



HAL
open science

**Incarnation spatiale et corporelle de deux concepts
abstraites : le TEMPS et la VALENCE
EMOTIONNELLE**

Tiffanie Bernier

► **To cite this version:**

Tiffanie Bernier. Incarnation spatiale et corporelle de deux concepts abstraits : le TEMPS et la VALENCE EMOTIONNELLE. Psychologie. Université Paris-Saclay, 2024. Français. NNT : 2024UP-ASW004 . tel-04611792

HAL Id: tel-04611792

<https://theses.hal.science/tel-04611792>

Submitted on 14 Jun 2024

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.

Incarnation spatiale et corporelle de deux concepts abstraits : le TEMPS et la VALENCE EMOTIONNELLE

Spatial and bodily incarnation of two abstract concepts: TIME and EMOTIONAL VALENCE

Thèse de doctorat de l'Université Paris-Saclay

École doctorale n°566 : sciences du sport, de la motricité et du mouvement humain (SSMMH)
Spécialité de doctorat : Psychologie
Graduate School : Sport, mouvement et facteurs humains,
Réfèrent : Faculté des sciences du sport

Thèse préparée dans l'Unité de Recherche CIAMS (Université Paris-Saclay),
sous la direction de Michel-Ange AMORIM, Professeur des Universités

Thèse soutenue à Paris-Saclay, le 27 mai 2024, par

Tiffanie BERNIER

Composition du Jury

Membres du jury avec voix délibérative

Cheryl FRENCK-MESTRE, Directrice de Recherche, CNRS	Présidente
Denis BROUILLET Professeur des Universités Emérite, Université Paul-Valéry Montpellier 3	Rapporteur & Examineur
Valérie GYSELINCK Directrice de Recherche, Université Gustave Eiffel	Rapporteuse & Examinatrice
Vincent DRU Professeur des Universités, Université Paris Nanterre	Examineur

Titre : Incarnation spatiale et corporelle de deux concepts abstraits : le TEMPS et la VALENCE EMOTIONNELLE

Mots clés : Cognition incarnée ; concepts abstraits ; mapping conceptuel ; mouvement humain ; effet de congruence

Résumé : Les concepts abstraits constituent un véritable défi ces dernières années afin de mieux appréhender leurs représentations, dans différents champs scientifiques de la cognition. Dans une approche incarnée, nous identifions deux axes perceptivo-moteurs (frontal = « gauche - droite » et sagittal = « avant - arrière ») où s'activerait une expérience sensori-motrice associée à la conceptualisation du TEMPS et de la VALENCE EMOTIONNELLE. Par exemple, des études prédisent des effets de congruence entre un domaine source concret (tel que l'espace) et un domaine cible abstrait comme le TEMPS avec un « mapping conceptuel » dit congruent « passé - gauche » et « futur - droite » sur l'axe frontal, et « passé - arrière » et « futur - avant » sur l'axe sagittal ; Quant à la VALENCE EMOTIONNELLE, le mapping conceptuel congruent serait « négatif - gauche » et « positif - droite » (en lien avec l'*hypothèse de la spécificité corporelle*) pour l'axe frontal et « négatif - arrière », « positif - avant » (en lien avec des *mécanismes d'approche et d'évitement*) pour l'axe sagittal.

Dans le cadre de cette thèse, un paradigme expérimental manipulait l'hypothétique congruence des mappings conceptuels, lors d'une tâche de jugement (temporel ou émotionnel) nécessitant une réponse motrice. L'objectif était d'étudier le rôle de la direction du mouvement (mouvement du bras) dans la mise en lumière de l'incarnation de nos deux concepts abstraits d'intérêt, et l'effet d'une possible association temps-valence (par exemple, « passé - négatif », « futur - positif »). Dans l'ensemble, les résultats de nos études expérimentales montrent d'une part que le mouvement est révélateur de l'incarnation de nos deux concepts d'intérêt. D'autre part, qu'ils peuvent être intrinsèquement liés au travers du mouvement (association temps-valence d'ordre motivationnel). Nous discutons de ces résultats en lien avec l'émergence des travaux de recherche connectant ces deux concepts ; et plus globalement dans le cadre de la cognition incarnée et de ses perspectives appliquées.

Title : Spatial and bodily embodiment of two abstract concepts : TIME and EMOTIONAL VALENCE

Keywords : Embodied cognition ; abstract concepts ; conceptual mapping ; human movement ; congruence effect

Abstract : Abstract concepts have constituted a real challenge in recent years, in order to gain a better understanding of how they are represented in different scientific fields of cognition. In an embodied approach, we identify two perceptual-motor axes (frontal = "left - right" and sagittal = "front - back") where a sensorimotor experience associated with the conceptualization of TIME and EMOTIONAL VALENCE is activated. For instance, studies predict congruence effects between a concrete source domain (such as space) and an abstract target domain such as TIME with a congruent "past-left" and "future-right" conceptual mapping on the frontal axis, and "past-back" and "future-forward" on the sagittal axis. Regarding EMOTIONAL VALENCE, the congruent mapping would be "negative - left" and "positive - right" (in line with the *body-specificity hypothesis*) for the frontal axis, and "negative - back", "positive - front" (in line with the *approach and avoidance mechanisms*) for the sagittal axis.

As part of this thesis, an experimental paradigm manipulated the hypothetical congruence of conceptual mappings, during a judgment task (temporal or emotional) requiring a motor response. The aim was to investigate the role of movement direction (arm movement) in highlighting the embodiment of our two abstract concepts of interest, and the effect of a possible *time-valence association* (e.g., "past - negative", "future - positive"). Overall, the results of our experimental studies show that, on the one hand, movement reveals the embodiment of our two abstract concepts of interest. On the other hand, they can be intrinsically linked through movement (motivational *time-valence association*). We discuss these results in relation to the emergence of research work connecting these two concepts ; and more generally, within the framework of embodied cognition and its applied perspectives.

La présente thèse a fait l'objet de deux communications internationales en congrès :

Bernier, T., & Amorim, M-A. (2022). Spatial embodiment of time and emotion during a movement along the frontal and sagittal axis. 13th *FENS Forum of Neuroscience*, Paris, France, 9-13 July 2022. [\(hal-04291132\)](#)

Bernier, T., & Amorim, M-A. (2022). Spatial embodiment of time and emotion during a movement along the frontal and sagittal axis. *Conference on Movement and Cognition*, Université de Paris Sorbonne, Aug 2022, Paris, France. [\(hal-04291126\)](#)

D'un preprint :

Bernier, T., & Amorim, M-A. (2023). Temporal emotional valence asymmetry influences the spatial grounding of TIME and VALENCE concepts. *Social Science Research Network (Elsevier)*. DOI: [10.2139/ssrn.4326678](https://doi.org/10.2139/ssrn.4326678) (45 pages)

et une publication en révision.

De diverses présentations lors de conférences, séminaires et colloques.

Dont un prix lors d'une présentation à la journée FéDeV :

1^{er} prix Demeny-Vaucanson 2022

<http://fedev.universite-paris-saclay.fr/la-recherche/journee-fedev-2022>

<http://fedev.universite-paris-saclay.fr/le-prix-demeny-vaucanson/prix-demeny-vaucanson-2022>

Remerciements

La réalisation de cette thèse fût une aventure tumultueuse, riche en émotions et en échanges, à travers laquelle je tiens à remercier les différents acteurs qui m'ont permis d'en arriver à son aboutissement. D'une manière ou d'une autre, les personnes que je mentionnerais ont contribué à la finalisation de ce projet.

Tout d'abord, un grand merci à mon encadrant, Michel-Ange Amorim, de m'avoir fait confiance en acceptant la proposition de ce sujet de thèse. Le début de ce projet n'aurait jamais eu lieu sans ton ouverture d'esprit permettant d'unir nos intérêts scientifiques. Certaines réunions (très longues) ont été de « vraies prises de tête » conceptuelles et je te remercie d'avoir fait preuve de patience en m'aidant parfois à sortir la « tête du guidon ». Merci également d'avoir pris le temps pour la relecture de ce manuscrit et surtout de m'avoir soutenue et rassurée sur mon travail et mes compétences tout du long.

Je tiens également à remercier certains de mes anciens enseignants, de mes collègues, camarades et/ou ami.e.s d'avoir joué un rôle important dans mes choix et décisions, notamment durant les périodes précédentes, au cours ou à la suite de mon année de césure. En l'occurrence, j'aimerais dire merci à trois de mes anciens enseignants, Thomas Deroche, Caroline Teulier et Carole Castanier, qui m'ont donné le goût et l'envie pour la recherche et l'enseignement. Qui plus est, ils ont également cru en moi, bien avant ce projet de thèse, et m'ont apporté un soutien moral et/ou technique avec bienveillance dans la continuité de mon parcours.

Concernant l'exceptionnelle équipe de doctorant.e.s que j'ai intégrée, qui sont pour la majorité devenu.e.s docteur.e.s durant ma thèse. Je tiens particulièrement à dire un grand merci à Ombeline, présente dans ma vie depuis nos premières expériences en STAPS (partenaire de compétition GR [☺], soirées étudiantes, camarade/amie en licence APA&S, collègue/amie dans nos parcours en doctorat, etc.) jusqu'à maintenant, et qui s'avère être pour moi, au-delà d'une grande amie, un pilier central dans l'aboutissement de cette thèse. Dans les moments les plus difficiles de mon parcours de vie, ta bienveillance inégalée, ton soutien, ton aide, ton écoute, tes conseils, ta présence, ta disponibilité, ta joie de vivre (et tant d'autres) m'ont apportée énormément de force et de courage pour affronter les différentes épreuves personnelles mises sur mon chemin au démarrage et au cours de cette thèse.

Egalement, j'aimerais exprimer un grand merci à Isabelle, rencontrée à ma reprise en deuxième année de thèse. Je n'aurais jamais pensé, au prime abord, que tu deviendrais l'une de mes plus chères amies. J'ai énormément de gratitude de t'avoir dans ma vie, tu as renforcé et consolidé ma confiance et mon estime avec ton soutien sans faille, tes conseils et notre complicité. Malgré certains moments délicats, nos différents échanges étaient porteurs d'évolutions positives grandissantes. Que ce soit pour se motiver à aller grimper des blocs d'escalade comme pour gravir le col d'une montagne, notre amitié m'a également permis d'avoir le souffle nécessaire pour atteindre l'objectif de l'aboutissement de cette thèse.

De plus, j'aimerais remercier Elodie pour la maturité et la pertinence de ses conseils et bien entendu sa grandeur d'âme. En réalité, c'est un merci infini que je vous dois à ces trois femmes exceptionnelles et à la force de soutien provenant de la magnifique équipe de docteur.e.s/doctorant.e.s (Adrien, Dorian,

Anne S., Anne T., Nadège, Karina, Ariane, Lucas, Matthieu, Julien...) qui m'ont encouragée à persévérer dans mon engagement et la voie que j'avais choisie.

J'aimerais également remercier les membres de mon CSI (Lionel Brunel et Vincent Dru) avec lesquels j'ai pu avoir des échanges constructifs afin d'étendre ma vision sur ma thématique de thèse. Merci également, aux différentes personnes rencontrées lors de conférences et/ ou colloques et séminaires, notamment Thibaut Brouillet et Joël Cretenet, qui m'ont permis d'explorer de nouvelles pistes de réflexions bénéfiques à l'évolution de mes recherches.

Un grand merci aussi aux membres de mon jury de thèse, Denis Brouillet, Valérie Gyselinck, Vincent Dru et Cheryl Frenck-Mestre, d'avoir accepté de prendre de leur temps afin d'évaluer mon travail.

Je remercie également Jean Jevrey d'avoir participé à la création de mon dispositif de réponse expérimental et de m'avoir aidée à résoudre mes codes de programmation. Par ailleurs, je remercie toutes les personnes ayant accepté de participer à mes expériences.

Merci aussi à Sophie Michel, Aurore Meugnot et Arnaud Boutin pour leurs disponibilités et leurs conseils concernant la préparation des contenus d'enseignements. Merci à toute l'équipe du CIAMS, professeur.e.s et autres doctorant.e.s que j'ai pu croiser dans les couloirs ou encore à la pause-café du bâtiment 335 de l'Université Paris-Saclay, qui contribue à en faire un environnement sain et agréable de travail.

Merci à mes ami.e.s proches de ma ville natale, Johan, Marine, Kevin, Coco, Marie et Robin que j'ai pu « saouler » en soirée à être en boucle sur ma thèse, mais surtout, merci d'avoir réussi à me faire changer de sujet, décompresser et rire !

Merci à mes parents de m'avoir laissé choisir ma voie, sans aucune pression quelconque. Merci à ma sœur d'avoir passé des heures au téléphone avec moi pour m'entendre râler et me remettre en question sur la réussite de mes objectifs. Merci aussi à Yann, de m'avoir aidée à réaliser des illustrations sur-mesure.

Pour finir, merci à Joseph d'avoir eu la patience et la tolérance de vivre avec moi, ainsi que de me préparer de bons petits plats, durant cette dernière ligne droite. Et merci à ta toutou Ava de m'avoir obligée à faire des pauses promenades et apportée du réconfort-papouille lorsque j'étais isolée dans ma rédaction.

*De l'impatience à relativiser le temps,
A l'incompréhension de ses émotions,
Cordonnier désirant devenir soignant,
Mal chaussé de ses interrogations !*

*Philosopher certains moments
Sur un passé parfois présent.
Désirer voir un changement,
Et miser sur le mouvement.*

*Savoir remettre en question,
De complexes suppositions.
Ces simples constructions,
Forgées par abstraction.*

*Savourer un instant,
Une brève compréhension,
In fine l'acheminement,
D'éternelles améliorations.*

Table des matières

INTRODUCTION	10
PARTIE I : CONSIDERATIONS THEORIQUES	13
CHAPITRE 1 : COGNITION INCARNEE ET CONCEPTUALISATION DE L'ABSTRAIT	14
1.1 UNE APPROCHE INCARNEE DE LA COGNITION.....	14
1.2 L'EVOLUTION DES THEORIES INCARNEES DANS L'ANCRAGE DES CONCEPTS ABSTRAITS	19
1.2.1 <i>Le cadre des métaphores conceptuelles : une approche linguistique</i>	19
1.2.2 <i>Le cadre simulationniste des concepts abstraits : une approche sensorimotrice et affective</i>	22
1.2.2.1 <i>Manipulation de symboles perceptifs (perceptual symbol system, PSS, Barsalou, 1999)</i>	22
1.2.2.2 <i>Simulation des schémas d'actions (indexical hypothesis, IH, Glenberg et Robertson, 2000)</i>	25
1.2.2.3 <i>Affect et concept (Affective Embodiment Account, AEC, Kousta et al., 2009)</i>	27
1.2.3 <i>Le cadre étendu de la cognition incarnée : une approche modale de représentations multiples</i>	28
1.3 INTERCONNEXION LANGAGE-MOTRICITE ET LE CORPS COMME REFERENTIEL SPATIAL.....	30
1.3.1 <i>Co-activation du réseau linguistique et sensori-moteur</i>	30
1.3.2 <i>Le mouvement pour la compréhension et l'expression des concepts</i>	32
1.3.3 <i>Les dimensions spatiales et corporelles adossées aux concepts abstraits</i>	34
1.4 L'ACTIVATION DES CONCEPTS : DES EFFETS DE CONGRUENCE CONTROVERSES	37
1.4.1 <i>La théorie de la magnitude (A Theory Of Magnitude, ATOM, Walsh 2003)</i>	39
1.4.2 <i>La théorie de la correspondance des polarités</i>	41
1.4.3 <i>La théorie des modèles cohérents en mémoire de travail (Coherent Working Models theory, Santiago et al., 2011)</i>	45
SYNTHESE DU CHAPITRE 1	50
CHAPITRE 2 : LE CONCEPT DE TEMPS	55
2.1 L'AXE VERTICAL ET LE ROLE DE LA CULTURE.....	57
2.2 L'AXE SAGITTAL : PERSPECTIVES, METAPHORES ET MOUVEMENT	58
2.3 L'AXE FRONTAL : LA CHRONOLOGIE DE NOS EXPERIENCES	66
SYNTHESE DU CHAPITRE 2	70
CHAPITRE 3 : LE CONCEPT DE VALENCE ÉMOTIONNELLE	72
3.1 L'AXE VERTICAL, UNE DOMINANTE PERCEPTIVO-MOTRICE ET METAPHORIQUE	74
3.2 L'AXE SAGITTAL : LES COMPORTEMENTS D'APPROCHE ET D'ÉVITEMENT	77
3.3 L'AXE FRONTAL : L'HYPOTHESE DE LA SPECIFICITE CORPORELLE	85
SYNTHESE DU CHAPITRE 3	93
CHAPITRE 4 : OBJECTIF, PROBLEMATIQUE, ASSOCIATIONS CONCEPTUELLES, HYPOTHESES ET PREDICTIONS	95
4.1 OBJECTIF ET PROBLEMATIQUE.....	95
4.2 ASSOCIATION TEMPS-VALENCE : ORIGINES ET FACTEURS EXPLICATIFS	98
4.3 HYPOTHESES ET PREDICTIONS	105
PARTIE 2 : CONTRIBUTIONS SCIENTIFIQUES ET DISCUSSIONS	108
A. ETUDES PILOTES : GENESE DU PROJET ET ELABORATION DU PARADIGME EXPERIMENTAL	109
A.1 CONTEXTE ET CONCEPTION	109
A.2 ETUDE PILOTE 1 : ÉVALUATION ET SELECTION DES STIMULI	111
A.2.1 <i>Méthode</i>	111
A.2.2 <i>Traitement des données, résultats et interprétations</i>	114
A.3 CHOIX EXPERIMENTAUX.....	116
B. ETUDES EXPERIMENTALES : INCARNATION SPATIALE ET CORPORELLE DU TEMPS ET	

DE LA VALENCE ÉMOTIONNELLE.....	119
B.1 : ETUDE EXPERIMENTALE 1 : INCARNATION SPATIALE ET CORPORELLE DU TEMPS ET DE LA VALENCE ÉMOTIONNELLE SUIVANT L' AXE FRONTAL OU SAGITTAL, CHEZ LES DROITIERS.....	119
<i>B.1.1 Méthodes.....</i>	<i>123</i>
<i>B.1.2 Analyse des données.....</i>	<i>125</i>
<i>B.1.3 Résultats et discussions</i>	<i>127</i>
<i>B.1.3.1 Tâche contrôle et critères d'inclusion</i>	<i>127</i>
<i>B.1.3.2 Temps de traitement (TT) pour les jugements temporels ou émotionnels.....</i>	<i>128</i>
<i>B.1.4 Synthèse et discussion de l'étude expérimentale 1</i>	<i>134</i>
B.2 ETUDE EXPERIMENTALE 2 : INCARNATION SPATIALE ET CORPORELLE DU TEMPS ET DE LA VALENCE ÉMOTIONNELLE, APRES SEGMENTATION DES JUGEMENTS CONCEPTUELS EN FONCTION DE L' AXE FRONTAL ET SAGITTAL, CHEZ LES DROITIERS	150
<i>B.2.1. Méthodes.....</i>	<i>153</i>
<i>B.2.2. Analyse des données.....</i>	<i>155</i>
<i>B.2.3 Résultats et discussion.....</i>	<i>156</i>
<i>B.2.3.1 Tâche contrôle et temps de lecture.....</i>	<i>156</i>
<i>B.2.3.2. Temps de traitement des jugements temporels ou émotionnels.....</i>	<i>157</i>
<i>B.2.4 Synthèse et discussion de l'Étude expérimentale 2</i>	<i>165</i>
B.3 ETUDE EXPERIMENTALE 3 : INCARNATION SPATIALE ET CORPORELLE DU TEMPS ET DE LA VALENCE ÉMOTIONNELLE, CHEZ LES GAUCHERS.	173
<i>B.3.1 Méthodes.....</i>	<i>176</i>
<i>B.3.2 Analyse des données.....</i>	<i>177</i>
<i>B.3.3 Résultats et discussion.....</i>	<i>178</i>
<i>B.3.3.1 Tâche contrôle et temps de lecture.....</i>	<i>178</i>
<i>B.3.3.2 Temps de traitement (TT) des jugements temporels ou émotionnels.....</i>	<i>178</i>
<i>B.3.4 Synthèse et discussion de l'étude expérimentale 3</i>	<i>183</i>
C. DISCUSSION GENERALE, LIMITES ET PERSPECTIVES	189
C.1 L'HYPOTHESE DE L'INCARNATION SPATIALE ET CORPORELLE DU TEMPS ET DE LA VALENCE ÉMOTIONNELLE.....	190
C.2 LIMITES METHODOLOGIQUES ET/OU THEORIQUES	199
C.3 PERSPECTIVES ET CONCLUSION.....	209
BIBLIOGRAPHIE	215
ANNEXE 1 : PROTOCOLE DE L' ETUDE PILOTE 2	235
ANNEXE 2 : QUESTIONNAIRE DE LATERALITE	237
ANNEXE 3 : QUESTIONNAIRE DU HADS (HOSPITAL ANXIETY AND DEPRESSION SCALE).....	238
ANNEXE 4 : STIMULI EXPERIMENTAUX	239
ANNEXE 5 : TEMPS DE REPONSE BRUTS DE L' ETUDE EXPERIMENTALE 1	240
ANNEXE 6 : TEMPS DE REPONSE BRUTS DE L' ETUDE EXPERIMENTALE 2	243
ANNEXE 7 : TEMPS DE REPONSE BRUTS DE L' ETUDE EXPERIMENTALE 3	245
ANNEXE 8 : ANALYSE COMPLEMENTAIRE DE COMPARAISON INTER-GROUPE (G2, GG).....	246

AVANT-PROPOS

Face à un attrait prononcé pour la compréhension psychologique et comportementale d'états d'êtres et de pensées qui provient entre autres de mon parcours universitaire, d'expériences dans le milieu du handicap mental, psychique et moteur (activité physique adaptée et santé, APAS) et d'expériences personnelles, je me suis très vite intéressée et passionnée pour l'étude des émotions. A la suite d'une formation cherchant à étudier l'esprit humain à travers la structure du langage corporel, je me suis questionnée sur les fondements des mécanismes permettant de mieux appréhender le lien entre nos pensées, la motricité et les émotions. Ainsi, j'ai décidé de poursuivre mon parcours universitaire en Master PCMPS (Psychologie, Contrôle Moteur et Performance Sportive) à l'Université Paris-Saclay, afin de concilier cet attrait pour le développement des connaissances pouvant, par ailleurs, améliorer la pertinence, avec mes compétences relatives à mon domaine aussi bien professionnel (encadrement, enseignement) que personnel. J'ai pu réaliser en Master 1 une première étude scientifique sur plateforme de force étudiant les oscillations posturales concomitantes à la visualisation d'images à valence émotionnelle. L'aspect corporel était un premier pas pour appréhender les mécanismes sous-jacents à l'expression de la valence émotionnelle. Par la suite, durant mon Master 2, j'ai cherché à relier les processus cognitifs à la compréhension de ces mécanismes en effectuant plusieurs stages (laboratoire CIAMS, de l'Université Paris-Saclay ; laboratoire CogNAC de l'Université du Québec à Trois-Rivières ; et le laboratoire BRAMS, affilié à l'Université de Montréal et l'Université McGill) utilisant des techniques neuroscientifiques (EEG, électroencéphalographie) dans la mise en lumière des activations neuronales associées. En parallèle, il s'avérait que l'un des domaines d'études et travaux de Michel-Ange Amorim portait sur le niveau d'incarnation spatiale du temps. Au premier abord, la littérature scientifique semblait montrer des points communs dans l'étude de l'incarnation du temps et celui du concept de valence émotionnelle. Ainsi, en discutant avec Michel-Ange Amorim, nous avons établi un compromis rejoignant nos intérêts scientifiques en décidant d'étudier ces deux concepts (temps et valence émotionnelle) dans leur inscription spatiale et corporelle. Ce compromis a constitué la genèse de cette thèse, nous plongeant dans une littérature riche et variée, poussant à faire évoluer nos réflexions et postulats de base au sein de ce processus complexe d'apprentissage afin de mieux appréhender l'incarnation de ces concepts, et ce au travers du mouvement humain.

INTRODUCTION

Connaissez-vous le jeu *Time's up* ? Sinon, c'est assez simple le but est de faire deviner en un minimum de temps à ses camarades, des mots ou un ensemble de mots (par extension des concepts) signifiant quelque chose de réel ou de fictif, à l'aide de la parole ou du corps suivant les manches du jeu. Admettons que vous devez faire deviner le mot « justice », dans une première manche où la parole est autorisée vous allez peut-être raconter une histoire, contextualiser la justice avec des mots clés, faire appel à des représentations mentales ou encore donner des définitions littérales pour vous faire comprendre. Par exemple : « Elle peut permettre de juger des faits, *peser* le caractère moral d'actes répréhensibles. Elle est souvent symbolisée à travers la *déesse Thémis*, un *bandeau sur les yeux* portant une *balance* et une *épée*... ». Afin d'illustrer le cadre de cette thèse, la dernière manche est la plus intéressante car sans utiliser la parole, c'est-à-dire en s'exprimant corporellement (par exemple : mimer), elle demande aux participants de deviner ce même concept. Par exemple, on pourrait faire l'hypothèse que la représentation mentale de la *déesse Thémis* ou encore d'une *balance* puisse être activée, et en conséquence, observer un individu qui « *incarne* » la justice avec son corps. Dans une approche *incarnée* de la cognition, l'individu véhiculerait la représentation abstraite de ce concept en activant/réactivant l'expérience sensori-motrice qui lui serait associée (telle que le poids, la sensation d'équilibre du corps dans l'espace, etc.). En contraste, dans une approche *cognitiviste*, une représentation abstraite serait rattachée à des propriétés descriptives de symboles abstraits et arbitraires, c'est-à-dire de type propositionnelles et non directement liées à l'activation / réactivation d'expériences sensori-motrices. En réalité, le questionnement autour de la représentation de concepts aussi abstraits que la justice (ou encore la morale, le temps, etc.) constitue un défi majeur et fait l'objet de nombreux débats, que ce soit au sein d'approches incarnées de la cognition et/ou d'approches plus cognitivistes (Borghi et al., 2017). En effet, comment pourrait-on se représenter et/ou comprendre des concepts abstraits qui ne sont à priori pas directement percevables ?

En l'occurrence, Harnad (1990) a repris l'argument intuitif de l'expérience de pensée proposée par Searle (1980) et nommée « Chinese Room », suggérant que le sens (la signification, le signifié) ne peut être expliqué que par une relation syntaxique. L'argument convaincant principal était qu'une personne arrivant dans un pays étranger dont elle ne parle pas la langue, n'arrivera pas à déterminer le sens d'une phrase si ce sens n'est pas *cartographié* ou *fondé* au travers d'une référence au monde. Par exemple, en voyant une phrase en logogramme, une personne pourrait se référer à un dictionnaire lui renvoyant à un ensemble de définitions supplémentaires. Toutefois, elle ne réussirait pas à comprendre fondamentalement le sens de la phrase. En conséquence, Harnad (1990) pose la problématique du manque

de fondement dans la compréhension du langage. De cette contribution ont notamment émergé diverses théories autour de la conceptualisation des concepts abstraits au travers du langage afin de mieux appréhender leur essence. A noter que cette thèse n'a pas la prétention de résoudre le défi de l'enracinement des concepts abstraits dans le langage. Néanmoins, l'objectif de cette thèse vise à étudier l'implication du mouvement humain pour la compréhension de concepts abstraits, suivant l'hypothèse de l'incarnation spatiale et corporelle de nos représentations mentales. Plus particulièrement, elle vise à identifier ce que la direction du mouvement de notre bras peut révéler du jugement de nos deux concepts abstraits d'intérêt : le TEMPS et la VALENCE ÉMOTIONNELLE.

En conséquence, dans la première partie de cette thèse, nous étudierons un ensemble de considérations théoriques nous permettant de défendre l'hypothèse de l'incarnation spatiale et corporelle de ces deux concepts abstraits. Le premier chapitre de cette partie introduira globalement l'approche incarnée de la cognition dans laquelle nous nous inscrivons. Puis, nous présenterons différentes approches théoriques plus ou moins alternatives, reflétant l'évolution des réflexions autour de l'ancrage et de l'activation des concepts abstraits (cf. Tableau, synthèse chapitre 1). Ces dernières, nous permettront d'appréhender la façon dont les concepts abstraits peuvent être ancrés en utilisant notamment le langage, le mouvement et les dimensions spatiales et corporelles comme outils d'investigation. Des données neuroscientifiques (activation sensori-motrice) ainsi que les effets constatés au niveau comportemental serviront également d'appui à nos hypothèses. En outre, nous mettrons en avant le rôle du mouvement dans la compréhension conceptuelle, puis nous le mettrons en lien avec les représentations spatiales. En l'occurrence, suivant différentes approches, les concepts abstraits seraient hypothétiquement associés à des représentations concrètes telles que l'espace (nous parlerons de « mapping conceptuel »). En conséquence, nous suggérons que cette mise en correspondance peut nous permettre d'étudier la contribution de la direction du mouvement, suivant nos différents axes perceptivo-moteurs (vertical : « haut-bas », sagittal : « avant-arrière », et frontal : « gauche-droite »). En outre, nous pourrions prédire des effets de congruence entre la direction du mouvement lors d'une réponse motrice à un jugement conceptuel, et le mouvement associé à la compréhension de nos concepts. A noter que différentes terminologies sont employées pour qualifier ces effets au niveau comportemental, par exemple les « *effets de compatibilité stimulus-réponse* » renvoient généralement à une relation entre une source externe (caractéristiques directes du stimulus) et une source interne (activation neuronale). Dans le cadre de cette thèse, nous étudions un processus de jugement conceptuel qui induirait un « *effet de congruence* » au niveau comportemental. Cet *effet de congruence* renvoie à une relation entre deux sources internes, telles que d'un côté la diffusion d'activation cognitive d'un concept pour sa compréhension et d'un autre côté la préparation de la réponse. Autrement dit, un effet qui suggère une manière

de faire correspondre notre pensée à la réalité de nos expériences vécues et/ou aux exigences de la tâche à exécuter. Afin de répondre à notre objectif scientifique, nous discernerons différents types d'effets de congruence (par exemple : activation linguistique, structurel) nous permettant de mieux appréhender et de comparer les prédictions d'effets liées à l'hypothèse de l'incarnation spatiale et corporelle de concepts. Dans un deuxième chapitre, nous nous concentrerons sur la façon de se représenter le concept abstrait de TEMPS et identifierons les mappings conceptuels les plus pertinents permettant d'étudier notre hypothèse. Dans un troisième chapitre, nous nous concentrerons sur le concept de VALENCE ÉMOTIONNELLE. A noter que ce concept sollicite d'autres types de considérations théoriques. Toutefois, de manière analogue au concept de TEMPS, nous identifierons également une manière de faire correspondre la direction du mouvement à l'hypothétique conceptualisation incarnée de la VALENCE EMOTIONNELLE. En l'occurrence, ces deux concepts plus ou moins abstraits, sont ceux qui ont le plus attiré l'attention ces dernières années, et par conséquent, ce sont les plus documentés mais également les plus vivement débattus suivant les considérations étudiées. Par ailleurs, nous verrons dans un quatrième chapitre que la compréhension de ces deux concepts pourrait hypothétiquement jouer un rôle dans la mise en lumière de l'activation de leurs représentations internes. Plus particulièrement, ils pourraient partager une représentation spatiale et corporelle commune, et/ou être associés cognitivement. En conséquence, nous entrons dans le débat autour de l'ancrage des concepts abstraits (par exemple, linguistique et/ou sensori-moteur) et de l'automatisme de leur activation (par exemple, symétrique/asymétrique, mécanismes d'activation). De plus, nous étudions une nouvelle problématique qui s'avère émerger dans la littérature, à savoir l'étude des effets de congruence non plus uniquement entre domaine concret et domaine abstrait mais entre deux concepts abstraits (Spatola et al., 2018), et ce au travers du mouvement.

Dans la deuxième partie de cette thèse, afin de tester nos hypothèses nous commencerons par présenter la mise en place de notre paradigme expérimental. Brièvement, nous pouvons spécifier ici que nous avons suivi une méthodologie issue de la psychologie expérimentale à travers la mesure de temps de réponse (TR, en millisecondes). Ce dernier révélera la compréhension de ces deux concepts simultanément lors d'une tâche de jugement conceptuel (temporel ou émotionnel) au travers du mouvement. Comme nous le verrons, ce paradigme expérimental fera l'objet d'améliorations méthodologiques au cours de nos études afin de mieux appréhender les effets de congruence observés. Enfin, dans cette deuxième partie nous discuterons des résultats de nos différentes études expérimentales, à la lumière de nos considérations, des limites de nos études et des perspectives qui peuvent en découler.

PARTIE I :
CONSIDERATIONS THEORIQUES

CHAPITRE 1 :

COGNITION INCARNEE ET CONCEPTUALISATION DE L'ABSTRAIT

« Le cerveau existe dans un corps, le corps existe dans le monde, et l'organisme bouge, agit, se reproduit, rêve, imagine. Et c'est de cette activité permanente qu'émerge le sens du monde et des choses » Varela et al. (1991).

« Tout ce que nous voyons, touchons, ressentons, entendons lorsque que l'on interagit avec le monde, façonne les connaissances conceptuelles et facilite la construction du sens ». Gallese et Lakoff (2005).

1.1 UNE APPROCHE INCARNEE DE LA COGNITION

Pendant de nombreuses années les comportements humains étaient perçus comme totalement dépendants de processus dits « supérieurs » (liés au cerveau uniquement) considérant « l'esprit » et le corps comme deux entités distinctes. Cette distinction tire ses origines de courants de pensée idéologiques (tels des discours issus de la religion) et philosophiques. Par exemple, on trouve dans la philosophie platonicienne des discours tel que « *l'âme est dans le corps comme dans une prison* » (Phédon, Platon vers - 400 av. J-C), au dualisme cartésien, la célèbre citation « *je pense donc je suis* » (Discours de la Méthode, Descartes 1637) donnant lieu à des syllogismes tel que « *Dieu existe car l'idée de Dieu est en moi* », reflétant cette distinction. Ces courants de pensée ont notamment impacté l'évolution des théories dans le domaine scientifique. En effet, la philosophie s'inscrit dans l'ère de son temps et les pensées évoluent au gré de l'évolution de son environnement et de la société dans laquelle elle s'instaure. Soit, en adéquation, en opposition ou bien dans un continuum possédant ses propres avancées et bouleversements (technologiques, politiques, économiques, sociales, etc.). Les avancées théoriques et scientifiques suivent ces mêmes évolutions et se nourrissent les unes des autres permettant l'émergence de nouveaux postulats en s'appliquant à élaborer des méthodologies toujours plus propices à une validité scientifique. La philosophie fait d'ailleurs partie des sciences cognitives mêlant la linguistique, la psychologie, les neurosciences, l'intelligence artificielle et l'anthropologie tentant d'apporter des explications et de mieux appréhender les conduites humaines (Thagard, 1996). Les théories de la cognition incarnée ont notamment émergé de ce continuum évolutif de courants de pensées et des différentes approches des sciences cognitives. En effet, les théories de la cognition incarnée sont apparues dans les années 1990, et les premières théories de ce champ (par exemple, l'*énaction*, Varela et al., 1991) se sont notamment inspirées du courant philosophique de la phénoménologie (Merleau-Ponty, 1945). Dans son livre *Phénoménologie de la perception* (1945), Merleau-Ponty écrit : « *L'organisme est le*

lieu où le monde est vécu, où les choses apparaissent, et il est le corps qui se comporte, qui agit et qui se meut dans le monde » et « La pensée est toujours déjà là où l'on croit qu'elle ne peut pas être, et le corps est ce que j'appelle une situation de la pensée ». Ces citations mettent en évidence l'idée que la pensée humaine ne se produit pas seulement dans le cerveau et que le corps n'est pas réduit à une simple enveloppe physique, mais qu'il est impliqué dans un processus dans la façon dont nous percevons et pensons le monde qui nous entoure.

La volonté sous-jacente de la plupart des théoriciens dans le développement du domaine de la cognition incarnée est notamment de rompre (voire s'opposer radicalement, par exemple Chemero, 2009) avec l'approche traditionnelle de la psychologie cognitive. La psychologie cognitive est née de l'évolution de la psychologie scientifique à la fin de la seconde guerre mondiale. Elle est elle-même apparue en réaction au courant behavioriste qui limitait la psychologie à l'étude des comportements développée par John B. Watson (1879-1958). L'individu était appréhendé comme un système de Stimulus-Réponse (boîte noire) où les comportements étaient la résultante d'un processus de conditionnement. En rupture avec ce courant, la psychologie cognitive définit la pensée sous l'appellation de « cognition » (Neisser, 1967). La cognition, du latin *cognitio* (« action de connaître ») équivaut à l'ensemble des processus mentaux se rapportant à (l'acquisition et le traitement de) la connaissance tel que la perception, l'apprentissage, la mémorisation, le langage, le raisonnement, la résolution de problème, la prise de décision, l'attention et les processus de la pensée au repos. Néanmoins, l'approche traditionnelle de la psychologie cognitive adopte particulièrement une perspective cognitiviste, c'est-à-dire qu'elle considère la cognition comme un système de traitement de l'information avec une entrée (sensorielle) et une sortie (motrice) ; « cause » et « conséquence » du traitement, respectivement. Cette approche a notamment été influencée par l'informatique et a conduit à des modèles tels que la théorie du traitement de l'information, utilisée dans le développement de l'intelligence artificielle (Newell et Simon, 1972). Le postulat général étant que « *notre esprit fonctionne selon des principes de calculs* » (Haugeland 1989). Ces approches cognitivistes soutiennent que la cognition et la construction de sens se base sur des symboles abstraits et amodaux (Newell et Simon, 1972 ; Fodor, 1975, 1983), c'est-à-dire que les processus mentaux (cause) traitent les informations pour produire des comportements ou états (conséquence) déconnectés des processus moteurs et perceptifs. Une manière d'illustrer cette approche est de considérer la cognition comme une machine répondant à un stimulus sur la base d'associations logiques préprogrammées. Cela suggère que la cognition est cloisonnée, traitant les stimulations internes et externes de manière logique et computationnelle. Ainsi, la cognition serait de type uniquement *top-down* (Fodor, 1975, 1983), où les traitements cognitifs fourniraient les informations nécessaires pour que le corps réagisse uniquement. Une approche incarnée cherche plutôt à dynamiser le

traitement des informations en mettant notamment en avant l'importance des différentes expériences que le corps entretient avec l'environnement dans la cognition (essentiellement d'ordre sensori-moteurs), permettant ainsi l'élaboration de théories plus complètes pour appréhender la complexité humaine. Thelen et al. (2001) définissent particulièrement bien cette approche :

« Dire que la cognition est incarnée signifie qu'elle naît d'interactions corporelles avec le monde. De ce point de vue, la cognition dépend des types d'expériences qui découlent du fait d'avoir un corps avec des capacités perceptives et motrices particulières qui sont inséparablement liées et qui forment ensemble la matrice dans laquelle la mémoire, l'émotion, le langage et tous les autres aspects de la vie sont maillés ». (Traduction de Thelen et al., 2001 p.1).

Par ailleurs, dans une perspective constructiviste de la cognition incarnée, Thelen et Smith (1994) suggèrent que les comportements et les pensées ne sont pas des états mentaux statiques, mais plutôt des processus qui se développent et évoluent au fil du temps. Les auteurs relatent que les bébés apprennent le langage en associant des sons spécifiques à des actions et des objets spécifiques, ainsi qu'en apprenant à utiliser des gestes et des expressions faciales pour communiquer leurs besoins et leurs désirs. De plus, les recherches de Mandler (1992, 2012, 2014) menées en psychologie du développement suggèrent qu'avant même l'acquisition du langage, la construction du sens proviendrait des modifications spatiales, c'est-à-dire de l'intégration de mouvements spatiaux provenant de notre propre déplacement ou du déplacement des objets qui nous entoure, possédant des formes, des couleurs, une localisation, etc. Les modifications de localisation et de forme (principalement de nature spatiale et lumineuse), appelées « *primitives spatiales* », donneraient lieu à des *schémas d'images*¹ (ou encore des représentations mentales) pour constituer les premiers éléments de la construction conceptuelle (voir aussi le psycholinguiste Gibbs, 2006). L'intégration de ces modifications permettrait ensuite d'enrichir les concepts et la construction de sens, en structurant la mémoire en facilitant les inférences (Mandler, 2012). Ces recherches suggèrent que l'élaboration conceptuelle s'appuie sur des dimensions spatiales, sensorielles et motrices inscrivant la construction de sens dans une approche dynamique et incarnée (contrairement à l'approche modulaire et computationnelle de Fodor, 1983). A noter, qu'il n'existe pas de consensus dans la manière d'appréhender la notion de « représentation mentale », on

¹ Définition par Johnson (1987) : « *Le point de vue que je propose est le suivant : pour que nous ayons des expériences significatives et connectées que nous puissions comprendre et sur lesquelles nous puissions raisonner, il faut que nos actions, nos perceptions et nos conceptions soient structurées et ordonnées. Un schéma est un modèle récurrent, une forme et une régularité dans, ou de, ces activités d'ordonnement en cours. Ces schémas apparaissent comme des structures significatives pour nous, principalement au niveau de nos mouvements corporels dans l'espace, de notre manipulation d'objets et de nos interactions perceptives* ».

peut notamment trouver le terme de schéma d'image, de symboles, d'abstraction, etc., relatifs à l'hétérogénéité et le développement accru des théories ces dernières années.

Cette dynamisation du traitement de l'information est notamment inspirée de l'approche écologique de la boucle perception-action proposée par Gibson en 1979 considérée comme princeps dans le champ de la cognition incarnée. La « *théorie de l'affordance* » propose que la perception est une activité active et directe de l'organisme dans son environnement. La notion d'affordance fait référence aux actions potentielles qu'un organisme perçoit dans son environnement en fonction de ses propres capacités et de la configuration des objets. C'est une notion permettant de comprendre comment les organismes interagissent avec leur environnement et comment les propriétés perceptives de l'environnement guident les comportements et les actions. La perception nous permettrait entre autres de réagir rapidement et efficacement aux stimuli que nous rencontrons. Par la suite, Tucker et Ellis (1998) ont montré l'influence de la perception d'un objet sur nos actions au travers d'un paradigme expérimental connue sous le nom de *Stimulus-Response Compatibility* (SRC, compatibilité stimulus-réponse). Par exemple, des participants observaient l'image d'une théière et devaient décider si l'objet était à l'endroit ou à l'envers en fonction de leur modalité de réponse. Les résultats ont montré que les participants étaient plus rapides pour répondre lorsque la modalité de réponse impliquait la main qui serait utilisée pour saisir l'objet. Par exemple, les participants ont été plus rapides à répondre avec la main gauche lorsque la poignée de la théière était à gauche. Ces résultats montrent que la perception d'un objet agit comme une amorce des actions réalisables sur cet objet (théorie de l'affordance, Gibson 1979). L'élément clé de l'approche écologique de Gibson est qu'elle suggère que la perception et l'action sont étroitement liées et interagissent de manière dynamique dans l'environnement en lien avec nos propriétés physiques et perceptives.

