Activating representations in permanent memory : different benefits for pictures and words. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition*, 23(5), 1106.

- Sherry, D. F., & Schacter, D. L. (1987). The evolution of multiple memory systems. *Psychological Review* , 94(4), 439–454. doi: 10.1037/0033-295X.94.4.439
- Shettleworth, S. J. (2010). *Cognition, Evolution, and Behavior*. New York : Oxford University Press.
- Simons, J. S., Graham, K. S., Galton, C. J., Patterson, K., & Hodges, J. R. (2001). Semantic knowledge and episodic memory for faces in semantic dementia. *Neuropsychology* , 15(1), 101–114. doi: 10.1037/0894-4105.15.1.101
- Simons, J. S., Verfaellie, M., Galton, C. J., Miller, B. L., Hodges, J. R., & Graham, K. S. (2002). Recollection-based memory in frontotemporal dementia : Implications for theories of long-term memory. *Brain*, 125(11), 2523–2536. doi: 10.1093/brain/awf247
- Smith, M. E., & Belk, M. C. (2001). Risk assessment in western mosquitofish (*Gambusia affinis*) : Do multiple cues have additive effects ? *Behavioral Ecology and Sociobiology* , 51(1), 101–107. doi: 10.1007/s002650100415
- Smith, S., Glenberg, A., & Bjork, R. (1978). Environmental context and human memory. *Memory & Cognition*, 6(4), 342–353.
- Snyder, M., & White, P. (1982). Moods and memories : Elation, depression, and the remembering of the events of one's life. *Journal of personality* , 50(2), 149–167.
- Spellman, B. A. (2013). Introduction to the Special Section on Advancing Science. *Perspectives on Psychological Science*, 8(4), 412–413. doi: 10.1177/1745691613493245
- Stoet, G., & Hommel, B. (1999). Action planning and the temporal binding of response codes. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 25(6), 1625.
- Strack, F., Martin, L. L., & Stepper, S. (1988). Inhibiting and Facilitating Conditions of the Human Smile : A Nonobtrusive Test of the Facial Feedback Hypothesis. *Journal of Personality and Social Psychology* , 54(5), 768–777. doi: 10.1037/0022-3514.54.5.768

- Strickland, B. R., Hale, D. W., & Anderson, L. K. (1975). Effect of induced mood states on activity and self-reported affect. *Journal of Consulting and Clinical Psychology* , 43(4), 587.
- Teasdale, J. D., & Fogarty, S. J. (1979). Differential effects of induced mood on retrieval of pleasant and unpleasant events from episodic memory. *Journal of abnormal psychology* , 88(3), 248.
- Tenpenny, P. L. (1995). Abstractionist versus episodic theories of repetition priming and word identification. *Psychonomic Bulletin & Review* , 2(3), 339–363.
- Tottenham, N., Tanaka, J. W., Leon, A. C., McCarry, T., Nurse, M., Hare, T. A., . . . Nelson, C. (2009). The nimstim set of facial expressions : judgments from untrained research participants. *Psychiatry research*, 168(3), 242–249.
- Townshend, J. M., & Duka, T. (2003). Mixed emotions : Alcoholics' impairments in the recognition of specific emotional facial expressions. *Neuropsychologia*, 41(7), 773– 782. doi: 10.1016/S0028-3932(02)00284-1
- Treisman, A., & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive psychology* , 12(1), 97–136.
- Treisman, A., & Gormican, S. (1988). Feature analysis in early vision : evidence from search asymmetries. *Psychological review* , 95(1), 15.
- Tulving, E. (1982). Synergistic ecphory in recall and recognition. *Canadian Journal of Psychology/Revue canadienne de psychologie*, 36(2), 130.
- Tulving, E. (1983). *Elements of episodic memory*. Oxford University Press.
- Tulving, E. (1985, jan). How many memory systems are there ? *American Psychologist* , 40(4), 385–398. doi: 10.1037/0003-066X.40.4.385
- Tulving, E. (1995). Organization of memory : Quo vadis ? In *The cognitive neurosciences*. (pp. 839–853). Cambridge, MA, US : The MIT Press.
- Tulving, E. (2001, sep). Episodic memory and common sense : how far apart ? *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B : Biological Sciences*, 356(1413), 1505–1515. doi: 10.1098/rstb.2001.0937
- Tulving, E., Schacter, D. L., & Stark, H. A. (1982). Priming effects in word-fragment

completion are independent of recognition memory. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition*, 8(4), 336–342. doi: 10.1037/0278-7393.8.4.336

Turing, A. M. (1936). On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungs- problem. *Proceedings of the London Mathematical Society* , 42(1), 230–265.