Dans une approche incarnée de la cognition, ces actions réalisées en considérant les propriétés du corps seraient ancrées en mémoire pour former des connaissances à long terme (Glenberg, 1997). La mémoire à long terme permettrait entre autres de guider l'action dans les intentions d'interagir avec l'environnement. Ces connaissances révéleraient ainsi un lien entre nos représentations mentales et notre motricité. En effet, l'activation des aires sensori-motrices en l'absence d'action observable (hors ligne) suggèrent une simulation de l'action (Barsalou, 1999 ; Chao et Martin 2000 ; Glenberg et Robertson, 2000 ; Barsalou 2008). De plus, cet ancrage cognitif se manifesterait dans le comportement. Par exemple, l'étude de Chao et Martin (2000) illustre cette activation sensori-motrice dans la perception des objets en utilisant l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf). Les participants ont été exposés à des images d'objets, tels que des outils (par exemple, un marteau), et ont

été invités à les nommer. Les résultats ont révélé que la simple visualisation et dénomination de ces objets ont activé les aires cérébrales associées à l'exécution des actions correspondantes (région cérébrale associée au mouvement de saisie), sans même donner d'instruction aux participants pour qu'ils s'imaginent utiliser ces objets. Par ailleurs, des recherches sur l'imagerie mentale appuient cette conclusion en montrant que l'imagerie visuelle, motrice ou encore auditive simule leur traitement respectif (Kosslyn, 1980 ; Jeannerod, 1995 ; Grezes et Decety, 2001 ; Halpern et al., 2004, voir également Kosslyn, 2006, pour les fondements neurocognitifs). En outre, cette activation sensori-motrice serait notamment imputable à *des effets de compatibilité* constatés dans les études comportementales. En effet, la *compatibilité stimulus-réponse* (SRC) de l'étude de Tucker et Ellis (1998) peut être interprétée comme résultant d'une simulation sensori-motrice. Les temps de réponses plus courts lors de l'exécution d'un comportement moteur en adéquation avec la perception visuelle de l'objet plutôt que l'inverse suggèrent une activation des schémas sensori-moteurs facilitant la réalisation du comportement moteur. Ainsi, suivant une approche incarnée, nous aurions un lien étroit entre la représentation mentale que l'on a d'un objet (par ex., son image, sa dénomination linguistique, ses propriétés physiques et spatiales) et notre motricité. Si un tel lien existe avec des concepts concrets (tel qu'un objet matériel), on peut se demander s'il serait également attribuable à des concepts plus difficilement appréhendables. Cela nous permettrait ainsi de mettre en lumière l'hypothèse de l'incarnation spatiale et corporelle de concepts plus abstraits à travers l'observation d'*effets de congruence*. Toutefois, un concept concret (tel qu'un objet, une action, un lieu) correspondrait à quelque chose de directement observable, senti ou touché, c'est-à-dire pouvant correspondre à des processus perceptifs, sensoriels ou moteurs. Or les concepts abstraits (tels que la justice, le temps, etc.), n'auraient pas de références clairement perceptives délimitées et seraient par nature plus variables et contextuels (Barsalou, 2008 ; Borghi et al. 2017). Ainsi, comment ces derniers pourraient-ils être représentés ? Les théories de la cognition incarnée, regroupées sous le terme d'« *embodiment* » par Wilson (2002) sont plurielles et leur manque de consensus les soumettent particulièrement à la critique et à de nombreuses limitations (voir Borghi, 2017, voir aussi Khatin-Zadeh et al. 2021). Cependant, là où certains argumentent contre les théories incarnées (pour une critique voir, Mahon et Caramazza, 2008; et plus récemment Mahon 2015, mais pour une défense voir Barsalou, 2016), ces dernières ont le mérite d'amener des hypothèses testables afin de mieux appréhender la capacité la plus complexe de l'espèce humaine, à savoir la pensée humaine ! Ainsi, il se pourrait qu'une approche incarnée plus consensuelle soit amenée à apporter des éléments de réponses quant à l'enracinement des concepts abstraits (Borghi et al., 2017), permettant notamment d'identifier les mécanismes sous-jacents responsables de lien conceptuel par comparaisons des apports théoriques.

1.2 L'ÉVOLUTION DES THÉORIES INCARNEES DANS L'ANCRAGE DES CONCEPTS ABSTRAITS

1.2.1 Le cadre des métaphores conceptuelles : une approche linguistique

La notion de schéma d'image, évoquée précédemment, a fait l'objet d'études approfondies dans de nombreux domaines tels que la linguistique et la psycholinguistique (Lakoff et Johnson, 1980 ; Johnson, 1987 ; Turner, 1991 ; Gibbs et Colston, 1995 ; Cienki, 1997 ; Hampe et Grady, 2005), la psychologie du développement (Mandler, 1992 ; Mandler, 2012 ; Mandler et Cánovas, 2014) et les neurosciences (Feldman et Narayanan, 2004 ; Rohrer, 2006 ; Gallese et Lakoff, 2005). Bien qu'il n'existe pas de consensus général sur sa définition précise, dans une approche incarnée des représentations mentales, les auteurs s'accordent sur le fait que le *schéma d'image* serait une structure spatiale qui proviendrait de l'expérience physique et perceptive de nos interactions avec l'environnement (et serait donc par nature sensori-moteur). En l'occurrence, dans le domaine de la linguistique, Johnson (1987) a identifié et catégorisé des schémas de base qui seraient utilisés de manière récurrente dans la pensée humaine, tels que le schéma : *source-chemin-cible*, *conteneur*, *support*, *équilibre*, *verticalité*, *confinement*, etc. Ces derniers permettraient entre autres de conceptualiser et de faciliter la compréhension de concepts abstraits ; et seraient hypothétiquement ancrés par le biais de la structure des métaphores utilisées dans le langage courant. En effet, selon Lakoff et Johnson (1980 ; dans leur postface : 2003) :

« le cœur de la métaphore est l'inférence. La métaphore conceptuelle permet aux inférences dans les domaines sensori-moteurs (par exemple, les domaines de l'espace et des objets) d'être utilisées pour tirer des inférences sur d'autres domaines (par exemple, les domaines du jugement subjectif, avec des concepts comme l'intimité, les émotions, la justice, et ainsi de suite). Parce que nous raisonnons en termes de métaphores, les métaphores que nous utilisons déterminent en grande partie la façon dont nous vivons notre vie » (p.244).

La « théorie des métaphores conceptuelles » (« *Conceptual Metaphor Theory* », CMT, Lakoff et Johnson, 1980, 1999, 2003) repose principalement sur l'idée que les concepts abstraits seraient compris en termes de métaphores, c'est-à-dire en reliant des concepts abstraits à des concepts plus concrets, familiers et sensoriels (schéma d'image). Autrement dit, les concepts abstraits seraient ancrés grâce à l'utilisation du concret et l'usage des expressions linguistiques de type métaphorique (mécanismes de « *cartographies métaphoriques* », *metaphorical mapping* en anglais, Lakoff et Johnson, 1999). En effet, les pionniers de ce cadre, Lakoff et Johnson (1980, 2003) suggèrent que les concepts qui n'émergent pas directement de l'expérience concrète sont par nature métaphoriques. Ainsi, nous ferions correspondre par un mécanisme de *cartographie métaphorique*, les concepts abstraits (*domaine cible*) à

des expériences concrètes fondamentales (*domaine source*). Ces bases expérientielles concrètes fondamentales sont basées sur le corps et comprennent des relations spatiales (*haut/bas, avant/arrière, gauche/droite* : « *métaphores d'orientation* »), des concepts physiques (*contenant, entité, équilibre, support* : « *métaphores ontologiques* ») et des expériences/action de base (*bouger, manger* : « *métaphores structurales* »). Par exemple, pour conceptualiser le concept de *justice* (*domaine cible*), nous ferions appel à notre expérience concrète physique, sensorielle, motrice et/ou perceptive associée au schéma d'image de *balance* (*domaine source physique*) compris à travers des métaphores telles que « *peser le pour et le contre* », « *prendre une décision équilibrée* », etc. Ce cadre théorique des métaphores conceptuelles d'origine philosophique et linguistique offre donc une ouverture incarnée comparativement à une vision classique cognitiviste de la structure du langage, amodale et symbolique. En effet, une vision classique de la structure du langage peut être illustrée par « *la théorie des réseaux sémantiques par diffusion d'activation* » (Collins et Loftus, 1975). Cette théorie cognitiviste suggère que chaque concept est rattaché à (active) des propriétés descriptives de symboles abstraits et arbitraires de types propositionnelles et non expérientielles. Par exemple, le concept de *justice* pourrait être associé à des mots isolés tels que *juge* ou *avocat* associé à leur catégories descriptives (métiers) ou encore *tribunal* ou *palais* (bâtiments). Le mot *balance* pourrait également être activé dans ces réseaux sémantiques ; néanmoins, il n'activerait pas sa représentation mentale associée ni les composantes expérientielles (sensori-motrices, telles que la sensation de poids, d'équilibre, etc.).

Par ailleurs, les *métaphores d'orientation spatiale* sont particulièrement intéressantes car elles utiliseraient notre corporéité, notre déplacement (par exemple, un mouvement d'un point A à un point B = schéma *source-chemin-but*) associé au domaine concret d'expériences fondamentales des relations spatiales. Par exemple, pour la relation spatiale *haut-bas*, le schéma d'image de la *verticalité* pourrait être activé et proviendrait de nos multiples perceptions d'objets ou d'expériences caractérisées par cette orientation spatiale. Nous rencontrerions cette verticalité en montant ou descendant un escalier (modifications perceptives), en nous asseyant sur un *support*, en observant une plante pousser, en regardant le soleil positionné en haut dans le ciel versus la terre située en bas dans le sol, etc. À travers ces expériences variées, nous discernerions une structure commune spatiale qui donnerait un sens à la verticalité, cohérente à travers différents contextes. Par exemple, un concept abstrait tel le *pouvoir* (*domaine cible*) pourrait être conceptualisé à partir de l'activation du schéma de *verticalité* associé au concept concret des relations spatiales (*domaine source*). Cela donnerait lieu à des *cartographies métaphoriques* qui ancrent le concept abstrait à travers l'usage répété de métaphores conceptuelles types, telles que “LE FORT EST EN HAUT” et “LE FAIBLE EST EN BAS” :

« Il est au *sommet* de sa carrière »

« Il fait partie de la classe *supérieure* »

« Il est *en bas* de la hiérarchie sociale »

« Il est *descendu* d'un grade »

[Exemples de métaphores identifiées par Lakoff et Johnson (1980)]

Néanmoins, la *théorie des métaphores conceptuelles*, basée sur l'observation de phrases récoltées auprès de la population masculine à cette époque, bien que novatrice et convaincante, a fait l'objet de débats (voir la *théorie du double codage* de Paivio, 1986 ; Murphy, 1996 ; Pecher et al., 2011). De plus, bien que cette théorie suggère un lien entre un concept concret (par nature sensori-moteur) et un concept abstrait, elle met l'accent sur le rôle des connexions linguistiques et l'usage de métaphores dans l'ancrage des concepts abstraits. En l'occurrence, ici le concept abstrait n'aurait pas de structure qui lui serait propre, car seul le concept concret stockerait la nature sensori-motrice du schéma d'image. Cela peut suggérer que l'origine de l'ancrage des concepts abstraits est linguistique plus qu'expérientielle, mettant notamment en avant un caractère asymétrique et/ou unidirectionnel du lien concret-abstrait (*hypothèse de la stricte directionnalité*, Murphy, 1996). En conséquence, un point de vue dérivé de la *théorie des métaphores conceptuelles*, nommé « *la vision structurante des métaphores conceptuelles* » a été testé dans le domaine de la psychologie cognitive opposant deux types de version : la *version dite forte* versus *faible des métaphores conceptuelles* (Boroditsky, 2000). La *version forte* suggère que le *domaine source* (par exemple, spatial) est automatiquement activé pour structurer relationnellement le *domaine cible* (par exemple, le TEMPS ou la VALENCE ÉMOTIONNELLE). La *version faible* suggère que le *domaine source* n'est pas nécessairement activé pour comprendre le *domaine cible*. Selon cette dernière version, la structure relationnelle provenant du *domaine source* est stockée dans le *domaine cible*, et après un usage répété le *domaine cible* peut l'emprunter. Toutefois, la structure du *domaine cible* pourrait être influencée par le *domaine source*, alors que l'influence inverse ne peut pas être présente (à savoir, le *domaine cible* n'influencerait pas le *domaine source*). En l'occurrence, les résultats de Boroditsky (2000) sont en faveur de la *version faible des métaphores conceptuelles* et mettent en relation le TEMPS et l'espace (cf. chapitre 2, section 2.2). En outre, ultérieurement Boroditsky (2001) fait l'hypothèse que l'exposition langagière (dépendante de la culture) pourrait façonner la compréhension d'un concept abstrait. Par exemple, ce serait parce que l'on parle d'un concept abstrait en termes de concept concret (« *l'amour est une rose* »), que faire appel à un concept abstrait (*amour*) activerait les expériences sensori-motrices associées au schéma d'image

d'une *rose* (pour une vision similaire, Murphy et al., 1996). De plus, il n'est pas clair que la représentation concrète soit nécessairement activée et plus particulièrement qu'elle active réciproquement la représentation abstraite. En ce sens, le rôle du réseau linguistique serait d'une importance majeure dans la conceptualisation de l'abstrait et l'origine de leur ancrage pourrait notamment provenir de l'exposition langagière (Boroditsky, 2001 ; Boroditsky 2011). En conséquence, par déclinaison de la *version faible des métaphores conceptuelles*, les concepts abstraits pourraient par hypothèse ne pas être directement reliés aux expériences de nos interactions avec le monde, ce qui peut remettre en question la dimension sensori-motrice de ces expériences.

1.2.2 Le cadre simulationniste des concepts abstraits : une approche sensorimotrice et affective

1.2.2.1 Manipulation de symboles perceptifs (*perceptual symbol system*, PSS, Barsalou, 1999)

Parallèlement, une autre approche influente et « complémentaire » du domaine de la psychologie cognitive et des neurosciences appréhende les concepts abstraits en proposant une relation directe et vécue avec le réel (*situated cognition*, Barsalou 1999 ; Barsalou 2008). Selon Barsalou (1999), la connaissance repose sur des symboles modaux, c'est-à-dire qu'il y aurait une « ré-expérience » (simulation) des expériences perceptives, corporelles et introspectives en lien avec les informations internes (mémoire, sens, etc.) et externes (environnement, perception, etc.) dont l'individu dispose. En l'occurrence, cet auteur s'inscrit dans le cadre plus général de la *grounded cognition*² à travers un mécanisme de *manipulation de symboles perceptifs* (Barsalou, 1999) et propose que les concepts aussi bien concrets qu'abstraites s'instancient sous forme de symboles propres et spécifiques à chaque représentation dans un contexte particulier (cf. **Illustration 1**, extraite de Barsalou 1999). Les symboles (simulateurs) seraient des modèles d'activations neuronales qui « capturent » et simulent les diverses expériences sensori-motrices liées aux concepts. L'ancrage des concepts serait lié à une interaction fréquemment vécue (par répétition) qui renforcerait ces activations neuronales (réseaux d'activations) communément activées au cours de ces interactions. Les symboles seraient multimodaux et intégreraient les informations perceptives, sensorielles, motrices et les états mentaux spécifiques au contexte, situation ou événement. Barsalou (1999) fait également une distinction entre concret et abstrait dans le sens où les concepts abstraits relèveraient davantage d'aspect situationnels/contextuels, relationnels, sociaux et introspectifs (voir aussi, Wiemer-Hastings et al., 2001 ; Barsalou et al., 2003a ; Barsalou et Wiemer-

² Dans ce cadre, tous les processus cognitifs (langage, raisonnement, catégorisation etc.) et processus corporels, affectifs, perceptifs et moteurs en lien avec le contexte (physique et sociale) sont par nature incarnée et ancrée dans la cognition (voir aussi Pezzulo et al., 2013)

Hastings, 2005 ; Niedenthal et al. 2005 ; Wilson-Mendenhall et al. 2011). Par exemple, Barsalou et Wiemer-Hastings (2005) ont demandé à des participants de donner des caractéristiques à des concepts abstraits (tel le mot *vérité*) ou concrets (tel le mot *oiseau*). Les résultats ont montré que les participants qualifiaient les concepts abstraits en évoquant particulièrement des situations/contextes, des relations, des caractéristiques sociales et/ou des états mentaux (par exemple, évoquer une situation où un enfant dit la vérité à sa mère suite à un accident avec son vase préféré), alors que les concepts concrets étaient plus basés sur des entités à caractéristiques concrètes (l'oiseau faisant référence aux ailes, aux plumes, etc.). Néanmoins, bien que les concepts abstraits puissent être dépendants du contexte, les concepts concrets comme abstraits auraient leur structure propre incarnée et ancrée dans un système de symbole perceptif.

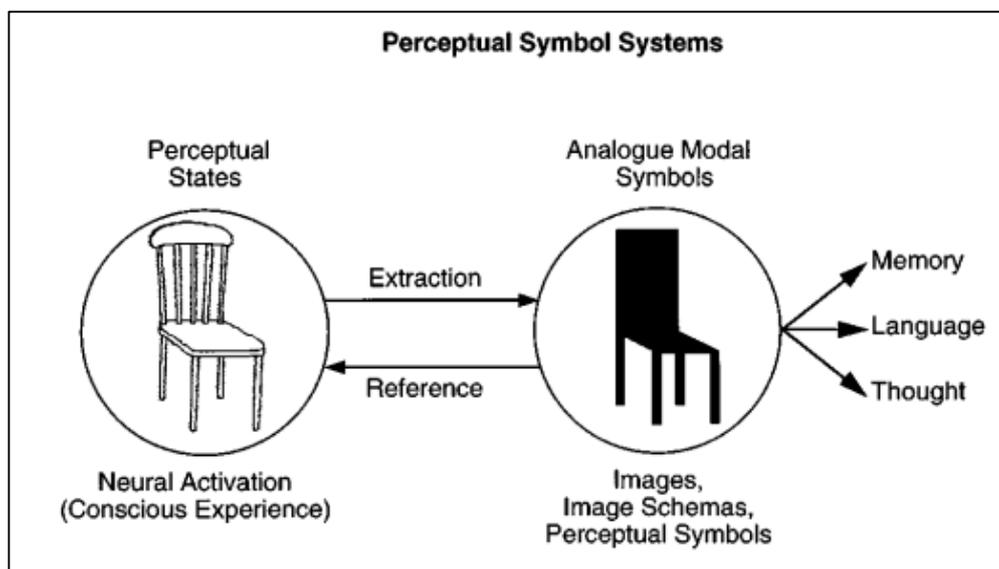


Illustration 1, extraite de Barsalou (1999). Notre interprétation : Cette illustration explique la manière dont un concept est stocké sous forme de symboles multimodaux. Par exemple, la représentation que l'on a d'un objet tel qu'une chaise serait intégré sous forme de symboles composés de l'image que l'on a de cet objet (par exemple le schéma "*support*"), attribuables à différentes possibilités d'actions (s'asseoir, monter dessus pour atteindre une chose en hauteur, poser un autre objet dessus, etc.), dans différents contextes, emmagasinées en mémoire avec sa dénomination (langage), et nos expériences antérieures de cet objet.

En effet, Barsalou (1999, 2008) met notamment l'accent sur l'état introspectif, c'est-à-dire l'attention portée à notre propre expérience subjective (par exemple, notre état mental et/ou émotionnel), comme jouant un rôle essentiel dans la représentation et la simulation des concepts. En ce sens, toutes expériences intrinsèques (sensori-motrices et affectives) et extrinsèques (contextuelles) seraient ancrées sous forme de symboles multimodaux. Ces expériences seraient réévaluées en fonction du contexte et des événements antérieurs qui les composent. En conséquence, ces expériences pourraient rendre compte directement du vécu d'un concept concret comme abstrait lorsqu'il est simulé. Par exemple, le concept abstrait d'*amour* pourrait être simulé par des symboles multimodaux associés à un ensemble

d'informations tel que la chaleur corporelle, les palpitations, un contexte de rendez-vous et toutes expériences antérieures relatives à une situation. De plus, cette simulation pourrait être activée lors de la compréhension d'un concept abstrait au travers du langage.

A noter qu'initialement, Barsalou (1999) ne considérait pas le langage comme nécessaire dans la simulation d'un concept. Toutefois, il finit par l'intégrer dans un type de représentation multiple en le considérant comme un outil servant de « *pointeur* », dirigé vers son entité, objet ou situation dont il fait référence (LASS « *Language and Situated Simulation* », *Langage et Simulation Située*, Barsalou, 2008). Selon la théorie LASS, le système linguistique aurait une reconnaissance rapide des mots permettant d'activer les connaissances expérientielles intégrées dans la mémoire à long terme par le système de simulation activant les aires cérébrales sensori-motrices (Barsalou, 2008). On peut notamment constater des *effets de congruence* au niveau comportemental dans une étude antérieure reliant un concept abstrait à des dimensions spatiales. En effet, Richardson et al. (2003) avaient pour but d'explorer l'activation des dimensions spatiales verticales et frontales lors de la compréhension de concepts abstraits et concrets. Leurs participants ont été invités à effectuer une tâche de détection de cible consistant à identifier l'emplacement d'une forme géométrique qui apparaissait soit sur l'axe vertical (en haut ou en bas de l'écran) soit sur l'axe frontal (à gauche ou à droite de l'écran). Juste avant la présentation de l'objet, les participants ont été exposés à une phrase qui contenait un verbe concret ou abstrait évoquant soit l'espace vertical (par exemple, *envoler, respecter*) soit l'espace frontal (par exemple, *pousser, se disputer*). Les résultats ont montré que le temps de détection de la cible était significativement plus court lorsque la position de la forme géométrique correspondait à l'espace évoqué par le verbe dans la phrase, que le verbe soit concret ou abstrait. Ces temps de détection plus courts correspondraient à un *effet de congruence* (spatial) associant la représentation d'un verbe abstrait et une dimension spatiale provenant hypothétiquement de l'expérience (vécue et répétée) contenues dans les symboles multimodaux. Ainsi, ces résultats fournissent une preuve comportementale convergeant avec l'utilisation de métaphores conceptuelles et de la projection spatiale (*cartographies métaphoriques*) des schémas d'images associés à des verbes abstraits (Lakoff et Johnson, 1980 ; Gibbs et Colston, 1995). Cependant, distinctement du cadre des métaphores conceptuelles, où le concept abstrait doit nécessairement être adossé à son référent concret (schéma d'image) et/ou à une référence langagière pour être compris, ici, l'abstrait serait directement fondé dans l'expérience du monde réel et vécue (symboles, suggérant un effet bidirectionnel de l'ancrage des concepts). En ce sens, un concept abstrait s'activerait en fonction de la situation et le langage ne servirait que d'outil de pointage activé parallèlement.

1.2.2.2 Simulation des schémas d'actions (*indexical hypothesis*, IH, Glenberg et Robertson, 2000)

Dans la continuité du cadre théorique général de la *grounded cognition*, Glenberg et Robertson (2000) proposent que la compréhension de phrases concrètes comme abstraites repose sur une simulation sensori-motrice des possibilités d'actions réalisables (cf. *hypothèse indexique*, Glenberg et Robertson, 2000). Pour démontrer cette hypothèse, Glenberg et Kachack (2002) ont développé le célèbre paradigme de l'ACE (*Action Compatibility Effect*) qui nécessite un mouvement de réponse réel provenant du corps. Dans leur expérience comportementale, Glenberg et Kaschak (2002) ont demandé à des participants de juger différents types de phrases tels que : des phrases concrètes impliquant implicitement un mouvement directionnel (par exemple : *ouvrir le tiroir, fermer le tiroir*); ou bien des phrases décrivant un transfert d'objet entre soi et une autre personne (par exemple : *Andy vous a livré une pizza; vous avez livré la pizza à Andy*), impliquant implicitement l'idée de *donner* ou *recevoir*. Les participants devaient ensuite juger sur l'axe sagittal du corps, le sens de la phrase en répondant sur un bouton de réponse soit proche de soi (vers soi), soit éloigné de soi (vers l'autre). A noter que les participants n'ont pas reçu d'indication de tenir compte de l'implication implicite de la direction du mouvement. Les réponses étaient soit congruentes (par exemple: loin de soi pour l'idée de *donner*, et proche de soi pour l'idée de *recevoir*), soit incongruentes avec la direction de l'action implicite que les phrases sollicitaient. Les résultats ont montré un *effet de congruence* (spatial et moteur) avec des temps de réponses plus courts lorsque l'action motrice et le sens de la phrase implicite sont congruents, plutôt que l'inverse. Cela suggère que les participants ont simulé mentalement l'action de la phrase (aussi bien concrète qu'abstraite) facilitant la préparation et l'exécution spatiale et motrice. Ces résultats ont notamment été corroborés en utilisant une méthode de stimulation magnétique transcrânienne (TMS) sur le faisceau corticospinal contrôlant les muscles de la main, avec des réponses motrices modulées par des phrases concrètes et abstraites congruentes (Glenberg et al., 2008).

Ainsi, de manière analogue au *mécanisme de manipulation de symboles modaux* (PSS, Barsalou 1999), Glenberg et Kaschak (2002) mettent principalement l'accent sur la composante motrice de l'ancrage des concepts, c'est-à-dire une simulation directe de schéma d'actions auquel le concept abstrait fait implicitement référence. Cela suggère que les deux types de concepts reposent sur les mêmes processus, *automatiques* et non forcément conscients, fondés sur la perception, l'action et l'émotion. Ce paradigme ACE est particulièrement utilisé dans la littérature afin d'identifier des phénomènes incarnés. En outre, le paradigme ACE a longtemps fait ses preuves et bénéficie d'un soutien empirique conséquent (voir Morey et al., 2021 pour une revue de littérature). Cependant, il est à noter que l'étude récente de Morey et al. (2021) n'a pas réussi à répliquer les résultats attendus du paradigme ACE suivant le même principe que l'étude de Glenberg et Kaschak (2002). Toutefois, cette étude a modifié

des paramètres expérimentaux qui par hypothèse pourraient avoir un impact sur la compréhension des phrases et/ou l'action motrice (par exemple, la disposition de la tâche, des variations du paradigme, des participants de différente culture, langue, habitude motrice, etc.). Néanmoins, cette étude pose des doutes quant à l'implication d'autres types de processus activés et de réseaux impliqués dans la compréhension du sens de l'abstrait.

Par ailleurs, le développement du cadre *simulationnistes* s'entrecroisent généralement avec les études portant sur la mise en lumière de l'incarnation des émotions. En l'occurrence, les mécanismes sous-jacents à la représentation des émotions et les processus sensori-moteurs sont supposés les mêmes, simulant et reconstituant les expériences/interactions réelles et vécues avec l'environnement (Wilson et al., 2011). Ce parallèle a notamment contribué à appuyer une vision *forte* de la cognition incarnée comme impliquant intrinsèquement le système émotionnel et sensori-moteur de manière *automatique* et *inconsciente* (Solarz, 1960 ; Cacioppo et al., 1993 ; Chen et Bargh, 1999). On peut noter que des preuves empiriques témoignent que les émotions correspondent à des activations neuronales et physiologiques propres à leur expression (Damasio et Damasio, 1994 ; Ledoux, 2000 ; Niedenthal et al., 2001 ; Bastiaansen et al 2009). En outre, les émotions peuvent engendrer des comportements de type motivationnel d'approche et d'évitement, impliquant notamment des structures cérébrales sous-corticales comme l'amygdale (Berridge, 2019 ; Cromwell et al., 2020 ; Smith et Torregrossa, 2021). L'étude des émotions, avec son nombre incommensurable de modèles et de théories disponibles afin de les comprendre en termes d'émotion de base, d'évaluation, de construction psychologique ou de construction sociale (pour une revue, voir Gross et Barrett, 2011), dépasse le cadre de cette thèse. Toutefois, on peut spécifier que les émotions sont communément admises comme étant profondément incarnées dans leur dimension concrète, c'est-à-dire directement observable et ressentie telle que par exemple les expressions faciales et les attitudes sociales (Niedenthal et al. 2005 ; Havas et Glenberg, 2007 ; Niedenthal et al., 2009). Par ailleurs, la plupart des études expérimentales sur les émotions utilisent des images, des sons, des odeurs mais également des mots émotionnels comme stimuli. En l'occurrence, l'utilisation de stimuli émotionnels permettrait également de faire émerger une dimension plus abstraite et subjective, c'est-à-dire le concept de VALENCE ÉMOTIONNELLE, qui est une des dimensions associées à l'étude des émotions (Fontaine et al., 2007). Le concept de VALENCE ÉMOTIONNELLE est d'ailleurs l'un de nos deux concepts d'intérêt avec le concept de TEMPS. Cependant, suivant *l'hypothèse indexique* de Glenberg et Robertson (2000), la compréhension d'un concept autant concret qu'abstrait activerait des schémas d'actions de manière *automatique* et *inconsciente*. Néanmoins, cette considération uniquement motrice soulève également le débat, quant aux processus impliqués soutenant l'action, lors d'un jugement conceptuel.

1.2.2.3 Affect et concept (*Affective Embodiment Account*, AEC, Kousta et al., 2009)

En lien avec les émotions mais de manière plus spécifique à l'acquisition du sens au travers le langage, on peut parallèlement trouver un cadre *affectif de la sémantique des concepts* (*Affective Embodiment Account*, AEC par exemple Kousta et al. 2009, 2011 ; Vigliocco et al. 2013 ; Vinson et al, 2014; Vigliocco et al., 2014). De manière complémentaire au cadre « général » *simulationniste*, Kousta et al. (2009) suggèrent que les concepts concrets seraient particulièrement acquis grâce aux expériences perceptives et motrices. Par exemple, la *luminosité* (mot concret : *brillant* versus *sombre*) est directement perceptive dans le flux d'informations visuels. En outre, les concepts abstraits reposeraient, quant à eux, davantage sur des expériences affectives, permettant ainsi de justifier leur ancrage dans le système sensori-moteur et émotionnelle. Par exemple, un concept abstrait tel l'*agréabilité* (mot abstrait : *aimer* versus *détester*) ferait référence à des expériences émotionnelles intrinsèques vis-à-vis d'un objet, d'une situation, d'un lieu, etc. En conséquence, l'AEC suggère que le développement émotionnel joue un rôle crucial dans l'acquisition du sens. En l'occurrence, Kousta et al. (2011) ont mis en évidence un avantage de temps de traitement des concepts abstraits par rapport aux concepts concrets dans une tâche de décision lexicale. C'est-à-dire qu'en contrôlant des paramètres de théories classiques du langage (telles que l'*imaginabilité*, *théorie du double codage*, Paivio, 1986 ; et la *disponibilité du contexte*, Schwanenflugel et al., 1988), ainsi que l'âge d'acquisition conceptuelle, Kousta et al. (2011) ont montré qu'à condition égale les mots abstraits émotionnels étaient traités plus rapidement que les mots concrets. De plus, Vigliocco et al. (2014) ont également montré que les concepts abstraits émotionnels sont acquis plus tôt que les concepts abstraits neutres. En outre, Kousta et al. (2009, 2011) suggèrent que l'implication émotionnelle n'est pas une caractéristique limitée aux mots émotionnels et qu'elle peut s'étendre à de nombreux concepts (voir Vinson et al. 2014 pour une vision similaire). En ce sens, différents types de concepts, c'est-à-dire qu'il s'agisse d'un concept concret (par exemple le concept de *luminosité*, positif-*brillant*, négatif-*sombre*) ou d'un concept abstrait (par exemple le concept d'*agréabilité*, positif-*aimer*, négatif-*détester*), pourraient activer le réseau sensori-moteur et une implication émotionnelle. En conséquence, des différences de temps de traitement (telles que les effets de congruence) pourraient être liées à l'activation du réseau sensori-moteur et affectif lors de la compréhension de stimuli linguistiques comparativement à des mots considérés comme « neutres » (concret ou abstrait).

Par ailleurs, au niveau neural, les mots émotionnels comparativement à des mots neutres rendraient également compte d'une activation de la compréhension sémantique (Kuchinke et al., 2005 ; Nakic et al., 2006; Ziegler et al., 2018). Cette activation peut suggérer une simulation sensori-motrice de l'état

émotionnel et/ou plus généralement une activation du système nerveux autonome. De plus, dans une tâche de vérification de propriétés d'un mot, Vermeulen et al. (2007) ont notamment montré un changement de « coût cognitif » au niveau des effets de congruence. En effet, dans leur expérience, les participants devaient répondre à des paires de mots associés à une dimension sensorielle (visuelle, tactile, gustative) ou émotionnelle (positive, neutre, négative), telles que ARAIGNEE – noire ; COUPLE – heureux ; ou encore CHEDDAR – orange. Les résultats ont montré que lorsque deux traits de la même dimension sont associés, les réponses étaient plus rapides plutôt que lorsqu'il s'agissait de deux dimensions différentes (qui entraînaient alors un coût cognitif plus élevé, « switching cost » Vermeulen et al., 2007). En conséquence, ces résultats peuvent appuyer l'idée qu'une simulation de la dimension activée permettrait de la comprendre plus rapidement, ou bien que la compréhension d'un état sensoriel et émotionnel entraîne la simulation de l'état corporel associé. Ce cadre *affectif de la sémantique des concepts* ajoute donc une caractéristique émotionnelle à l'ancrage des concepts abstraits au travers du langage. En outre, ce cadre est intéressant dans cette thèse car un de nos concepts d'intérêt est la VALENCE ÉMOTIONNELLE. Par voie de conséquence, on pourrait faire l'hypothèse que l'ancrage émotionnel des concepts pourrait avoir des implications sur notre second concept d'intérêt, à savoir le TEMPS (voir chapitre 4). Par ailleurs, la tendance actuelle est de faire valoir une similarité ou un continuum d'effet d'abstraction des concepts plus qu'une dichotomie nette (Borghgi et al., 2017). Néanmoins, en accord avec la revue critique de Borghgi et al. (2017), ces considérations théoriques énoncées jusqu'à présent, ne seraient pas suffisantes pour rendre compte de l'ensemble des concepts abstraits. En effet, aucune théorie dans le cadre général *simulationniste* ne considère réellement le rôle du langage dans la compréhension et l'élaboration conceptuelles. Ainsi, Borghgi et al. (2017) tentent d'unir ces différentes approches dans un cadre étendu de la cognition incarnée.

1.2.3 Le cadre étendu de la cognition incarnée : une approche modale de représentations multiples

La *théorie des mots comme outils sociaux* (WAT, *Word As social Tools*, Borghgi et Cimatti, 2009 ; 2010 ; Borghgi et al., 2013; Borghgi et al. 2017) met l'accent sur le rôle du langage et du contexte social dans la compréhension conceptuelle. Toutefois, le réseau linguistique serait mêlé aux expériences sensori-motrices dans l'acquisition du sens fondé des concepts abstraits. Pour Borghgi et al. (2017), les concepts concrets comme abstraits tirent leurs origines à la fois des expériences perceptives/motrices et linguistiques/sociales (multiples et modales) suivant un continuum d'abstraction. La compréhension de concepts concrets pourrait se baser directement sur des mécanismes associatifs entre un mot et son référent perceptivo-moteur. Selon Borghgi et al. (2017), les concepts abstraits se développeraient plus tardivement, avec l'hypothèse qu'une quantité suffisante de mots soit apprise et acquise au préalable

au cours du développement de l'enfant, pour ensuite réussir à mettre en lien des mots plus sophistiqués (association de mots). Ainsi, d'une part, une compétence linguistique serait nécessaire à l'acquisition du sens de l'abstrait, d'autre part, WAT met l'accent sur le rôle du développement des compétences sociales (Borghi et Cimatti, 2009 ; Borghi et Binkofski, 2014). La dimension sociale correspond au développement de certaines compétences, telles que la capacité à suivre le regard des autres ou encore l'attention conjointe (par exemple, Tomasello et Akhtar, 1995 ; Carpenter et al., 1998). On peut notamment retrouver ces compétences sociales dans le domaine de la psychologie du développement avec, par exemple, la *Théorie de l'esprit* (*Theory of Mind, ToM*, pour son origine voir Premack et Woodruff, 1978 ; et aussi Duval et al., 2011). En outre, notre environnement social, que ce soit au travers d'expériences comportementales (Niedenthal, 2009), que des expériences linguistiques (associations conceptuelles) transmettent du sens. En l'occurrence, une des hypothèses de WAT est que les concepts concrets comme abstraits activeraient les aires sensori-motrices, mais que les concepts abstraits activeraient davantage les zones intégrant le système de traitement du langage ; appuyant ainsi l'idée que le langage joue un rôle important et non juste un rôle de « pointeur » (Barsalou, 2008) dans la compréhension conceptuelle. A l'appui de WAT, on trouve notamment l'étude de Sakreida et al. (2013) utilisant la technique d'IRMf avec des résultats montrant l'activation des aires sensori-motrices (gyrus frontal inférieur gauche) pour les concepts concrets (par exemple le mot « gâteau ») et abstraits (par exemple, le mot « thème »). Néanmoins, les aires impliquées dans le traitement du langage seraient plus intensément activées lors de la compréhension d'un concept abstrait (gyrus temporal moyen gauche, voir Figure 2 de Sakreida et al., 2013). Ces résultats peuvent donc conforter l'hypothèse de l'implication des informations langagières et sociales dans la compréhension conceptuelle. Par ailleurs, considérer ces informations linguistiques et sociales permettrait d'expliquer des effets de congruence d'origine culturelle de manière incarnée (Borghi et al., 2017). En conséquence, les travaux de Borghi et al., (2017) soutiennent l'idée que des représentations multiples et modales, telles que les informations linguistiques, sociales et sensori-motrices, s'activeraient lors d'une compréhension conceptuelle.

Pour résumer, nous constatons que chaque cadre et théories incarné défend des points particuliers (réseaux linguistiques, perceptifs, moteurs, émotionnels, etc.). Toutefois, on remarque également que toutes ces théories s'accordent pour appuyer une vision incarnée de l'élaboration et de la compréhension conceptuelle. Ainsi, en accord avec Borghi et al. (2017), nous suggérons que la conceptualisation de l'abstrait repose sur une activation de représentations multiples et modales de nos diverses expériences entretenues avec l'environnement. Néanmoins, une critique majeure qui se heurte à une approche incarnée de la cognition est d'amener des preuves d'activation conceptuelle de l'abstrait de manière similaire aux concepts concrets (Mahon et Caramazza, 2008).

1.3 INTERCONNEXION LANGAGE-MOTRICITE ET LE CORPS COMME REFERENTIEL SPATIAL

1.3.1 Co-activation du réseau linguistique et sensori-moteur

L'engouement scientifique autour d'une approche incarnée de la cognition a permis d'apporter de nombreuses preuves au niveau cérébral et comportemental de l'activation des aires cérébrales sensori-motrices simulant la compréhension des concepts au travers du langage (Gentilucci 2003b ; Hauk et al. 2004 ; Pulvermüller, 2005 ; Zwaan & Taylor, 2006 ; Fischer et Zwaan, 2008 ; Aziz-Zadeh et Damasio, 2008 ; Glenberg et Gallese, 2012 ; Zwaan 2015). Par exemple, Pulvermüller (2005) a montré une activation réciproque entre la compréhension d'un concept (par exemple un verbe « cueillir ») et l'activité motrice (activation des aires motrices associées à la main et au bras), voir **Illustration 2** ci-dessous. Selon cet auteur, le langage et sa compréhension sont intrinsèquement reliés à nos propres actions entretenues avec ces concepts compris et appris au cours du temps. Ainsi, l'activation sensori-motrice témoignerait d'un lien conceptuel et d'une simulation entre l'action qu'évoque le concept et la motricité associée. Selon Pulvermüller et al. (2005), l'apprentissage par association du concept avec la réalité vécue serait à la base de la co-activation de différents neurones renforçant leur connexion et entraînerait un assemblage cellulaire fonctionnel.

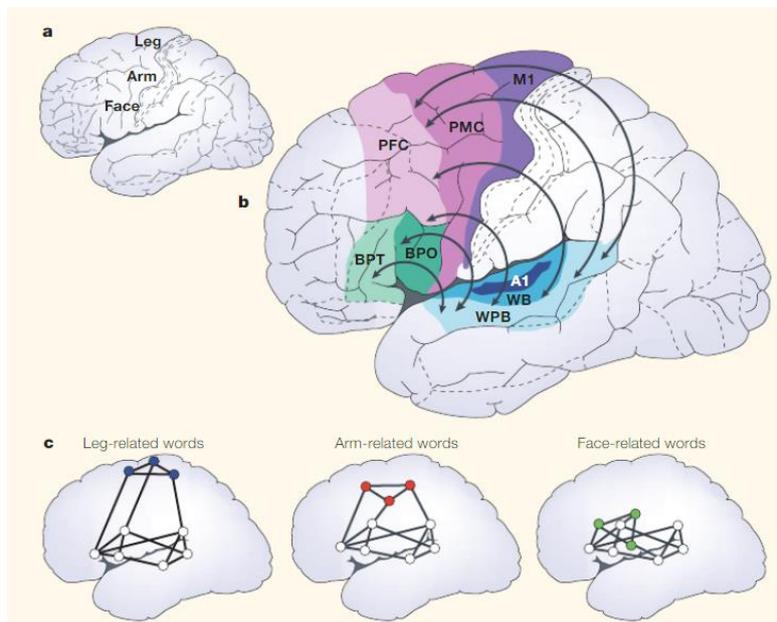


Illustration 2, extraite de Pulvermüller et al. (2005). Cette illustration montre les connexions entre le langage et l'action. A) correspond à la localisation approximative de l'activité motrice (cortex moteur et prémoteur) du visage, de la main et du bras, et du pied et de la jambe. B) liens corticaux entre le langage et les systèmes d'actions avec A1 (région centrale du cortex auditif primaire), BPO et BPT (aire de Broca associée à la production du langage), M1, PFC et PMC (associé au système moteur, cortex moteur et prémoteur), WB et WPB (associé au traitement des mots entendus dans l'aire de Wernicke). C) Modèle d'interaction sémantique du traitement de mots d'action en lien avec des parties du corps (par exemple, « lécher » associé à l'activation du visage, « cueillir » à l'activité du bras/main, et « coup de pied » à l'activité de la jambe).

Plusieurs études fournissent des résultats substantiels de l'impact de la compréhension linguistique comme résultant d'une simulation mentale, et l'illustrent à travers l'activation des aires sensori-motrices. Par exemple, Gentilucci (2003b) a mesuré l'effet de la lecture automatique des adjectifs (« latéral » et « haut ») et des verbes conjugués à l'impératif (« lève » et « place »), sur le contrôle moteur (mouvement de préhension ou de déplacement d'un objet). Les résultats montrent un effet de la lecture sur le contrôle moteur pour les verbes associés à un mouvement/déplacement. Dans le même ordre d'idée, l'étude de Hauk et al. (2004) témoigne que les verbes associés à un mouvement de la tête (*lick* : lécher), de la main (*pick* : ramasser) ou du pied (*kick* : coup de pied) activent le cortex prémoteur de ces parties du corps. De même, au niveau comportemental, en utilisant une méthode d'eye-tracking (étude de l'oculomotricité), Spivey et al. (2000) ont montré qu'en fonction de l'objet évoqué (par exemple : un gratte-ciel) on trouve des mouvements oculaires associés à la direction de l'objet (regard vers le haut). De plus, on constate que dans des tâches de décisions lexicales, des verbes (d'action, directionnels) faisant référence à des expériences corporelles sont traités plus rapidement que les autres (Sidhu et al., 2014). Tout comme les verbes/mots émotionnels sont plus rapidement traités (voir sections 1.2.4).

En l'occurrence, il s'agit ici de la compréhension de verbes/mots principalement d'action implicitement dirigée spatialement, qui produit des *effets de congruence* spatiale (Richardson et al. 2003) et motrice (Glenberg et Kaschak, 2002). En conséquence, la richesse et le développement de la littérature participe au fait que l'on peut légitimement se demander, si en évoquant le TEMPS et la VALENCE ÉMOTIONNELLE au travers du langage, notre comportement moteur pourrait refléter un *effet de congruence* spatiale ET motrice (la direction spatiale du mouvement provenant de notre corps). Ces effets de congruence pourraient hypothétiquement rendre compte de l'expérience vécue de nos interactions avec l'environnement soutenant leur abstraction. En effet, concernant des mots purement abstraits, bien qu'ils engagent plus intensément le système lié au traitement du langage, il n'empêche qu'ils sollicitent également le système sensori-moteur (section 1.2.5, Shareika et al. 2013). Cependant, selon Mahon et Caramazza (2008) les éléments de preuves (neuroscientifiques et comportementales) amenés dans le cadre de la cognition incarnée pourraient ne résulter que d'une simple activation en cascade des différents processus relatifs à un certain niveau d'abstraction. Ces auteurs suggèrent que l'activation sensori-motrice ne serait alors qu'un épiphénomène plutôt que consubstantielle de notre représentation mentale des concepts abstraits. Néanmoins, les études neuroscientifiques soutenant que les connaissances conceptuelles encodent et stockent les informations sensori-motrices et affectives de chaque concept se multiplient et sont toujours actuelles (Voir l'étude récente de Fernandino et al.,

2022). De plus, des effets de congruence sont également appuyés par de nombreuses études comportementales, et de fait, nous considérons que l'on ne peut nier l'interconnexion entre compréhension et action (cognitive et corporelle). Ainsi, une adéquation entre la compréhension d'un concept et l'action corporelle qui lui serait associée permet d'appuyer l'idée qu'une activation sensori-motrice est sous-jacente aux effets de congruence dans la compréhension conceptuelle. Dans le cadre de cette thèse, nous soutenons que le mouvement réel provenant de notre corps est un élément essentiel à considérer permettant d'explorer cette hypothèse et de mettre en évidence l'incarnation de nos deux concepts d'intérêt.

1.3.2 Le mouvement pour la compréhension et l'expression des concepts

Les recherches scientifiques mettent souvent en relation les processus cognitifs (telle la compréhension de mots/phrases) avec l'activation des réponses corporelles (telle l'activation des aires sensori-motrices et les réponses comportementales). Néanmoins, il serait négligent dans une approche incarnée de ne pas considérer l'interconnexion sensori-motrice en montrant la réciproque ; à savoir, l'effet de l'activation motrice sur les processus cognitifs. En effet, nous faisons constamment des mouvements dans la vie de tous les jours. Nous développons entre autres notre « *bagage moteur* » et nos diverses connaissances et compétences par imitation et apprentissage (Thelen et Smith, 1994). Le cortex moteur est impliqué dans le contrôle et la planification des mouvements volontaires (dirigés vers un but, tels des mouvements de saisie et d'atteinte) et est notamment le siège des neurones miroirs (Gallese et al., 2004 ; Rizzolatti et Sinigaglia, 2008 ; Rizzolatti et Sinigaglia, 2015) nous permettant d'appréhender les comportements d'autrui, de comprendre le but des actions, d'identifier les intentions et les émotions, etc. Le mouvement perçu et exécuté jouerait ainsi un rôle déterminant dans l'intégration des connaissances, la compréhension, et l'expression des concepts.

Par ailleurs, il a été montré que l'observation de gestes de la main peut également activer des régions du cortex moteur impliquées dans le contrôle des mouvements de la main, ainsi que des régions impliquées dans la production et la compréhension du langage (Gentilucci et Corballis, 2006 ; Willems et al., 2007). Wilson et Gibbs (2007) ont notamment examiné la compréhension des métaphores chez un groupe de participants après avoir effectué un mouvement corporel réel ou imaginé, avant la présentation de métaphores du type « saisir un concept » (métaphore qui peut être associée à un mouvement de saisie). Les participants devaient exécuter ou imaginer un mouvement corporel lié au mouvement impliqué dans la métaphore qui allait suivre. Les résultats ont montré que la compréhension des métaphores était améliorée lorsque les participants avaient effectué ou imaginé un mouvement corpo-

rel cohérent avec la métaphore qui suivait. En revanche, lorsque des mouvements corporels incongruents précédaient les métaphores, les participants avaient plus de difficultés à interpréter ces métaphores. Dans les études gestuelles, il est considéré que les gestes corporels agiraient comme une « *extension de la cognition* » facilitant la compréhension (Goldin-Meadow et Beilock, 2010 ; Kang et Tversky, 2016). Ces derniers participeraient entre autres à renforcer des apprentissages conceptuels, la mémoire et faciliteraient la résolution de problèmes tels que les mathématiques et la physique (Goldin-Meadow, 2003 ; Alibali et Nathan, 2007 ; Chu et Kita, 2008 ; Novack et al., 2014 ; Goldin-Meadow et al., 2017). Par exemple, Jamalian et al. (2013) ont montré que les gestes de la main pendant le rappel spatial ont un impact positif sur les performances de mémoire. Les participants devaient apprendre des descriptions d'environnements complexes, puis, il leur était posé des questions pour restituer les différents éléments de ces environnements. Les résultats ont montré que les participants qui utilisaient des gestes pendant le rappel spatial se sont montrés plus précis et ont réussi à se souvenir de plus d'informations par rapport à ceux qui n'avaient pas effectué de gestes. Ces gestes permettent également de restituer les éléments dans l'espace. De plus, dans des situations d'échange interculturel, les gestes peuvent aider à clarifier la communication (McNeill, 1992), permettant de décrire le contenu que l'on cherche à expliquer. Également, en fonction de la culture et de la manière dont le corps entretient une interaction avec l'environnement, la gestuelle qui accompagne le langage (gestes de coparole) peut communiquer l'incarnation de concepts abstraits (Nunez et Sweetser, 2006 ; Casasanto et Jasmin, 2010 ; 2012 ; Zhatin-Zadeh et al., 2023). Par exemple, l'étude récente de Zhatin-Zadeh et al. (2023) s'est intéressée au concept abstrait d'*espoir* au travers d'entretiens dirigés autour de la question « qu'espérez-vous réaliser à l'avenir ? ». Ils ont enregistré et codé les réponses vocales (mots prononcés : espoir) avec les réponses corporelles/gestuelles (gestes métaphoriques) qui leur étaient associées. Leurs résultats ont montré que les participants réalisaient des mouvements de sourcils vers le haut, des mouvements de tête vers la droite et des mouvements de la main vers l'avant, lorsqu'ils parlaient d'*espoir*. Selon Hostetter et Alibali (2008), le geste serait « *l'incarnation visible* » d'une simulation mentale littérale ou métaphorique attribuable à différents types de gestes (pour une taxonomie voir, par exemple McNeill, 1992). Ainsi, en plus de permettre une meilleure intégration et compréhension, le mouvement/geste corporel traduirait la profondeur de notre pensée, témoignant d'autant plus de l'interconnexion entre langage et motricité pouvant s'influencer et fusionner dans l'élaboration, la compréhension et la communication des concepts abstraits (voir aussi la revue de Tversky et Jamalian, 2021).

Dans le cadre de cette thèse, nous faisons l'hypothèse que le mouvement provenant de notre corps est représentatif de l'activation de représentations multiples et modales, suggérant notamment que les

concepts puissent être fondés dans et par ce dernier. En outre, si d'un côté, le cadre des métaphores conceptuelles (notamment *les métaphores d'orientation spatiale*, Lakoff et Johnson, 1980, section 1.2.1) suggère que nous cartographions les concepts abstraits sur la base de concepts concrets tels que l'espace. De l'autre, dans un cadre générale *simulationniste*, au-delà de l'usage du langage pour conceptualiser et comprendre les concepts abstraits, notre environnement et nos expériences seraient riches par elles-mêmes d'informations (Barsalou, 1999 ; Glenberg et Robinson, 2000). Ainsi, nous supposons que notre extraordinaire capacité en tant qu'êtres humains à structurer, hiérarchiser, évaluer, catégoriser et projeter nos connaissances permettrait d'adosser les concepts abstraits aux différentes dimensions de l'espace (vertical, sagittal et frontal, Tversky et al., 1999, voir aussi l'étude récente de Bottini et Doeller, 2020). En outre, la cognition spatiale s'avère également appuyer une vision incarnée de la cognition, notamment lorsque l'on considère notre corps comme référentiel de nos interactions avec l'environnement.

1.3.3 Les dimensions spatiales et corporelles adossées aux concepts abstraits

« *Si nous étions des créatures non symétriques flottant dans un milieu liquide sans haut ni bas, ni droite ni gauche, ni devant ni derrière, la signification de notre expérience corporelle serait assez différente de la façon dont nous donnons réellement un sens aux choses. En raison de notre incarnation particulière, nous projetons à droite et à gauche, devant et derrière, de près et de loin, à travers l'horizon de nos interactions perceptives* » (Turner, 1991 ; voir aussi, Johnson 2017, p.128).

Selon Taylor et Tversky (1992) la connaissance spatiale provient de l'expérience que l'on a avec le monde. Suivant une approche incarnée, se déplacer (percevoir et agir) dans l'espace, ainsi qu'intégrer des modalités perceptivo-motrices et affectives de l'environnement s'inscrit entre autres dans le fait d'avoir un corps constitué de trois axes corporels (cf. **Illustration 3**) : vertical (tête/pied, haut-bas), sagittal (avant-arrière) et frontal (gauche-droite). Selon Tversky (1999), bien que notre corps soit relativement symétrique, les dimensions spatiales relatives aux modalités perceptivo-motrices suivant nos axes corporels correspondraient à différents degrés de saillance (pertinence, accessibilité), d'intégration et de rappel des éléments qui nous entourent. Par exemple, dans l'expérience de Franklin et Tversky (1990), les participants devaient lire des descriptions spatiales d'objets entourant le corps tels que : « directement derrière vous se trouve une plaque de bronze [...] au-dessus de vous se trouve un haut-parleur fixé sur le plafond du théâtre... ». Après les avoir apprises, il leur était demandé de se positionner mentalement face à un objet particulier des phrases énoncées, modifiant ainsi l'emplacement des autres objets vis-à-vis du corps. Ils devaient ensuite nommer le plus rapidement possible

l'objet qui se trouvait dans la direction demandée. Les résultats ont indiqué que les temps de réponses pour les objets concrets situés dans l'axe vertical étaient plus rapides à localiser, suivis de ceux le long de l'axe sagittal, puis de l'axe frontal. Ces résultats suggèrent une certaine asymétrie cognitive des dimensions spatiales qui correspondrait à une plus grande saillance perceptive d'une dimension par rapport à une autre (Tversky et al., 2008). En outre, les différents travaux de Tversky et al. (2008) suggèrent que la cognition spatiale peut être incarnée, et l'axe vertical (tête/pied, haut/bas) correspondrait à la dimension la plus saillante de notre environnement, du fait d'une intégration perceptive asymétrique dépendante de la gravité. L'axe sagittal (avant-arrière) correspondrait à la deuxième dimension asymétrique la plus saillante, séparant « le monde de ce qui peut être vu et manipulé » (avant) du « monde de ce qui ne peut être vu ou manipulé facilement » (arrière). L'axe frontal serait à première vue relativement symétrique, le rendant moins discriminant et saillant pour le rappel spatial.

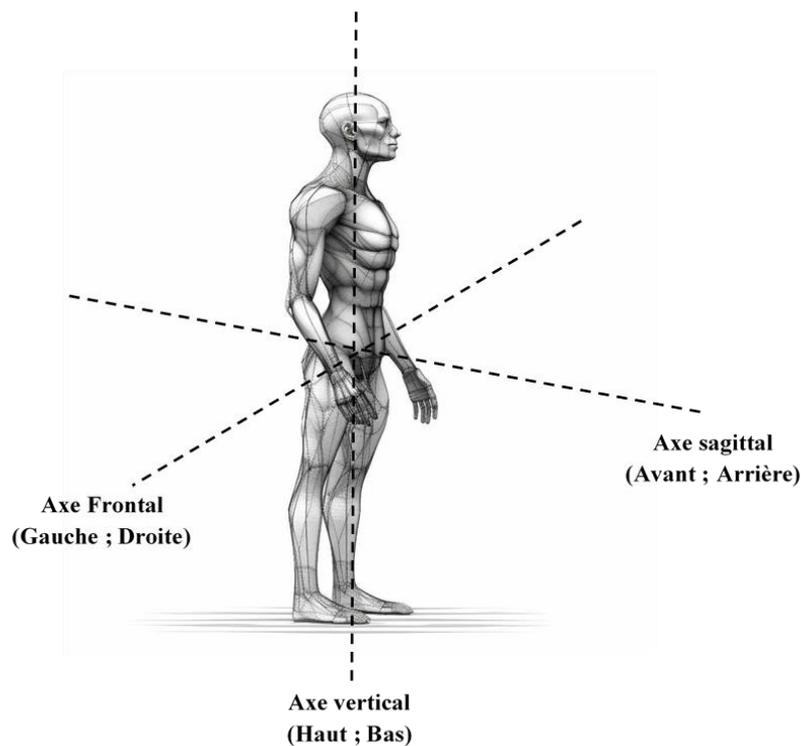


Illustration 3 Illustration des trois principaux axes corporels, dans un référentiel spatial « égo-centré » (centré sur le corps). Cette illustration est une création issue d'un outil de génération d'images utilisant une intelligence artificielle et soumise aux droits d'auteurs, élaborée par Tiffanie BERNIER et Yann KLUTCHENKO.

Cette capacité de rappel spatial des objets concrets, différenciée en fonction des axes corporels, illustre notre utilisation de chaque *cadre de référence spatial*³ pour localiser et mémoriser les éléments qui nous entourent (Bottini et Doeller, 2020). Il s'agit ici de référentiels spatiaux dit égo-centrés (centrés sur soi) nous permettant de situer des éléments par rapport à notre corps. Ces référentiels égo-centrés sont à distinguer des référentiels allocentrés centrés sur l'environnement (par ex., les poissons qui nagent *sous la surface de l'eau*), ou les éléments de l'environnement (par ex., la distance qui sépare *les pare-chocs de deux voitures qui se suivent*). Suivant la logique des différents travaux de Tversky, la pensée abstraite pourrait se former et se développer au travers des organisations spatiales du monde (analogiquement associées à des points, des lignes, des graphiques, des diagrammes, des chronologies, etc., Tversky et al., 2000) favorisant la visualisation, la compréhension et l'inférence. Ainsi, les propriétés de l'espace s'étendraient sur les attributs conceptuels (idée inspirée de l'approche « *Extended mind* », Clark et Chalmers, 1998, et des travaux autour des *modèles mentaux*, Johnson-Laird, 1983). Autrement dit, un concept serait mentalement « *mappé sur* », c'est-à-dire « *mis spatialement en correspondance avec* », des dimensions spatiales dans lesquelles s'expriment sa signification et sa représentation. Ainsi des concepts abstraits seraient associés à des cartographies et/ou à des images spatiales dans un cadre de référence (Bottini et Doeller, 2020). De nombreuses études ont notamment témoigné d'un *effet de congruence* spatiale ou d'association libre entre un concept abstrait tel le TEMPS, la VALENCE ÉMOTIONNELLE, la QUANTITÉ, la DURÉE partageant des propriétés physiques relatives à la représentation concrète de l'espace (Tversky et al., 1991; Dehaene et al., 1993 ; Meyer et Robinson, 2004 ; Woodin et Winter, 2018 ; Winter et Duffy, 2020 ; Pitts et Casasanto, 2022). Par exemple, Woodin et Winter (2018) ont demandé à des participants dans une tâche d'association libre, de placer des chiffres (tels que: 1, 2, 3) ou bien des mots (tels que *moins, plus*) symbolisant le concept de QUANTITÉ, sur une feuille représentant les différents axes de l'espace. Ils ont montré que l'espace et la QUANTITÉ peuvent être associés suivant une ligne numérique mentale provenant de nos interactions avec l'environnement, telle que les tableaux et frises accrochés aux murs de classe de maternelle pour apprendre à compter de gauche (petit chiffre, le -) à droite (grand chiffre, le +). Cette même ligne numérique mentale peut également être représentée verticalement (et par rotation mentale être orientée sagittalement), par exemple tel un repère orthonormé en mathématique (l'axe Y devient *vertical* dans le référentiel de la feuille de papier sur la table, et aussi dans le référentiel de la tête de l'observateur avec des yeux orientés vers le *haut de la tête*). Ce *mapping spatial* converge notamment

³ Un cadre de référence spatial est « un système de relations consistant à localiser les objets, les points de référence et les relations spatiales qui peuvent exister entre eux-ci » (d'après Shelton et Mac Namara, 2001)

avec la *cartographie métaphorique* de la théorie des métaphores conceptuelles (LE PLUS EST EN HAUT, LE MOINS EST EN BAS, Lakoff et Johnson, 1980, section 1.2.1). Ainsi, les concepts abstraits peuvent être encodés dans des *modèles mentaux* constitués d'images spatiales (Bottini et Doeller, 2020) au sein d'une tâche, reflétant nos interactions physiques, perceptives et affectives avec le monde. Dans le cadre de cette thèse nous ferons référence à ce que l'on a choisi d'appeler le « *mapping conceptuel* » (congruent ou incongruent) de l'activation sensori-motrice et affective associé à la conceptualisation du TEMPS et de la VALENCE ÉMOTIONNELLE.

Une l'occurrence, la question de l'incarnation spatiale des concepts abstraits fait toujours débat (pour une revue, lire Dutriaux et Gyselinck, 2016, pages 419 - 465). Toutefois, le fait de considérer le corps comme référentiel (égocentré) amène une dimension fonctionnelle à la spatialisation des concepts permettant de guider l'action, et par conséquent les rend susceptibles d'activer les aires sensori-motrices simulant la motricité associée. Autrement dit, nous faisons l'hypothèse qu'en considérant le corps comme référentiel de nos interactions perceptivo-motrices et affectives, notre mouvement corporel associé à la compréhension des concepts abstraits devrait refléter des *effets de congruence* (spatiaux et moteurs) spécifiques à nos expériences vécues avec chaque concept. Néanmoins, utiliser les structures spatiales dans la mise en lumière de l'incarnation des concepts pourrait être associé à des effets de congruence *alternatifs* d'ordre « *linguistique* » ou encore « *structurel* », c'est-à-dire non nécessairement *expérientiel*. En outre, des processus attentionnels inhérents à une tâche pourraient entraver la mise en lumière d'une activation conceptuelle.

1.4 L'ACTIVATION DES CONCEPTS : DES EFFETS DE CONGRUENCE CONTROVERSE

A l'instar de la *théorie des métaphores conceptuelles* (Lakoff et Johnson, 1980, 2003) ont découlé différentes interprétations quant aux *effets de congruence* attendus dans les études comportementales du lien concret-abstrait. En effet, certains auteurs interprètent la *théorie des métaphores conceptuelles* comme suggérant un lien asymétrique et/ou unidirectionnel entre concret et abstrait, c'est-à-dire que l'activation d'une *cartographie métaphorique* serait possible lorsque c'est le concept abstrait qui est jugé dans sa mise en lien avec le concret. A l'inverse, le concret n'activerait pas nécessairement l'abstrait et/ou encore biaiserait ultérieurement ce dernier, mais pas l'inverse (Boroditsky, 2001 ; Casasanto et Boroditsky, 2008 ; IJzerman et Semin, 2009 ; Casasanto et Bottini, 2014). Ces prédictions sont généralement spécifiques aux études portant sur le langage, rendant compte de l'implication du réseau linguistique (mais voir Slepian et Ambady, 2014) et/ou de la prédominance du concret dans l'ancrage des concepts. Pour d'autres auteurs, les idées extraites de la *théorie des métaphores conceptuelles* et

de la complémentarité des apports issus notamment du cadre *simulationniste* (Barsalou, 1999 ; Glenberg et Robertson, 2000) ou encore d'approches neuroscientifiques telles que la *théorie de la magnitude* (ATOM, Walsh, 2003) peuvent plutôt suggérer un effet de congruence plus symétrique et/ou bidirectionnel entre concret et abstrait (Meier et Robinson, 2004 ; Sell et Kachack, 2011 ; Santiago et al., 2012) ; c'est-à-dire que concret comme abstrait ont une influence mutuelle l'un sur l'autre. Ces prédictions sont généralement testées dans des études comportementales, dans un contexte particulier afin de spécifier l'implication du système sensori-moteur dans l'ancrage des concepts. Cette distinction peut avoir des enjeux importants quant à l'hypothèse de l'incarnation des concepts abstraits, notamment pour appuyer une vision incarnée plus ou moins forte du caractère fondé des concepts abstraits et ses mécanismes d'ancrages (Barsalou, 2016 ; Borghi et al., 2017 ; Khatin-Zadeh et al., 2021). En outre, cette distinction rejoint le débat autour de l'*automaticité* de l'activation de la conceptualisation de l'abstrait comme élément de preuve de son incarnation.

Par exemple, dans un paradigme de type ACE (Glenberg et Kaschak, 2002), si une consigne porte sur le sens de la phrase (sens versus non-sens), plus que sur un concept évoqué (type de mot/verbe) intégrant ces phrases, et qu'un effet de congruence n'est pas trouvé, les interprétations sont généralement en faveur d'un effet de congruence *non automatique*. Comportementalement, la compréhension d'un concept abstrait ne créerait pas de *facilitation* (temps de réaction plus courts) versus d'*interférence* (temps de réaction plus long), lorsque le jugement ne porte pas directement sur ce dernier. En conséquence, cela peut amener à certaines réserves interprétatives quant au fait ce que cet effet de congruence puisse être directement lié à l'activation du système sensori-moteur. A noter que dans la *version forte des métaphores conceptuelles* (Boroditsky, 2000), une activation du concret lors du jugement d'un concept abstrait, est considérée comme un élément de preuve de l'incarnation du concept, s'adossant à des caractéristiques spatiales. Néanmoins, dans une *vision faible des métaphores conceptuelles* et notamment par déclinaison, une non-réciprocité de cet effet peut être perçue comme une activation indépendante du système sensori-moteur. Par exemple, un effet *non automatique* pourrait suggérer un effet de congruence plus particulièrement lié à l'activation du système linguistique (Boroditsky, 2001 ; Ulrich et al., 2012). En conséquence, un effet de congruence pourrait être uniquement d'ordre *linguistique* déconnecté du réseau sensori-moteur (Mahon et Caramazza, 2008). Or, si un effet est significativement montré, les interprétations sont généralement en faveur d'un effet de congruence *automatique*. Cela suggérerait que même *implicitement* le concept abstrait a été activé, facilitant ou entravant la tâche en cours, de manière similaire aux concepts concrets (Glenberg et Kaschak, 2002 ; Sell et Kashack, 2011). En ce sens, certaines théories sont mises en opposition afin d'avoir des prédictions définies des effets de congruence attendus et de comparer les mécanismes explicatifs sous-jacents

à ces effets. L'opposition la plus marquée dans la littérature se trouve notamment entre les prédictions suivant des interprétations dérivées de la *théorie des métaphores conceptuelles* et les prédictions découlant des interprétations extraites de la *théorie de la magnitude* (Bonato, 2012 ; Bottini et Casasanto, 2013 ; Winter et al., 2015). Ces deux théories relèvent un lien entre un concept abstrait et le concept concret de l'espace ; néanmoins, elles n'ont pas les mêmes postulats d'origine, ni les mêmes méthodologies et ne proviennent pas des mêmes champs scientifiques. Par conséquent, elles sont la plupart du temps perçues comme des théories concurrentes et non compatibles. Toutefois, au lieu de les opposer, nous pensons que chacune peut contribuer à apporter des éléments de compréhension quant aux mécanismes (par ex., réseau d'activation) impliqués pouvant converger dans l'élaboration et la compréhension du sens de l'abstrait (pour une revue, voir Winter et al., 2015). En effet, l'idée ici n'est pas de défendre une théorie au détriment d'une autre mais plutôt de soutenir l'hypothèse de l'incarnation des concepts abstraits, et ce en suggérant que ces effets de congruence peuvent résulter d'une activation sensori-motrice visible à travers le mouvement provenant de notre corps. Toutefois, les effets de congruence peuvent renvoyer à des processus plus généraux d'associations que nous pourrions distinguer, par exemple, comme : un effet de congruence d'ordre *linguistique* (activant uniquement des processus cognitifs), ou encore un effet de congruence d'ordre *structurel* (soit perceptif mais non forcément conceptuel). Ainsi, une certaine vigilance est requise afin de pouvoir spécifier ou non du caractère fondé de la conceptualisation de ces effets.

1.4.1 La théorie de la magnitude (*A Theory Of Magnitude, ATOM, Walsh 2003*)

La *théorie de la magnitude* (Walsh, 2003) est issue des neurosciences et suggère qu'il existerait de manière générale, un système commun de traitement des grandeurs partageant les mêmes ressources neurales de manière dépendante. Initialement développée à travers un lien entre les grandeurs numériques et spatiales, cette théorie est également employée par certains auteurs du champ de la cognition incarnée pour expliquer les liens entre le TEMPS et l'espace (Sell et Kachack, 2011) ainsi qu'entre la VALENCE ÉMOTIONNELLE et l'espace (Santiago et al. 2012). Plus précisément, tous les concepts (par exemple, les nombres) pouvant être quantifiés comme « *plus que* », « *moins que* » (2 est *moins grand* que 5, et inversement, 5 est *plus grand* que 2) s'établissent suivant une échelle continue d'amplitude croissante ou décroissante (Buetti et Walsh, 2009) intrinsèquement liée aux grandeurs spatiales (telles les distances) affectant les actions. Par exemple, pour les humains comme les primates qui seraient entourés d'un tas de denrées alimentaires (par exemple, des bananes), la magnitude permettrait entre autres de coordonner l'action entre la perception du nombre de bananes et les distances entre elles. Les grandeurs de l'une seraient proportionnelles aux grandeurs de l'autre, ce qui déterminerait

les actions de saisie/portée, telles que l'ouverture de la main pour saisir la banane par rapport à sa distance (pour une revue explicative voir, lire Winter et al., 2015). Ainsi, les actions telles que le pointage, la course, la saisie, le lancer, etc., seraient régies par des lois physiques de perception et d'action.

De manière intéressante, des études en neuroimagerie révèlent l'activation du cortex pariétal, plus précisément le sillon intra-pariétal bilatéral (IPS) et des zones proches, lors d'un traitement de grandeur spatiale et/ou numérique (Pinel et al., 2004 ; Hubbard et al., 2005 ; Kaufmann et al. 2008). En l'occurrence, l'activation du cortex pariétal est connue pour son implication dans la planification d'action motrice (Rizzolatti et al. 2008). Par ailleurs, Critchley (1953) suggérait que les lésions observées au niveau du lobe pariétal étaient associées à des déficits de traitement spatial, s'accompagnant presque toujours de déficits dans la compréhension de concepts quantitatifs et temporels. De plus, des études utilisant la TMS ont montré qu'une perturbation au niveau du cortex pariétal s'accompagne en effet d'un déficit sélectif du traitement de grandeurs spatiales, numériques et temporelles (Cohen et al., 2007 ; Sandrini et Rusconi, 2009). Des études cliniques vont également dans ce sens, en montrant que des patients atteints d'héminégligence spatiale peuvent avoir un déficit sélectif de représentations associées aux grandeurs (Zorzi et al. 2002). D'autres troubles neurologiques, tel le syndrome rare de Gerstmann (Gertsmann, 1940) et la dyscalculie (Butterworth et al., 2011) sont également associés à des déficits de comportement spatiaux et numériques. En l'occurrence, cette interconnexion entre action/comportement et compréhension est cohérente avec une approche incarnée de la cognition. Toutefois, la *théorie de la magnitude* se concentre principalement sur des effets pouvant être considérés comme étant de bas niveau, tel l'effet *stimulus-réponse en ligne* (en temps réel), et non forcément un *effet de congruence* entre un concept abstrait particulier et son/sa emplacement/localisation spatial/e dans son caractère fondé et conceptuel. L'effet de congruence serait ainsi mieux représenté par une interaction entre le nombre et l'emplacement spatial, connue sous le terme d'effet SNARC (*Spatial-Numerical Association of Response Codes*, Dehaene et al., 1993). Cet effet serait la résultante d'une *ligne numérique mentale* qui associe les petits nombres à gauche et les grands nombres à droite sur l'axe frontal, qui serait par ailleurs inversée en fonction du sens de lecture des cultures, lisant de gauche à droite pour la culture occidentale ou de droite à gauche pour d'autres (Zebian, 2005). Ce même effet a été suggéré pour le concept abstrait de TEMPS : l'effet STEARC (*Spatial Temporal Association of Response Codes*, Ishihara et al., 2008), ou encore de manière plus intégrée en termes d'explication de *chronologie mentale* (pour une revue, voir lire Bonato et al., 2012). La différence majeure de ces effets se trouve dans l'interprétation des résultats des temps de réaction dans le lien entre un concept abstrait et l'espace pour un code de réponses congruent (par exemple, le plus + à droite et le moins - à gauche) versus incongruent (le + à gauche, le - à droite). Pour les partisans d'ATOM (Buetti et Walsh, 2009),

un effet de congruence induisant un temps de réponse plus court lorsque les codes de réponses sont congruents entre espace et nombre versus plus long lorsqu'ils sont incongruents, est interprété comme un *effet généralisé d'associations des grandeurs* (effet SQUARC, *Spatial-Quantity Association of Response Codes*) plutôt qu'une particularité des différents mécanismes d'ancrage et d'incarnation du concept en lui-même. Or, les études montrant des habitudes du sens de la lecture et/ou de l'écriture différentes (liées principalement à la culture) ne peuvent être associées à un tel effet. Selon Winter et al. (2015), il se pourrait que la *théorie de la magnitude* puisse rendre compte d'une association indépendante du sens élaboré au cours du développement du langage et des interactions propres d'un individu dans son environnement (tel l'environnement social), en s'appliquant directement à l'environnement physique immédiat. Plus précisément, Winter et al. (2015) proposent que le cortex pariétal soit un système de magnitude hérité de l'évolution (phylogénétiquement), et que durant l'ontogenèse, l'apprentissage et le développement de l'individu dans son environnement (culturel, social, etc.) contribue à en faire quelque chose de conceptuel. Par exemple, dans le cas d'un concept de grandeur, la magnitude pourrait être utilisée en lien avec la *directionnalité* des repères orthonormés en mathématiques, où les chiffres et les nombres sont perçus/compris comme plus ou moins élevés, pour le concept de QUANTITÉ et de NOMBRE, ou encore via le sens de l'écriture pour le concept de TEMPS. Ainsi, selon Winter et al. (2015), la *théorie de la magnitude* apporte des éléments de compréhension essentiels dans le fonctionnement des réseaux neuraux, qu'il serait intéressant de mettre plus en lien avec l'activation (co-activation) d'autres réseaux tel le réseau linguistique. En l'occurrence, cette proposition rejoint le cadre étendu de la cognition incarnée de Borghi et al. (2017). Néanmoins, à notre connaissance, très peu d'études ont approfondi cette proposition.

1.4.2 La théorie de la correspondance des polarités

Une autre théorie alternative généralisée des effets de congruence, la *théorie de la correspondance des polarités* s'exprime en termes de « *marquages* » suivant un « *principe de correspondance des polarités* » (Chase et Clark, 1971 ; Seymour, 1974 ; Hommel et al., 2001 ; Proctor et Cho, 2006 ; Lakens, 2012 ; Lynott et Coventry, 2014). Ce principe suggère des effets de congruence d'ordre *perceptif / structurel* plus qu'*expérientiel / conceptuel* dans la mise en lumière de l'hypothèse de l'incarnation des concepts abstraits. Selon cette approche, les effets de congruence entre un concept abstrait (TEMPS, VALENCE ÉMOTIONNELLE, NOMBRES, etc.) et le concept concret d'espace (haut/bas, avant-arrière, gauche-droite), proviennent d'une tendance générale à polariser les stimuli de manière binaire, et ne sont pas forcément liés à une représentation mentale d'un concept avec des caractéristiques spatiales et/ou sensori-motrices. Par exemple, un petit nombre peut être polarisé (« *marqué* », Clark, 1969)

de manière binaire comme étant associé à une dimension polaire (-), en opposition à un grand nombre pouvant être associé à une dimension polaire (+). L'espace en lui-même pourrait également être polarisé sous ce même principe : sur l'axe vertical par exemple, la dimension polaire (+) correspondrait à l'espace du haut, en opposition à l'espace du bas qui serait plus généralement associé à une dimension polaire (-). Bien que d'une certaine manière, cette polarisation puisse être associée à une saillance perceptive, les effets relatifs à un tel marquage seraient d'ordre structurel. Dans une tâche mesurant des temps de réaction à choix forcé à deux possibilités de réponses, la méta-analyse de Lakens (2012, voir **Illustration 4**) a identifié quatre configurations structurales de la tâche pouvant rendre compte de prédictions relatives à des effets de congruence en accord avec un *marquage* suivant le *principe de la correspondance des polarités* (Proctor et Cho, 2006) :

1. **La polarisation du stimulus (Illustration 4.b)**. La dimension polaire (+) serait plus particulièrement marquée/saillante que la dimension polaire (-). Selon cette approche, un stimulus à dimension binaire tel le NOMBRE peut être jugé comme petit ou grand, le TEMPS comme passé ou futur, et la VALENCE ÉMOTIONNELLE comme négative ou positive, est marqué et polarisé. Par exemple, pour le NOMBRE, le petit est associé à une polarité (-) et le grand à une polarité (+), idem pour le TEMPS, le passé (-), le futur (+), et pour la VALENCE ÉMOTIONNELLE, le négatif (-), le positif (+). Par conséquent, la théorie prédit un temps de réponse plus rapide pour la dimension polaire (+) comparativement à la dimension polaire (-) de par une plus grande saillance/marquage structurelle.
2. **La polarisation de la localisation spatiale du stimulus (Illustration 4.c)**. Dans certains protocoles expérimentaux, notamment relatifs à la mise en lien d'un concept abstrait sur l'axe vertical, l'emplacement d'un stimulus est manipulé (Meier et Robinson, 2004 ; Torralbo et al., 2006, voir aussi Tableau 1 dans l'article de Lynott et Coventry, 2014). Suivant la *théorie de la correspondance des polarités*, l'emplacement supérieur (le haut) serait codé comme la dimension polaire (+) et l'emplacement inférieur comme la dimension polaire (-). Suivant le même procédé que la polarisation du stimulus, la polarisation de la localisation du stimulus participerait à ce que les participants traitent plus rapidement l'espace associé à la dimension polaire (+, le haut) et plus lentement l'espace associé à la dimension polaire (-, le bas).
3. **La polarisation du codage de la réponse**. Lors d'une tâche à réponse bimanuelle, les réponses attendues par un participant sont généralement explicitement ou implicitement codées comme oui-non ; vrai-faux, touche du haut-bas, etc. Ce codage de réponse participerait à amener une dimension polaire (+/-) à la catégorisation des concepts sous le même principe que les effets précédents (**Illustration 4.d**). Par ailleurs, ces différentes polarités du stimulus, localisation

spatiale et codage de réponse produiraient des effets additifs (Seymour, 1974, voir aussi **Illustration 4.f**).

4. **Le principe de la correspondance des polarités** (Week et Proctor, 1990 ; Proctor et Cho, 2006). Suivant la logique de ces effets, pour des tâches de classifications binaires, Proctor et Cho (2006) postulent que les participants coderaient les alternatives des stimuli et les alternatives de réponses comme des codes de réponse correspondants entre polarité (+) et polarité (-). Par conséquent ils s'attendent à un avantage de temps de traitement lorsque les polarités correspondent de manière générale (**Illustration 4.e**). Ce postulat rejoint l'hypothèse de la *théorie du codage d'évènement* (théorie connexe, voir Hommel et al. 2001) qui relate que les stimuli et les réponses sont regroupés dans un format commun pour la sélection de la réponse. A noter que l'effet attendu suivant le *principe de la correspondance des polarités* est similaire à celui d'un effet de facilitation versus d'interférence qui pourrait correspondre à la représentation mentale d'un concept avec les caractéristiques spatiales/sensori-motrices qui lui seraient associées (**Illustration 4.g**). Néanmoins, le mécanisme sous-jacent responsable de ces effets serait ici de l'ordre d'un chevauchement structurel des codes de polarités avec des dimensions perceptives plutôt que conceptuelles.

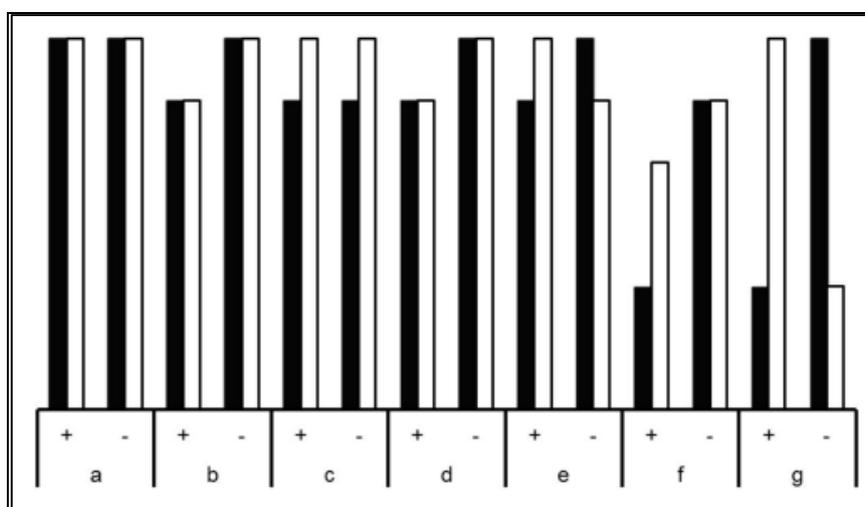


Illustration 4, extraite de Lakens (2012), prédisant certains effets de congruence sur les Temps de Réaction (TRs) pour des mots polarisés “+” ou “-” présentés en haut (barres noires) ou en bas (barres blanches) d’un écran: a) Pas de différence de TR entre les dimensions polaires “+” et “-” b) Différence prédite par le traitement cognitif de la polarisation du stimulus (“+” ou “-”) ; c) bénéfice de la polarité dû à la localisation verticale des stimuli ; d) bénéfice de la polarité dû à des réponses polarisées en + ou en “-” ; e) différence prédite par le principe de la correspondance des polarités ; f) différence prédite par l’accumulation des différents effets de polarité ; et g) différence prédite par un effet d’interférence conceptuelle.

Bien que les conclusions de la méta-analyse de Lakens (2012) puissent soutenir la théorie de la correspondance des polarités de manière générale, comme un moyen de rendre compte d'un effet de congruence *structurel*, contrairement aux études soutenant des effets de congruence conceptuel (*expérientiel*), ces dernières bénéficient toutefois d'un fort appui empirique. Néanmoins, cela nécessite des tests

supplémentaires pour appuyer l'hypothèse plus spécifique de l'incarnation des concepts abstraits, et ce, en prêtant notamment vigilance à ce type d'effets généraux pouvant être présent.

Par ailleurs, une caractéristique majeure de la *théorie de la correspondance des polarités* serait la flexibilité du caractère saillant de ces polarités qui peuvent être modifiées en manipulant la disposition structurelle de la tâche expérimentale. En effet, il a été suggéré que faire varier l'excentricité du dispositif de réponse permettrait de confirmer un effet de correspondance (Week et Proctor, 1990 ; Cho et Proctor, 2003). Cho et Proctor (2003) illustrent dans leur expérience qu'en plaçant leur dispositif de réponse plus à droite ou plus à gauche, cela rendait ces polarités plus saillantes. Un effet de congruence structurelle en situation classique associerait l'espace gauche (polaire -) à l'espace bas (également polaire -). De plus, de manière binaire l'espace droit et l'espace haut seraient associés à la dimension polaire (+), soit un effet de congruence gauche-bas/droite-haut. Par conséquent, Cho et Proctor (2003) s'attendaient à ce que la disposition du clavier vers la droite ne modifie pas ces effets. En revanche, ils s'attendaient à ce que le déplacement du clavier vers la gauche inverse cet effet de sorte à trouver un effet de congruence gauche-haut et droite-bas. Cho et Proctor (2003) ont étudié cette hypothèse en demandant à leurs participants de répondre avec les touches gauche et droite à des stimuli qui apparaissaient en haut ou en bas de l'écran. Ils ont varié la polarité de la dimension latérale en plaçant le clavier de réponse plus à droite ou plus à gauche, rendant ainsi chacune de ces polarités plus saillantes. En situation normale, les participants présentent un effet de congruence gauche-bas/droite-haut. Comme la polarité droite est la plus saillante en situation normale, ils s'attendaient à aucun effet lors du déplacement du clavier vers la droite. Toutefois, comme la polarité s'inverserait lors du déplacement du clavier vers la gauche, l'effet de congruence devrait alors se transformer en gauche-haut/droite-bas. Les résultats de leur expérience ont confirmé ces prédictions. Toutefois, il s'agit ici de concept concret représentant les dimensions de l'espace, non directement mis en lien avec une compréhension conceptuelle de concept abstrait.

En l'occurrence, Santiago et Lakens (2015) ont testé cette prédiction de manière similaire en étudiant l'effet de la position du clavier (déplacer à gauche, au centre ou à droite) par rapport au jugement de la grandeur des NOMBRES (suivant l'effet SNARC) ou du jugement du TEMPS (suivant une chronologie mentale) suivant l'axe frontal et vertical. Leurs résultats n'ont montré aucune inversion des effets de congruence prédite par la correspondance des polarités. Par conséquent, les auteurs relatent qu'un effet relatif à la correspondance des polarités ne peut justifier les effets suggérés par les partisans d'une congruence *conceptuelle* entre un domaine concret et abstrait. Parallèlement, Dolscheid et Casasanto (2015) ont étudié sur l'axe vertical et sagittal le jugement des hauteurs musicales (hautes fréquences versus basses fréquences). Suivant le principe de la correspondance des polarités, un effet de

congruence devrait être trouvé pour les deux axes de réponses, sur l'axe vertical (hautes-fréquences avec l'espace haut et basses-fréquences avec espace bas) et sur l'axe sagittal (hautes-fréquences avec l'espace avant et basses-fréquences avec l'espace arrière). Toutefois, les résultats de cette étude n'ont montré qu'un effet de congruence uniquement pour l'axe vertical qui serait particulièrement en faveur d'une représentation de l'expérience concrète du lien entre hauteur sonore et l'espace vertical, alors qu'une telle expérience sonore n'est pas suggérée concernant l'axe sagittal. Selon Bonato et al. (2012), la correspondance des polarités n'est qu'une « *partie d'un tableau plus complexe, et dans plusieurs études cette critique ne peut être appliquée [...] Cependant, il peut fournir une explication parcimonieuse des résultats pour certaines études spécifiques, dans lesquelles aucune contre-solution à cette confusion potentielle n'a été mise en œuvre* ».