Uekermann, J., Daum, I., Schlebusch, P., & Trenckmann, U. (2005). Processing of Affective Stimuli in Alcoholism. *Cortex* , 41(2), 189–194. doi: 10.1016/S0010-9452(08)70893-1

Vallet, G. (2015). Embodied cognition of aging. *Frontiers in Psychology* , 6(MAR). doi: 10.3389/fpsyg.2015.00463

Vallet, G., Brunel, L., & Versace, R. (2010). The perceptual nature of the cross-modal priming effect. *Experimental Psychology* .

Vallet, G., Simard, M., & Versace, R. (2011, jul). Sensory-Dependent Knowledge in Young and Elderly Adults : Argument from the Cross- Modal Priming Effect. *Current Aging Sciencee*, 4(2), 137–149. doi: 10.2174/1874609811104020137

Varela, F. J., Thompson, E., & Rosch, E. (1993). *The Embodied Mind*. doi: 10.1111/j.1468-0149.1965.tb01386.x

Velten, E. J. (1968). A laboratory task for induction of mood states. *Behaviour research and therapy* , 6(4), 473–482.

Versace, R., Labeye, E., Badard, G., & Rose, M. (2009). The contents of long-term memory and the emergence of knowledge. *European journal of cognitive psychology* , 21(4), 522–560.

Versace, R., Vallet, G. T., Riou, B., Lesourd, M., Labeye, É., & Brunel, L. (2014). Act- in : An integrated view of memory mechanisms. *Journal of Cognitive Psychology* , 26(3), 280–306.

Vroomen, J., Driver, J., & De Gelder, B. (2001). Is cross-modal integration of emotional

expressions independent of attentional resources ? *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 1(4), 382–387.

Weldon, M. S., & Roediger, H. L. (1987). Altering retrieval demands reverses the picture superiority effect. *Memory & Cognition*, 15(4), 269–280.

Wellsby, M., & Pexman, P. M. (2014). Developing embodied cognition : Insights from children's concepts and language processing. *Frontiers in Psychology* , 5(MAY), 1–10. doi: 10.3389/fpsyg.2014.00506

Wentura, D. (2000). Dissociative Affective and Associative Priming Effects in the Lexical Decision Task : Yes Versus No Responses to Word Targets Reveal Evaluative Judgment Tendencies. *Journal of Experimental Psychology : Learning Memory and Cognition*, 26(2), 456–469. doi: 10.1037/0278-7393.26.2.456

Werheid, K., Alpay, G., Jentsch, I., & Sommer, W. (2005). Priming emotional facial expressions as evidenced by event-related brain potentials. *International journal of psychophysiology* , 55(2), 209–219.

Winograd, T. (1973). *A procedural model of language understanding*.

Zwaan, R. A., Madden, C. J., Yaxley, R. H., & Aveyard, M. E. (2004). Moving words : Dynamic representations in language comprehension. *Cognitive Science*, 28(4), 611–619.

Titre : Traitement multimodal des informations et récupération mnésique dynamique

Mots clés : Mémoire, Paradigme d'amorçage, Activation, Intégration, Expressions faciales

Résumé : Le travail décrit dans ce manuscrit se situe à la croisée des théories de la mémoire et de l'émotion. Nous rendons compte de la pertinence des approches incarnées de la cognition dans le traitement des expressions émotionnelles et de l'émergence des connaissances émotionnelles dans les tâches d'amorçage émotionnel.

Dans une première partie, nous avons cherché à étudier les effets de l'amorçage de répétition sur le traitement de l'information émotionnelle. Selon les modèles de compétition de réponse, la distinction entre le mode de réponse (gauche/droite) et l'évaluation des stimuli (par exemple, "bon"/"mauvais") explicitée par les théories classiques lors de la catégorisation dans une tâche d'amorçage, est confuse. De ce point de vue (1) les amorces et les cibles activent une tendance de réponse et (2) les réponses aux cibles sont plus rapides lorsque la tendance de réponse activée par l'amorce est compatible avec la tendance de réponse de la cible et plus lentes en cas d'incompatibilité (Klauer & Musch, 2003 ; Berthet et al., 2011). Dans deux études, nous pouvons observer des effets d'amorçage. De plus, dans la deuxième étude, des effets d'amorçage inverse ont été observés. Cette observation est un argument de poids en faveur des modèles de compétition de réponse et de la relation entre action et décision, point largement documenté dans les approches incarnées de la cognition.

La deuxième série d'expériences visait à étudier la nature multimodale du traitement de l'information émotionnelle. La première étude a corroboré les résultats de travaux antérieurs (Brunel et al., 2009, 2010) avec des expressions faciales émotionnelles et des prosodies comme stimuli. Les participants ont d'abord appris à associer certaines formes géométriques à des prosodies émotionnelles. Ces formes ont ensuite été utilisées comme amorces pour les expressions faciales (cibles) dans l'étape d'amorçage. Les amorces géométriques qui avaient été associées à des prosodies émotionnelles ont facilité la catégorisation de l'expression faciale (temps de réponse plus rapides dans les essais congruents) alors qu'aucun amorçage n'a été mis en évidence pour les amorces qui n'avaient pas été associées à des prosodies émotionnelles. En revanche, la deuxième étude étudiant spécifiquement la nature sensorielle des informations en mémoire n'a pas reproduit les résultats précédemment publiés (Brunel et al., 2009, 2010). Nous soulignons la difficulté de généraliser les paradigmes utilisés avec les expressions faciales comme stimuli.