1.4.3 La théorie des modèles cohérents en mémoire de travail (*Coherent Working Models theory*, Santiago et al., 2011)

Face au clivage de la littérature suggérant des effets *asymétriques* versus *symétriques*, ou encore des activations *automatiques* versus *non automatiques* des représentations mentales, nous retenons que d'une manière ou d'une autre, un effet de congruence peut soutenir l'idée que les expériences sensorimotrices sont impliquées dans la pensée abstraite. En effet, suivant le *cadre étendu de la cognition incarnée* (Borghi et al., 2017), nous pensons que l'ancrage des concepts abstraits peut s'inscrire à la fois dans l'expérience perceptivo-motrice et affective, ainsi qu'être guidé par la conceptualisation induite par nos diverses expériences modales tel le développement du langage et l'apprentissage culturel/social. Par ailleurs, des effets asymétriques peuvent fournir de précieux indices sur la façon dont peut être construite progressivement la pensée abstraite, et le point majeur retenu jusqu'à présent est la relation entretenue avec le concret. Néanmoins, des effets de congruence inhérents à ces relations ne sont pas toujours présents. Ainsi, il est possible que certains facteurs induits dans la diversité des tâches expérimentales constituent des biais attentionnels dans la mise en lumière de ces effets.

Selon Santiago et al. (2011), le système conceptuel est constitué d'un ensemble de relations soutenant l'abstraction progressive des concepts, tel un échafaudage de connaissances et le lien entre abstrait et concret permet de fonder l'ensemble de la relation conceptuelle sur des bases perceptivo-motrices et affectives (ils ont appelé cette vision la *fondation solide des concepts*). Le manque de consensus et les résultats divergents concernant les effets de congruence attendus dans la littérature ont notamment poussé Santiago et al. (2011) à proposer un modèle explicatif des effets de congruence d'ordre *conceptuel*, similaire à une approche *simulationniste* mais en y apportant une dimension sélective et attentionnelle. En effet, Santiago et al. (2011) ont développé dans leur revue ce qu'ils ont choisi de nommer

la « *théorie des modèles cohérent en mémoire de travail* ». Cette théorie suggère que les réponses comportementales puissent être la résultante d'une représentation construite en mémoire de travail, au cours d'une tâche (flexible), plutôt qu'une représentation directe, stable et fixe de la représentation sémantique fondée dans la mémoire à long terme. De manière intéressante, les auteurs adhèrent à l'idée que les concepts abstraits ont une base expérientielle fondée sur des bases perceptivo-motrices et affectives. Par ailleurs, ils proposent que la mémoire de travail soit constituée de *modèles mentaux* qui peuvent être construits à la fois par les modalités perceptives de la tâche directement disponibles et par le contenu conceptuel de la mémoire à long terme. La particularité de la mémoire de travail serait de générer la meilleure adaptation possible dans une situation/tâche, c'est-à-dire d'apporter une dimension efficiente qui correspondrait à la plus grande cohérence interne des possibilités disponibles. Ainsi, bien qu'une représentation mentale d'un concept abstrait puisse être fondée au travers de nos interactions perceptivo-motrice et affectives, ancrée dans la mémoire à long terme, il n'est pas sûr que cette dernière soit toujours activée en fonction des exigences/contraintes d'une tâche. Une prédiction centrale de cette théorie est que la présence et la *directionnalité* des effets de congruence puissent être manipulées par le degré de pertinence d'activation des dimensions en interaction. Afin d'illustrer cette théorie, Santiago et al. (2012) ont réalisé plusieurs expériences manipulant le niveau d'activation (degré de saillance) des dimensions perceptives et conceptuelles à travers l'attention endogène ou exogène que peut exercer une situation/tâche. Pour ce faire, Santiago et al. (2012) se sont intéressés à la relation entre la VALENCE ÉMOTIONNELLE et espace sur l'axe vertical, suggérée dans la littérature comme correspondant à une relation expérientielle qui associerait le positif à l'espace supérieur et le négatif à l'espace inférieur (voir chapitre 3, section 3.1). Leurs séries d'expériences consistaient à évaluer oralement (temps de latence et précision de la réponse étaient mesurés) un stimulus positif (par ex., « *heureux* ») ou négatif (par ex., « *triste* ») pouvant apparaître en haut ou en bas d'une silhouette présente au centre d'un écran. Au total dans chaque expérience, il y avait trois séries de 48 stimuli à évaluer. L'évaluation portait soit sur la VALENCE ÉMOTIONNELLE du stimulus (expérience 1, 2, 3), soit sur la localisation spatiale du stimulus (expérience 4, 5, 6, 7). D'après ces auteurs, selon les prédictions dérivées de la théorie des modèles de travaux cohérents :

« Pour que les effets de congruence conceptuelle soient observés, les deux dimensions doivent faire partie du modèle de travail de la tâche, et la réponse doit être basée sur la dimension la plus faible. Si la dimension qui guide la réponse est plus forte, la dimension non pertinente ne pourra pas imposer de contraintes sur son traitement, et elle sera probablement complètement supprimée du modèle et aucun effet de congruence ne sera observé. Si le niveau d'activation de la dimension non pertinente est augmenté par l'un des nombreux moyens possibles, il acquerra la capacité de contraindre le traitement de la dimension pertinente et l'effet sera observé » (Santiago et al., 2012).

Concernant le jugement de la VALENCE ÉMOTIONNELLE, un effet de congruence entre l'emplacement vertical des mots (dimension non pertinente) et la VALENCE ÉMOTIONNELLE (dimension pertinente) s'est avéré significatif (interaction entre *Position* et *Évaluation*), de l'ordre de 13 ms de différence dans l'expérience 1 lorsque l'emplacement spatial et l'évaluation du stimulus étaient congruents avec l'ancrage des expériences sensori-motrices spécifiques à la conceptualisation de la VALENCE ÉMOTIONNELLE, c'est-à-dire positif-haut et négatif-bas, plutôt qu'incongruents. La particularité de cette expérience est qu'un signal exogène, telle la présence d'une croix de fixation (voir **Illustration 5**, extraite de Santiago et al., 2012) au sein de la tâche pouvant amorcer la dimension spatiale (dimension non pertinente), simulant ainsi l'activation de l'espace pouvant faciliter versus interférer avec le traitement évaluatif du concept.

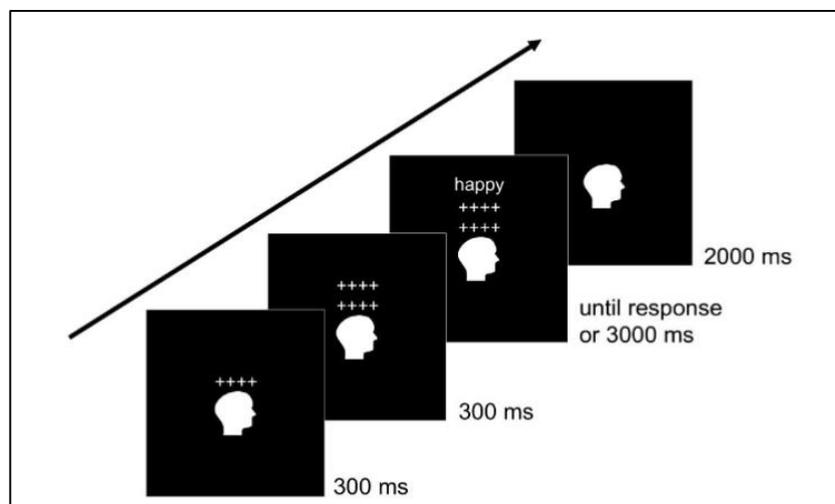


Illustration 5, extraite de l'article de Santiago et al., 2012 (Figure 1) : Conception du paradigme expérimental afin d'orienter l'attention de manière exogène sur les croix de fixations plus ou moins situées dans l'espace supérieur.

Or, dans leur Expérience 2, avec la suppression de la présence de croix de fixation considérée comme un signal exogène, aucune trace d'un effet d'interaction entre *Évaluation* et *Position* n'a été mise en évidence. Néanmoins, dans leur Expérience 3, les expérimentateurs ont introduit un facteur attentionnel dit endogène en avertissant les participants en amont de la tâche, que certains mots seraient davantage localisés (en haut ou en bas) et qu'ils devraient indiquer à la fin de chaque série quelle serait la fréquence de localisation associée à chaque VALENCE ÉMOTIONNELLE (positif ou négatif). Cependant, comme dans l'Expérience 3, les essais haut-bas pour un mot positif ou négatif étaient répartis de manière équivalente. Néanmoins, l'introduction de cette annonce aurait permis aux participants de prêter plus attention à la dimension verticale et par conséquent, un effet de congruence entre la localisation et le jugement émotionnel (interaction entre *Position* et *Évaluation*) s'est avéré significatif. Leur Expérience 4 était identique à l'Expérience 2 à l'exception qu'il était demandé aux participants de

porter un jugement oral (haut-bas) sur la localisation spatiale du stimulus et non sur sa nature émotionnelle. De manière similaire, aucune trace d'interaction entre localisation et VALENCE ÉMOTIONNELLE (effet de congruence) n'a été trouvée. Par ailleurs, la tâche a été en moyenne beaucoup plus rapide à exécuter dans l'Expérience 4 que dans l'Expérience 2. Ainsi la dimension spatiale suivant l'axe vertical s'avère plus facile à traiter que le jugement émotionnel, ce qui pourrait concorder avec une vision asymétrique du lien entre concret et abstrait et par déclinaison avec l'idée qu'il n'y aurait pas nécessairement de représentation spatiale (sensori-motrice) associée au concept. Néanmoins, ce résultat pourrait également être dû au simple fait que les participants n'ont pas du tout besoin de comprendre les mots pour traiter la tâche et par conséquent sa signification n'aurait aucune importance. Afin de spécifier cet aspect, dans leur Expérience 5, Santiago et al. (2012) ont introduit un facteur endogène où il était demandé aux participants dans 20% des essais de lire à haute voix le mot affiché. Ce procédé n'a pas permis de montrer d'effet de congruence au niveau des temps de latence. Toutefois une certaine tendance était visible au niveau de l'analyse de la précision (exactitude) des réponses, n'excluant ainsi pas toute déconnexion entre abstrait et concret. Dans leur Expérience 6, afin de s'assurer que chaque mot soit traité, les expérimentateurs ont introduit la même quantité de pseudo-mots (48 nouveaux stimuli) au sein de l'expérience. Les participants devaient donner leur réponse oralement concernant la localisation spatiale du stimulus lorsque ce dernier était un mot qui avait du sens, et devaient s'abstenir de répondre lorsqu'il s'agissait d'un pseudo-mot. L'intégration de ces nouveaux stimuli a rendu la tâche plus difficile comme le montrent les résultats, tant au niveau des temps de latence qu'au niveau du taux d'erreurs de réponse bien plus élevé que dans l'expérience précédente. Toutefois, une interaction des effets de congruence ne s'est pas retrouvée dans son ensemble (moyenne des séries expérimentales) significative. Néanmoins, il est intéressant de constater que dans une première série d'essais, cet effet a été trouvé mais pas dans les séries suivantes. On pourrait penser qu'il y a un effet de répétition qui puisse être délétère et coûteux cognitivement pour les participants. Par ailleurs, si la signification devrait avoir une importance dans ce cas de figure, il n'est pas dit si par la suite la simple identification d'un mot réel suffise pour que le jugement spatial soit émis sans forcément prendre en considération la profondeur de traitement de son sens. Pour finir, dans l'Expérience 7, de manière analogue à l'Expérience 3, les participants ont été informés que les mots faisaient référence à des émotions positives ou négatives, et ont été invités à indiquer la catégorie la plus représentée, alors qu'il y avait autant de négatif que de positif. L'intégration de ce facteur attentionnel dit endogène dans cette tâche expérimentale a permis de mettre en évidence un effet de congruence.

En résumé, l'ensemble de ces expériences mettent en avant le rôle médiateur des facteurs attentionnels exogènes et endogènes dans la mise en lumière de liens conceptuels, en accord avec *la théorie des*

modèles cohérents en mémoire de travail (Santiago et al., 2011). Cette théorie peut notamment avoir des implications importantes dans le cadre de l'apprentissage avec le caractère flexible de la cognition pouvant être modulée par de tels processus (pour les implications, lire la revue de Santiago et al., 2011). En outre, l'ensemble de ces résultats semblent remettre en question la validité générale d'un effet d'amorçage asymétrique de la relation entre concret et abstrait. Par ailleurs, même si leur Expériences 2 et 4 ne montrent pas d'effet de congruence conceptuelle, les auteurs suggèrent que repérer des mots dans l'espace ou encore les lire pour accéder à leurs sens ne nécessite pas en soi de les situer dans une position précise dans un référentiel donné. En effet, bien que la silhouette centrée à l'écran puisse donner une indication concernant le cadre de référence utilisé, les participants ne positionnent pas en soi les concepts. De plus, le jugement évaluatif est donné oralement et pourrait dans une certaine mesure ne pas impliquer directement les modalités expérientielles entretenues et vécues avec l'environnement généralement associées à l'activation du système sensori-moteur. Pour Santiago et al. (2012), la configuration de l'Expérience 2 ne confère pas à l'espace vertical une dimension pertinente pour la tâche et par conséquent il pourrait ne pas être inclus dans le modèle de cohérence interne induite par les exigences de la tâche. De manière analogue, dans l'Expérience 4, la dimension évaluative du concept abstrait n'était probablement pas incluse dans le modèle de la tâche d'une quelconque manière. Ainsi, il semblerait que pour mettre en lumière un effet de congruence entre un concept abstrait et les expériences perceptivo-motrices et affectives concrètes qui lui seraient associées, il faudrait qu'une tâche sollicite ces deux dimensions à un même degré de niveau d'activation. En l'occurrence, nous faisons l'hypothèse qu'une réponse comportementale sollicitant un mouvement (spatialement dirigé) vis-à-vis d'un jugement conceptuel permettrait d'observer de ces effets de congruence (entre concret et abstrait). En outre, nous nous demandons également si l'inclusion de la compréhension de plusieurs types de concepts dans une tâche, tels que le TEMPS et la VALENCE ÉMOTIONNELLE simultanément, peut aussi contribuer à *faciliter* versus *interférer avec* les réponses comportementales en fonction de la congruence de leur mapping conceptuel réciproque (Chapitre 4).

Dans l'ensemble, on constate que le champ scientifique de la cognition incarnée est très large et peut être sujet à la controverse avec une multitude de théories utilisées afin de prétendre ou non d'un lien entre notre pensée abstraite et nos expériences perceptivo-motrices et affectives (cf. tableau ci-dessous). Dans le cadre de cette thèse, nous sommes en accord avec la suggestion de Borghi et al., (2017) qui propose un cadre étendu de la cognition incarnée, permettant d'unir l'évolution des réflexions incarnées autour de l'ancrage des concepts abstraits. En l'occurrence, ce cadre propose que les concepts abstraits co-activeraient de multiples représentations modales. En outre, nous constatons que dans la vie quotidienne nous évoluons dans notre environnement, nous percevons les individus, les objets, les relations, par rapport à notre propre déplacement et corps. De même que nous communiquons nos pensées avec la plupart du temps des expressions (verbales, faciales, corporelles, etc.) et des gestes. Ainsi, peu importe l'asymétrie ou la symétrie initiale du lien entre concret-abstrait, nous pensons que l'acquisition du sens peut être inscrite dans et par le mouvement qui est intrinsèquement relié au système sensori-moteur. En conséquence de quoi, nous faisons l'hypothèse que le mouvement devrait mettre en lumière des effets de congruence s'il est intégré dans une tâche expérimentale lors d'un jugement conceptuel (Santiago et al., 2011).

Par ailleurs, suivant ces considérations, les dimensions spatiales sont prédominantes pour supposer un lien concret-abstrait, mais peuvent limiter l'interprétation d'effets de congruence en termes d'association *linguistique* ou encore de codage spatial *structurel*. En effet, la *théorie des métaphores conceptuelles* provenant initialement des sciences du langage a été particulièrement prolifique dans le domaine de la cognition incarnée ; néanmoins, par déclinaison, la relation entre l'espace (concret) et un concept abstrait pourrait être principalement déterminée par une exposition langagière (Boroditsky, 2001). En outre, cette même relation pourrait également faire écho à un effet d'ordre *structurel*, c'est-à-dire perceptif mais pas forcément *conceptuel* (Proctor et Cho, 2006 ; Lakens, 2012). En conséquence, il peut être intéressant de considérer des effets de congruence d'ordre uniquement *linguistique* ou *structurel*, en guise de comparaison aux effets de congruence recherchés dans le cadre de cette thèse. C'est-à-dire que nous faisons l'hypothèse qu'un effet de congruence correspondrait à une activation sensori-motrice et/ou affective spécifique associée à la compréhension d'un concept abstrait. En outre, les concepts abstraits pourraient être adossés à un « *mapping conceptuel* » (congruent ou incongruent) permettant d'observer des temps de réponses plus courts lorsque le jugement d'un concept est congruent avec une réponse motrice et inversement des temps de réponse plus longs lorsque le jugement conceptuel est incongruent avec une réponse motrice.

Ainsi, nous suggérons qu'un moyen d'approfondir la compréhension de ces effets serait de solliciter directement le mouvement provenant de notre corps afin de pouvoir soutenir que des bases perceptivo-motrices et affectives sous-tendent la conceptualisation de concepts abstraits. De plus, nous nous intéressons plus spécifiquement au concept de TEMPS (chapitre 2) et celui de VALENCE ÉMOTIONNELLE (chapitre 3). En l'occurrence, ces derniers nous donnent également des indications particulières quant aux représentations spatiales et aux mouvements qui pourraient être associés à ces concepts. Par ailleurs, le lien concret et abstrait est particulièrement documenté, mais que se passerait-il lorsque deux concepts plus ou moins abstraits sont compris/sollicités simultanément ? (Chapitre 4).

Théories	Champs scientifiques/ Origines conceptuelles	Types/mécanismes d’ancrage	Types de représentations	Dichotomie concret - abstrait	Automaticité de l’activation conceptuelle
<u>Métaphores conceptuelles</u>					
Lakoff et Johnson (1980)	Linguistique / Métaphorique et expérimentielle	Cartographie métaphorique (Schéma d’image)	Sensori-motrice et linguistique	Oui : le concret structure l’abstrait au travers de nos expériences/interactions perceptivo-motrices et/ou langagières	<i>Version forte</i> : Symétrique et automatique <i>Version faible</i> : Asymétrique et pas forcément automatique, c’est-à-dire que l’abstrait active le concret de nature sensori-motrice mais le concret n’active pas nécessairement l’abstrait. <i>Par déclinaison</i> , l’abstrait peut être déconnecté du réseau sensori-moteur. Par ex, un effet de congruence <i>linguistique</i>
Borodistky (2000, 2001)	Psychologie cognitive / Linguistique	Exposition langagière	Linguistique		
<u>Simulation sensori-motrice</u>					
<i>PSS (perceptual symbole system)</i> : Barsalou (1999)	Psychologie cognitive, neurosciences/ Situations et introspections	Simulation de symboles perceptifs (Manipulation de symboles modaux sensori-moteurs)	Sensori-motrice, cognitive et/ou émotionnelle (+ activation linguistique en parallèle)	Continuum : abstrait et concret ont une relation directe avec l’environnement. L’abstrait plus contextuel (expérience vécue réévaluée)	Activation conceptuelle automatique dépendante du contexte et de l’état mental/émotionnel
<i>LASS (Language as simulated)</i> : Barsalou, (2008)					

<p><i>Hypothèse indexique HI :</i> Glenberg et Robertson (2000) ; Glenberg et Kaschak (2002)</p>	<p>Psychologie cognitive, neurosciences/ Perception-action, composante motrice</p>	<p>Simulation de schémas d’actions</p>	<p>Sensori-motrice</p>	<p>Non : abstrait et concret ont une relation directe avec l’environnement (schéma d’action).</p>	<p>Activation automatique des schémas d’actions associés à la compréhension d’un verbe concret/abstrait (interférence de l’action en cas d’incongruence).</p>
<p><i>AEC (Affective Embodiment Account) :</i> Kousta et al. (2009) Kousta et al. (2011) Vigliocco et al. (2014)</p>	<p>Linguistique, psychologie du développement et cognitive, neurosciences/ Emotionnelle et linguistique</p>	<p>Acquisition et Développement émotionnelle</p>	<p>Sensori-motrice émotionnelle, linguistique</p>	<p>Continuum : le concret est directement perceptivo-moteur, l’abstrait serait particulièrement plus émotionnel</p>	<p>Automaticité du contenu émotionnel.</p>
<p><u><i>Multiplés representations modales</i></u></p>	<p>Psychologie du développement et cognitive, neurosciences / Informations sociales, linguistiques et sensori-motrices</p>	<p>Acquisition et développement activation sensori-motrice, expériences modales : sociales et linguistiques.</p>	<p>Sensori-motrice, émotionnelle, linguistique et sociale</p>	<p>Continuum : l’abstrait sollicite plus souvent le langage et les informations sociales que le concret</p>	<p>Similaire à la vision de Barsalou (2008) avec un accent sur la co-activation du réseau linguistique et sensori-moteur. Multiplés représentations modales activées en fonction du niveau d’abstraction du concept.</p>

Rôle de la mémoire de travail

Modèles cohérents en mémoire de travail (Coherent Working Models) : Santiago et al. (2011) ; Santiago et al. (2012)

Psychologie cognitive /
**Bases
expérientielles
Flexibilité
cognitive.**

**Acquisition,
mémoire de
travail basée sur
l'activation des
expériences de la
mémoire à long
terme (sensori-
motrices et
linguistiques) en
cohérence avec
une tâche**

**Sensori-motrice,
émotionnelle,
linguistique,
processus
attentionnels et
cognitifs**

Continuum : concret et
abstrait en lien direct
avec la disponibilité de
la situation/tâche.

L'activation conceptuelle
dépend de l'inclusion des
dimensions relationnelles, du
niveau de saillance des concepts
et de la pertinence d'une tâche.

**Alternatives perceptives
et/ou structurelles**

*ATOM (A Theory Of
Magnitude): Walsh
(2003) ; Buetti et Walsh
(2009)*

Neurosciences/
**Perception-
Action**

**Génétique,
Système commun
de traitement des
grandeurs
/amplitudes**

Sensori-motrice

Non : interdépendance
des concepts de
grandeurs. Echelle
continue « plus que » et
« moins que »

Symétrie et automaticité des
grandeurs, indépendante des
processus attentionnels.

*Correspondance des
polarités : Proctor et
Cho (2006) ; Lakens
(2012)*

Psychologie
cognitive/
**Non
conceptuelle,
origine
structurelle**

**Lien structurel et
perceptif,
chevauchement de
polarités binaires**

**Cognitive et /ou
perceptive**

Non : Concret et
abstrait sont associés à
des marquages polaires
binaires (+/-)

Symétrie et automaticité de la
concordance des marquages.
Possible inversion de polarité
par renforcement perceptif
d'une dimension.

CHAPITRE 2 : LE CONCEPT DE TEMPS

« *Qu'est-ce que le temps ? Un mystère ! Sans réalité propre, il est tout puissant. Il est une condition du monde phénoménal, un mouvement mêlé et lié à l'existence des corps dans l'espace, et à leur mouvement. Mais n'y aurait-il point de temps s'il n'y avait pas de mouvement ? Point de mouvement, s'il n'y avait point de temps ? Interrogez toujours ! Le temps est-il fonction de l'espace ? Où est-ce le contraire ? Ou sont-ils identiques l'un à l'autre ? Ne vous laissez pas questionner ! Le temps est actif, il produit. Que produit-il ? Le changement.* » (T. Mann, *La Montagne Magique*, tome II, 5)

Si l'on vous posait la question : *qu'est-ce que le temps ? Que répondriez-vous ?* St Augustin (354-430 ap. J-C) a répondu « *si quelqu'un me le demande, je le sais, si quelqu'un pose cette question et que je dois l'expliquer, je ne le sais plus* ». Dans les mythologies anciennes (telles que les traditions Indiennes, la Perse en la Grèce antique, etc.), le TEMPS était considéré comme un des principes fondamentaux du cosmos. La cosmologie platonicienne présente une analyse spéculative du cosmos basée sur ces mythologies et décrit le TEMPS comme « l'image du mouvement de l'éternité ». Le TEMPS représente ici les attributs physiques du cosmos (sphères célestes). Le mouvement associé au TEMPS est conceptualisé de manière cyclique (par exemple : le calendrier Aztèque), en opposition avec la vision linéaire moderne du temps. Callois (1963) explique qu'« *en Occident, la succession des événements est conçue comme rectiligne ; ils s'alignent de part et d'autre de l'un d'eux tenu pour privilégier et qui sert de rapport unique pour le compte des années, que celles-ci soient antérieures ou postérieures à une donnée* ». Selon, le linguiste Grady (1997a), le mouvement participe à l'élaboration du TEMPS : lorsqu'un objet exécute un mouvement, l'événement de ce mouvement est corrélé à l'écoulement d'un temps. Le TEMPS est ici considéré comme un *chemin* (Grady 1997a), ou encore une *ligne* (Shinohara, 1999) témoignant de l'utilisation du mouvement, de métaphores et de repères spatiaux pour conceptualiser le TEMPS à juste titre, abstrait et difficilement appréhendable. De plus, le terme de *Mental Time Line* (ligne de temps mentale) ou encore *chronologie mentale* est fréquemment utilisé dans la littérature rendant compte des interactions entre le TEMPS et l'espace sur les différents axes verticaux, sagittaux et frontaux (voir Bonato et al., 2012 ; Eikmeier et al., 2015 ; von Sobbe et al., 2019). Cette terminologie est notamment dérivée des études portant sur l'interaction entre l'espace et

la QUANTITÉ (par ex., chiffres, nombres, etc.) appelée *Mental number line* (ligne numérique mentale) rendant compte d'effets de congruence spatiale (par exemple, l'effet SNARC, voir Dehaene et al., 1993). Par ailleurs, des données neurophysiologiques suggèrent l'implication des régions pariétales (alimentant la planification motrice, Rizzolatti et al. 2008) dans le traitement du *temps*, de l'*espace* et la *quantité* partageant une structure commune (notamment en lien avec la *théorie de la magnitude*, Winter et al., 2015). Bonato et al. (2012) suggèrent que la chronologie mentale du TEMPS peut être illustrée comme s'écoulant d'une extrémité à une autre, le système d'écriture pouvant notamment diriger l'orientation de ces lignes temporelles. L'usage de métaphores conceptuelles (Lakoff et Johnson, 1980) nous donne également des indications quant au mapping conceptuel du TEMPS avec des expressions du type « laisser le *passé derrière soi* » ou encore « avoir tout le *temps devant soi* », perçu comme un déplacement d'un point A à un point B donnant sens au passé et au futur (schéma *source-chemin-cible*). Ainsi, le mouvement semble également omniprésent dans la manière de conceptualiser le TEMPS. Dans un cadre *simulationniste* et *étendu* (Barsalou, 1999 ; Glenberg et Robinson, 2000 ; Barsalou, 2008 ; Borghi et al., 2017), la compréhension de stimuli verbaux pourrait activer le mapping conceptuel du TEMPS. Ce mapping conceptuel serait notamment façonné par nos expériences linguistiques, culturelles et personnelles (Nunez et Sweetser, 2006 ; Carstensen, 2006 ; Ji, et al., 2009 ; Boroditsky, 2011 ; Lai et Boroditsky, 2013 ; Hendricks et Boroditsky, 2017). Dans ce chapitre, nous verrons comment nous pensons/raisonnons sur le TEMPS et nous identifierons les mappings conceptuels du TEMPS dans sa relation passé/futur, suivant nos différents axes perceptivo-moteurs, les plus pertinents dans le cadre de cette thèse, afin d'y considérer le mouvement provenant de notre corps dans la mise en lumière de son incarnation spatiale et corporelle.



2.1 L'AXE VERTICAL ET LE ROLE DE LA CULTURE

Malgré que l'axe vertical soit considéré le plus saillant dans le rappel mnésique spatial de notre environnement (Franklin et Tversky, 1990 ; Tversky, 1999), dans la culture occidentale, l'axe vertical ne semble pas pertinent pour penser le TEMPS, selon Radden (2004) :

« Des trois axes géométriques, l'axe longitudinal avec son orientation avant-arrière capture apparemment mieux notre expérience du temps que l'axe vertical avec une orientation de haut en bas ou l'axe latéral avec une orientation gauche droite. Ce dernier ne semble offrir aucune base spatiale sensible pour notre compréhension du temps. La préférence pour l'axe longitudinal peut être due à notre expérience spatiale du mouvement, qui est presque invariablement dirigé vers l'avant. L'orientation avant-arrière du temps apparaît dans des expressions telles que les « avoir semaines devant soi » ou « le pire est derrière nous ». Dans les cultures occidentales, l'orientation recto verso prédomine dans les scènes temporelles. On ne voit pas de mouvement vertical ou latéral sous-jacent à des expressions temporelles telles que « ce mois qui vient », « les jours passés » ou « la semaine suivante », c'est-à-dire qu'on ne visualise pas un mois venant d'en haut ou du bas. » (Notre traduction de Radden, 2004)

Il s'agit ici d'une vision linguistique et métaphorique de la manière de penser le TEMPS issue de l'évolution des travaux autour des métaphores conceptuelles (Lakoff et Johnson, 1980). Néanmoins, il existe d'autres façons de conceptualiser le TEMPS au travers de l'espace et notamment du mouvement, indépendamment de l'usage de métaphores. Toutefois, la culture semble jouer un rôle déterminant relatif à nos expériences perceptivo-motrices de notre environnement (Boroditsky 2001 ; Chen, 2007 ; Bergen et Chan Lau, 2012 ; Lai et Boroditsky, 2013 ; Nunez et Cooperrider, 2013). En effet, Boroditsky (2001) a étudié différentes utilisations langagières dépendantes d'une culture : l'anglais et le mandarin. L'anglais comme le mandarin utilisent des termes spatiaux sagittaux (avant/arrière) pour parler du TEMPS. En mandarin, les locuteurs utilisent des métaphores spatiales sagittales, avec les morphèmes qián (« avant ») et hòu (« arrière ») pour parler du TEMPS. Cependant, les locuteurs mandarin de Chine utilisent également systématiquement et fréquemment des métaphores verticales avec shàng (上 « en haut ») et xià (下 « en bas ») pour parler de l'ordre des événements, des semaines, des mois, des semestres, etc. Dans son étude, Boroditsky (2001) montre que les amorces spatiales verticales (haut-bas) et sagittales (avant-arrière) en lien avec une phrase métaphorique, avaient un plus grand effet pour les locuteurs chinois alors que seul l'axe sagittal était représenté chez les locuteurs anglais. Elle suggère que l'utilisation régulière des métaphores linguistiques façonne la manière dont

nous conceptualisons et raisonnons (cela correspond à la déclinaison de la version dite *faible des métaphores conceptuelles*, Boroditsky 2000). Néanmoins, même si les locuteurs mandarin de Chine peuvent penser le TEMPS au travers de métaphores linguistiques sur l'axe vertical, Chen (2007) relate qu'ils utilisent finalement plus fréquemment l'axe sagittal pour l'exprimer. Ainsi, le fait qu'il existe un mapping conceptuel sur l'axe vertical en fonction de la culture, semble plutôt émerger des expériences sensori-motrices relatives à notre représentation chronologique du temps associée à notre système d'écriture ou de lecture. Par exemple, Bergen et al. (2012) ont étudié trois groupes de participants : des locuteurs anglophones, des locuteurs mandarin de Chine continentale ainsi que de Taïwan. L'anglais, comme le mandarin de Chine continentale, s'écrit de gauche à droite et de haut en bas, alors qu'à Taïwan, les caractères s'écrivent principalement de haut en bas et de droite à gauche. Les participants devaient disposer en ordre chronologique des cartes représentant, par exemple, les stades de développement d'une grenouille. Les résultats ont montré que les participants anglophones disposaient les cartes de gauche à droite, les locuteurs de Chine continentale principalement de gauche à droite mais également une partie de haut en bas, et les locuteurs de taïwanais majoritairement de haut en bas, de manière homologue à leurs systèmes d'écriture respectifs. Ainsi, le mapping conceptuel du TEMPS n'est pas spécifique à une exposition langagière, mais provient également de nos expériences perceptivo-motrices inscrites notamment au travers de la culture. Dans le cadre de cette thèse, considérant la culture française, l'axe vertical ne semble pas pertinent dans notre manière de conceptualiser le TEMPS dans sa relation passé/futur de manière incarnée. Ainsi, nous avons choisi de ne pas considérer cet axe pour tester l'hypothèse de l'incarnation spatiale et corporelle de nos deux concepts abstraits.

2.2 L'AXE SAGITTAL : PERSPECTIVES, METAPHORES ET MOUVEMENT

Du point de vue perceptivo-moteur, l'axe sagittal est asymétrique quant à notre capacité de voir ce qu'il y a devant nous, contrairement à ce qu'il y a derrière nous (Tversky, 1999). Cet axe est notamment sujet à la prise de perspectives dans notre manière de conceptualiser le TEMPS (Walker et al., 2017). Parmi les différentes manières d'organiser les événements dans le TEMPS et de penser le TEMPS, par métaphore spatiale, on en distingue communément deux : la perspective spatiale *Moving-Time* et la perspective *Ego-Moving* (Clark, 1973). La métaphore spatiale *Ego-moving* fait référence au mouvement dans l'espace de l'observateur lui-même qui se déplace vers le futur. La référence spatiale *Time-moving* fait référence au mouvement dans l'espace des événements eux-mêmes qui se déplacent du futur vers le passé comme une rivière ou bien un tapis roulant (cf. **Illustration 6**).

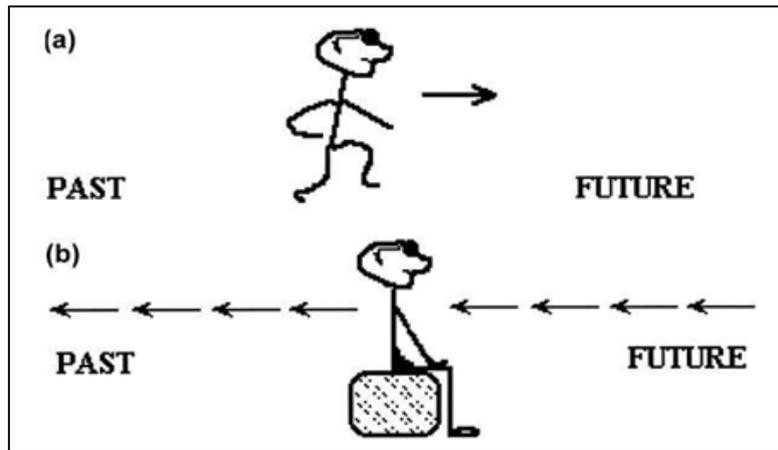


Illustration 6, extraite de l'article de Boroditsky (2000, figure 1) représentant deux métaphores spatiales du TEMPS : (a) Le schéma spatial Ego-moving (déplacement du moi) situe le TEMPS dans l'ordre chronologique en référence à l'observateur. (b) Le schéma Time-moving (déplacement du temps) situe le temps en fonction du déroulement des événements.

Boroditsky (2000) a montré que le fait d'amorcer spatialement une métaphore spatio-temporelle plutôt que l'autre (à l'aide d'un dessin et de la phrase qui l'accompagne) pouvait biaiser l'interprétation de phrases temporelles ambiguës, telles que « La réunion de mercredi prochain a été avancée de deux jours » (p.9). Les résultats de l'étude ont montré que lorsqu'ils étaient confrontés à la phrase ambiguë, et qu'on leur demandait à quel jour cela correspondait par la suite, les participants répondaient « vendredi » lorsque l'amorce spatiale impliquait un individu se déplaçant dans le temps, et « lundi » lorsque c'était un objet mobile qui se déplaçait. Ces résultats mettent en évidence une similarité conceptuelle entre les domaines de l'espace et du TEMPS, et qu'en fonction du référentiel spatial utilisé, la représentation conceptuelle du TEMPS peut être modifiée. A noter, que la différence entre les deux référentiels réside dans la place attribuée aux événements sur la ligne du TEMPS. Cependant, les deux expériences suivantes de Boroditsky (2000) ont testé directement les deux versions des métaphores structurantes. Les participants ont été exposés à des amorces temporelles (par ex., « Les vacances de juillet ont été déplacées en août ou juin ») ou à des amorces spatiales (type de déplacement) et devaient ensuite répondre à des questions temporelles ou spatiales ambiguës. Les résultats ont montré que les amorces spatiales pouvaient moduler les réponses spatiales et temporelles, mais pas l'inverse, à savoir que les amorces temporelles ne modulaient que les réponses temporelles. Ces résultats sont en faveur de la *version faible des métaphores structurantes* suggérant que le concept de TEMPS n'active pas nécessairement le domaine concret auquel il peut être rattaché. Néanmoins, l'espace et le TEMPS peuvent montrer un lien conceptuel. Dans le même ordre d'idée, l'expérience réelle de l'arrivée ou de l'attente d'un départ dans un aéroport pourrait favoriser un type de référentiel plutôt que l'autre et suffire à changer notre façon de penser le temps (Boroditsky et Ramscar, 2002). Ainsi, notre rapport au TEMPS et au déplacement (mouvement de notre corps ou mouvement des choses qui nous entourent)

joue un rôle considérable dans notre manière de penser le TEMPS. Selon Walker et al. (2017), l'axe sagittal est soumis à la prise de perspective, c'est-à-dire la façon de penser le TEMPS suivant un référentiel. Dans leur expérience, ces auteurs ont utilisé des souris d'ordinateur pour répondre, une dans chaque main (avec le pouce sur un bouton de souris), localisées sur l'axe frontal (une souris dans la main droite et l'autre dans la gauche) ou bien sur l'axe sagittal (avec une main devant soi et l'autre derrière soi). Les participants devaient effectuer un jugement du TEMPS à partir de stimuli déictiques⁴ (nécessitant une réponse « passé » ou « futur ») ou bien séquentiels (nécessitant une réponse « antérieur » ou « postérieur »). Les résultats ont montré que sur l'axe frontal, les événements passés et antérieurs s'associent comportementalement (temps de réaction) à l'espace de gauche, alors que les événements futurs et postérieurs à l'espace de droite. Cependant, sur l'axe sagittal, les événements passés et cette fois-ci les événements postérieurs sont associés à l'espace arrière, et inversement à l'avant. Notons qu'étymologiquement « postérieur » veut dire « qui vient en second lieu ». Ainsi, notre façon de penser le TEMPS rendrait sensible la spatialisation du TEMPS le long de l'axe sagittal (telle la relation antérieur/postérieur par rapport à notre corps) susceptible d'activer les deux types de référentiels (Ego-moving, Time-moving) pouvant rendre conflictuelle l'orientation correspondant au mapping conceptuel du TEMPS.

Par ailleurs, Casasanto et Boroditsky (2008) ont examiné la relation espace-TEMPS à travers six expériences psychophysiques (estimation de durée et de distance). Les résultats de leur étude ont montré que la durée (jugement temporel) était influencée par la distance (information spatiale non pertinente), à savoir que la perception de la durée était plus longue ou plus courte en fonction du schéma spatial. Toutefois, à l'inverse, les durées n'ont pas influencé la longueur spatiale perçue. Ces résultats sont également en faveur d'une vision asymétrique du lien concret-abstrait, en mettant en avant la dimension saillante du concret et ses effets sur l'abstrait. Pour autant, cela ne signifie pas qu'une référence spatiale ne soit pas présente dans notre manière de conceptualiser le TEMPS. En outre, un autre type d'asymétrie peut s'avérer identifiable au niveau psychologique dans la relation entre l'espace et le TEMPS. De façon intéressante, nous savons que l'espèce humaine, contrairement à d'autres, est capable de « voyager dans le temps » : mentalement et subjectivement (Suddendorf et Corballis, 2007).

⁴ Les stimuli déictiques consistaient en quarante événements typiques de la vie. Ils ont été conçus de manière à ce que, pour un étudiant de premier cycle typique aux États-Unis, la moitié se produise dans le passé par rapport au moment de l'expérience (par exemple, "votre diplôme de fin d'études secondaires"), et l'autre moitié dans le futur (par exemple, "votre diplôme d'études supérieures"). Les stimuli séquentiels consistaient en quarante paires de ces événements de la vie (par exemple, "son diplôme de fin d'études secondaires", "son diplôme universitaire"). Vingt de ces paires nécessitaient des réponses "antérieures", tandis que vingt nécessitaient des réponses "postérieures".

Par exemple, dans l'étude Caruso et al. (2013, Expérience 1), les participants ont été invités à se projeter dans un mois à venir (condition « futur ») versus se remémorer le mois passé (condition « passé ») et devaient ensuite juger la distance psychologique avec le jour cible sur une échelle allant de 1 (dans très peu de temps) à 10 (dans très longtemps). Les résultats ont montré que les participants étaient plus susceptibles d'accorder une distance plus courte à l'évocation du futur et une distance plus longue au passé. On retrouve notamment dans le langage courant des expressions du type « des souvenirs lointains » pour un passé lointain ou encore « l'échéance arrive vite » illustrant également ce lien entre temps et espace au niveau psychologique. Par ailleurs, il est intéressant de noter que lors de leur troisième expérience mettant en scène directement le déplacement de l'individu (reculant ou avançant en réalité virtuelle), cette asymétrie temporelle de la distance (*temporal doppler effect*, Caruso et al., 2013) a complètement disparu.

Dans le cadre de cette thèse, nous nous intéressons au mapping conceptuel du TEMPS dans sa relation passé/futur. Bien qu'il existe différentes façons de penser le TEMPS, nous suggérons qu'une action (mouvement réel) provenant de notre corps favoriserait l'activation d'un cadre de référence égocentré, et par conséquent la perspective Ego-moving. Par ailleurs, lorsqu'une personne utilise une perspective Ego-moving, le futur se situerait métaphoriquement devant et le passé derrière elle, suivant la ligne de l'écoulement du temps. De manière générale, dans les cultures occidentales, nous trouvons un mapping conceptuel sur l'axe sagittal avec le passé associé à l'espace « *arrière* » et le futur à l'espace « *avant* » en accord avec *la théorie des métaphores conceptuelles* (Lakoff et Johnson, 1980). Une personne regardant devant elle associerait l'espace arrière à ce qui a été écoulé/traversé, et l'espace avant à ce qui l'attend, ce qui reste encore à parcourir, suggérant un déplacement et par conséquent un mouvement. Ce mapping se refléterait notamment dans la langue des signes (danoise : Engberg-Pedersen, 1993 ; américaine : Emmorey 2000), ainsi que dans les gestes, comportements non verbaux (langage corporel) qui accompagnent les métaphores temporelles et leur compréhension (Nunez et Sweetser, 2006 ; Cooperrider et Nunez, 2009 ; Casasanto et Jasmin, 2012 ; Gu et al., 2019 ; Tversky, 2021). Par exemple, les locuteurs Aymara utilisent des gestes vers l'arrière pour le futur et vers l'avant pour le passé (Nunez et Sweetser, 2006), contrairement aux locuteurs anglais qui font des gestes vers l'avant pour le futur et vers l'arrière pour le passé (Casasanto et Jasmin, 2012).

Si ce mapping conceptuel semble bien documenté aujourd'hui, la mise en lumière d'effet de congruence n'est pas toujours probante (von Sobbe et al., 2019). L'étude de Torralbo et al. (2006) est la première à avoir utilisé des temps de réactions (TRs) rendant compte de l'effet de congruence spatial du passé et du futur. Les participants devaient juger (verbalement ou manuellement) si une *personne*

(représentée par une silhouette de visage vue de profil) pensait au passé ou à l'avenir, à partir d'un verbe conjugué au passé ou au futur présenté dans une *bulle* située à droite ou à gauche de l'écran. Les auteurs ont manipulé l'emplacement du mot par rapport à la silhouette de visage (cf. **Illustration 7**, extraite de l'étude de Torralbo et al., 2006, figure 1, exemple d'essai). Si le TEMPS est mappé sur l'axe sagittal (avant-arrière) par rapport à l'orientation du visage de la silhouette alors les auteurs s'attendaient à des réponses plus rapides pour des verbes conjugués au futur présentés en avant du visage que s'ils étaient présentés en arrière du visage ; et inversement pour les verbes au passé, en accord avec le cadre des métaphores conceptuelles. Par contre, si le TEMPS est représenté sur une chronologie mentale associant gauche-passé et droite-futur, alors des réponses plus rapides étaient attendues pour les verbes conjugués au futur présentés sur la droite de l'écran par rapport à ceux sur la gauche ; et inversement pour les verbes au passé, indépendamment de l'orientation de la silhouette.

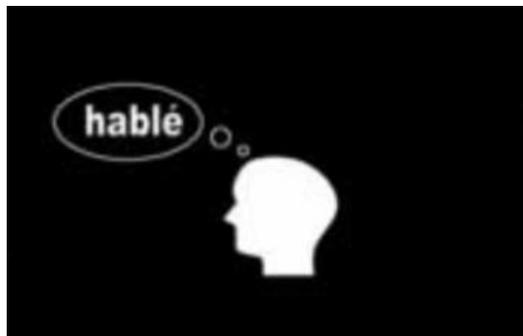


Illustration 7, exemple de stimuli utilisé par Torralbo et al. (2006). « hablé » est le verbe espagnol « parler » conjugué au passé (c-à-d « j'ai parlé »).

Les résultats de la première expérience avec des réponses vocales ont montré un effet de congruence spatiale de l'axe avant-arrière significatif mais une absence d'effet de congruence spatiale du temps sur l'axe gauche-droite. Dans leur deuxième expérience, il ne s'agissait plus d'une réponse vocale mais d'une réponse manuelle (main gauche répondant sur la touche de gauche et main droite sur la touche de droite). Les résultats ont montré les résultats inverses : seuls des effets de congruence spatiale gauche-droite du TEMPS (dans le référentiel égocentré du participant) ont été mis en évidence, et une absence d'effet de l'axe avant-arrière (centré dans le référentiel allocentré⁵ de la silhouette). Les auteurs ont suggéré qu'un effet attentionnel du niveau de pertinence (saillance) faciliterait l'activation d'un type de représentation plutôt qu'un autre type, basé sur une explication des effets de congruence similaire à la théorie dite des *Modèles cohérents en mémoire de travail* (*Coherent Working Models*, Torralbo et al., 2006 ; Santiago et al., 2011, voir aussi la section 1.4.3). Ainsi, le fait que les touches

⁵ Certains auteurs parlent de référentiel "hétéro-centré" ou "alter-centré" s'agissant d'un référentiel spatial centré sur le corps d'autrui.

de réponses manuelles sont latéralisées gauche-droite influencerait l'activation de la référence spatiale sur l'axe gauche-droite rendant saillante cette représentation uniquement lors de la tâche manuelle. Mais s'il s'agit d'une réponse vocale, cette dimension serait moins saillante, et donc ne serait pas forcément activée.

Dans le cadre de cette thèse, nous soutenons l'idée que le mouvement réel provenant de notre corps est l'élément clé pour la mise en lumière d'effets de congruence dans l'incarnation spatiale et corporelle du TEMPS. En effet, dans l'expérience de Torralbo et al. (2006) la manipulation du référentiel par amorce spatiale d'une silhouette de visage (bien que pertinente) n'est pas directement associée à un référentiel égocentré, et les réponses vocales comme celles manuelles ne nécessitent pas de mouvement réel. Au niveau postural, Miles et al. (2010) ont demandé à des participants d'imaginer les événements d'une journée type, soit en remémorant des circonstances de leur quotidien quatre ans auparavant, soit en se projetant quatre ans dans le futur. Leurs résultats ont montré des oscillations posturales vers l'arrière pour la condition de remémoration du passé, et vers l'avant pour la projection mentale dans des événements futurs. Ainsi, notre mouvement corporel serait en adéquation avec notre manière de penser le TEMPS. Sell et Kaschak (2011) sont les premiers à avoir étudié cela avec un mouvement réel du participant, nécessitant un déplacement de la main pour appuyer sur une touche située vers ou à l'écart du corps (cf. panneaux C et B, respectivement, de l'**Illustration 8**, extraite de Sell et Kaschak, 2011, plus bas) avec une méthodologie similaire au paradigme ACE (Glenberg et Kaschak, 2002) Un groupe de participants ($n = 79$) répondait en faisant un mouvement de la main, alors qu'un autre groupe ($n = 76$) répondait en gardant les mains au-dessus des touches. Les participants lisaient des phrases décrivant des événements futurs ou passés afin de déterminer si elles avaient du sens ou non (jugement de sensibilité). La réponse à une phrase « sensible » (ayant du sens) exigeait un mouvement de la main droite (à partir d'une position de départ) d'environ 30 cm le long de l'axe sagittal, tandis que la réponse à une phrase « non-sensible » (n'ayant aucun sens) exigeait un petit mouvement latéral de la main d'environ 2 cm (de la touche "START" à la touche "X").

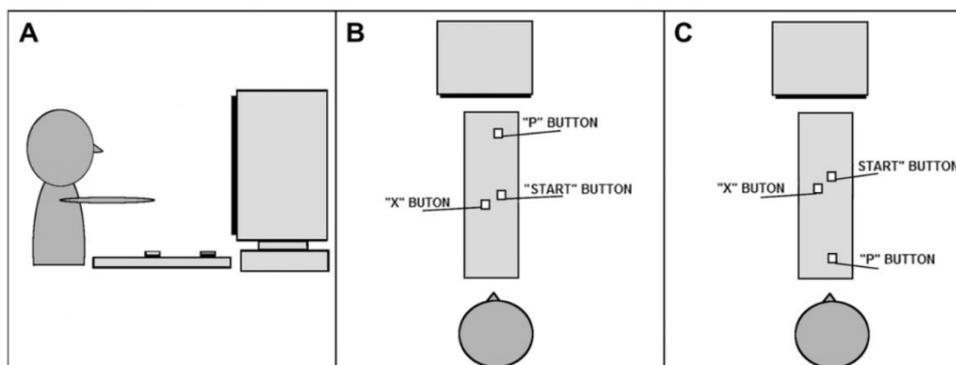


Illustration 8. Dispositif expérimental utilisé par Sell & Kaschak (2011).

Les auteurs ont constaté des réponses plus rapides à la phrase formulée au futur lorsque la réponse éloignait la main du corps, et aux phrases formulées au passé lorsque le mouvement de la main se rapprochait de leur corps. Dans une condition d'absence de mouvement, où la main droite reposait au-dessus du bouton « sensible » (situé à proximité ou à l'écart du corps, selon le groupe) et où la réponse non-sensible nécessitait un petit mouvement latéral (comme précédemment) de l'autre main, il n'y avait pas d'effet de congruence spatiale et motrice pour les phrases future-avant et passé-arrière. Le fait que seules les réponses associées à un mouvement corporel ont montré un effet de congruence spatiale et motrice lors du traitement d'une phrase temporelle montre l'impact du mouvement réel provenant de notre corps dans l'activation des représentations spatiales du TEMPS.

Ces résultats ont été corroborés par Ulrich et al. (Expérience 1, 2012) en utilisant un dispositif de curseur se déplaçant le long d'une glissière faisant 62,2 cm de long et 12 cm de large, qui, à partir d'une position neutre, amenait à faire un mouvement d'environ 30 cm vers l'avant ou vers l'arrière (cf. **Illustration 9**, extraite de Ulrich et al., 2012). Dans la condition « congruente », les participants répondaient aux phrases sensibles au passé en faisant un mouvement vers l'arrière, et vers l'avant pour les phrases au futur. La consigne était inversée dans la condition dite « incongruente ». Par ailleurs, les participants devaient s'abstenir de répondre aux phrases « non-sensibles ». Les auteurs ont mis en évidence un effet de congruence sur le temps de réaction, c'est-à-dire entre l'apparition du mot et le début du déplacement du curseur. Dans leur deuxième expérience, les consignes étaient différentes : les participants devaient déplacer le curseur dans une direction si la phrase était sensible et dans une autre direction si elle ne l'était pas (Ulrich et al., 2012). Dans une partie de l'expérience, la moitié des participants (groupe A) a effectué un mouvement vers l'avant en réponse à une phrase sensée et un mouvement vers l'arrière en réponse à une phrase absurde. Dès que les participants commençaient à déplacer le curseur, la phrase disparaissait. L'affectation stimulus-réponse a été inversée dans la deuxième partie. L'autre moitié des participants (groupe B) a procédé dans l'ordre inverse. Une fois que les participants avaient terminé de déplacer le curseur, une question concernant la référence temporelle de la phrase précédente apparaissait au centre de l'écran. La question consistait au mot « futur ? » ou « passé ? » de façon équiprobable. Les participants étaient invités à appuyer sur la barre d'espace du clavier pour répondre « oui » et à s'abstenir de répondre dans le cas contraire. Dans cette deuxième expérience, les auteurs n'ont montré aucun effet de congruence, quand les participants focalisaient leur attention sur le sens de la phrase (sensé ou absurde) pour donner leur réponse avec le curseur, plutôt que sur le jugement du temps (passé, futur).



Illustration 9. Dispositif expérimental utilisé par Ulrich et al. (2012)

Les auteurs ont suggéré que l'effet congruence espace-TEMPS n'est pas automatique : il n'apparaît pas quand le mouvement n'est pas une réponse motrice à jugement temporel, en jetant le doute sur l'idée dite « exagérée » d'un phénomène incorporé dans leur interprétation des résultats (exprimé dans leur *Discussion Générale*). Néanmoins, la focalisation sur la dimension sensée de la phrase peut demander un effort supplémentaire de compréhension et plus cognitif, en augmentant les TRs et ainsi ne pas interférer avec le mouvement relatif au TEMPS potentiellement inhibé en amont. Par ailleurs, ces résultats pourraient être globalement explicables par *la théorie des modèles cohérents en mémoire de travail* (Santiago et al., 2011). De plus, il est possible que les phrases utilisées par ces auteurs contiennent également des mots d'actions et/ou directionnels/émotionnels pouvant interférer avec la simulation de l'action engagée (par exemple : dans la phrase « *Yesterday, Hanna repaired the bike* » l'utilisation d'un vélo peut faire référence à un mouvement vers l'avant ; dans la phrase « *On next Sunday, the town-hall will marry the pea* » la VALENCE ÉMOTIONNELLE du contenu sémantique pourrait engendrer l'activation d'un autre type de représentation conceptuelle, voir aussi Chapitre 3 et 4). Par ailleurs, récemment, Scheifele et al. (2018) ont répliqué l'expérience de Sell et Kashack (2011) et suggèrent que le mapping conceptuel est bien activé dans la compréhension de phrase temporelle pour le jugement d'une tâche de sensibilité. A notre connaissance, seules ces trois études se sont intéressées à un effet de congruence sur un mouvement réel afin d'examiner le mapping conceptuel du TEMPS sur l'axe sagittal. De plus, à notre connaissance, au démarrage de cette thèse aucune étude n'avait encore identifié d'effet de congruence nécessitant un mouvement réel sur l'axe frontal. A noter que l'activation du mapping conceptuel du TEMPS peut être remise en question au travers de la compréhension du langage (effet de congruence *linguistique*) et/ou lorsque le jugement du TEMPS n'est pas pertinent dans une tâche, comme le suggèrent les résultats de Ulrich et al. (2012) et de Ulrich et Maienborn (2010) sur l'axe frontal avec une procédure similaire mais ne nécessitant pas de mouvement réel. Toutefois, les résultats de ces études pourraient être liés à la saillance relative à leur tâche expérimentale ou encore à la simulation d'un autre concept contenu dans ces phrases. Dans le cadre de cette thèse, nous soutenons l'idée que le mapping conceptuel du TEMPS soit inscrit aussi bien suivant l'axe sagittal que frontal, et que le mouvement réel provenant de notre corps permet de mettre en lumière un

effet de congruence (spatiale et motrice, via la direction du mouvement) reflétant nos expériences incarnées du concept abstrait de TEMPS (passé, futur) compris au travers du langage.

2.3 L'AXE FRONTAL : LA CHRONOLOGIE DE NOS EXPERIENCES

La littérature scientifique a montré que l'axe frontal n'était pas spécialement jugé comme facilement accessible au sein de nos connaissances spatiales (Tversky, 1999). Dans une approche linguistique et métaphorique, la conceptualisation du TEMPS ne semblait pas non plus être associée à l'espace frontal (gauche-droite). En effet, comme relaté précédemment (section 2.1), dans la culture occidentale, on ne trouve pas d'expression linguistique mappant le passé et le futur sur cet axe (Radden, 2004). Néanmoins, cette conceptualisation frontale du TEMPS semble émerger des pratiques culturelles provenant de nos expériences sensori-motrices telles que l'apprentissage de la lecture et de l'écriture, les calendriers, les frises chronologiques, etc. (Tversky et al., 1991 ; Chan et Bergen, 2005 ; Torralbo et al., 2006 ; Santiago et al., 2007 ; Ulrich et Maienborn, 2010 ; Fuhrman et Boroditsky, 2010 ; Ouellet et al., 2010 ; Bonato et al., 2012). Dans une tâche d'association implicite, Tversky et al. (1991) ont demandé à des enfants et adultes anglophones et arabophones de placer des autocollants sur une page pour indiquer où devait apparaître le petit déjeuner versus le dîner, par rapport au déjeuner qui était placé au milieu. Les résultats ont montré que les anglophones placent à gauche le petit déjeuner et à droite le dîner ; et inversement pour les arabophones. Ces résultats sont cohérents avec un effet du sens de la lecture et de l'écriture de ces cultures et par conséquent du mouvement (de la main dirigée spatialement pour l'écriture, et oculaire pour la lecture). A noter que cette chronologie peut être inversée à la suite d'une lecture en miroir d'un texte présenté à l'envers (Casasanto et Bottini, 2014). A savoir, qu'« entraîner » une personne à lire (sens du mouvement) dans un autre sens que celui habituellement rencontré peut suffire à changer l'orientation spatiale métaphorique associée au TEMPS dans une tâche suivante. Cette étude montre de cette manière une certaine flexibilité cognitive de l'intégration des informations perceptivo-motrices dans notre façon de conceptualiser le TEMPS. Dans un même registre et de façon intéressante, même des personnes non voyantes, semblent utiliser le référentiel de leur corps pour conceptualiser le TEMPS suivant le mouvement relatif à leur sens de la lecture du braille (Bottini et al., 2015).

Les études examinant les gestes accompagnant le langage confirment également ce mapping conceptuel du TEMPS en fonction de la culture (Nunez et Sweetser, 2006 ; Cooperrider et Núñez, 2009 ; Casasanto et Jasmin, 2012 ; Walker et Cooperrider, 2016). Bien qu'il n'existe pas dans le langage courant d'expression situant chronologiquement le TEMPS dans l'espace (dire que « Mardi est à gauche de mercredi », exemple traduit de Fuhrman et Boroditsky 2010), Casasanto et Jasmin (2012)

montrent que les anglophones utilisent, par ailleurs, plus fréquemment des gestes de co-parole sur l'axe frontal (gauche-passé et droite-futur) que sur l'axe sagittal (arrière-passé et avant-futur). De plus, les études sur les temps de réponse ont corroboré le mapping conceptuel du TEMPS de manière fixe, c'est-à-dire au travers d'amorce spatiale, ou de réponse manuelle latéralisée de type « main droite répond à une touche droite » et « main gauche à une touche gauche » (Torralbo et al., 2006 ; Santiago et al., 2007 ; Weger et Pratt, 2008 ; Ulrich et Maienborn, 2010 ; Ouellet et al., 2010a, 2010b ; Bonato et al., 2012 ; Kong et You, 2012 ; Eikmeier et al., 2015 ; Walker et al., 2017). Ainsi, considérant la culture française, le mapping conceptuel du TEMPS correspondrait au passé simulant un mouvement vers la gauche et au futur simulant un mouvement vers la droite, en adéquation avec notre système d'écriture (un mouvement de la main dans l'espace), notre manière d'appréhender la chronologie des événements (par ex., frises chronologiques), nos expériences de lectures, etc.

Comme nous l'avons vu dans l'expérience de Torralbo et al. (2006), les effets de congruence ne sont pas forcément mis en lumière en fonction du référentiel utilisé et de l'attention requise dans une tâche expérimentale (Santiago et al., 2012). Si des réponses vocales n'activent pas le mapping conceptuel du TEMPS sur l'axe frontal, les réponses motrices latéralisées main gauche versus main droite le permettent. S'il ne s'agit pas d'un mouvement réel reflétant le mouvement chronologique du TEMPS, il s'agit toutefois d'une réponse motrice plaçant notre manière de penser le TEMPS dans un référentiel égo-centré. Toutefois, la disposition de cette tâche (voir aussi l'étude de Santiago et al., 2007 ; Weger et Pratt, 2008) est également soumise à une orientation spatiale des stimuli pouvant influencer le focus attentionnel de la réponse motrice et rendre compte d'un effet alternatif de congruence *perceptive* et/ou *structurelle*. En effet, le stimulus (verbe au passé ou au futur) est situé à gauche ou à droite de la silhouette (centré sur l'écran) et les réponses motrices sont également latéralisées de gauche à droite. Une adéquation entre l'emplacement du stimulus et la réponse motrice (par exemple, le stimulus apparaît à gauche et une réponse motrice est à gauche) reviendrait à obtenir un effet de congruence de type « effet Simon » (Simon et al., 1973). C'est à dire que l'effet de congruence ne correspondrait pas forcément à la dimension conceptuelle du TEMPS mais à une détection plus rapide dans un hémichamp visuel facilitant une réponse motrice sur la touche ipsilatérale. Ainsi, l'effet de congruence correspondrait à la saillance du côté de réponse associée à l'emplacement du stimulus (la critique se pose alors sur le caractère *perceptif* et/ou *structurel* de la tâche plus que sur le caractère conceptuel/*expérientiel*, voir section 1.4.2 *la correspondance des polarités*, Proctor et Cho, 2006 ; Lakens, 2012). Bien que cet effet soit présent dans l'étude de Torralbo et al. (2006), leurs analyses complémentaires relatent qu'il n'y a globalement pas d'effet d'interaction significatif entre la main qui répond et la position du mot sur l'écran. Ainsi, cet effet ne peut pas à lui seul expliquer l'effet de congruence spatial du TEMPS

(passé-gauche, futur-droit) mis en lumière dans cette étude. Dans le même ordre d'idée, Ouellet et al. (2010a) ont utilisé un paradigme de repérage spatial avec une amorce temporelle dans lequel les participants devaient effectuer une tâche de discrimination spatiale (Expérience 1, les cibles sont présentées par des points blancs à gauche ou à droite) ou une tâche de discrimination de direction (Expérience 2, de type Stroop où les cibles sont des flèches pointant à gauche ou à droite). Les participants devaient indiquer l'emplacement des cibles en répondant respectivement sur la touche « z » (à gauche, main gauche) ou « m » (à droite, main droite) du clavier en fonction de la localisation des cibles. La même liste de stimuli que Torralbo et al. (2006) a été utilisée pour évoquer le passé ou le futur ; seulement, cette fois-ci, les stimuli étaient présentés au centre de l'écran avant la tâche de discrimination. Afin de s'assurer que les participants prennent bien en compte le sens des mots faisant référence au TEMPS, après la tâche de discrimination la question « FUTUR ? » ou « PASSE ? » leur était posée et ils devaient également appuyer sur les touches « z » ou « m » pour répondre par oui ou non. Le mapping oui/non sur les touches z/m a été contrebalancé dans les blocs expérimentaux pour correspondre à un code de réponse congruent ou incongruent avec le mapping conceptuel du TEMPS. Leur première expérience a montré un effet de congruence spatiale gauche-passé et droite-futur. Toutefois, cet effet était également corrélé aux réponses motrices gauche-droite et localisation de cible gauche-droite ne permettant pas de distinguer le mécanisme de cet effet. Cependant, leur deuxième expérience, qui manipulait des flèches localisées (à gauche ou à droite) pointant dans une direction non forcément correspondante à son emplacement, a permis de dissocier les effets de congruence, notamment en demandant au participant de répondre suivant la direction indiquée par la flèche. En effet, les résultats ont montré qu'en plus de trouver une interaction entre l'emplacement de la cible et la direction de la flèche (reproduisant un pattern de réponse de type *effet Stroop*), les résultats montrent également un effet du mapping conceptuel du TEMPS indépendant de l'emplacement de la cible et du côté de réponses. Ces résultats suggèrent donc que l'activation du mapping conceptuel du TEMPS (passé et futur) influence à la fois l'orientation de l'attention spatiale ainsi que les réponses motrices, bien qu'une localisation, une direction, ainsi que la compréhension de mots spatiaux littéraux puissent également diriger l'attention spatiale (voir aussi, *la théorie du codage d'événement*, TEC Hommel et al., 2001).

Dans leur méta-analyse, von Sobbe et al. (2019) suggèrent que l'activation du mapping conceptuel du TEMPS est plus propice lorsque le jugement du temps est rendu pertinent dans une tâche (taille d'effet d de Cohen = 0.46) ou lorsque le temps est amorcé (d = 0.47), contrairement à lorsqu'il ne l'est pas (d = 0.09). Dans le cadre de cette thèse, nous suggérons que la compréhension du langage active le mapping conceptuel du TEMPS provenant de nos expériences et que l'étude de l'effet du mouvement réel

provenant de notre corps sur le jugement temporel permet de mieux confirmer cette hypothèse. Cette hypothèse a notamment été étayée récemment dans l'étude récente de Grasso et al. (2022) où ces auteurs ont utilisé une tâche de décision lexicale (oui/non) avec des stimuli verbaux (conjugués au passé ou au futur) et des pseudo-verbos. Les participants devaient juger si les stimuli présentés étaient de vrais mots (verbos) en répondant sur l'axe frontal vers (mouvement) ou à (sans mouvement) droite ou gauche. Dans leur première expérience, ils ont utilisé une amorce temporelle (« hier » ou « demain ») avant la présentation des mots et les participants devaient répondre à la décision lexicale en déplaçant le curseur à l'aide d'un crayon sur un pavé tactile (mouvement réel d'environ 5 cm) vers la droite ou vers la gauche. Les résultats ont montré un effet de congruence robuste ($d = 0.74$) du mapping conceptuel du TEMPS au travers du mouvement. Dans leur deuxième expérience, les participants ont utilisé soit un mouvement réel (déplacement d'une souris ou d'un crayon sur trackpad), soit une réponse fixe (appui sur une touche de clavier). Les résultats ont montré que les réponses données avec un mouvement réel ($d = 0.38$ trackpad et $d = 0.43$ souris) induisaient un effet de congruence du mapping conceptuel du TEMPS significatif (bien que moins robuste que dans l'expérience précédente), contrairement aux réponses données sans mouvement ($d = 0.15$ touche latéralisée du clavier). De plus, dans leur troisième expérience, ils ont reproduit les résultats de leur Expérience 2 avec le trackpad ($d = 0.64$) en supprimant l'amorçage temporelle, rendant ainsi la tâche non pertinente pour le jugement du temps (von Sobbe et al., 2019). Ces résultats suggèrent, d'une part, que le mapping conceptuel du TEMPS est activé dans la compréhension du langage, peu importe la pertinence (avec ou sans amorce, sur un jugement non temporel) requise dans la tâche expérimentale. D'autre part, ils renforcent l'idée que le mouvement réel est un élément majeur dans la mise en évidence d'un effet de congruence, là où d'autres études similaires ont échoué avec des réponses fixes (Expérience 1 de Torralbo et al., 2006 ; Ulrich et Maienborn, 2010). En accord avec Grasso et al. (2022), d'une part nous nous attendons dans le cadre de cette thèse à confirmer l'hypothèse de l'incarnation spatiale et corporelle du TEMPS au travers du mouvement réel provenant de notre corps lors d'un jugement temporel. D'autre part, nous intéressant également à un autre concept (la VALENCE ÉMOTIONNELLE, lors d'un jugement émotionnel), nous explorons ainsi si la compréhension d'un autre concept plus ou moins abstrait peut également jouer un rôle dans l'observation des effets de congruence.

SYNTHESE DU CHAPITRE 2

Suivant une approche incarnée dans la conceptualisation des concepts abstraits, nous avons vu dans ce chapitre que le TEMPS peut être pensé de diverses manières et qu'il partage une relation étroite avec le concept concret de l'espace (Lakoff et Johnson, 1980, 1999 ; Boroditsky, 2000 ; Boroditsky et Ramscar, 2002 ; Boroditsky et Casasanto, 2008). La chronologie mentale du temps s'applique à nos trois axes perceptivo-moteurs (Bonato et al., 2012; von Sobbe et al., 2019) et peut être relative à la culture, au travers de nos expressions langagières, notre système d'apprentissage de la lecture, de l'écriture, etc. Dans la culture occidentale, la conceptualisation du TEMPS dans sa relation passé/futur ne semble pas être adossée à l'espace vertical d'un point de vue perceptivo-moteur et par conséquent, il ne sera pas utilisé dans le cadre de cette thèse. Suivant l'axe sagittal, le futur semble situé (venir de) devant nous, et le passé situé (s'écouler) derrière nous. Par ailleurs, nous avons identifié deux façons de percevoir le TEMPS dans l'espace lié au mouvement (Ego-Moving, Time-Moving, Clark 1973).

L'axe sagittal dans sa dimension perceptivo-motrice asymétrique (Tversky, 1999) peut être soumis à ces perspectives spatio-temporelles dans notre façon de penser le TEMPS (Walker et al., 2017). Dans le cadre de cette thèse, nous suggérons que le mouvement provenant de notre corps active une perspective de l'Ego-Moving (suivant le référentiel égocentré du corps) et que le TEMPS dans sa relation passé/futur correspond au mapping conceptuel passé-arrière et futur-avant. Sur l'axe frontal, le cadre de la chronologie mentale du TEMPS suggère un mapping conceptuel correspondant à passé-gauche et futur-droite. Suivant l'axe sagittal et frontal, la plupart des études utilisent des modes de réponses statiques/fixes et ne s'avèrent pas forcément réussir à mettre en évidence des effets de congruence spatiale en fonction de la méthodologie employée (Torralbo et al. 2006 ; Ulrich et Maienborn, 2010 ; et von Sobbe et al., 2019 pour une revue). Or, nous constatons que ces axes ont pour point commun le mouvement provenant du déplacement du corps comme le suggère le déplacement de l'égo sur l'axe sagittal et notre système d'écriture et de lecture sur l'axe frontal (**Illustration 10**). Ainsi, dans le cadre de cette thèse, nous suggérons que la direction du mouvement associée à ces mappings conceptuels permet de mettre en évidence et de confirmer l'hypothèse de l'incarnation spatiale et corporelle du TEMPS. Les résultats des études gestuelles vont notamment dans ce sens (Nunez et Sweetser, 2006 ; Cooperrider et Núñez, 2009 ; Casasanto et Jasmin, 2012).

A notre connaissance, seules trois études comportementales se sont intéressées au mouvement réel (mouvement du bras) montrant un effet de congruence *expérientiel* (spatial et moteur) sur l'axe sagittal (Sell et Kaschak, 2011 ; Ulrich et al. 2012 ; Scheifele et al. 2018) et une seule sur l'axe frontal (Grasso

et al., 2022). Par ailleurs, l'étude de Grasso et al. (2022) met en évidence que d'une part, bien que leur tâche porte sur un jugement de sensibilité, la chronologie mentale (non pertinente pour la tâche) est bel et bien activée, d'autre part que le mouvement est notamment le facteur clé pour observer un effet de congruence dans la compréhension du TEMPS. Par ailleurs, nous nous intéressons également à l'incarnation spatiale et corporelle d'un autre concept : la VALENCE ÉMOTIONNELLE. Ainsi, nous identifierons à quels types d'implication comportementale ce dernier peut être associé (Chapitre 3). Puis nous explorerons les effets d'interactions possibles entre la compréhension de ces deux concepts (Chapitre 4).

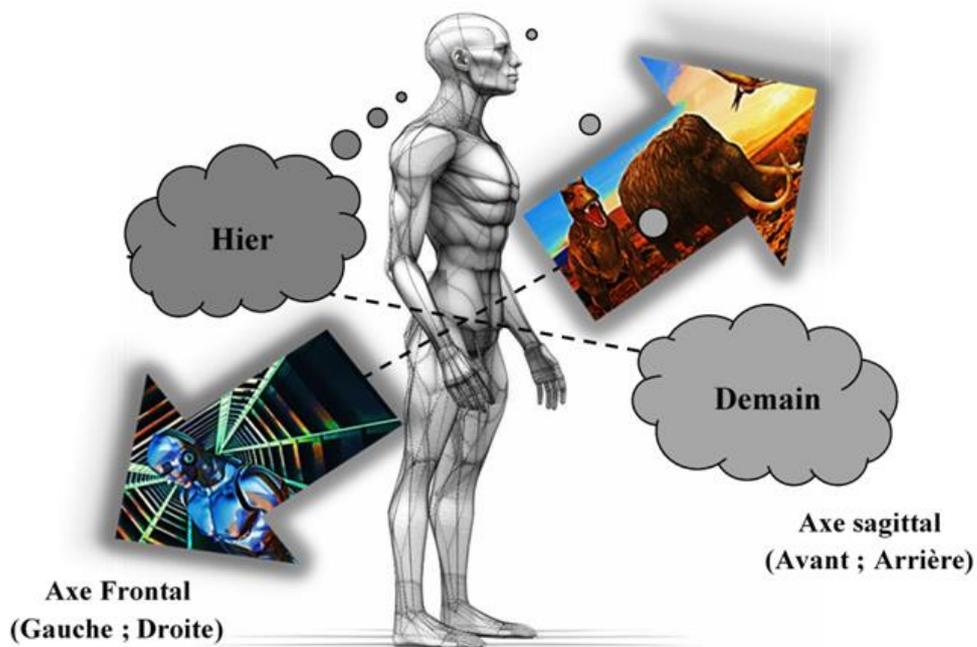


Illustration 10. Représentation des directions du mouvement attendu dans le cadre de cette thèse, en accord avec la chronologie mentale du TEMPS. Cette illustration est une création issue d'un outil de génération d'images utilisant une intelligence artificielle et soumise aux droits d'auteurs, élaborée par Tiffanie BERNIER et Yann KLUTCHENKO.

CHAPITRE 3 :

LE CONCEPT DE VALENCE ÉMOTIONNELLE

« *Les émotions sont des actions ou des mouvements, pour beaucoup d'entre eux publics, qui sont visibles pour autrui dès lors qu'ils se manifestent sur le visage, dans la voix et à travers des comportements spécifiques* » (A. Damasio 2003)

L'étude des émotions (de la racine latine *emovere* signifiant « mettre en mouvement », Le Robert, 1993) présente différents types de modèles disponibles afin de comprendre les émotions en termes d'émotion de base, d'évaluation, de construction psychologique ou de construction sociale (pour une revue, lire Gross et Barrett, 2011). Une des théories les plus influentes sur le rôle des émotions régulièrement empruntée dans le champ des théories de la cognition incarnée est la *théorie de l'appraisal*⁶. Selon cette théorie, les réactions émotionnelles seraient le fruit d'une *évaluation cognitive subjective* des événements ou des situations. Selon Frijda (1986), les émotions peuvent influencer nos actions et nos comportements, en orientant nos choix et en motivant nos réponses comportementales. Le modèle de Scherer (1984) expose notamment les différentes composantes inter-mêlées dans l'étude des émotions : 1) une composante d'*évaluation cognitive* des situations ou stimuli permettant le déclenchement et la différenciation des émotions ; 2) une composante physiologique de changements corporels ; 3) une composante motrice (expression faciale, vocale, posturale, gestuelle) ; 4) une composante motivationnelle (tendance à l'action, par exemple : les comportements d'approche et d'évitement) ; 5) une composante subjective/abstraite, soit l'expérience émotionnelle vécue (basée sur l'ensemble des changements des composantes). La personnalité, l'humeur, l'âge, le contexte ou encore les expériences personnelles joueraient notamment un rôle important quant à l'évaluation subjective d'un stimulus (Bargh et al., 1996 ; Cacioppo et Gender, 1999 ; Barsalou, 1999 ; Elliot et Thrash, 2010).

Distinctement du concept de TEMPS, le concept de VALENCE ÉMOTIONNELLE intègre les différentes composantes associées à l'étude des émotions qui peuvent s'avérer être une source importante

⁶ Ce terme a été introduit par Arnold en 1960. Sa théorie appuie cette notion d'évaluation cognitive mais aussi le concept de mémoire avec des expériences émotionnelles antérieures : le cerveau analyserait la situation par rapport à cette mémoire pour décider si elle est positive ou non pour son organisme avant de déclencher l'action.

de variabilité dans la mise en lumière d'un mouvement spécifique (spatial et corporel) pouvant représenter l'incarnation du concept de VALENCE ÉMOTIONNELLE, positive ou négative. En l'occurrence, on peut ressentir et reconnaître immédiatement, à la posture et au déplacement d'une personne, si elle est dans un état émotionnel positif (posture verticale/droite et mouvement dynamique) ou négatif (posture courbée et mouvement lent, Stepper et Strack, 1993 ; Oosterwijk et al., 2009 ; Nair et al., 2015). On sait aussi reconnaître un mouvement qui ne porte pas d'émotion (valence neutre, Pollick et al., 2001) et identifier les attitudes sociales et expressions faciales émotionnelles (Niedenthal et al., 2005 ; Havas et Glenberg, 2007 ; Niedenthal et al., 2009). En ce sens, la VALENCE ÉMOTIONNELLE est moins abstraite que le concept de TEMPS car elle possède à la fois des caractéristiques sensori-motrices concrètes (perceptives, sensorielles et motrices) et des caractéristiques relationnelles abstraites et subjectives (Winkielman et al., 2023).

Toutefois, dans la même logique que pour le concept de TEMPS, nous suggérons que la compréhension du langage permettrait d'activer l'expérience sensori-motrice et affective associée au concept de VALENCE ÉMOTIONNELLE (Barsalou, 1999 ; Fernandino et al., 2022 ; et chapitre 1, section 1.3.2). Notre corps, qui navigue dans l'espace, contribuerait notamment à donner sens à nos expériences. De sorte que le concept de VALENCE ÉMOTIONNELLE pourrait se construire au travers de nos interactions avec le monde, et notre faculté à structurer, évaluer, catégoriser ou encore à hiérarchiser des événements/stimuli contribuerait à associer une connotation positive ou négative à nos diverses expériences perceptives, sensorielles, motrices, etc. Cependant, suivant nos différents axes perceptivo-moteurs, les mécanismes explicatifs quant à l'implication du corps/mouvement dans l'attribution de sens accordé au concept de VALENCE ÉMOTIONNELLE et son lien avec les dimensions spatiales nécessitent d'être distingués. Ainsi, nous pourrions mieux appréhender les effets de congruence spatiale et corporelle qui peuvent être associés à son jugement conceptuel.

3.1 L'AXE VERTICAL, UNE DOMINANTE PERCEPTIVO-MOTRICE ET METAPHORIQUE

L'axe vertical a particulièrement été étudié en lien avec les différentes approches incarnées relatées dans le Chapitre 1, dans notre manière de conceptualiser la VALENCE ÉMOTIONNELLE, à savoir : le cadre *des métaphores conceptuelles* (Lakoff et Johnson, 1980, « GOOD IS UP », « BAD IS DOWN » ; « le bien est en haut », « le mal est en bas ») et le cadre *simulationniste et étendu* de la cognition incarnée (Barsalou, 1999 ; Glenberg et Robertson, 2000 ; Borghi et al. 2017), structurée dans nos représentations spatiales (Bottini et Doeller, 2020). Selon le *cadre des métaphores conceptuelles*, nous aurions tendance à associer les concepts positifs, valorisés et souhaitables à des positions verticales élevées dans l'espace, tandis que nous associons les concepts négatifs, moins valorisés et indésirables à des positions basses. Des expressions linguistiques illustrent notamment cette tendance : « être au *sommet* de sa forme » ; « *sauter* de joie » ; « être à la *hauteur* » pour exprimer quelque chose positif (et/ou valorisable, souhaitable), et « être au *fond* du trou » ; « *s'enfoncer* dans le désespoir » ; « *redescendre* d'un échelon » pour exprimer le négatif (et/ou moins valorisé, indésirable). Selon le cadre *étendu* de la cognition incarnée, la VALENCE ÉMOTIONNELLE serait inscrite dans nos interactions perceptivo-motrices et affectives, relatives à nos propres expériences pouvant notamment être transmises socialement et linguistiques (position hiérarchique, posture corporelle communiquer et que nous communiquons, Niedenthal et al., 2005 ; Borghi et al., 2017). De nombreuses études utilisant différents types de stimuli valencés (des phrases, des mots, des images, des sons, des odeurs, etc.) dans différents types de tâches cognitives (tâche d'évaluation, de mémoire, d'associations libres, etc., Meier et Robinson 2004 ; Meier et al., 2007 ; Crawford et al., 2006 ; Brunyé et al., 2012 ; Freddi et al., 2013 ; Casasanto et Bottini, 2014 ; Marmojelo-Ramos et al., 2017 ; Woodin et Winter, 2018) suggèrent que le concept de VALENCE ÉMOTIONNELLE est fondé sur nos expériences sensori-motrices et affectives montrant une forte relation avec le domaine concret de l'espace vertical (bas-négatif et haut-positif). Par exemple, de manière statique, Meier et Robinson (2004) dans une tâche d'évaluation ont montré un effet de congruence spatiale le long de l'axe vertical avec une évaluation plus rapide pour les mots positifs (par exemple : *bonbon* ; *courageux* ; *victoire*, etc.) présentés dans la partie supérieure d'un écran, et pour les mots négatifs (par exemple, *cruel* ; *défaite* ; *moustique*, etc) dans la partie inférieure, plutôt que lorsqu'ils sont présentés dans les emplacements opposés. Dans une tâche de mémoire spatiale, en utilisant des images (provenant de l'IAPS, International Affective Picture System), Crawford et al. (2006) ont également montré que le rappel spatial (souvenir de localisation, immédiat ou différé) était facilité lorsqu'une image positive avait été positionnée en haut de l'écran et une image négative en bas de l'écran, plutôt que l'inverse. L'utilisation d'un *espace mental* de la VALENCE

ÉMOTIONNELLE permettrait, entre autres, de pouvoir repenser les expériences émotionnelles et affectives (Crawford, 2009). Par ailleurs, dans une tâche d'association libre, Woodin et Winter (2018) ont demandé à des participants de placer librement des mots émotionnels tels que *meilleur* (positif) et *pire* (négatif) sur une feuille A3 disposée verticalement, représentant les différents axes (Expérience 2 et 3). Les résultats (par ex., leur Expérience 3) ont montré une dominance des emplacements de la VALENCE ÉMOTIONNELLE suivant l'axe vertical (76%), suivi de l'axe horizontal/latéral (13%) et de l'axe diagonal/sagittal (11 %). En l'occurrence, l'axe vertical peut être considéré comme l'axe le plus saillant pour l'intégration des propriétés physiques de l'environnement (Tversky, 1999) et certains auteurs relatent qu'il serait, en conséquence, l'axe préférentiel de la VALENCE ÉMOTIONNELLE (Woodin et Winter, 2018 ; Marmolejo-Ramos et al., 2019).

Cet axe a également déjà été étudié au travers du mouvement réel provenant du corps (Casasanto et Dijkstra, 2010 ; Koch et al., 2011 ; Dudschig et al., 2014 ; Lachmair et al., 2016 ; Cervera-Torres et al., 2018 ; Marmolejo-Ramos et al., 2019). Par exemple, Casasanto et Dijkstra (2010) ont demandé à des participants de déplacer des billes d'une boîte en carton à une autre vers le haut ou vers le bas, tout en racontant ou récupérant des souvenirs de leur passé. Les résultats ont montré que les participants racontaient plus de souvenirs positifs lorsqu'ils faisaient des mouvements ascendants et plus de souvenirs négatifs lorsqu'ils faisaient des mouvements descendants. Ces résultats suggèrent que les réponses motrices spatialisées ont également un impact quant à la VALENCE ÉMOTIONNELLE attribuée aux événements. Concernant le jugement d'un mot valencé, Dudschig et al. (2014) ont utilisé un boîtier de réponse (voir **Illustration 11**, extraite de Dudschig et al, 2014) face à des stimuli de *localisations implicites* (par ex., *ciel* pour l'espace haut, et *plage* pour l'espace bas) ; des stimuli *spécifiques à la posture*, c'est-à-dire se référant à des états émotionnels stéréotypés associés à une posture (par ex., la *gaieté* ou la *fierté* sont associées à une posture debout et droite versus la *honte* ou le *chagrin* associés à une posture avachie) ; ainsi qu'à des stimuli de VALENCE ÉMOTIONNELLE *générale*, c'est-à-dire que l'on peut évaluer comme étant positifs ou négatifs (par ex., un *baiser*, une *amie* versus la *guerre*, la *haine*). Ils ont demandé à leur participant d'évaluer la VALENCE ÉMOTIONNELLE des stimuli (positif, négatif ou neutre) vocalement (expérience 1a) ou de façon interne (expérience 1b) avant de répondre à une tâche de type Stroop (couleur des touches et du mots contrebalancés au travers des essais).

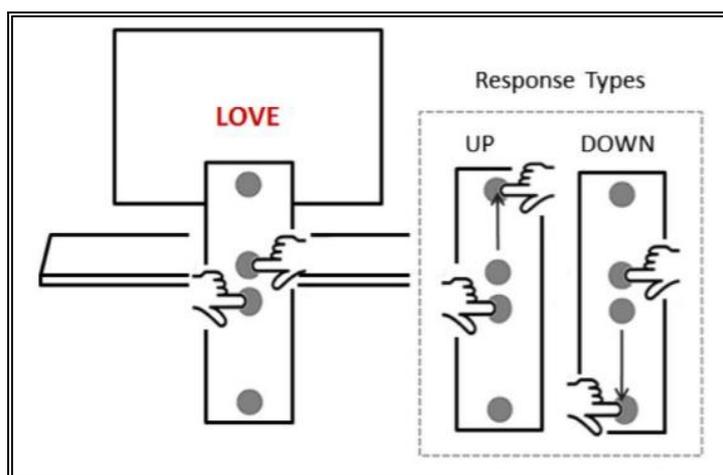


Illustration 11. Dispositif de réponse extrait de Dudschig et al, (2014). Tâche de type Stroop avec une réponse motrice démarrant du centre jusqu'à l'une des extrémités du dispositif (haut/bas, distance de l'ordre de 13cm).