Dans une troisième partie, nous avons cherché à examiner si les mêmes phénomènes d'associations intermodales et l'effet d'amorçage obtenus dans notre troisième étude se manifestaient également dans une cohorte de participants dépendants à l'alcool. Aucun effet d'apprentissage et aucun effet d'amorçage n'ont été observés pour les participants dépendants à l'alcool par rapport aux groupes contrôle et d'étudiants. Nos résultats apportent ainsi une preuve supplémentaire en faveur d'un déficit d'intégration des participants alcoolo-dépendants - en accord avec la vision proposée par Maurage et al. (2007).

Pour conclure, les travaux décrits dans ce manuscrit apportent de nouvelles informations dans une approche incarnée de la cognition en tentant d'intégrer la composante émotionnelle dans les modèles existants. Nos résultats soutiennent la conception de la mémoire comme organisée autour de connaissances essentiellement sensorielles. Cependant, nous insistons sur la nécessité d'effectuer des répliques systématiques lors de l'utilisation de tâches d'amorçage et de conditionnement. Nous mentionnons également l'importance de favoriser l'inclusion des personnes souffrant de troubles cognitifs. L'observation des performances d'une population présentant un déficit permet d'apporter des éléments supplémentaires pour la compréhension des comportements humains dans le cadre d'une approche incarnée. Par ailleurs, nous considérons que les bilans neuropsychologiques doivent conduire à une meilleure compréhension de la nature des dysfonctionnements afin d'apporter une prise en charge adaptée. La cognition incarnée et les modèles intégrés et interactifs semblent susceptibles de fournir les fondements théoriques les plus adéquats aux objectifs de la neuropsychologie.

Title : Multimodal information processing and dynamic memory retrieval

Keywords : Memory, Priming paradigm, Activation, Integration, Facials expressions

Abstract: The work described in this manuscript stands at the crossroads between memory and emotion theories. We report on the relevance of embodied approaches to cognition in the processing of emotional expressions and on the emergence of emotional knowledge in emotional priming tasks.

In a first part, we aimed to study the effects of repetition priming on the processing of emotional information. According to response competition models, the distinction between the mode of response (left/right) and the evaluation of the stimuli (e.g., "good"/"bad") made explicit by classical theories during categorization in a priming task, is confused. From this point of view (1) primes and targets activate a response tendency and (2) responses to targets are faster when the response tendency activated by the prime is compatible with the response tendency of the target and slower in the case of incompatibility (Klauer & Musch, 2003 ; Berthet et al., 2011). In two studies, we can observed priming effects. Moreover, in the second study reverse priming effects were observed. This observation is an high arguments in favour of response competition models and relation between action and decision, point widely documented in embodied approaches of cognition.

The second series of experiments aimed to study the multimodal nature of emotional information processing. The first study corroborated the results of previous work (Brunel et al., 2009, 2010) with emotional facial expressions and prosodies as stimuli. Participants first learnt to associate some geometrical shapes to emotional prosodies. These shapes were then used as primes for facial expressions (targets) in priming step. The geometrical primes which had been associated to emotional prosodies facilitated categorisation of the facial expression (faster response times in congruent trials) whereas no priming was evidenced for primes which had not be associated to emotional prosodies. On the other hand, the second study specifically studying the sensory nature of the information in memory did not replicate previously published results (Brunel et al., 2009, 2010). We highlight the difficulty of generalizing the paradigms used with facial expressions as stimuli.

In a third part, we sought to examine whether the same phenomena of intermodal associations and the priming effect obtained in our third study were also evident in a cohort of participants addicted to alcohol. No learning effect and priming effect were observed for participants addicted to alcohol compared control and students groups. Our results thus provide additional evidence in favour of an integration deficit for alcohol-dependent participants – congruent with the view proposed by Maurage et al. (2007).

To conclude, the work described in this manuscript provides new information in an embodied approach to cognition by trying to integrate the emotional component into existing models. Our results support the conception of memory as organized around primarily sensory knowledge. However, we insist on the need to carry out systematic replications when using priming and conditioning tasks. We also mention the importance of promoting the inclusion of people suffering from cognitive disorders. The observation of the performances of a population with a deficit makes it possible to provide additional elements for the understanding of human behaviour within an embodied approach. Moreover, we consider that neuropsychological assessments should lead to a better understanding of the nature of the dysfunctions in order to provide appropriate support. Embodied cognition and integrated and interactive models seem likely to provide the most adequate theoretical foundations for the objectives of neuropsychology.