Les résultats ont montré que le jugement, à l'oral comme celui interne, des mots émotionnels et valencés, est associé à des réponses motrices congruentes (positif-haut et négatif-bas) plus rapides que pour des réponses motrices incongruentes (positif-bas et négatif-haut). Dans leurs Expériences 2 et 3 ne nécessitant pas le jugement ni vocal ni interne de la VALENCE ÉMOTIONNELLE des mots, seuls les stimuli émotionnels spécifiques à la posture ont montré ce même effet de congruence spatiale et motrice (les stimuli de localisation implicite étaient considérés comme une condition contrôle). Les résultats de cette étude ont mis en évidence que le mapping conceptuel négatif-bas et positif-haut était lié à l'expérience sensori-motrice et affective (ici associée à l'état émotionnel simulé de la posture, Expériences 2 et 3) qui pouvait également être activée lors du jugement évaluatif d'un mot valencé au travers du mouvement (associé à nos représentations métaphoriques et sensori-motrices, Expériences 1a et 1b). Ces résultats ont été corroborés en utilisant également des mots d'une autre langue (L1, langue maternelle, L2 seconde langue), par Dudschig et al. (2014). Ainsi, la compréhension du langage activerait l'ancrage sensori-moteur et affectif associé à la conceptualisation positive ou négative de la VALENCE ÉMOTIONNELLE, de sorte qu'une réponse motrice en adéquation avec sa représentation spatiale engendrerait des effets de congruence spatiale et motrice. Si la relation entre la VALENCE ÉMOTIONNELLE et l'espace vertical avec un mapping conceptuel de type négatif-bas et positif-haut, semble relativement bien établie, l'implication (sensori-motrice) du mouvement/corps vis-à-vis du jugement d'un stimulus valencé sur l'axe sagittal semble moins évidente et sujette à débat.

3.2 L'AXE SAGITTAL : LES COMPORTEMENTS D'APPROCHE ET D'ÉVITEMENT

De manière générale, notre corps interagit avec l'environnement en s'approchant ou en s'éloignant des stimuli, et nos modalités d'interactions (visuelles, auditives, motrices, etc.) seraient intimement liées à notre expérience sensori-motrice et affective dans une perspective incarnée. L'axe sagittal a reçu beaucoup d'attention concernant les mécanismes d'approche et d'évitement face à un stimulus émotionnel et fait l'objet de débat quant à l'implication du mouvement dans son évaluation subjective reflétant des effets de congruence apparemment contradictoires (voir la méta-analyse de Phaf et al., 2014, et de Laham et al., 2015). Les *théories motivationnelles d'approche et d'évitement* relatent une relation étroite entre les émotions et les motivations caractérisées par le déclenchement d'une action, d'un comportement (Lang et al., 1990 ; Bradley et al., 2001). Ces mécanismes seraient favorables à la survie ainsi qu'à la régulation émotionnelle (Cacioppo et al., 1997 ; Elliott, 2006). Elliott (2006) définit la motivation d'approche comme : « la dynamisation du comportement par, ou la direction du comportement vers des stimuli positifs (objets, événements, possibilités) » et la motivation d'évitement comme « la dynamisation du comportement par, ou la direction du comportement loin de, stimuli négatifs (objets, événements, possibilités) ». Les *théories motivationnelles* se sont imposées dans la littérature comme illustrant l'incarnation des émotions par le biais d'effets de congruence entre un stimulus positif et un comportement d'approche et entre un stimulus négatif et un comportement d'évitement. Néanmoins, les postulats initiaux dans la mise en lumière de l'incarnation de la VALENCE ÉMOTIONNELLE se concentraient uniquement sur l'aspect moteur (*immédiat et non conscient*, Solarz, 1960 ; Cacioppo et al., 1993 ; Chen et Bargh, 1999). Par exemple, Chen et Bargh (1999) ont montré un effet de congruence affective lorsque des participants devaient donner leur réponse avec un mouvement de levier vers (*mouvement de flexion*) ou loin de soi (*mouvement d'extension*). Les participants catégorisaient des mots positifs ou négatifs avec des TRs plus courts lorsque le stimulus positif était associé à un mouvement de flexion et celui négatif associé à un mouvement d'extension, plutôt que l'inverse. Les résultats ont été interprétés comme reproduisant l'expérience motrice associée au comportement d'approche (ramener quelque chose à soi) et d'évitement (éloigner quelque chose de soi) de manière à ce que l'évaluation d'un stimulus soit directement associée à une réponse motrice *automatique et inconsciente* (*Hypothèse de l'activation spécifique des muscles*, flexion = approche ; extension = évitement). Or, ces mouvements de flexion et d'extension ont montré des effets opposés en fonction des caractéristiques de la tâche et du référentiel utilisé pour répondre à l'évaluation émotionnelle d'un stimulus (Rotteveel et Phaf, 2004 ; Markman et Brendl, 2005 ; Seibt et al., 2008 ; van Dantzig et al., 2008 ; Freina et al., 2009 ; Saraiva et al., 2013 ; et la méta-analyse de Phaf et al., 2014). Par exemple, Seibt et al. (2008, Expérience 3) ont utilisé le paradigme de Chen et Bargh (1999) mais

ont modifié la manière dont les participants devaient interpréter le mouvement en utilisant un joystick de réponse. Un groupe de participants a reçu pour consigne d'imaginer qu'ils devaient soit repousser le mot loin d'eux, soit le tirer vers eux, lorsqu'ils déplaçaient le joystick pour indiquer la valence du mot (condition d'autoréférence). À l'inverse, l'autre groupe imaginait approcher sa main du mot ou l'éloigner du mot (condition de référence à l'objet). Les auteurs ont constaté qu'*en condition d'autoréférence*, les participants étaient plus rapides pour tirer le joystick vers eux lorsqu'il s'agissait de mots positifs et à pousser le joystick vers l'écran pour les mots négatifs que dans le cas inverse. A contrario, *en condition de référence à l'objet*, les participants étaient plus rapides pour tirer le joystick vers eux lorsqu'il s'agissait de mots négatifs et à pousser le joystick vers l'écran pour les mots positifs que dans le cas inverse (Seibt et al., 2008). D'autre part, Freina et al. (2009) ont démontré que la signification associée à un mouvement de la main peut émerger de manière implicite. Selon leur théorie, un mouvement qui réduit la distance par rapport à un objet désirable serait codé comme une approche, tandis qu'un mouvement qui augmente la distance par rapport à un objet indésirable serait codé comme un évitement. Freina et al. (2009) ont réussi à reproduire les résultats de Chen et Bargh (1999) en utilisant un clavier plutôt qu'un levier ou un joystick pour la réponse. Les participants devaient indiquer la valence des mots affichés à l'écran en déplaçant leur main le long du plan sagittal, sur un clavier orienté orthogonalement à l'écran. Ils appuyaient sur la barre d'espace pour commencer chaque essai, puis déplaçaient leur main vers le plan de l'écran ou vers eux-mêmes pour appuyer sur une touche de réponse. Selon le groupe, les participants répondaient soit avec la main droite ouverte (Expérience 1), soit en portant une balle de tennis dans leur main (Expériences 2 et 3). Le premier groupe a montré des résultats opposés à ceux de Chen et Bargh (1999), mais cohérents avec un référentiel centré sur l'objet (l'objet étant le mot sur l'écran). En effet, les participants ayant reçu la consigne d'effectuer un mouvement vers l'avant (atteindre) pour les mots positifs et un mouvement vers l'arrière (retirer) pour les mots négatifs étaient plus rapides que les participants ayant reçu des instructions inverses. En revanche, lorsque les participants devaient appuyer sur le bouton de réponse alors qu'ils tenaient une balle de tennis, un pattern de réponse opposé a été observé. Plus précisément, les participants ont montré des réponses plus rapides lorsqu'on leur demandait d'effectuer un mouvement vers l'arrière (se rapprocher de soi) pour les mots positifs, plutôt qu'un mouvement vers l'avant (éloigner de soi). Afin d'élucider le rôle des cadres de référence spatiaux et du mouvement musculaire associé dans ces résultats apparemment contradictoires, l'étude de Saraiva et al. (2013) a examiné différentes prédictions relatives à l'implication musculaire (mouvements de flexion pour l'approche versus mouvement d'extension pour l'évitement, versus le référentiel utilisé pour les comportements d'approche et d'évitement). Par ailleurs, soit le corps était le référentiel (auto-référence, le corps s'approche ou s'éloigne du stimulus : extension-positive ; flexion-négative), soit l'objet était le référentiel (référence de l'objet, déplacer le

stimulus vers ou loin de soi : flexion-positive ; extension-négative). Les données de Saraiva et al. (2013) corroborent l'idée que la flexion-extension n'est pas spécifique à un système d'approche et d'évitement mais dépend bien du référentiel. Par ailleurs, un déplacement du soi et un stimulus négatif peuvent correspondre à deux types de comportement opposés tels que la fuite ou l'attaque, d'ordre plus physiologique (Ledoux, 2000 ; Lang et Bradley, 2010). A noter que Graziano et Cooke (2006) ont mis en évidence l'activation d'un réseau cérébral pariéto-frontal spécifique aux gestes d'évitement (et distinct du réseau pariéto-frontal impliqué dans les gestes d'atteinte) où les neurones multimodaux de ces zones réagissent particulièrement aux objets approchant ou menaçant vers la surface du corps chez le singe. Au niveau comportemental cela pouvait se refléter par une action de retrait, de type blocage défensif où l'on voit son bras et sa main situé à proximité du corps ou bien même à l'arrière (cf. **Illustration 12**, extraite de Graziano et Cooke, 2006).

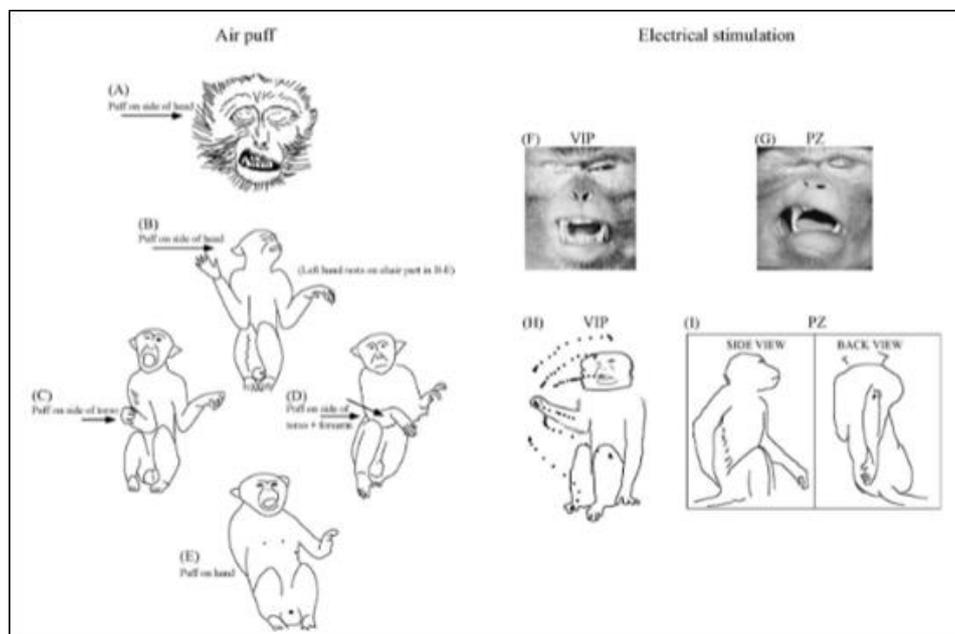


Illustration 12. Comportements défensifs associés à l'effet d'un jet d'air sur la peau ou d'une stimulation corticale des zones VIP et PZ associées, chez le singe (d'après Graziano et Cooke, 2006).

Ces résultats soulignent le rôle crucial de l'attribution explicite de sens, non seulement pour les lieux de notre environnement (Casakin et Kreidler, 2008), mais aussi pour la référence conceptuelle dans un jugement de VALENCE ÉMOTIONNELLE quant à la direction du mouvement pouvant refléter des motivations différentes. Nous pouvons en effet vouloir se rapprocher de quelque chose d'agréable, comme le ramener à nous, tout comme repousser quelque chose qui nous dérange ou bien s'en éloigner pour un même mouvement venant de notre corps, dans un même espace égo-centré « péri-personnel ».

Ces effets de congruence dans un cadre théorique « général » d'activation d'un système motivationnel d'approche ou d'évitement, comprenant *l'hypothèse de la spécificité des muscles* (Caccioppo et al., 1993 ; Chen et Bargh, 1999 ; voir aussi Dru et Cretenet, 2005) ou encore de *régulation des distances* (Seibt et al., 2008 ; Freina et al., 2009), serait à différencier d'une autre approche dite plus cognitive, comme *la théorie du codage d'événement* (Lavender et Hommel, 2007 ; Eder et Rothermund, 2008, voir aussi Hommel et al., 2001). Cette dernière approche suppose que les effets de congruence ne sont pas dus à la sollicitation d'un système motivationnel mais plutôt au codage de la réponse de l'évaluation de la VALENCE ÉMOTIONNELLE qui ne sollicite pas de processus sensoriels et moteurs. A savoir que si une consigne associe un stimulus positif ou négatif à un code de réponse cohérent dans une tâche, les réponses comportementales correspondraient à ce codage de manière abstraite (non sensori-motrice) ; répondant à des principes généraux de contrôle de l'action au niveau cognitif et représentationnel. Cependant, cette seconde approche ne peut expliquer entièrement les résultats de l'étude de Freina et al. (2009), qui seraient plus de l'ordre d'une simulation sensori-motrice de nos expériences antérieures en fonction de notre représentation de l'atteinte ou de la saisie d'un stimulus émotionnel pour une même consigne. Pour soutenir un point de vue incarné, de nombreux travaux se sont appuyés sur l'importance des effets moteurs (telle *l'hypothèse de la spécificité musculaire*) en opposition au point de vue dit plus cognitif (tel *le codage d'événement*) reflétant la continuité du débat dit « contemporain »⁷ qui a marqué le point de départ des différentes conceptions modernes en psychologie autour des émotions. Ce clivage est toujours au cœur des travaux actuels, comme le témoigne la méta-analyse de Laham et al. (2015), ce qui a amené de plus en plus les théoriciens de la cognition incarnée à délaïsser les mécanismes d'approche et d'évitement comme explication de l'incarnation de concept lié aux émotions. Or, l'union entre la dimension d'évaluation subjective et cognitive (conséquence de l'action et évaluation émotionnelle) et la dimension comportementale motivationnelle et motrice (approche-évitement) n'est pas incohérente avec une approche incarnée, dans le sens où l'état introspectif et/ou émotionnel (au regard des expériences antérieures) peut réévaluer, en fonction du contexte, les conséquences de ces actions pour guider les actions futures (Barsalou, 1999, rappel de la section 1.3.1).

⁷ A savoir que, d'un côté, la théorie dite *périphérique* des émotions avec James (1884) et Lange (1885) suggérait que les émotions seraient le « *résultat de la réaction corporelle issue de l'action de mécanismes génétiquement programmés et inflexibles apparaissant suite à des stimuli particuliers de l'environnement* » (les changements physiologiques sont la cause des émotions). Dans ce cas, les aspects cognitifs top-down joueraient un rôle mineur face à des processus *bottom up* (signaux provenant uniquement du corps, réaction viscérale) qui dominent. De l'autre côté, on trouve la théorie dite *centrale* des émotions de Cannon (1927) et Bard (1928) qui soutient que les sensations et les émotions sont subjectives et dépendent intégralement de l'activation du système nerveux central et non des manifestations physiologiques ; ici, les aspects *top-down* (le cerveau donne les informations, commande centrale) dominent.

Par ailleurs, l'intégration de nos expériences passerait par différentes modalités sensorielles (telle la vision, l'audition, l'olfaction, etc.) et les mécanismes d'approche et d'évitement laisseraient une trace (mnésique) qui serait reliée au système sensori-moteur (voir aussi le modèle « Act-in » de Versace et al., 2014, en accord avec les travaux de Barsalou, 1999 ; et plus récemment Rougier et al., 2018, et Julliard et al., 2021). En l'occurrence, la constitution de notre corps fait que la plupart de nos sens (par ex., visuel, auditif et olfactif) sont dirigés vers l'avant, séparant ce qui peut être vu, mieux entendu et senti (face avant) de ce qui est non visible, moins bien entendu et senti (face arrière) dans une relation asymétrique du monde perceptif (Tversky, 1999). En parallèle, on peut trouver des métaphores telles que « aller de *l'avant* », « le meilleur est *devant nous* » ou « laisser les mauvaises choses *derrière soi* », « planter un couteau *dans le dos* » (trahir) qui suggèrent que l'on associe l'espace dirigé vers l'avant comme étant positif et l'espace arrière comme plus négatif (Škara, 2004). Les termes spatiaux de la VALENCE EMOTIONNELLE le long de l'axe sagittal et frontal utilisés au sein des métaphores conceptuelles sont plus limités que sur l'axe vertical. Toutefois, on peut également trouver des expressions en termes de distances spatiales, telles que la proximité des relations (« avoir des amis *proches* » ; « ces personnes sont *éloignées* ou *séparées* ») ou de ses objectifs personnels (« *atteindre* ces objectifs »). Ces expressions ne seraient pas que d'ordre métaphorique, mais proviendraient de nos informations expérientielles et notamment notre déplacement physique dans l'espace (Koch et al., 2009 ; Fayant et al., 2014). Les informations expérientielles qui accompagnent les mouvements de notre corps en relation avec les stimuli environnementaux et émotionnels s'intégreraient au système sensori-moteur (Barsalou, 1999 ; Versace et al., 2014). Suivant ces considérations, en utilisant un levier de réponse vers l'avant ou vers l'arrière pour des mots émotionnels tels que *chance* (positif) et *chagrin* (négatif), Koch et al. (2014) n'ont montré que des effets de congruence marginaux entre une consigne congruente versus incongruente (de l'ordre de 12 ms de différence pour un stimulus positif vers l'avant et de 8 ms pour un stimulus négatif vers l'arrière). Egalement, Robinson et al. (2015), en utilisant un joystick de réponse pour catégoriser des mots faisant référence au *succès* (positif) ou à l'*échec* (négatif) et en supprimant les biais méthodologiques potentiels (Expérience 2), n'ont montré que des effets marginaux du même ordre de grandeur. En l'occurrence, là où la plupart des recherches impliquant le mouvement du bras étaient focalisées sur l'aspect moteur d'approche et d'évitement (tel que tirer-pousser, flexion-extension, propices à l'amalgame comme l'explique Julliard et al., 2021), ces études ne montrent pas de conceptualisation robuste de la VALENCE EMOTIONNELLE au travers du mouvement du bras suivant l'axe sagittal.

En outre, en considérant le mouvement du corps entier, Rougier et al. (2018) ont montré dans une série de six expériences que les informations visuelles font partie intégrante des mécanismes d'approche et

d'évitement permettant de mettre entre évidence ces comportements. Pour cela, ils ont utilisé un environnement virtuel simulant les indices visuels qui donnent l'impression d'accompagner le déplacement réel du corps (*Visual Approach/Avoidance by the Self Task*, VAAST, voir **Illustration 13**). Par exemple, dans leur Expérience 1, en fonction de la consigne, les participants devaient « avancer » (« move forward », bouton étiqueté « forward » = « vers l'avant ») ou « reculer » (« move backward », bouton étiqueté « backward » = « vers l'arrière ») face à des stimuli positifs et négatifs. Pour une consigne dite congruente (les auteurs parlent de compatibilité plutôt que de congruence, mais par souci de cohérence avec le reste de la littérature scientifique, nous utiliserons la notion de congruence) il était demandé aux participants d'approcher les mots positifs et d'éviter les mots négatifs, et dans une consigne incongruente d'éviter les mots positifs et d'approcher les mots négatifs. Les résultats ont montré un effet de congruence robuste ($d = 0.89$) avec des TRs significativement plus courts pour la condition congruente ($M = 702$ ms) de déplacement vers l'avant pour un mécanisme d'approche positif, et vers l'arrière pour un mécanisme d'évitement négatif, par rapport à la condition incongruente ($M = 758$ ms).

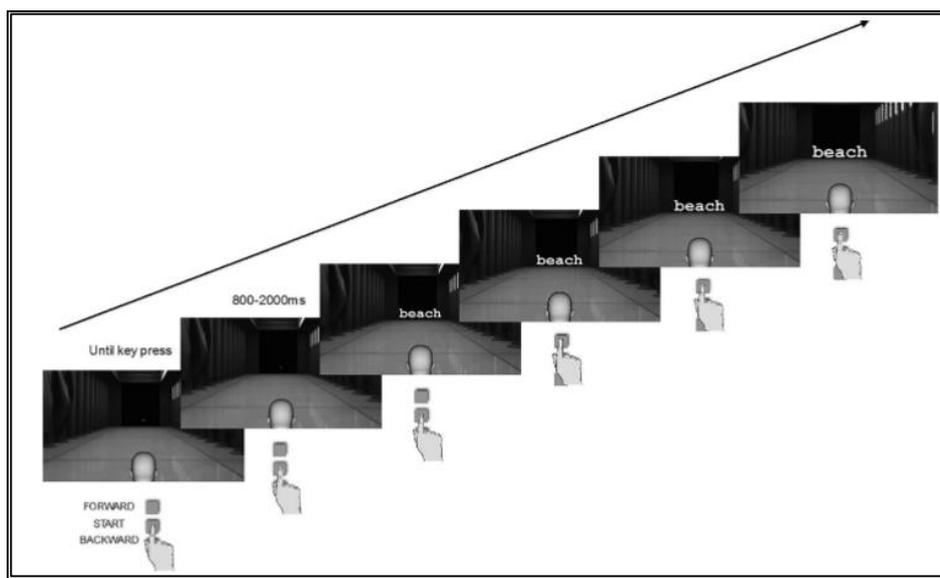


Illustration 13. Illustration de la tâche VAAST utilisée par Rougier et al. (2018) pour une consigne « compatible ». Dans cet essai, le participant va vers l'avant vers le mot à valence positive « plage »

Même si les consignes et l'étiquetage des boutons de réponses faisaient que l'évaluation émotionnelle des stimuli est explicite en termes de « avancer » pour l'approche et de « reculer » pour l'évitement, la relation en termes de représentation spatiale d'un mouvement vers l'avant-positif et vers l'arrière-négatif pourrait également refléter une activation sensori-motrice intégrant les mécanismes d'approche et d'évitement de manière implicite (Rougier et al. 2018, Expériences 5 et 6). En effet, dans leur Expérience 6, Rougier et al. (2018) ont modifié les consignes et l'étiquetage des boutons de réponse en

demandant au participant d'appuyer sur un bouton « forward » (« avant ») plutôt que « move forward » (« avancer ») pour les stimuli positifs, et un bouton « backward » (« arrière ») plutôt que « move backward » (« en arrière ») pour une consigne congruente dans une condition « VAAST avec flux visuel » (identique à leur Expérience 1). Dans une condition « aucune mention d'approche et d'évitement avec flux visuel », les participants n'ont reçu aucune instruction d'approche-évitement et les boutons correspondaient à appuyer sur le bouton « A » pour le positif et « B » pour le négatif, pour la consigne congruente. Dans une dernière condition « aucun flux visuel » l'instruction et l'étiquetage était la même que la condition « VAAST avec flux visuel » à l'exception qu'il n'y avait pas d'information de flux visuel dans la scène virtuelle. Les résultats ont montré un effet de congruence significatif pour la condition « VAAST avec flux visuel » ($d = 0.63$ pour un effet d'environ 55 ms d'après leur Fig.5) et dans la condition « sans mention d'approche évitement avec flux visuel » ($d = 0.52$, pour un effet d'environ 30 ms) ; alors que la condition « sans flux visuel » s'est avérée non significative ($d = 0.21$). Les auteurs en ont conclu que les informations visuelles étaient nécessaires pour la mise en lumière des effets d'approche et d'évitement. A noter que leur condition sans flux visuel ne nécessitait pas de mouvement moteur dans la direction correspondant à l'action pour un stimuli évalué positivement ou négativement. A savoir que les participants répondaient au dispositif de réponse sur des boutons adjacents (faiblement espacés) alignés verticalement (haut-bas) ou suivant l'axe frontal (gauche-droite).

En somme, malgré les ambiguïtés relatives à l'attribution du sens accordé au mouvement provenant du corps (Freina et al., 2009), nous avons dans cette thèse exploré l'effet de la direction du mouvement à main libre en considérant que le jugement d'un stimulus émotionnel positif entraînerait l'activation sensori-motrice et affective d'un mouvement dirigé vers l'avant (mouvement d'approche, d'atteinte) et que le jugement d'un stimulus négatif entraînerait l'activation sensori-motrice et affective d'un mouvement dirigé vers l'arrière (mouvement d'évitement, de retrait). Certes, certaines études récentes suggèrent d'abandonner les protocoles impliquant le mouvement du bras dans l'activation des mécanismes d'approche et d'évitement afin de privilégier une approche incarnée sollicitant les différentes modalités sensorielles au travers de l'étude du mouvement du corps entier qu'il soit virtuel (via un flux optique) ou réel (Rougier et al., 2018 ; Fernandez et al., 2019 ; Juillard et al., 2021). Néanmoins, nous nous intéressons à l'incarnation spatiale et corporelle de la VALENCE ÉMOTIONNELLE non seulement le long de l'axe sagittal mais également le long de l'axe frontal. Par ailleurs, nous ne pensons pas obtenir des éléments de preuve aussi solides que pour le concept de TEMPS, du fait de la variabilité de notre « bagage moteur » vis-à-vis d'un référentiel, du contexte, et des modalités sensorielles activés. De plus, il serait également nécessaire d'approfondir le lien entre espace frontal et VALENCE ÉMOTIONNELLE qui ne semble déjà pas bien clair manuellement (et pourtant bien plus étudié),

avant de le généraliser au mouvement du corps entier possédant également ses limites comme constaté et discuté dans l'étude récente de Fernandez et al. (2019). En effet, ces auteurs ont tenté une approche intéressante en considérant la VALENCE ÉMOTIONNELLE suivant l'axe sagittal (conformément aux *comportements d'approche et d'évitement*) et frontal (conformément à l'*hypothèse de la spécificité corporelle*, cf. sections suivantes) simultanément. Ils ont utilisé pour cela une tâche de jugement implicite, où les participants exécutaient librement des pas sur un tapis instrumenté (voir **Illustration 14**) comportant 8 emplacements, en réponse à des mots ou des phrases valencés liés à des événements personnels (par exemple, positif « naissance d'un enfant », ou négatif « décès d'un proche »).

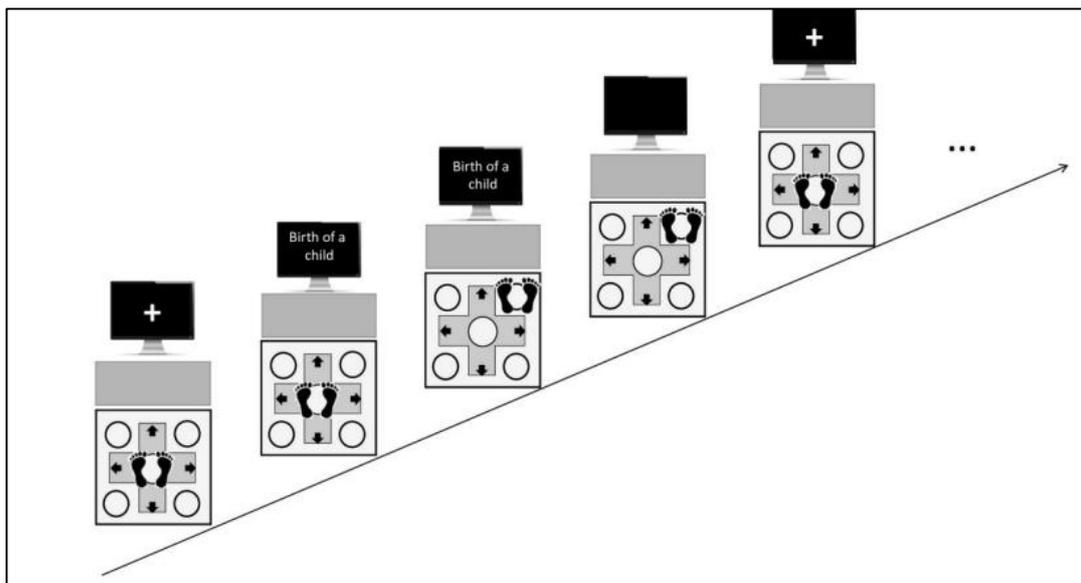


Illustration 14. Dispositif expérimental extrait de Fernandez et al. (2019). Tâche d'association implicite du déplacement du corps entier.

Leurs résultats ont montré une dominance de l'axe sagittal avec une tendance à aller vers l'avant (48% de pas) pour les événements positifs et vers l'arrière pour les événements passés (33,8%). Toutefois, les résultats n'ont pas eu l'effet escompté quant à l'axe gauche et droite avec moins de 10% des pas respectivement. Néanmoins, ils ont observé une association avant-droite (19,7%) pour une valence positive et arrière-gauche (22,4%) pour une valence négative. Cette étude est intéressante dans la mesure où elle considère deux axes avec des explications et mécanismes spécifiques concernant l'incarnation du concept de VALENCE ÉMOTIONNELLE, afin d'appréhender la direction du mouvement du corps entier lors de la compréhension d'évènement personnel. Dans le même ordre d'idée, mais en s'appuyant sur la littérature scientifique portant sur le geste manuel, principalement car nos mains/bras sont les plus sollicités et utilisés dans l'expression et la compréhension des concepts (cf. gestuelles, section 1.3.2). Nous souhaitons étudier l'effet de la direction du mouvement de nos bras suivant ces deux axes particuliers soumis à des comportements d'approche et d'évitement sur l'axe sagittal, ainsi

qu'aux effets de l'*hypothèse de la spécificité corporelle* sur l'axe frontal. De plus, étudiant le concept de TEMPS en parallèle, différents effets nous permettraient d'établir certaines comparaisons quant aux effets de congruence attendus à travers l'implication du mouvement de la main, dans la mise en lumière de l'incarnation spatiale et corporelle de ces deux concepts (cf. Chapitre 4).

3.3 L'AXE FRONTAL : L'HYPOTHESE DE LA SPECIFICITE CORPORELLE

Un biais de latéralisation dans la perception de l'environnement a initialement été expliqué au niveau cérébral dans les comportements d'approche et d'évitement en fonction de la spécialisation des différents hémisphères cérébraux (Davidson et al., 1990 ; Davidson, 1992). Sur le plan cérébral, Davidson (1992) a proposé que l'hémisphère droit (action controlatérale gauche) était associé à des comportements d'évitement, et l'hémisphère gauche (action controlatérale droite) à des comportements d'approche. A noter qu'aujourd'hui, il n'est pas clair si la VALENCE ÉMOTIONNELLE des stimuli est évaluée par des systèmes cérébraux différents, ou si elle correspond à des modes/activités affectifs/ves différents au sein d'un réseau spécifique (Berridge, 2019), malgré les preuves substantielles d'un chevauchement neurocognitif entre émotion et motivation (Cromwell et al., 2020). Néanmoins, cette distinction a fait émerger de nombreuses études au sein des sciences cognitives tentant d'appréhender une VALENCE ÉMOTIONNELLE (positive ou négative) suivant l'axe frontal (à gauche ou à droite). En effet, dans le champ de la cognition incarnée, Casasanto (2009) défend l'idée de *l'hypothèse de la spécificité corporelle*, suggérant que les individus interagissent de manière systématiquement différente avec leur environnement en fonction de leur latéralisation manuelle et que, par conséquent, ils formeraient des représentations mentales différentes. En l'occurrence, l'idée sous-jacente est que l'expérience corporelle spécifique d'une personne, par exemple utilisant sa main préférentielle (dominante), peut créer des associations conceptuelles spécifiques de cette interaction particulière avec l'environnement. Par conséquent, cet auteur s'est intéressé à la distinction entre des participants droitiers et gauchers en lien avec le jugement de concepts abstraits associés à une dimension affective. Par exemple, dans l'Expérience 1 de Casasanto (2009), les participants devaient associer librement à un emplacement spatial droit ou gauche, l'appréciation d'un personnage par rapport à un animal. Il expliquait aux participants que le personnage aimait les pandas et détestait les zèbres. Les résultats ont montré que les droitiers avaient tendance à considérer le « bon » (panda) du côté droit, tandis que les gauchers le plaçaient davantage à gauche. Les mêmes résultats ont été répliqués avec une tâche d'attribution orale (sans geste moteur, Expérience 3) ; idem pour un jugement (sympathie et intelligence, Expérience 4) et un CV considéré comme le plus intéressant (Expérience 5). L'ensemble de ces expé-

riences ont montré une tendance à préférer associer une dimension positive au côté dominant qui interagit avec l'espace. Selon Casasanto (2009), les mouvements effectués du côté dominant interagissent plus facilement et fréquemment avec l'environnement, sont également plus fluides que les autres et correspondent à une connotation plus positive de cette interaction avec cet hémi-espace. Par opposition, les gauchers montreraient une dominance positive à gauche et négative à droite. Casasanto et Jasmin (2010) ont également observé la gestuelle de politiciens gauchers (par ex., Obama et McCain) versus droitiers (par ex., Kerry et Bush), lors des élections présidentielles américaines de 2004 et 2008, et ont montré que les politiciens gauchers comme droitiers utilisaient plus, de manière générale, leur main dominante pour communiquer. De plus, lorsque leurs discours étaient positifs, ils avaient plus tendance à utiliser leur main dominante, et inversement, lors d'un discours plus négatif, ils avaient plus recours à leur main non dominante. Ces résultats soutiennent l'idée que nos expériences corporelles façonnent nos représentations, et ce, dès le plus jeune âge (Casasanto et Henetz, 2012) et dans diverses cultures (de la Fuente et al., 2011). Par ailleurs, dans les expressions de la vie courante, on peut trouver : « avoir deux pieds gauches » (péjoratif) qui associe la valence négative à l'espace gauche, ou encore « c'est mon bras droit » pour parler d'un acolyte, une personne fiable, un soutien, ce qui associe une valence positive à l'espace de droite. Ce type d'association d'ordre linguistique et/ou culturelle pourrait être dominante dans le langage courant, néanmoins dans ce cas, droitiers comme gauchers attribueraient la même connotation peu importe l'espace associé. En l'occurrence, les gauchers pourraient être plus flexibles que les droitiers dans leurs associations conceptuelles (telles que la VALENCE ÉMOTIONNELLE suivant l'axe frontal), car ils seraient probablement plus sollicités (de manière perceptivo-motrice, Pitts et Casasanto, 2022) par la préférence des droitiers dans leurs interactions avec l'environnement (constituant la majorité de la population, 85% de la population mondiale selon Hardyck et Petrovich, 1977). En outre, l'hémisphère gauche est spécialisé pour le langage chez 96% des droitiers et seulement chez 70% des gauchers (Rasmussen et Milner, 1977). La latéralisation du langage est donc moins forte chez les gauchers, ce qui suggérerait une plus grande flexibilité des liens entre motricité et langage. Les gauchers sont également moins latéralisés que les droitiers pour d'autres fonctions comme la reconnaissance visuelle de visages, de corps, et de scènes en général (Johnstone et al., 2021).

Par ailleurs, il se pourrait que l'origine du mapping conceptuel de la VALENCE ÉMOTIONNELLE provienne de nos expériences corporelles et plus particulièrement de la main utilisée pour interagir avec l'environnement. Des études ont montré au niveau des TRs mesurant l'effet de congruence, que la classification ou le jugement de la VALENCE ÉMOTIONNELLE, n'étaient pas associés de la même manière selon la main qui répond et l'espace utilisé. Par exemple, de la Vega et al. (Expériences

2 et 3, 2012) ont testé l'*hypothèse de la spécificité corporelle* en demandant aux participants de classer des mots émotionnels (jugement de valence de stimuli positifs ou négatifs), en répondant sur un clavier de réponse de manière statique (main droite répondant sur la touche de droite, et main gauche répondant sur la touche de gauche) de manière congruente pour les droitiers (négatif-gauche, positif-droite) et pour les gauchers (positif-gauche, négatif-droite) ; ou bien inversement, de manière incongruente dans la deuxième partie de l'expérience. Leurs résultats ont indiqué que les réponses étaient plus courtes lorsque les participants répondaient avec leur main dominante pour les mots positifs, et avec leur main non dominante pour les mots négatifs, respectivement. Kong (2013) a également obtenu des résultats similaires en utilisant des stimuli non linguistiques tels que l'expression de visages. Même si ces résultats suggèrent qu'il existe un lien entre l'espace et la VALENCE ÉMOTIONNELLE, il n'était pas clair si cet effet de congruence était lié à l'espace associé ou à la main qui répond. Ultérieurement, de la Vega et al. (2013) ont répliqué leurs expériences en demandant aux participants de répondre les mains croisées ; par conséquent, la main droite était associée à l'espace de gauche et la main gauche à l'espace de droite. Leurs résultats ont montré un effet de la main qui répond, par exemple, les droitiers ayant placé leur main droite sur la touche de l'espace de gauche étaient plus rapides à répondre à un stimulus positif, et inversement pour les gauchers (leur main gauche sur l'espace de droite était plus rapide pour un stimulus négatif). Cependant, leurs résultats n'ont pas montré d'effet de congruence de l'espace associé, et les auteurs ont conclu que la VALENCE ÉMOTIONNELLE est associée à la main qui répond plutôt qu'à l'espace correspondant.

Toutefois, la dimension spatiale de la VALENCE ÉMOTIONNELLE a été mise en avant dans l'étude de Brunyé et al. (2012) au travers d'une tâche de mémoire spatiale de réponse unimanuelle. Dans leur étude, ces auteurs ont demandé à des participants (droitiers et gauchers) de mémoriser des lieux (localiser sur une carte) associés à des événements décrits comme positifs (par exemple : « A cet emplacement, une famille gagne un voyage à Disney World »), négatifs (par exemple : « A cet emplacement, une famille est tuée dans un tragique accident de voiture ») ou neutres (par exemple : « A cet emplacement, Drugstore annonce que les ventes de Tylenol sont supérieures à Advil »). Par la suite, ils devaient montrer sur une carte à l'écran (sans aucun emplacement spécifique) à l'aide d'une souris d'ordinateur en utilisant uniquement leur main dominante, à quel emplacement correspond l'événement décrit. Leurs résultats ont montré un biais systématique et continu lors du rappel spatial où les droitiers localisaient plus vers la droite les événements positifs et plus vers la gauche les événements négatifs par rapport à leur position d'origine. Les gauchers ont montré des résultats inverses en localisant les événements positifs plus vers la droite et les événements négatifs plus vers la gauche. Ces

résultats soutiennent l'*hypothèse de la spécificité corporelle* et montrent également que les informations affectives biaisent la mémoire spatiale localisée différemment en fonction de la main dominante. Ainsi, on pourrait penser que la préférence manuelle est le facteur clé de la relation entre VALENCE ÉMOTIONNELLE et l'espace sur l'axe frontal. Par ailleurs, le fait que la tâche de Brunyé et al. (2012) soit unimanuelle, nous amène à penser dans le cadre de cette thèse que nous pourrions obtenir des effets de congruence spatiale et motrice (au travers d'un mouvement directionnel) selon cette préférence, c'est-à-dire pour un droitier, un mouvement vers la droite pour le positif et à gauche pour le négatif, et inversement pour les gauchers.

Néanmoins, il a été rapporté que cette relation perceptivo-motrice, peut-être inversée temporairement après que les participants droitiers ont eu à porter un gant de ski volumineux qui empêchait les mouvements habiles tels que la manipulation de dominos (Casasanto et Chrysikou, 2011). En effet, dans l'Expérience 2 de Casasanto et Chrysikou (2011), chez des participants droitiers, selon le groupe, la main gantée était la main dominante (droite) ou non dominante (gauche). Après une phase d'entraînement / apprentissage (d'environ 12 minutes) où les participants avaient manipulé des dominos en synchronisation avec chaque main, le gant a été retiré. Ensuite, en utilisant la même procédure que Casasanto (2009), les auteurs ont trouvé que les participants associaient plus fréquemment le « bon » (valence positive) du même côté que la main sans gant plutôt que du côté correspondant à leur préférence habituelle (Casasanto et Chrysikou, 2011). Ainsi, la contrainte de la tâche, soit la modification de la manière dont on interagit avec l'environnement, modifierait également le jugement du concept abstrait dans un contexte donné. A noter que dans leur Expérience 1, Casasanto et Chrysikou (2011) ont fait appel à des participants droitiers mais hémiparétiques du côté gauche ou droit suite à un AVC. Ces derniers ont passé la version orale de l'expérience de Casasanto (2009, Expérience 3) et montraient des associations identiques aux droitiers « sains » chez les participants hémiparétiques à gauche, et inversement l'hémiparésie à droite induisait des associations similaires à des références accordées généralement aux gauchers (positif à gauche et négatif à droite). En conséquence, la relation entre VALENCE ÉMOTIONNELLE et espace suivant l'axe frontal ne serait pas uniquement liée à une préférence manuelle ou à un hémisphère spécialisé mais peut également dépendre de notre manière d'interagir avec l'environnement selon le contexte (environnemental/situationnel, telle la contrainte du mouvement, Casasanto et Chrysikou, 2011). Cette expérience illustre notamment une certaine flexibilité (« plasticité cérébrale ») des mécanismes d'ancrage conceptuel et surtout le fait que la VALENCE ÉMOTIONNELLE se façonne suivant notre manière d'interagir comportementalement avec l'environnement, dans une relation directe et contextuelle.

Par ailleurs, suivant la logique des différentes études relatées jusqu'à présent dans cette section, la thèse de Milhau (2013) suggère que les effets de congruence entre VALENCE ÉMOTIONNELLE et espace le long de l'axe frontal reposeraient sur une influence bidirectionnelle des actions et des évaluations émotionnelles, médiée par la *fluence motrice*⁸ ressentie et/ou vécue au cours d'une tâche. D'une part, l'aisance motrice (théorisée comme correspondant à la *fluence motrice*) d'un geste influencerait la valence d'un stimulus : répondre à un stimulus avec un geste fluide (par ex., un mouvement vers le côté ipsilatéral de la main qui fait le mouvement) rendrait le stimulus plus positif que si la réponse motrice était moins fluide (par ex., un mouvement vers le côté contralatéral). D'autre part, utiliser un codage S-R compatible avec l'association conceptuelle habituelle des participants entre valence et latéralité (par ex., chez les droitiers, en plaçant le bouton « positif » à droite, et le bouton « négatif » à gauche) faciliterait les réponses aux stimuli positifs plutôt que négatifs. Plus précisément, les prédictions centrales (d'origine) de la thèse de Milhau (2013, pages 109, 110) étaient que :

a) « *Lorsque les participants droitiers répondent avec leur main dominante et que la disposition des touches de réponse est congruente avec leurs associations valence/latéralité (positif à droite et négatif à gauche), nous nous attendons à ce que cela conduise à un marquage émotionnel positif de la condition. Les réponses devraient alors être données plus rapidement pour les mots évalués positivement que pour ceux évalués négativement. En revanche cette différence ne devrait pas apparaître lorsque les touches de réponse sont disposées de manière non-congruente avec les associations valence/latéralité des participants* ».

b) « *D'autre part, les participants droitiers utilisant leur main non-dominante devraient manifester des effets inverses : le fait d'utiliser la main gauche pour des participants droitiers devrait modifier leurs associations entre valence et latéralité. Ces associations étant fondées sur la fluence motrice des actions réalisées, le marquage hédonique portera sur l'espace latéral associé aux actions les plus fluentes du bras gauche, à savoir l'espace de gauche. Par conséquent, on s'attend à ce que la présentation non-congruente des réponses par rapport aux associations traditionnelles des droitiers (positif à gauche et négatif à droite) permette des réponses plus rapides pour les mots évalués positivement que pour les mots évalués négativement. Dans ces conditions, les participants droitiers manifesteraient donc des associations habituellement présentes chez les gauchers. Cependant cette différence ne devrait pas apparaître lorsque les participants droitiers utilisent leur main gauche mais que la disposition des touches de réponse est congruente avec les associations typiques des droitiers* ».

⁸ Selon Milhau (2013), la fluidité motrice fait référence à une connotation hédoniste où les actions effectuées de manière fluide (aisance motrice) ont un caractère plus positif par rapport à une action moins fluide.

Dans la thèse de Milhau (2013) et l'article publié de Milhau et al. (2015), ces prédictions sont testées chez les droitiers et chez les gauchers en demandant à des participants de juger la valence de mots positifs ou négatifs situés au milieu d'un écran en répondant sur un clavier de réponse latéralisée. Deux groupes de participants étaient testés (Milhau et al., 2015 : droitiers, Expérience 1 ; gauchers, Expérience 2) et ces groupes devaient répondre d'une seule main, c'est-à-dire avec leur main dominante (Expériences 1.a et 3.a) ou non dominante (Expériences 1.b et 3.b), en effectuant un mouvement pour appuyer sur les touches latéralisées du clavier (gauche ou droite). Les différentes conditions expérimentales manipulaient le codage S-R du dispositif de réponse afin qu'il corresponde ou non aux associations conceptuelles du jugement de la VALENCE ÉMOTIONNELLE habituelles pour des droitiers (dispositif RHA = positif-droite ; négatif-gauche) ou pour des gauchers (dispositif LHA, positif-gauche ; négatif-droite).

Les résultats ont montré qu'en effectuant un mouvement avec la main droite (droitiers répondant avec leur main dominante et des gauchers répondant avec leur main non-dominante), les mots positifs étaient jugés plus rapidement que les mots négatifs, lorsque les boutons de réponses correspondaient aux associations conceptuelles habituelles des droitiers (RHA), mais inversement lorsque les boutons de réponses correspondaient aux associations habituelles des gauchers (LHA), les participants avaient tendance à répondre plus rapidement aux évaluations négatives qu'aux positives (cf. **Illustration 15**).

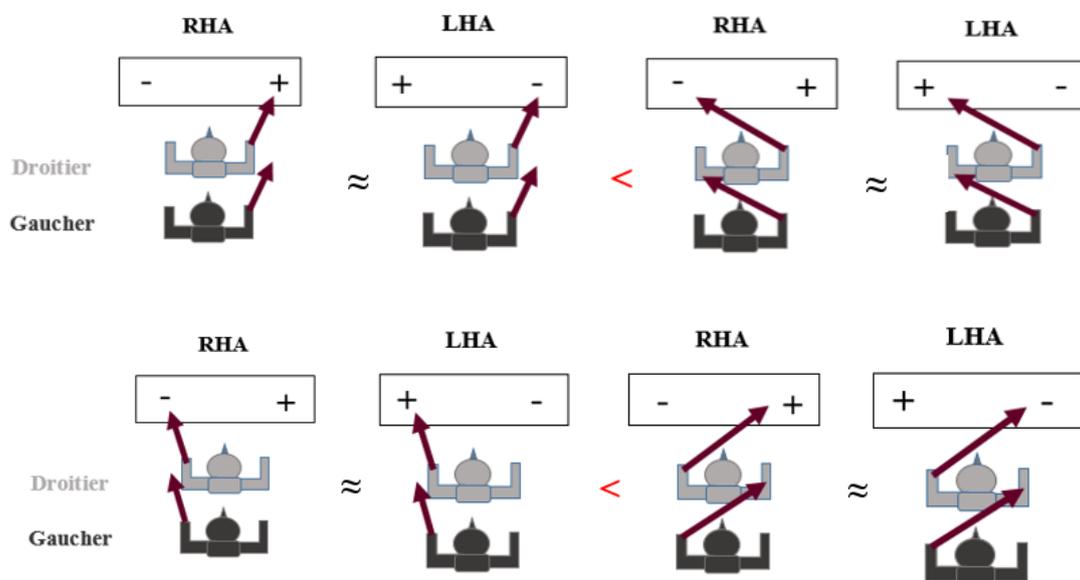


Illustration 15. Nous avons illustré schématiquement la configuration S-R de la tâche et les résultats de Milhau et al. (2015). La ligne du haut correspond au texte en rouge ci-dessus: mouvements avec la main droite vers la droite facilités (plutôt que vers la gauche). La ligne du bas correspond au texte en bleu ci-dessous: mouvements avec la main gauche facilités vers la gauche (plutôt que vers la droite)

De plus, lorsque les participants utilisent un mouvement avec la main gauche (droitiers répondant avec leur main non dominante et gauchers répondant avec leur main dominante), des résultats à tendance similaires sont trouvés, à savoir un jugement positif plus rapide que le négatif avec un codage habituellement associé aux gauchers (LHA), mais inversement une tendance à juger plus rapidement le négatif plutôt que le positif avec un codage habituellement associé aux droitiers (RHA).

Il se trouve que les avantages de temps de réponse pour un codage S-R non-congruent (RHA ou LHA) avec la main répondant (c'est-à-dire plus rapide pour le négatif : sur un dispositif LHA pour des participants répondant avec leur main droite et ; sur un dispositif RHA en utilisant la main gauche), n'était initialement pas prédit par les auteurs « *En revanche cette différence ne devrait pas apparaître lorsque les touches de réponse sont disposées de manière non-congruente avec les associations valence/latéralité des participants* » (cf. passage mentionné plus haut, Milhau, 2013). De plus, bien qu'un avantage pour un codage S-R congruent en fonction de la main qui répond (par exemple, main droite plus rapide pour le positif suivant un dispositif RHA) pourrait conforter leurs hypothèses, leurs résultats font également écho à un effet d'ordre biomécanique. En effet, les droitiers comme les gauchers utilisant leur main droite, ont répondu plus vite aux stimuli positifs (avec une réponse effectuée vers la droite, ipsilatérale) suivant un dispositif RHA, et inversement ils ont répondu plus rapidement aux stimuli négatifs (également avec une réponse effectuée vers la droite) suivant un dispositif LHA (cf. **Illustration 15**). Ainsi, dans ces deux cas, la réponse la plus rapide donnée est associée à une réponse ipsilatérale vers la droite. Toutefois, selon Milhau et al. (2015), le fait que certaines conditions comparables ne suivent pas exactement le même schéma en fonction du dispositif de réponse ne permettraient pas de conclure que ces effets sont uniquement liés à un facteur biomécanique. Par exemple, les participants (droitiers et gauchers) répondant avec leur main gauche montrent un effet significatif de facilitation des réponses du côté gauche pour un dispositif LHA (avantage du positif) mais cet effet devient marginal voire non significatif pour un dispositif RHA (pas d'avantage entre positif et négatif). Autre exemple, les auteurs trouvent un avantage des actions de la main droite avec un dispositif de réponse RHA bien plus grand qu'avec un dispositif LHA. Néanmoins, en moyenne un effet d'ordre biomécanique peut ressortir et nous pensons qu'il serait plus prudent de « neutraliser » cet effet pour une meilleure lecture des résultats n'incluant pas ce biais potentiel. En l'occurrence, la notion de *fluence motrice* est intéressante et pertinente car de manière analogue à l'étude de Casasanto et Chryssikou (2011), elle suggère que le mouvement de la main dominante ou non dominante dans notre manière d'interagir (et ici de répondre à une tâche) peut avoir son importance dans la façon de conceptualiser la VALENCE ÉMOTIONNELLE. En ce sens, la théorisation de la *fluence motrice* reste cohérente avec l'hypothèse de la *spécificité corporelle* (Casasanto, 2009). Ainsi, la notion de *fluence motrice*

pourrait contribuer à l'ancrage et/ou à la flexibilité du concept de VALENCE ÉMOTIONNELLE que l'on peut identifier à travers un mapping conceptuel type ; à savoir, pour des droitiers répondant avec leur main droite le mapping conceptuel de la VALENCE ÉMOTIONNELLE correspondrait à gauche-négatif et droite-positif, et inversement pour les gauchers répondant avec leur main dominante. En l'occurrence, à notre connaissance, seule l'étude de Milhau et al. (2015) s'est intéressée à faire correspondre la direction du mouvement (vers la droite ou vers la gauche), en lien avec les expériences sensori-motrices et affectives relatives à des participants droitiers ou gauchers.

Par ailleurs, il est intéressant de noter que le mapping conceptuel de la VALENCE ÉMOTIONNELLE pourrait être plus particulièrement associé au mouvement de la main (de la Vega et al., 2013), comparativement au mapping conceptuel du TEMPS suivant l'axe frontal qui serait plus particulièrement associé au mouvement du corps dans l'espace et/ou à une représentation spatiale plus extra-corporelle (de la Vega et al., 2017). En effet, de la Vega et al. (2017), ont repris la configuration de leur étude antérieure (de la Vega et al., 2013, main croisée lors du jugement émotionnel suivant l'axe frontal), lors d'un jugement temporel et leur résultats indiquent que la main dominante n'inverse pas le mapping conceptuel du TEMPS. En conséquence, étudiant la direction du mouvement de la main lors de ces deux types de jugements conceptuels, le fait de répondre avec la main droite ou avec la main gauche pourrait être particulièrement important dans la mise en lumière de l'incarnation spatiale et corporelle de ces deux concepts.

Dans ce chapitre, nous avons vu que selon nos différents axes perceptivo-moteurs, la conceptualisation de la VALENCE ÉMOTIONNELLE s'avère soumise à différents types de mécanismes et théories explicatives. L'axe vertical compte de nombreuses études suivant l'ensemble des considérations théoriques énoncées (cf. Chapitre 1) et montre une relation bien établie, voire « dominante » entre VALENCE ÉMOTIONNELLE et espace (négatif-bas, et positif-haut, Woodin et Winter, 2018 ; Marmolejo-Ramos et al., 2019). Ce mapping conceptuel a notamment été mis en avant au travers du mouvement (Casasanto et Dijkstra, 2010 ; Dudschig et al., 2014). Néanmoins, concernant l'axe sagittal et frontal, le mouvement relatif à une représentation conceptuelle est moins évident et fait intervenir d'autres types de théories afin de prétendre d'un lien entre notre pensée abstraite et notre motricité.

En effet, les études autour des mécanismes d'approche et d'évitement montrent des contradictions importantes (Phaf et al., 2014 ; Laham et al., 2015). Au niveau du mouvement du bras le long de l'axe sagittal, nous pourrions tout autant effectuer un mouvement d'approche (positif) vers l'avant (geste d'atteinte et/ou de saisie) que vers l'arrière (amener à soi), et inversement, pour un mouvement d'évitement, vers l'avant (repousser) ou vers l'arrière (retrait, s'éloigner d'un stimulus). Ces distinctions pourraient notamment être dépendantes de l'attribution de sens (signification) et du contexte expérimental incluant différentes modalités perceptivo-motrices (visuelle et/ou motrice) dans lequel seraient engagés le système motivationnel et le système sensori-moteur (Freina et al., 2009 ; Saraiva et al., 2013 ; Rougier et al., 2018 ; Julliard et al., 2021). Ainsi, il semblerait que considérer uniquement la dimension motrice (tel le mouvement du bras dominant) ne puisse pas forcément être en mesure de montrer des résultats robustes pour une direction définie le long de l'axe sagittal. Toutefois, nous explorerons dans cette thèse, son hypothétique mapping conceptuel associé à des comportements d'approche ou d'évitement dans une configuration expérimentale type (voir, **Illustration 16**). Par exemple, en considérant le positif en avant et le négatif en arrière dans une tâche nécessitant un mouvement non médié d'un levier de réponse (Freina et al., 2009), comprenant notamment en parallèle la compréhension du concept de TEMPS.

Concernant l'axe frontal, l'*hypothèse de la spécificité corporelle* semble la plus prometteuse afin de prédire des effets de congruence et l'activation sensori-motrice du concept de VALENCE ÉMOTIONNELLE. En effet, bien que culturellement et linguistiquement, nous puissions exprimer des associations de type « avoir deux pieds gauches » (négatif associé à l'espace de gauche) ou encore « il/elle est mon bras droit » (positif associé à l'espace de droite), notre façon spécifique (par exemple le fait d'être

droitier ou gaucher) d'interagir avec l'environnement pourrait façonner notre représentation conceptuelle de la VALENCE ÉMOTIONNELLE. Cette hypothèse a notamment été mise en évidence à travers des réponses orales et comportementales chez des droitiers versus des gauchers (Casasanto, 2009 ; Casasanto et Jasmin, 2010). Par ailleurs, la relation spatiale pouvant être associée au concept ne s'avère pas forcément systématique car le jugement conceptuel dépendrait de la main qui répond (de la Vega et al., 2013). En outre, certaines contraintes expérimentales montrent une flexibilité de la VALENCE ÉMOTIONNELLE associée à notre manière d'interagir (Casasanto et Chrysikou, 2011). A notre connaissance, seule l'étude de Milhau et al. (2015) a mis en lien *l'hypothèse de la spécificité corporelle* (Casasanto, 2009) avec le mouvement de la main, au travers de ce qu'ils ont appelé un effet de la *fluence motrice* (Milhau et al., 2015). De fait, nous pensons qu'en fonction du type de participants recrutés (droitiers/gauchers) des effets de congruence correspondraient à des réponses plus rapides pour un mouvement effectué vers la droite pour le positif et à gauche pour le négatif (chez les droitiers), et inversement chez les gauchers (gauche-positif et droite-négatif).

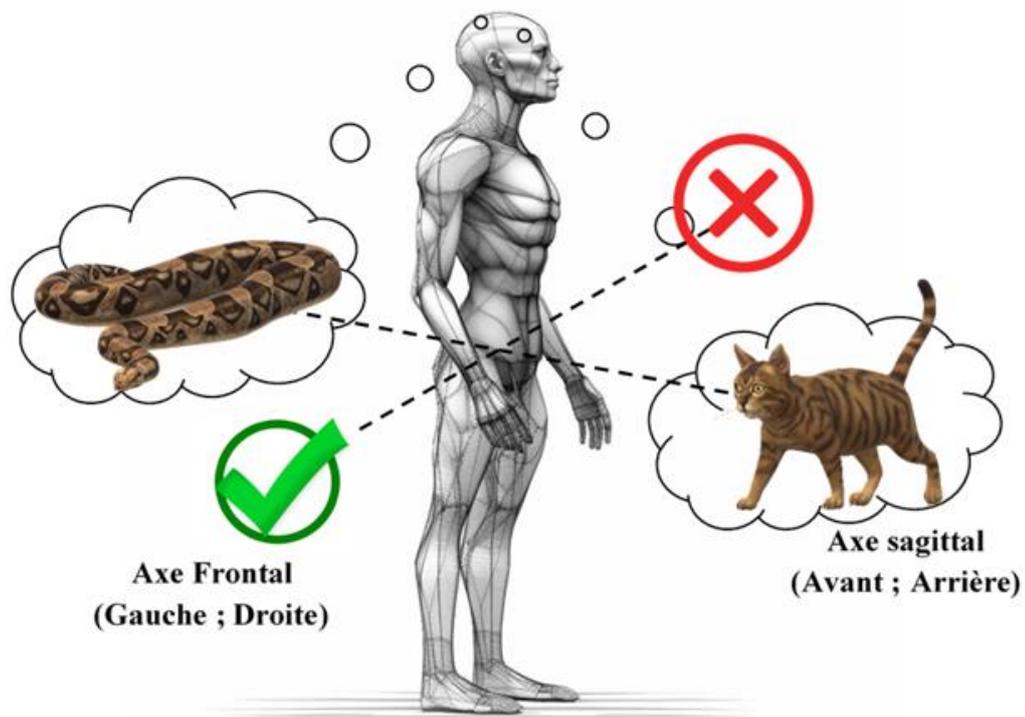


Illustration 16. Représentation des directions du mouvement attendu dans le cadre de cette thèse en fonction du contexte et/ou des modalités sensorielles sollicitées (avant-arrière), ainsi que de la main dominante utilisée par des participants pour répondre (gauche-droite, ici suivant des participants droitiers). Cette illustration est une création issue d'un outil de génération d'images utilisant une intelligence artificielle et soumise aux droits d'auteurs, élaborée par Tiffanie BERNIER et Yann KLUTCHENKO.

CHAPITRE 4 :

OBJECTIF, PROBLEMATIQUE, ASSOCIATIONS CONCEPTUELLES, HYPOTHESES ET PREDICTIONS

« Tout ce que je sais du monde, même par la science, je le sais à partir d'une vue mienne ou d'une expérience du monde sans laquelle les symboles de la science ne voudraient rien dire. Tout l'univers de la science est construit sur le monde vécu et si nous voulons penser la science elle-même avec rigueur, en apprécier exactement le sens et la portée, il nous faut réveiller d'abord cette expérience du monde dont elle est l'expression seconde » (Merleau-Ponty 1945, p. 9)

4.1 OBJECTIF ET PROBLEMATIQUE

L'objectif de cette thèse est d'étudier le mouvement (spatial et corporel), plus précisément la direction du mouvement provenant de notre corps (ici le mouvement de notre bras dominant) dans la mise en lumière de l'incarnation de deux concepts abstraits, celui du TEMPS et de la VALENCE ÉMOTIONNELLE. La question autour de l'ancrage des concepts abstraits relève d'un défi majeur au sein des sciences cognitives qui ont fait accroître un nombre conséquent d'études à ce sujet depuis ces dernières décennies (cf. Chapitre 1). En outre, au sein de la littérature scientifique nous constatons que malgré le nombre substantiel d'études à ce sujet, on retrouve de fortes oppositions et/ou critiques d'une part entre les théories cognitivistes et les théories de la cognition incarnée, et d'autre part au sein même du champ de la cognition incarnée. Ce manque de consensus peut notamment en faire perdre le fondement des revendications, particulièrement au sein du champ de la cognition incarnée qui nous paraît être le plus pertinent pour mieux appréhender la complexité de la pensée humaine (en accord avec Borghi et al., 2017). En conséquence, afin d'appuyer une vision incarnée des concepts abstraits, il s'avère primordial de mettre en évidence ce qui nous paraît être le fondement de ce champ, à savoir l'implication du système sensori-moteur dans la compréhension des concepts abstraits.

Comportementalement, une façon de pouvoir étudier cette hypothèse serait d'analyser les temps de réaction (TRs) entre la compréhension d'un concept et une réponse motrice liée à un jugement conceptuel. Par ailleurs, nous savons que le mouvement provenant de notre corps est intrinsèquement lié à l'activation du système sensori-moteur (cf. Chapitre 1, section 1.3.2). En l'occurrence, pour certains auteurs les effets de congruence pourraient refléter un ancrage des concepts au travers de la structure du langage (par ex., par déclinaison du cadre des métaphores conceptuelles), pour d'autres l'avantage de traitement visible dans les TRs serait plus d'ordre *perceptif / structurel* suivant le principe de la

correspondance des polarités (voir, Chapitre 1, section 1.4.2). Dans notre cas, nous suggérons que nos expériences/interactions perceptivo-motrices et affectives avec notre environnement (physique, sociale, etc.) façonnent et ancrent les concepts à travers elles. En conséquence, l'hypothèse principale de cette thèse est que le mouvement provenant de notre corps (référentiel égocentré) pourrait révéler l'incarnation de concepts abstraits, et ce particulièrement pour deux concepts : le TEMPS et la VALENCE ÉMOTIONNELLE. En ce sens, nous revenons aux bases du fondement de l'incarnation en tentant de mettre en lumière une relation sensori-motrice et corporelle de la compréhension de la pensée abstraite.

Ces deux concepts sont particulièrement bien documentés dans la littérature en termes de représentations spatiales, permettant d'avoir des prédictions fiables concernant les effets de congruence attendus suivant différents axes perceptivo-moteurs. Néanmoins, très peu d'études (hormis pour le concept de VALENCE ÉMOTIONNELLE suivant l'axe sagittal) ont étudié l'implication du mouvement suivant nos différents axes perceptivo-moteurs (frontal, sagittal ou vertical), pour défendre l'hypothèse de l'incarnation de ces concepts. En outre, même en sollicitant le mouvement comme lors de la compréhension du concept de TEMPS dans l'étude de Ulrich et al. (2012), ces auteurs suggèrent que le fait de ne pas trouver d'effet de congruence du concept lors d'une tâche de sensibilité, peut remettre en cause l'activation de son caractère hypothétiquement incarné. Toutefois, il se pourrait que les phrases qu'ils ont utilisées pour interpréter les effets de congruence recueillis expérimentalement, soient sujettes à l'activation de processus sélectifs et/ou attentionnels (tels que suggéré à travers *la théorie des modèles cohérents en mémoire de travail*, Santiago et al., 2011) et/ou qu'elles activent plusieurs types de représentations (via des stimuli verbaux plus concrets et/ou émotionnels, voir chapitre 2, section 2.2). Plusieurs types de représentations associés à des implications motrices similaires ou opposées, pourraient notamment conduire à une facilitation ou une interférence dans les résultats pouvant biaiser les effets de congruence en question. A notre connaissance aucune étude n'a étudié l'implication du mouvement dans la compréhension simultanée de ces deux types de concepts abstraits. En conséquence, l'inclusion de la compréhension de ces deux concepts abstraits au travers du mouvement au sein d'une tâche expérimentale permet également d'étudier une sous-hypothèse selon laquelle l'activation de la compréhension de plusieurs concepts pourraient faciliter versus entraver la mise en lumière des effets de congruence relatifs à l'incarnation de ces concepts.

Par ailleurs, nous nous sommes également questionnés sur la possibilité qu'il puisse exister une activation conceptuelle d'un autre ordre (entre TEMPS et VALENCE ÉMOTIONNELLE, *association temps-valence*), venant s'ajouter aux effets de congruence recherchés à travers l'hypothétique activa-

tion de leur mapping conceptuel respectif. En l'occurrence, même s'il n'est pas clair de réussir à identifier l'origine d'une possible *association temps-valence*, en approfondissant la littérature nous pouvons en distinguer globalement deux sortes : une *association temps-valence* d'ordre *cognitif* et/ou *motivationnel*. En conséquence, ce questionnement vis-à-vis de la configuration expérimentale et des hypothèses initiales de nos études (cf. Partie II., Contributions scientifiques) nous a conduit à faire évoluer notre réflexion et notre paradigme expérimental afin d'approfondir les possibles interprétations relatives aux effets de congruence au cours d'une tâche expérimentale comprenant le concept de TEMPS et de VALENCE ÉMOTIONNELLE.

En effet, s'il n'était déjà pas évident de pouvoir suggérer une incarnation du concept de TEMPS et de VALENCE ÉMOTIONNELLE au travers du mouvement, que se passerait-il si on associe les deux ? D'un côté, on peut notamment trouver des expressions linguistiques telles que « *je laisse le passé derrière moi* », « *j'ai appris de mes erreurs passées* » ; « *mettre de côté* » ; « *de nouvelles aventures m'attendent* » ou encore « *aller de l'avant* », qui suggèrent une association temps-valence d'origine linguistique, culturelle et ou psychologique (c'est-à-dire une *association temps-valence* hypothétiquement plus d'ordre *cognitif*) entre le passé et une valence négative, et entre le futur et une valence positive. Ainsi, si nous associons cognitivement ces concepts à travers la structure du langage, ne serions-nous pas plus rapides à évaluer la cohérence de stimuli reflétant cette association ? Par ailleurs, ces phrases types pourraient également être utilisées lors d'un processus de visualisation (par ex., la méditation et/ou la relaxation, Santarpia et al., 2019), qui pourrait contribuer à une certaine régulation émotionnelle dans le cadre d'un développement personnel et/ou d'une psychothérapie. En l'occurrence, d'un autre côté, si le concept de TEMPS active une certaine chronologie mentale, la VALENCE ÉMOTIONNELLE pourrait-elle jouer un rôle psychologique et/ou fonctionnel lors de ces représentations spatio-temporelles (c'est-à-dire une *association temps-valence* d'ordre *motivationnel*) ? (pour une interprétation, voir aussi *Discussion Générale* de Robinson et al., 2015 ; et l'étude de Kaup et al., 2021). En effet, admettons que nous envisageons le futur comme plus positif que le passé, n'aurions-nous pas tendance (consciemment ou non) à nous impliquer émotionnellement et comportementalement suivant nos représentations de cette *association temps-valence* ? En conséquence, si la compréhension de nos deux concepts au cours d'une tâche peut hypothétiquement activer une *association temps-valence* d'ordre *cognitif* et/ou *motivationnel*, on pourrait s'attendre à un effet congruence reflétant cette association (par ex., des temps plus courts pour des stimuli passé-négatif et futur-positif contrairement à des stimuli passé-positif et futur-négatif). Ainsi nous introduisons ici, de manière non exhaustive, dans ces considérations scientifiques, cette ouverture exploratoire d'une hypothétique activation de l'*association temps-valence*.

4.2 ASSOCIATION TEMPS-VALENCE : ORIGINES ET FACTEURS EXPLICATIFS

Philosophiquement et métaphoriquement, le futur est souvent jugé plus positivement que le passé car il serait associé au progrès, et le passé plus négativement (regrets, erreurs, etc.) que le futur, car pouvant être associé à un caractère irréversible (Guo et al., 2012). Plusieurs études de différents champs et approches théoriques ont notamment suggéré un lien potentiel entre TEMPS et VALENCE ÉMOTIONNELLE. Plus particulièrement, le cadre des voyages mentaux relate de cette capacité humaine à se rappeler le passé et à anticiper l'avenir (Suddendorf et Corballis, 2007), qui met en avant une évaluation plus positive pour des événements futurs plutôt que pour des événements passés (Newby-Clark et Ross, 2003 ; D'Argembeau et Van der Linden, 2004 ; Caruso et al., 2008 ; Berntsen et Bohn, 2010 ; Rasmussen et Berntsen, 2013). Par exemple, de manière analogue à l'étude de Caruso et al. (2013) concernant l'évaluation de la distance psychologique du TEMPS (*temporal doppler effect*, Caruso et al., 2013, Chapitre 2, Section 2.2), Caruso et al. (2008) suggèrent un lien entre l'évaluation cognitive de la VALEUR et du TEMPS (TVA, *temporal value asymmetry*). Dans leurs différentes expériences, il était demandé aux participants d'attribuer une valeur (gain monétaire, plaisir, générosité) suivant une échelle de Likert, en imaginant réaliser une tâche dans le futur plutôt que de l'avoir déjà accomplie dans le passé. Leurs résultats ont montré une tendance à valoriser les événements futurs plus que les événements passés à distances équivalentes. En outre, cette relation entre VALEUR et TEMPS peut être corroborée entre la VALENCE ÉMOTIONNELLE et le TEMPS par des études suggérant l'existence d'une *asymétrie temporelle émotionnelle* (TEA, *temporal emotional asymmetry*, Burns et al., 2019) caractérisée par un biais accru d'effet de positivité du futur (Newby-Clark et Ross, 2003 ; D'Argembeau et Van der Linden, 2004 ; Rasmussen et Berntsen, 2013). Il ressort de ces différentes études une tendance à évaluer/juger plus positivement des événements futurs que des événements passés. Par ailleurs, des événements futurs associés à une valence négative seraient également jugés plus négativement (Rasmussen et Berntsen, 2013). En effet, il paraît plus probable d'imaginer quelque chose de positif se produire dans le futur évalué positivement plutôt que d'en projeter du négatif (par conséquent évalué plus négativement). En outre, les événements émotionnels vécus dans le passé et les apprentissages qui en découlent contribueraient à façonner la mémoire autobiographique et la psychologie d'un individu pouvant impacter l'évaluation émotionnelle des événements passés ou futurs (pour une revue sur la mémoire autobiographique et le biais de positivité du futur, voir Rasmussen et Berntsen, 2013). Par ailleurs, les différentes études s'intéressant à la relation entre TEMPS et VALENCE ÉMOTIONNELLE suggèrent que plusieurs types de facteurs explicatifs (par ex., l'estime de soi, les événements de vie personnelle, l'âge, la culture, l'anxiété, la dépression, etc.) peuvent jouer un rôle dans l'évaluation de cette relation (Berntsen et Rubin, 2004 ; Rasmussen et Berntsen, 2009 ; Richmond et al., 2012;

Guo et al., 2012 ; Rasmussen et Berntsen, 2013 ; Laureiro-Martinez et al., 2017 ; Burns et al., 2019 ; Zheng et al., 2019 ; Lalla et Sheldon, 2021 ; Yue et al., 2021 ; Loermans et al. 2021). En conséquence, il n'est pas évident d'identifier l'origine de cette hypothétique *association temps-valence*, et ces différents facteurs dépassent le cadre de cette thèse. Par ailleurs, il est à noter que la plupart de ces tâches expérimentales utilisent généralement des questionnaires, des échelles d'évaluation ou encore des phrases de complétion afin d'étudier cette association temps-valence et non spécifiquement des temps de traitements et/ou des réponses comportementales, en termes d'effet de congruence.

Toutefois, dans le cadre de cette thèse on pourrait distinguer au moins deux sortes d'*association temps-valence*, soit une *association temps-valence* d'ordre plus *cognitif* et/ou *motivationnel*. En effet, d'un côté, si on reprend l'idée de Boroditsky (2001), une simple exposition langagière notamment liée à la culture contribuerait à associer les concepts cognitivement. Ainsi, en considérant la culture française, on pourrait s'attendre à un effet de congruence de l'*association temps-valence* d'ordre plus *cognitif* qui contribuerait à traiter plus rapidement des stimuli passé-négatif et futur-positif plutôt que des stimuli passé-positif et futur-négatif, indépendamment de l'activation hypothétique du mapping conceptuel du TEMPS ou de la VALENCE ÉMOTIONNELLE. D'un autre côté, une *association temps-valence* pourrait être cohérente et mise en lien avec le cadre *affectif de la sémantique des concepts* (cf. Chapitre 1, Section 1.2.4) où nous pourrions faire l'hypothèse que le concept plus abstrait de TEMPS pourrait être mieux incorporé et compris au travers de nos expériences émotionnelles. En ce sens, il se pourrait que la VALENCE ÉMOTIONNELLE possédant une dimension plus directe/concrète mais également subjective avec le monde puisse avoir une certaine influence sur le concept plus abstrait de TEMPS, du fait d'une saillance relative intrinsèquement plus forte (cette idée, rejoint l'*hypothèse de la saillance relative* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE, voir l'étude de Spatola et al., 2018). En effet, si le TEMPS peut être associé à un jugement émotionnel type (tel qu'un biais de positivité du futur), il est également suggéré que le jugement émotionnel peut influencer une représentation spatio-temporelle, illustrant une certaine asymétrie entre ces deux concepts (Margolies et Crawford, 2008 ; Lee et Ji, 2014 ; Zheng et al., 2019). Par exemple, Lee et Ji (2014) ont montré que le raisonnement sur le TEMPS, en termes d'interprétations de déplacement de l'ego ou de déplacement du temps, est modulé par la VALENCE ÉMOTIONNELLE. Dans une première expérience, avant de répondre à des phrases temporelles ambiguës comme dans Boroditsky (2000), les participants se rappelaient un événement personnel agréable ou désagréable, selon le groupe ; afin de susciter des émotions heureuses ou malheureuses. Ils ont constaté que le rappel d'un mauvais passé induisait plus de réponses de déplacement de l'ego dans le raisonnement temporel, alors qu'un bon passé induisait plus de réponses de déplacement du temps. Lee et Ji (2014) ont interprété que le fait de susciter un sentiment malheureux

incite les gens à s'éloigner et incite à une perspective de déplacement de l'ego, alors qu'il n'y a pas besoin de s'éloigner des événements heureux (d'où une plus grande perspective de déplacement dans le temps). Dans une autre expérience, ils ont demandé aux participants d'écrire sur un événement personnel futur qui induirait des sentiments heureux ou malheureux. Ils ont ensuite réalisé des puzzles de mots afin de produire des phrases grammaticalement correctes en éliminant deux mots sur les sept mots initiaux, produisant ainsi des phrases reflétant des perspectives de déplacement de l'ego (par exemple, « nous approchons de l'échéance ») ou du temps (par exemple, « l'échéance s'approche de nous »). Bien que les deux tâches aient été présentées comme n'étant pas liées, les participants « heureux » ont adopté des perspectives plus orientées vers l'ego, tandis que les participants « malheureux » ont produit des phrases plus orientées vers le temps. Les auteurs ont interprété leurs résultats en termes de réactions d'approche (déplacement de l'ego) et d'évitement (déplacement du temps) de l'émotion induite, respectivement. Les résultats de Lee et Ji (2014) sont cohérents avec ceux de Margolies et Crawford (2008) qui soutiennent l'influence de l'amorçage de la VALENCE ÉMOTIONNELLE sur le raisonnement temporel, avec une méthodologie similaire. En outre, ces derniers auteurs ont également constaté que, réciproquement, les phrases de déplacement du moi/égo (sans amorçage émotionnel) communiquaient davantage d'émotions positives que les phrases de déplacement temporel. Bien que réellement passionnantes, ces études rentrent plus dans le cadre de la discussion et des perspectives de recherche plutôt que dans l'approfondissement directe et appliquée de cette thématique. Toutefois, elles nous ont permis d'approfondir nos interprétations expérimentales que nous viendrons discuter dans la partie II de cette thèse (cf. Partie II. Contributions scientifiques).

En outre, cette hypothétique *association temps-valence* au niveau comportementale s'avère relativement peu étudiée en lien avec des représentations spatiales (principalement suivant l'axe sagittal) mais surtout particulièrement nouvelle voire émergente sur la base de temps de réponse à un lien entre TEMPS, VALENCE ÉMOTIONNELLE et espace (Robinson et al., 2015 ; Spatola et al., 2018 ; Kaup et al., 2021). Par exemple, dans leur étude très récente, Kaup et al. (2021) ont utilisé une tâche à choix forcé pour étudier l'association cognitive entre ces deux concepts. Les participants se voyaient présenter un fragment de phrase initial qui donnait des informations partielles sur le TEMPS (passé ou futur) ou la VALENCE ÉMOTIONNELLE (négative ou positive), et complétaient la phrase avec des informations sur la VALENCE ÉMOTIONNELLE ou le TEMPS, respectivement. Par exemple, « Le week-end prochain je rendrai visite/ le week-end dernier je rendais visite à ma fille/mon dentiste » (information sur le temps futur ou passé complété par une information sur la valence positive ou négative), ou « La visite du palais/bunker a eu lieu le mois dernier / aura lieu le mois prochain » (information sur la

valence positive ou négative complétée par une information sur le temps passé ou futur). Il était demandé aux participants de sélectionner le complément de phrase qui semblait le mieux correspondre au fragment de phrase initial. Bien que le fragment de phrase initial apparaisse au centre de l'écran, les compléments apparaissaient de chaque côté de l'écran (un à gauche et l'autre à droite) après avoir appuyé sur la barre d'espace. Les auteurs ont théorisé que les choix du côté droit devraient être plus fréquents lorsque les fragments de phrase initiaux sont associés au côté droit (valence positive ou temps futur) par opposition à ceux qui sont associés au côté gauche (valence négative ou temps passé). Les résultats étaient conformes à ces prédictions, le temps futur étant associé à une valence positive, et le temps passé à une valence négative. Néanmoins, la différence dans les choix d'achèvements de phrase était plus grande lorsque la valence était la dimension donnée plutôt que lorsque c'était le temps. Ils ont suggéré que pour les phrases où le temps est la dimension donnée, un biais de positivité (vers la sélection de l'achèvement positif pour le futur) atténuerait l'asymétrie du choix, c'est à dire qu'un jugement temporel en cohérence avec le VALENCE ÉMOTIONNELLE pourrait s'activer, alors que pour les phrases où la valence est la dimension donnée, il n'y aurait pas de biais particulier vers le passé ou le futur. En conséquence, cette étude suggère qu'il peut y avoir un biais de positivité du futur lors d'un jugement temporel mais non réciproquement l'inverse, le passé comme le futur pourrait être positif/négatif lors du jugement émotionnel. Ce lien est suggéré sur l'axe frontal et relie l'activation de la chronologie mentale du TEMPS (Bonato et al. 2012) à l'hypothèse de la spécificité corporelle (Casasanto, 2009).

En conséquence, se pose la question de l'origine et des facteurs explicatifs de cette *association temps-valence* : 1) est-ce une représentation spatiale/sensori-motrice et affective commune des concepts, où le futur est expérimenté à droite en lien avec l'activation de notre mouvement relatif à notre manière d'écrire/lire, concordant avec l'hypothèse de la spécificité corporelle de participants droitier associant le positif à droite également, et inversement pour le passé et le négatif ? ; ou 2) est-ce une association linguistique, culturelle et/ou psychologique plus *cognitive* du lien temps-valence ? ; ou encore 3) est-ce une association plus spécifiquement psychologique pouvant notamment être d'ordre *motivationnel* ? En l'occurrence, dans l'étude de Kaup et al. (2021) une autre mesure considérant le caractère Optimiste/Pessimiste d'un individu (l'échelle Optimisme-Pessimisme, SOP2 ; Kemper et al., 2012) a également été utilisée pour approfondir leur étude. Leurs résultats ont montré que chez les personnes ayant obtenu un score défini comme optimiste, l'*association temps-valence* était bien présente, alors que chez les personnes ayant obtenu un score défini comme pessimiste, cette association dans les réponses d'achèvement n'apparaît pas.

Il se pourrait donc que des effets de congruence temps-valence soient influencés par un facteur psychologique. En outre, Kaup et al. (2021) relatent :

« En principe, il semble également concevable qu'il existe une correspondance directe entre le temps et la valence qui pourrait être génétiquement ancrée. Après tout, relier le temps futur et la valence positive semble être une condition préalable à une poursuite motivée de la vie et pourrait donc être une propriété fonctionnelle de l'être humain ».

Ainsi, l'association temps-valence pourrait être intrinsèquement liée à une composante motivationnelle liée à la saillance intrinsèque de la valence. De plus, il se pourrait également que la compréhension de deux concepts soit activée en facilitant ou encore biaisant la complétion des phrases, du fait que les auteurs manipulent l'emplacement spatial des stimuli. Toutefois, pour tester cette hypothèse il serait intéressant d'étudier ce même cas de figure avec des participants gauchers :

« Contrairement aux droitiers, les gauchers associent la valence positive à la gauche (leur main dominante) et la valence négative à la droite (leur main non dominante), présentant l'exact opposé de la cartographie de la valence à l'espace par rapport aux droitiers (Casasanto, 2009 ; de la Vega et al., 2012). Ainsi, si la cartographie du temps et de la valence a ses racines dans une cartographie commune du temps et de la valence sur l'axe spatial latéral, nous devrions voir différentes associations entre le temps et la valence pour les gauchers et les droitiers. Les droitiers devraient relier le futur au positif et le passé au négatif. Pour les gauchers, cela devrait être soit le contraire (liant le futur au négatif et le passé au positif), soit l'association observée pour les droitiers devrait être moins prononcée. Dans notre étude actuelle, nous n'avons pas collecté d'informations sur la latéralité. Cependant, il est probable que la plupart de nos participants étaient droitiers et que cela soit cohérent avec le fait que nous avons observé une association entre le temps et la valence liant le futur au positif et le passé au négatif mais pas l'inverse » (cf. Discussion générale de l'étude de Kaup et al., 2021).

En l'occurrence, à notre connaissance, aucune étude n'a été réalisée afin de tester cette hypothèse. En outre, l'étude de Kaup et al. (2021) ne considère pas le mouvement en tant que tel mais en tant qu'emplacement spatial d'achèvement de phrases, en ne les évaluant qu'à partir des taux de réponse et non des TRs. Toutefois, elle est particulièrement intéressante car elle suggère l'existence d'un effet similaire à nos hypothèses en ajoutant la considération d'une association temps-valence d'ordre potentiellement motivationnel. Par ailleurs, il convient de noter que cette thèse pourrait s'inscrire dans la continuité de l'étude récente de Spatola et al. (2018), bien que nous n'en ayons pas eu connaissance initialement. En effet, Spatola et al. (2018), qui à notre connaissance sont les seuls à avoir investigué le TEMPS, la VALENCE ÉMOTIONNELLE et l'espace, en mesurant des TRs suivant, de manière connexe, le même type de problématique que cette thèse. En l'occurrence, Spatola et al. (2018) ont étudié ces concepts en utilisant des verbes conjugués (au passé ou au futur) possédant une certaine valence (positive ou négative). Les participants indiquaient le temps ou la valence des verbes dans deux blocs

distincts en répondant aussi rapidement que possible. Chaque bloc comprenait deux sous-blocs qui différaient en termes de codage spatial de la réponse, soit congruent (gauche-passé, droite-futur pour les jugements temporels, et gauche-négatif, droite-positif pour les jugements de valence chez des droitiers), soit incongruent (gauche-futur, droite-passé pour les jugements temporels, et gauche-positif, droite-négatif pour les jugements de valence) par rapport à la représentation spatiale commune hypothétique sur l'axe gauche-droite partagée par les concepts de TEMPS et de VALENCE ÉMOTIONNELLE. Les réponses étaient données à l'aide des boutons gauche et droit (distants de 15,6 cm l'un de l'autre) d'un boîtier de réponse en utilisant l'index gauche et droit, respectivement. Les résultats ont montré un effet de congruence passé-gauche et futur-droite plus important dans une tâche de jugement temporel que dans une tâche de jugement émotionnel, ainsi qu'un effet de congruence négatif-gauche et positif-droite plus important dans une tâche de jugement émotionnel que temporel. De façon intéressante, ces résultats vont dans le sens de notre réflexion sur l'identification d'un mapping conceptuel que nous associons à l'expérience perceptivo-motrice et affective des individus dans la compréhension des concepts abstraits au travers du mouvement. En outre, leurs autres résultats montrent un effet de congruence passé-négatif et futur-positif pour la tâche de jugement temporel uniquement (Expérience 1) et pour les deux types de jugement dans une seconde expérience (Expérience 2) incluant une session d'induction de pleine conscience (la temporalisation de la valence était supposée facilitée par la forte composante temporelle de l'induction de pleine conscience). Spatola et al. (2018) ont interprété leurs résultats en faveur de *la théorie des modèles cohérents en mémoire de travail* (Santiago et al., 2012, voir Chapitre 1, Section 1.4.3) prédisant que les représentations mentales peuvent être activées de manière cohérente avec le degré de pertinence des dimensions considérées, et activer plusieurs types de représentations mentales simultanément. Pour Spatola et al. (2018), en raison du fait que les gens valoriseraient généralement le TEMPS mais négligeraient de temporaliser la VALENCE ÉMOTIONNELLE, les participants de leur Expérience 1 pourraient avoir engagé une métaphore mentale qui valorise la dimension temporelle, justifiant la présence d'un effet d'interaction temps-valence uniquement pour le jugement temporel. A noter que les auteurs suggèrent que cet effet est lié à l'hypothèse d'une plus grande saillance de la VALENCE ÉMOTIONNELLE (*saillance intrinsèque de la valence*) comparativement au concept de TEMPS (par opposition, considéré comme moins saillant). En l'occurrence, leurs résultats et interprétations montrent principalement un effet lié à une activation conceptuelle de l'*association temps-valence* d'ordre peut être plus *cognitif* plutôt que *motivationnel*. En effet, le fait que Spatola et al. (2018) n'aient pas trouvé d'effet de congruence vis-à-vis de leurs trois facteurs *Temps x Valence x Espace* a été interprété comme un effet d'interaction ne pouvant pas être attribuable à l'activation concurrente (facilitation ou interférence) de la représentation du TEMPS et

de la VALENCE ÉMOTIONNELLE dans leur emplacement commun, quand les réponses sont congruentes versus incongruentes avec l'un comme l'autre. Néanmoins, leurs résultats mettent en évidence que plusieurs types de représentations peuvent être activés au cours d'une tâche rejoignant notre problématique, en suggérant notamment l'activation conceptuelle d'une hypothétique *association temps-valence* au niveau des effets de congruence.

Dans le cadre de cette thèse nous nous intéressons plus particulièrement à l'implication du mouvement dans la mise en lumière de l'incarnation de ces deux concepts abstraits. En l'occurrence, il s'avère que Spatola et al. (2018) ont utilisé un boîtier de réponse nécessitant des réponses sans réel mouvement moteur, en associant simplement un emplacement spatial au concept. De sorte que la dimension spatiale et/ou concrète du mouvement n'est pas réellement pertinente dans la tâche expérimentale, et en conséquence ne permettrait pas nécessairement de montrer un effet de facilitation versus d'interférence de leur mapping conceptuel respectif. Par ailleurs, lorsque leurs consignes sont congruentes avec la représentation spatiale des concepts, ces dernières restent également cohérentes avec une activation hypothétique de l'*association temps-valence* qu'elle soit *cognitive* et/ou *motivationnelle*. En conséquence, tout comme le suggèrent Kaup et al. (2021), il serait intéressant d'étudier ces relations avec des participants gauchers afin d'approfondir nos hypothèses et les facteurs explicatifs de ces relations. En outre, leur étude n'utilisant que l'axe frontal ne permet pas une comparaison des effets avec cet autre axe particulier (sagittal). En effet, l'axe sagittal pourrait tout autant montrer un effet d'interaction de ces deux concepts suivant en *association temps-valence* d'ordre *cognitif* et/ou *motivationnel*, mais le TEMPS serait hypothétiquement plus robuste dans son incarnation spatiale et corporelle (à travers la gestuelle, mouvement du bras) que la VALENCE ÉMOTIONNELLE (en fonction du contexte, du référentiel et des modalités sensorielles sollicitées). Ainsi, l'axe sagittal pourrait montrer un effet moindre d'*association temps-valence* si ces effets de congruence s'avèrent plus d'origine fonctionnelle/motivationnelle. En l'occurrence, nous avons choisi d'intégrer l'exploration d'un effet *association temps-valence* d'ordre *cognitif* et/ou *motivationnel* dans nos études. Ainsi, cette thèse s'intéresse à l'étude des effets de congruence, d'une part vis-à-vis de l'hypothèse que nos représentations du TEMPS et de la VALENCE ÉMOTIONNELLE sont liées à nos expériences sensori-motrices et affectives au travers du mouvement, et d'autre part pour explorer les effets de congruence pouvant provenir de l'activation de plusieurs concepts et/ou types d'associations conceptuelles.

4.3 HYPOTHESES ET PREDICTIONS

L'hypothèse principale de cette thèse est que le mouvement provenant de notre corps (plus précisément, de notre bras dominant) pourrait être révélateur de l'incarnation de deux concepts abstraits, celui du TEMPS et de la VALENCE ÉMOTIONNELLE. Afin de soutenir cette hypothèse, nous avons constaté dans la littérature un clivage théorique important relatant que certains effets de congruence observés pourraient être plus de l'ordre d'une activation du réseau *linguistique* (Boroditsky, 2001 ; Ulrich et al., 2012 ; critique par Mahon et Caramazza, 2008) ou encore *perceptif* et/ou *structurel* dépendant d'un codage cognitif (telle *la correspondance des polarités*, Proctor et Cho, 2006 ; Lakens 2012). C'est-à-dire que des effets de congruence ne seraient pas forcément inhérents aux expériences vécues et propres à l'individu dans son environnement, comme peuvent le suggérer une approche *simulationniste* ou *étendue* de la cognition incarnée (Borghi et al. 2017). De ce fait, concernant le concept de TEMPS, nous avons identifié que le mouvement corporel pouvant être relatif à sa conceptualisation pourrait être vécu et visible aussi bien sur l'axe frontal que sagittal, en considérant qu'un individu se déplace suivant l'axe sagittal dans l'environnement et la culture française à travers nos habitudes de lecture, d'écriture et notre gestuelle. Ainsi en étudiant ces deux axes de réponses, nous nous attendons à des effets de congruence facilitant un mouvement vers la droite pour le futur et vers la gauche pour le passé, ainsi qu'un mouvement vers l'avant pour le futur et vers l'arrière pour le passé. Si seul l'axe sagittal s'avère montrer un effet de congruence, il serait alors possible que ce dernier soit lié à une activation conceptuelle d'ordre *linguistique*. Or, si des effets de congruence sont observés pour les deux axes, nous pourrions prétendre que ces effets soient liés à notre hypothèse. Toutefois, un effet d'ordre *structurel* et/ou cognitif (de type *correspondance des polarités*, Lakens 2012 ; ou *codage d'événement*, Hommel et al., 2001) pourrait toujours être invoqué comme explication.

Néanmoins, en étudiant en parallèle le concept de VALENCE ÉMOTIONNELLE, nous ne nous attendons pas spécifiquement au même type de concordance en fonction du contexte expérimental, et en termes de direction du mouvement suivant ces axes. En effet, des effets de congruence du concept de VALENCE ÉMOTIONNELLE pourraient être présents sur tous les axes perceptivo-moteurs en considérant l'individu sous les mêmes critères que pour le concept de TEMPS. Toutefois, le mouvement qui pourrait être relatif à son jugement ne suivrait pas complètement les mêmes considérations. En effet, distinctement du concept de TEMPS, le concept de VALENCE ÉMOTIONNELLE possède différentes caractéristiques et notamment une dimension aussi bien concrète (composante physiologique et perceptive directe) qu'abstraite (évaluation subjective et expérientielle). Considérant ces mêmes

axes de réponses (sagittal et frontal), il n'est pas clair que suivant l'axe sagittal, dans un même référentiel égo-centré/péri-personnel, le mouvement associé au concept de VALENCE ÉMOTIONNELLE soit réellement dirigé dans une direction (avant-arrière, proche-loin) plus qu'une autre. En effet, les comportements d'approche et d'évitement pourraient être relativement dépendants du contexte, de l'attribution de sens et des modalités sensorielles sollicitées (Rougier et al., 2018 ; Julliard et al., 2021). Néanmoins, de façon intéressante, les traces mnésiques des mécanismes d'approche et d'évitement provenant de nos expériences sensori-motrices pourraient être plus favorables à un mouvement de la main dirigé vers l'avant, simulant une action d'atteinte (positif) et dirigé vers l'arrière simulant une action de retrait (négatif) lorsqu'un dispositif de réponse est utilisé librement, plutôt que lorsque médié par un levier pouvant plus favorablement activer un mouvement d'évitement vers l'avant simulant une action de « repousser », et vers l'arrière simulant une action d'approche, « ramener à soi » (Freina et al., 2009). Sur la base de ce postulat, nous pouvons prédire une certaine tendance des effets de congruence à aller dans ce sens, mais possiblement de façon moins évidente voire non identifiée, contrairement au concept de TEMPS suivant les deux axes de réponses, et de la VALENCE ÉMOTIONNELLE suivant l'axe frontal. De cette manière, si un effet de congruence est tout de même trouvé de manière équivalente, cela pourrait suggérer la présence d'un lien structurel binaire des effets de congruence (Lakens, 2012). Toutefois, si notre prédiction différenciée s'avère juste, cet effet pourrait être plus en faveur de notre hypothèse. De plus, concernant l'axe frontal, nous pouvons prédire les mêmes effets que celui énoncé par Kaup et al. (2021), à savoir qu'en accord avec *l'hypothèse de la spécificité corporelle* (Casasanto, 2009) et la *fluence motrice* (Milhau et al., 2015), des individus droitiers utilisant leur bras dominant montreraient un effet de congruence avec un mouvement dirigé vers la droite associé à un jugement émotionnel positif et un mouvement dirigé vers la gauche associé à un jugement émotionnel négatif. Ces prédictions seraient notamment cohérentes avec une activation d'association conceptuelle d'ordre linguistique et/ou culturel ou encore structurel. Néanmoins, cela ne devrait pas être le cas si l'on étudie à l'inverse les effets de congruence des gauchers utilisant leur bras dominant. Ainsi, avec des individus gauchers, nous nous attendons à des effets de congruence où le mouvement effectué vers leur côté dominant gauche serait associé à une évaluation positive, et le mouvement dirigé à l'opposé vers leur côté non dominant (à droite) serait associé à une évaluation négative.

Parallèlement, nous explorerons et discuterons des interactions possibles entre TEMPS, VALENCE ÉMOTIONNELLE et mapping conceptuel (mouvement dirigé spatialement) pouvant apparaître du fait de demander aux participants de juger soit du TEMPS (verbes conjugués au passé ou au futur), soit de la VALENCE ÉMOTIONNELLE (verbes à connotation positive ou négative) de manière aléatoire au

sein d'un même bloc d'essais. En l'occurrence, la disposition de la tâche expérimentale pourrait notamment faciliter versus entraver la mise en lumière des effets de congruence (suivant les prédictions relatives à la *théorie des modèles cohérents en mémoire de travail*, Santiago et al., 2011). Par conséquent, ce paradigme expérimental a nécessité certaines améliorations méthodologiques afin de faciliter l'interprétation des résultats. En effet, si plusieurs représentations peuvent être actives simultanément (Spatola et al., 2018), alors nous faisons la seconde hypothèse que lorsque l'activation de la représentation du TEMPS implique le même mouvement moteur que l'activation de la représentation de la VALENCE ÉMOTIONNELLE cela participerait à faciliter les réponses comportementales. A contrario, lorsqu'elles sont opposées, cela entraverait les réponses comportementales créant ainsi un effet d'interférence, et ce en utilisant le mouvement. En outre, la compréhension de ces deux concepts pourrait également inclure l'activation d'une hypothétique *association temps-valence* d'ordre *cognitif* et/ou *motivationnel*. Nous avons donc mené plusieurs expériences afin de mieux appréhender les effets de congruence observés, et notamment statuer si ces effets peuvent être relatifs à notre seconde hypothèse, c'est-à-dire à un effet de facilitation/interférence de l'activation de plusieurs types de représentations. Nous discuterons ensuite des limites, ainsi que des implications et perspectives possibles associées à notre sujet de recherche.

PARTIE 2 :
CONTRIBUTIONS SCIENTIFIQUES ET DISCUSSIONS

A. ETUDES PILOTES : GENESE DU PROJET ET ELABORATION DU PARADIGME EXPERIMENTAL

A.1 CONTEXTE ET CONCEPTION

L'avant-propos énoncé au début de cette thèse résume le contexte dans lequel a été conçue la genèse de cette thèse. Plus particulièrement, c'est à la suite d'un échange avec Michel-Ange Amorim que nous avons établi un compromis rejoignant nos intérêts scientifiques en décidant d'ajouter le concept de VALENCE ÉMOTIONNELLE au sein d'un paradigme préexistant relatif à un projet antérieur. A première vue, la découverte de la littérature autour de l'incarnation de la compréhension du langage et des représentations spatiales durant mon Master 2 semblait pertinente pour chercher à mieux appréhender l'incarnation du concept aussi bien de TEMPS que de VALENCE ÉMOTIONNELLE. Néanmoins, la mise en lien théorique de ces deux concepts, que ce soit en termes de représentations spatiales, ou de spécificités de mécanismes d'incarnation, s'avère non seulement complexe mais également novatrice et émergente dans la littérature scientifique (voir études récentes de Spatola et al., 2018 ; Kaup et al., 2021). En conséquence de quoi, les prédictions expérimentales s'avèrent assez exploratoires.

Concernant la conception du paradigme expérimental, un des anciens stagiaires de Master 2 (Charles Fahin) de Michel-Ange Amorim avait réalisé une première étude ayant pour hypothèse que le niveau d'incarnation des stimuli impacterait les effets de congruence du TEMPS sur l'axe frontal et sagittal. Pour ce faire, ils avaient choisi d'utiliser des verbes neutres d'action et de manipuler le niveau d'incarnation ainsi que l'aspect directionnel ou non de ces verbes d'action. Comme nous l'avons vu dans le Chapitre 1 (section 1.3.1) les verbes d'action et/ou directionnels peuvent solliciter les aires sensorimotrices. L'hypothèse sous-jacente à cette recherche initiale était que plus le verbe sollicite le corps, plus il serait propice à engendrer l'action témoignant de son ancrage corporel provenant de l'expérience réelle vécue. Ainsi, comparativement à un verbe neutre non directionnel, les réponses comportementales pour un verbe d'action directionnel devraient montrer un effet de congruence induisant une décision plus rapide à exécuter au travers du mouvement de réponse (le long d'un clavier), impactant parallèlement les effets de congruence du concept de TEMPS. Les verbes sélectionnés étaient extraits de Sidhu et al. (2016) évaluant le caractère incarné des verbes. En effet, dans l'étude Sidhu et al. (2016) les participants devaient juger sur une échelle de 1 à 7 (de type échelle de Likert), le niveau d'implication du corps dans la compréhension des verbes qui leur étaient présentés. Les résultats ont montré que plus les verbes étaient considérés comme impliquant le corps, plus ils étaient traités rapidement

(décision lexicale). Ainsi, Charles Fahin et Michel-Ange Amorim ont retenu différents verbes, donnant lieu à 3 types de groupes : (1) verbes directionnels fortement incarnés, (2) verbes non-directionnels fortement incarnés et (3) verbes faiblement incarnés. Leur tâche comportementale consistait à répondre le plus rapidement possible à un verbe conjugué au passé ou au futur, suivant un axe sagittal ou frontal réparti dans des blocs de réponses différents en manipulant la congruence spatiale des réponses correctes attendues. Par exemple, un bloc de réponse avec une consigne congruente sur l'axe sagittal correspondait à un codage de réponse arrière-passé et avant-futur, et inversement pour le bloc incongruent (arrière-futur ; avant-passé).

Dans la poursuite de l'étude de Charles Fahin et de Michel-Ange Amorim, et avec une volonté de continuité scientifique, nous avons adapté le protocole précédent en y intégrant le concept de VALENCE ÉMOTIONNELLE. A cet effet, nous avons sélectionné des noms considérés comme positifs ou négatifs, extraits du répertoire « Affective Norms for English Words (ANEW) » (Bradley et Lang, 1999) pour s'assurer du niveau d'incarnation et de valence émotionnelle qui serait susceptible d'induire des effets de congruence similaires en termes de rapidité de traitement. Nous avons modifié ces noms en verbes et les avons conjugués au passé et au futur. L'étude précédente de Charles Fahin et Michel-Ange Amorim n'avait montré des effets de congruence que dans une sous-condition, pour laquelle une interaction avec le type de verbe n'apparaissait que dans un sous-groupe (identifié via une analyse de K-means). Ces résultats posaient la question de savoir dans quelle mesure les participants avaient réellement pris en compte le type de verbe (incarnés, directionnels ou non) en activant un traitement sémantique du verbe plutôt qu'un traitement plus en surface de la terminaison grammaticale du verbe pour répondre. En effet, les verbes qu'ils avaient conjugués à la troisième personne du singulier finissaient soit en « ait » pour le passé soit en « a » pour le futur. La simple lecture/visualisation de cette terminaison pouvait suffire à la décision temporelle. Ainsi, nous avons également fait l'hypothèse qu'ajouter une question concernant la VALENCE ÉMOTIONNELLE du verbe dans un même bloc d'essais pouvait notamment contrecarrer cette possibilité d'un traitement uniquement en surface, obligeant implicitement à traiter plus en profondeur le verbe en considérant la sémantique du verbe dans son jugement et sa compréhension. Ainsi, nous avons regroupé dans un même bloc, de manière aléatoire, le jugement de ces deux concepts (TEMPS et VALENCE ÉMOTIONNELLE) en demandant aux participants de répondre soit à un jugement portant sur le TEMPS, soit sur la VALENCE ÉMOTIONNELLE. Par exemple, pour un bloc congruent sur l'axe sagittal, les participants avaient pour consigne : « *Si le jugement porte sur le temps, appuyez sur la touche de gauche pour le passé et sur la touche de droite pour le futur. Si le jugement porte sur la valence, appuyez sur la touche de gauche pour le négatif et sur la touche de droite pour le positif* ». Au préalable, nous devions nous assurer que

les verbes sélectionnés étaient bel et bien considérés comme « incarnés » et valencés émotionnellement (par ex., avec le critère d'*intensité*, assimilable à l'éveil physiologique, « *arousal* » et le niveau de *valence des stimuli*, Bradley et Lang, 1999) afin que nos stimuli soient relativement homogènes et ne montrent pas de différences majeures pouvant impacter l'étude comportementale. Ainsi, durant mon Master 2, nous avons réalisé deux études pilotes amorçant les premiers éléments d'élaboration de l'évolution du paradigme expérimental de cette thèse. La première étude portait sur l'évaluation et la sélection des stimuli intégrant notre paradigme expérimental (Etude pilote 1). La seconde étude testait l'hypothèse de l'incarnation spatiale et corporelle du TEMPS et de la VALENCE ÉMOTIONNELLE établie dans cette continuité scientifique (Etude pilote 2). De ces données de Master 2, nous avons choisi de n'intégrer que la procédure et l'interprétation des résultats d'évaluation de notre Etude pilote 1, ayant conduit à la sélection des stimuli et des choix méthodologiques pour ce travail de thèse (voir aussi, **Annexe 1** : Protocole de l'Etude pilote 2).

A.2 ETUDE PILOTE 1 : ÉVALUATION ET SÉLECTION DES STIMULI

A.2.1 Méthode

A.2.1.1 Participants

Vingt participants volontaires (9 Femmes et 11 Hommes) de 22 à 49 ans ($M_{\text{âge}} = 27.65$) ont donné leur consentement écrit pour cette étude. Ils avaient tous comme langue maternelle le français, un niveau d'étude égal ou supérieur au baccalauréat ($M = \text{bac} + 4$), une vision normale ou corrigée, ni aucune déficience au niveau des membres supérieurs. Nous les avons recrutés par emails (@u-psud.fr), réseaux sociaux et « bouche-à-oreille ». L'expérience se déroulait dans la Salle 043 du CIAMS à la Faculté des Sciences du Sport de l'Université Paris-Saclay. D'autres participants ont été recrutés à la bibliothèque centrale de l'Université Paris-Saclay (bât. 407) dans une salle attenante, en respectant les mêmes conditions expérimentales qu'au CIAMS, à savoir un lieu silencieux sans perturbation extérieure. L'étude a été validée par un comité éthique local (CER Polethis de Paris-Saclay)

A.2.1.2 Stimuli

L'objectif de cette expérience était de présélectionner 2 catégories de verbes, chacune divisée en 2 sous-parties : (1) verbes d'action neutres (non-directionnels faiblement incarnés versus directionnels fortement incarnés) ; (2) verbes émotionnels (à valence positive versus négative).

- *Verbes neutres (faiblement incarné non-directionnel ; fortement incarné directionnel)*

De l'étude antérieure effectuée par Fahin et Amorim, trente verbes ont été extraits de Sidhu et al. (2016) considérés comme impliquant fortement ou faiblement le corps humain. Nous avons sélectionné 15 verbes de la catégorie des verbes « directionnels fortement incarnés » et 15 autres verbes de la catégorie des verbes « non directionnels faiblement incarnés ». Nous avons exclu ceux pouvant être émotionnels, en les remplaçant par d'autres verbes étudiés par Sidhu et al. (2016). Ces 30 verbes neutres ont été conjugués à la troisième personne de l'imparfait et du futur, soit un total de 60 stimuli neutres.

- *Verbes émotionnels (positif versus négatif)*

Afin d'obtenir 15 verbes de valence positive, et 15 autres de valence négative, nous avons identifié trente noms à partir de la base « Affective Norms for English Words (ANEW) : Instruction manual and affective ratings » de Bradley et Lang (1999) qui estime la valence émotionnelle et son intensité sur une échelle de 1 à 9. Nous avons veillé à ce que les 30 verbes correspondant à ces noms soit présents dans la base « Lexique 3.8.1 » (New et al., 2007) qui quantifie le nombre de syllabes, et la fréquence d'apparition de ces verbes dans les films et dans les livres. Ces 30 verbes ont également été conjugués à la troisième personne de l'imparfait et du futur, soit un total de 60 stimuli émotionnels (suggérés par nature « incarnés »). Finalement, nous avons donc 120 stimuli verbaux regroupés en 2 catégories : (1) les verbes neutres (non directionnels faiblement incarnés versus directionnels fortement incarnés) et (2) les verbes émotionnels (positifs versus négatifs). Concernant la fréquence d'apparition des verbes dans les films et dans les livres, les *Types de verbe* ne différaient pas significativement, $F(3, 57) = 0.08$; $p = 0.47$ et le nombre de syllabes était également homogène.

A.2.1.3 Matériel

Le logiciel OpenSesame (<https://osdoc.cogsci.nl/>, Mathôt et al., 2012) a été utilisé pour gérer l'expérimentation aussi bien au niveau de la présentation des stimuli que du recueil des données. Les stimuli (verbes) étaient présentés par le biais d'un écran d'ordinateur portable, et les réponses étaient données via un clavier séparé (type AZERTY). Cette première expérience durait en moyenne 30 minutes (+/- 10 min).

A.2.1.4. Procédure

Avant de débiter, chaque participant prenait connaissance de l'expérience via un consentement éclairé qu'il lisait, remplissait et signait s'il était d'accord de participer, conformément à la déclaration d'Hel-sinki. Pour cette première expérience, les participants devaient évaluer le niveau de sollicitation du

corps ainsi que la valence émotionnelle de verbes qui lui étaient présentés sur l'écran d'ordinateur. Avant cela, afin d'éviter des effets de régression vers la moyenne dans l'utilisation de l'échelle de réponse, l'ensemble des verbes lui était d'abord affiché au centre de l'écran (l'un après l'autre), aléatoirement, sans qu'il leur soit demandé d'y répondre. Puis, les participants démarraient une session d'entraînement (de 10 stimuli aléatoires) pour chaque jugement (incarnation/valence) sur une échelle de Likert de « 1 = le stimulus n'engage pas le corps » (faiblement incarné) à « 7 = le stimulus engage fortement le corps » (fortement incarné), pour le jugement du niveau d'incarnation et de « 1 = le stimulus est jugé fortement négatif » à « 7 = le stimulus est jugé fortement positif », pour le jugement de la valence émotionnelle du verbe. Enfin, les participants évaluaient les 120 stimuli durant la session expérimentale proprement dite. Ces évaluations se déroulaient en deux blocs distincts (bloc de *jugement d'incarnation* ou bloc de *jugement de valence*) dont l'ordre était contrebalancé au travers des sujets. Chaque essai commençait par un point de fixation au milieu de l'écran pendant 750 ms, avant l'apparition du verbe. Puis, le verbe prenait la place du point de fixation et restait affiché jusqu'à ce que le participant l'évalue en appuyant sur une touche du clavier (de 1 à 7). Le participant devait laisser l'index de sa main dominante avec laquelle il répondait au-dessus de la touche « 4 » (considéré comme neutre) avant et après son évaluation. Après l'évaluation de 30 verbes, le logiciel affichait le mot « pause » permettant aux participants de faire une pause si besoin. Les stimuli étaient distribués de manière aléatoire et n'étaient présentés qu'une seule fois durant l'expérience.

A.2.1.5 Variables

En résumé, les facteurs expérimentaux (intra-sujet) de cette expérience étaient :

- 4 *Types de verbe* : émotionnels (à valence négative ou positive) versus neutres (directionnels fortement incarnés ou non-directionnels faiblement incarnés)
- 2 *Temps du verbe* (imparfait versus futur simple).

Les variables dépendantes étaient :

- Jugement du niveau d'incarnation du verbe (de 1 = faiblement incarné, à 7 = fortement incarné)
- Jugement de la valence émotionnelle du verbe (de 1 = fortement négatif, à 7 = fortement positif).

A.2.2 Traitement des données, résultats et interprétations

Le pré-traitement des données a été fait sous Excel afin de générer des tableaux de moyennes pour les statistiques menées sous SPSS et Statistica. Dans un premier temps, nous avons calculé pour chaque verbe, les valeurs moyennes de niveau d'incarnation et celles de valence émotionnelle attribuées par chaque participant. Nous avons ensuite réalisé des ANOVAs à mesures répétées sur l'ensemble des verbes pour les deux jugements, avec les deux facteurs intra-sujets mentionnés précédemment. Le seuil de significativité étant fixé à $p < 0.05$, mais nous considérerons les résultats comme étant « marginaux » quand $0.05 < p \leq 0.10$. Autrement, les résultats non significatifs ne seront pas explicités quand $p > 0.10$.

A.2.2.1 Jugement du niveau d'incarnation

Aucun effet du *Temps des verbes* (futur-passé) n'a été mis en évidence, $F(1, 19) = 0.77$; $p = 0.39$ sur le niveau d'incarnation perçu des verbes. L'effet du *Type de verbe* illustré dans la **Figure 1** s'est avéré significatif, $F(3, 57) = 61.72$, $p < 0.001$. Les tests post-hoc (correction de Bonferroni) ont montré que les verbes directionnels ($M = 5.26$) et les verbes non directionnels ($M = 2.35$) étaient significativement différents de toutes les autres catégories. Seuls les verbes émotionnels positifs ($M = 4.06$) et négatifs ($M = 4.48$) montrent une différence marginale ($p = 0.062$) entre eux mais restent significativement différents des verbes neutres aussi bien directionnel que non directionnel ($ps < 0.001$). Aucun effet d'interaction *Temps x Type de verbe*, n'a été mis en évidence, $F(1, 19) = 0.11$, $p = 0.95$.

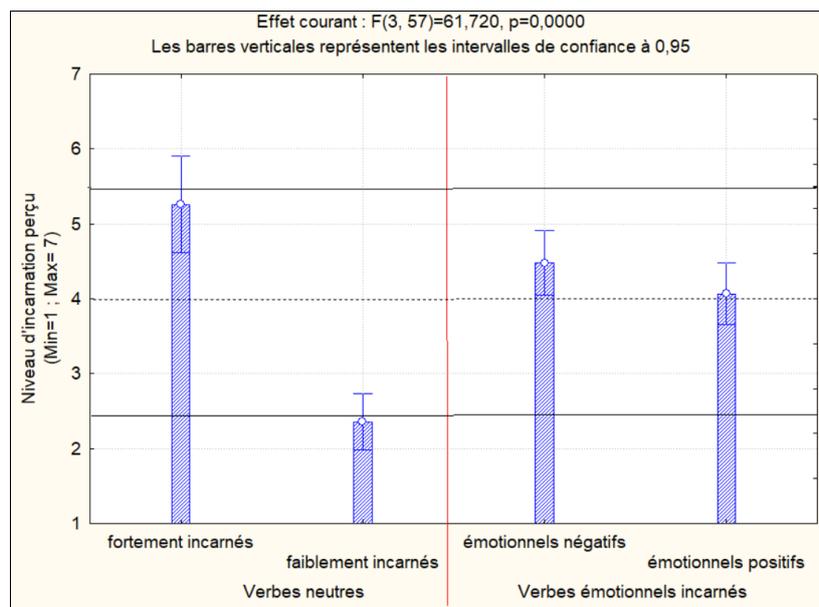


Figure 1 Effet du *Type de verbe* lors du jugement du niveau d'incarnation

Au niveau du jugement de l’incarnation des verbes, bien que les verbes émotionnels ne soient pas jugés aussi « incarnés » que les verbes neutres directionnels (référence à une action dirigée), on constate que les verbes émotionnels (dans leur dimension abstraite et subjective) sont significativement jugés comme impliquant le corps comparativement aux verbes de la catégorie faiblement incarnée (et non directionnels). Les résultats de ces jugements peuvent appuyer l’idée que les verbes émotionnels positifs et négatifs sont susceptibles d’être traités plus rapidement de par leur ancrage pouvant provenir de l’expérience émotionnelle et corporelle directe de nos interactions dans leur compréhension conceptuelle (Kousta et al., 2011 ; Vinson et al., 2014). En effet, comme le suggèrent les résultats de Sidhu et al. (2014), plus un verbe est jugé comme sollicitant le corps, plus il sera traité rapidement (TR court) dans une tâche de décision lexicale.

A.2.2.2 Jugement de la valence émotionnelle

Même si l’on constate que les verbes conjugués au futur ($M = 4.04$) sont perçus comme significativement plus positifs que ceux conjugués au passé ($M = 3.97$), $F(1, 19) = 4.90$, $p = 0.039$, cet effet ($M = 0.07$) n’a pas vraiment de valeur fonctionnelle s’agissant d’une variation d’environ 1% sur une échelle de 7 points. Par ailleurs, ces valeurs ne diffèrent pas de la valeur 4 du « neutre » ($M_{\text{futur}} = 4.04$ vs. 4, $p = 0.35$, et $M_{\text{passé}} = 3.97$ vs. 4, $p = 0.37$) Néanmoins, on observe un effet significatif sur le jugement de la valence émotionnelle du *Type de verbe*, $F(3, 57) = 669.22$, $p < 0.001$ (voir **Figure 2**), pour lequel les tests post-hocs ont permis de vérifier que les types de verbes sont significativement différents les uns des autres ($p < 0.001$).

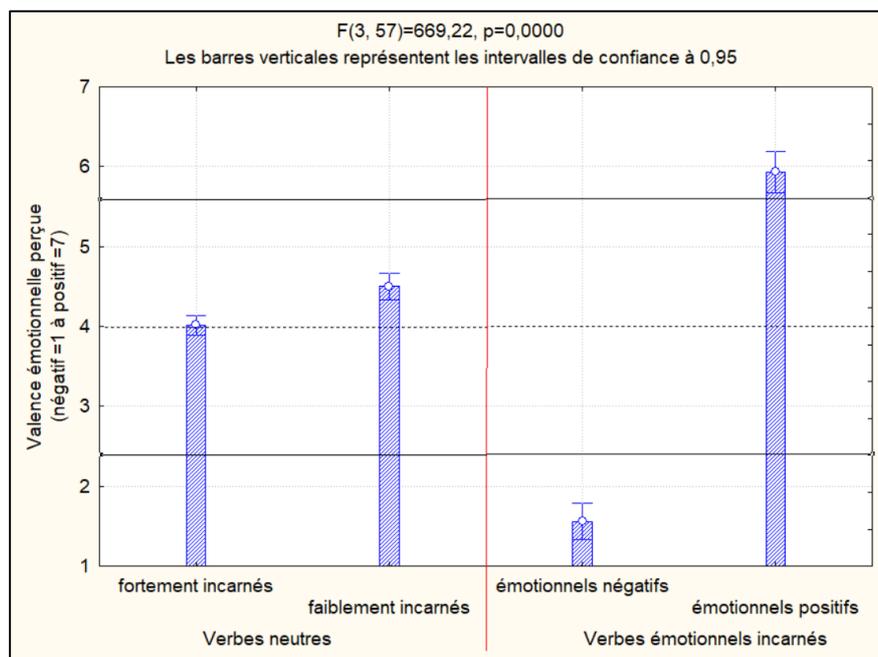


Figure 2 : Effet du *Type de verbe* lors du jugement de la valence émotionnelle

Les verbes émotionnels positifs ($M = 5.94$) et négatifs ($M = 1.57$) étaient différents entre eux, séparés de plus 4 points sur l'échelle de réponse, et différents des verbes neutres fortement (directionnels) incarnés ($M = 4.02$) et faiblement (non directionnels) incarnés ($M = 4.49$). En ce qui concerne les verbes neutres, ceux faiblement incarnés sont jugés légèrement (un demi-point d'échelle) plus positifs que ceux fortement incarnés. De plus, un effet d'interaction *Temps x Type de verbe*, $F(3, 53) = 3.80$; $p = 0.015$ confirme la tendance à juger plus positivement les verbes au futur. Les post hoc indiquent que cette tendance est significativement différente pour tous les types de verbes ($ps < 0.001$) sauf pour les verbes neutres directionnels ($p = 0.085$).

En résumé, au niveau de la valence émotionnelle perçues des verbes, les résultats corroborent les données du répertoire ANEW (Bradley et Lang, 1999), témoignant de la connotation positive versus négative du verbe émotionnel jugé significativement différent des verbes neutres. De plus, ces résultats suggèrent qu'un verbe au futur est jugé plus positivement qu'au passé. Ce résultat peut notamment suggérer qu'il existe une association conceptuelle entre le TEMPS et la VALENCE ÉMOTIONNELLE tel qu'un biais de positivité du futur dans le jugement évaluatif de nos stimuli (Newby-Clark et Ross, 2003 ; Caruso et al., 2008 ; Rasmussen et Berntsen, 2013 ; Kaup et al., 2021).

A.3 CHOIX EXPERIMENTAUX

A la suite de ces premières bases dans la sélection des stimuli expérimentaux, nous avons examiné les jugements de chaque verbe dans chaque catégorie afin de sélectionner les verbes les plus pertinents pour la seconde expérience en fixant des critères d'inclusion pour les différents *Types de verbe*. Pour les verbes « neutres », nous nous sommes assurés qu'ils étaient proches de 4 sur l'échelle de valence, et par ailleurs que sur l'échelle d'incarnation ils étaient au-delà de 5.5 pour les directionnels fortement incarnés, et en deçà de 2.5 pour ceux faiblement incarnés. Pour les verbes émotionnels, nous voulions nous assurer qu'ils étaient tous au-dessus de 5.5 sur l'échelle d'incarnation, et par ailleurs que sur l'échelle de valence les verbes positifs étaient > 5.5 et ceux négatifs < 2.5 . Nous avons donc utilisé des méthodes fiducio-bayésiennes afin d'estimer à partir de nos données quelles seraient les valeurs minimales d'incarnation et de valence attendues dans la population parente (Rouanet, 1996 ; Lecoutre et Poitevineau, 2014) pour chaque verbe. Pour ce faire, nous avons utilisé les bornes d'intervalles de confiance à 90% pour récupérer la valeur minimale d'incarnation et de valence dans la population parente à la garantie 95% comme suggéré par Lecoutre et Poitevineau (2000), et illustré dans la **Figure 3** ci-dessous. Cette Etude pilote 1 a débouché sur la mise en place de la deuxième étude pilote de mon Master 2 (**Annexe 1** : Protocole de l'Etude pilote 2).

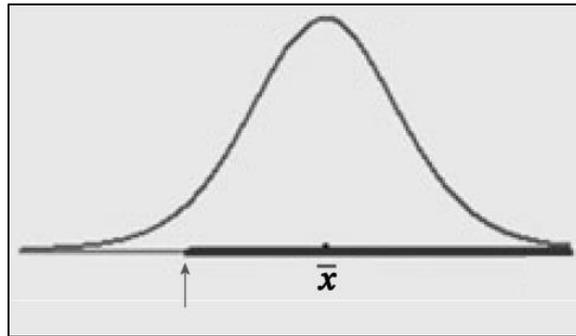


Figure 3. La borne inférieure de l'intervalle de confiance à 90% autour de la moyenne observée \bar{x} permet d'estimer la valeur minimale (indiquée par la flèche) de μ pour laquelle 95% des valeurs lui sont théoriquement supérieures dans la population parente, pour une valeur moyenne donnée.

Cette Etude pilote 2 comportait certains biais méthodologiques (notamment liés au clavier de réponse) que nous avons pris en compte dans le cadre de cette thèse. Dans un premier temps, au niveau du clavier de réponse, nous avons standardisé les touches de réponses du clavier, notamment la taille des touches pouvant influencer les temps de réponse (par ex., vitesse-précision, loi Fitts). Dans cette même logique de temps de réponse, nous avons fait le choix d'ajouter une tâche contrôle quantifiant des asymétries directionnelles dans le temps de mouvement. En effet, nous voulions nous assurer que la modalité de réponse n'entrave pas les effets recherchés (tels des effets relatifs à l'anisotropie inertielle du bras, Flanagan et Lolley, 2001). Par exemple, en soustrayant ce temps de mouvement au temps de réponse au niveau du traitement des données, nous considérons être au plus proche du temps de traitement propre à nos stimuli supprimant ainsi des asymétries de mouvement pouvant interférer dans la mise en évidence d'effets de congruence dans les différents types de jugement. Par ailleurs, nous avons normalisé la façon de filtrer les données (à savoir les critères d'exclusion des essais) en amont de leur traitement statistique, dans une logique de continuité et de comparaison des effets observés au sein de nos différentes études. Concernant les critères d'inclusions des participants, et particulièrement en lien avec le jugement de la valence émotionnelle et de ses spécificités diverses, en plus du questionnaire de latéralité (l'Edinburgh Handedness Inventory, Oldfield, 1971, **Annexe 2**), nous avons ajouté en amont de l'expérience le questionnaire du HADS (Hospital Anxiety and Depression Scale, Razavi et al., 1989, **Annexe 3**) avec un seuil d'inclusion < 11 . Concernant la passation expérimentale, nous avons considéré que le fait que les participants répondent à tous les axes de réponses (sagittal et latéral ; bloc congruent et incongruent) pouvait rendre la tâche coûteuse cognitivement et la présentation des stimuli redondante. Ainsi, nous avons décidé de tester l'effet des axes de réponse au travers de groupe de participants différents. En outre, au niveau des stimuli nous avons fait le choix de ne pas inclure de verbes neutres (directionnels ou non) car nous pensons qu'ils pourraient constituer un biais quant au

jugement d'une valence émotionnelle inexistante au vu de leur neutralité. Également, l'inclusion de la direction et la façon d'analyser son effet dans les résultats ne permettait pas de dissocier les effets respectifs du sens du mouvement du verbe neutre directionnel, du TEMPS, et de la VALENCE ÉMOTIONNELLE. En somme, nous avons pris en considération les limites ressorties de cette Etude pilote 2 afin d'améliorer les protocoles et clarifier les effets comportementaux explorés au travers cette thèse. Néanmoins, nous avons conservé les stimuli évalués durant notre Etude pilote 1. De ces différentes modifications et notamment l'exclusion des verbes neutres, nous avons donc réalisé une nouvelle sélection de stimuli ne considérant que les verbes émotionnels positifs ou négatifs conjugués au passé et au futur. Ainsi, sous le même principe que pour l'étude réalisée en Master 2, nous voulions que nos verbes émotionnels soient les plus près possible de 5.5 sur l'échelle d'incarnation, et qu'ils soient sur l'échelle de valence pour les verbes positifs > 5.5 et pour les verbes négatifs < 2.5 . A partir des intervalles de confiance des scores de jugement de chaque verbe, nous avons donc sélectionné les verbes les plus pertinents qui seront en cœurs de nos différentes expériences à venir (nos stimuli, **Annexe 4**), sur la base des valeurs fiducio-bayésiennes minimales attendues dans la population parente. En outre, l'analyse complémentaire des stimuli émotionnels initiaux extraits du répertoire ANEW (Bradley et Lang, 1999a) montre une absence de différence entre les noms sélectionnés positifs (> 6) versus négatifs (< 4), que cela soit en termes : de niveau d'éveil physiologique (*arousal*), $t(9) = 1.06$, $p = 0.32$, $d = 0.33$, ou de niveau de *valence*, $t(9) = 23.57$, $p < 0.001$, $d = 0.87$.

B. ETUDES EXPERIMENTALES : INCARNATION SPATIALE ET CORPORELLE DU TEMPS ET DE LA VALENCE ÉMOTIONNELLE

B.1 : ETUDE EXPERIMENTALE 1 : INCARNATION SPATIALE ET CORPORELLE DU TEMPS ET DE LA VALENCE ÉMOTIONNELLE SUIVANT L'AXE FRONTAL OU SAGITTAL, CHEZ LES DROITIERS.

Cette première étude expérimentale réalisée durant le temps du doctorat a pour but d'étudier notre hypothèse principale, à savoir, plus précisément, étudier l'effet de la direction du mouvement provenant de notre corps (ici le mouvement de notre bras dominant) dans la mise en lumière de l'incarnation de deux concepts abstraits, celui du TEMPS et de la VALENCE ÉMOTIONNELLE. Suivant cette hypothèse principale, nous avons identifié deux axes perceptivo-moteurs (frontal et sagittal) dans lesquels ont pouvait trouver une implication sensori-motrice et affective associée à la conceptualisation de ces deux concepts (au travers de ce que nous appelons un « *mapping conceptuel* » dans le cadre de cette thèse) en considérant la culture française et la main dominante des individus recrutés pour interagir avec le monde (cf. Chapitre 4, *Objectifs, problématique, associations conceptuelles et hypothèses*). Ainsi, nous avons intégré au sein de notre paradigme expérimental ces deux concepts en utilisant des stimuli verbaux conjugués au *passé* et au *futur* associés à une connotation *positive* ou *negative*. Aléatoirement d'essai en essai, les participants devaient porter un jugement *temporel* ou *émotionnel* suivant l'axe *frontal* (Groupe 1) ou *sagittal* (Groupe 2) au sein d'une même tâche expérimentale composée de deux blocs d'essais distincts comprenant une consigne dite *congruente* avec le *mapping conceptuel* de nos deux concepts abstraits respectivement, ou bien *incongruente*. Nous avons ensuite mesuré les temps de réponses (TRs, en ms) des participants pour chaque jugement (*temporel* et *émotionnel*) suivant ces deux axes de réponses (*frontal* et *sagittal*) afin de répondre à notre hypothèse principale. En l'occurrence, nous nous attendons à montrer un effet de congruence, correspondant à un effet principal de la consigne vis-à-vis du *mapping conceptuel*, conduisant à des TRs plus courts lorsque la consigne est *congruente* avec le *mapping conceptuel* hypothétique de nos deux concepts par rapport à la condition où la consigne est *incongruente* ; effet pouvant varier en fonction de l'axe de réponse.

Plus précisément, nous nous attendons à trouver un effet de congruence de la consigne du *mapping conceptuel* du TEMPS, au travers du mouvement, aussi bien suivant l'axe frontal (consigne congruente avec le *mapping conceptuel* du TEMPS: passé-gauche et futur-droite; et incongruente : passé-droite et futur-gauche) que suivant l'axe sagittal (congruente : passé-arrière et futur-avant; et incongruente : passé-avant et futur-arrière) en accord avec la chronologie mentale du TEMPS (Sell et Kachack, 2011;

Grasso et al., 2022). Toutefois, nous nous attendons à un effet de congruence de la consigne du mapping conceptuel de la VALENCE ÉMOTIONNELLE plus nuancé, voire non significatif suivant l'axe sagittal (congruente : positif-avant et négatif-arrière; et incongruente : positif-arrière et négatif-avant), car la littérature scientifique montre qu'en étudiant uniquement le mouvement de la main dominante, l'effet de congruence peut varier en fonction du contexte, du référentiel spatial et des modalités sensorielles sollicitées dans l'activation des traces mnésiques motivationnelles d'approche (par ex., référentiel allocentré « aller vers » versus égocentré « rapprocher de soi ») et d'évitement (Freina et al., 2009 ; Saraiva et al., 2013; Phaf et al., 2014; Rougier et al., 2018 ; Julliard et al., 2021). Toutefois, suivant l'axe frontal, nous nous attendons à trouver un effet de congruence de la consigne du mapping conceptuel spécifique à des participants droitiers répondant avec leur main dominante suivant l'axe frontal (*congruente* : positif-droite et négatif-gauche; et *incongruente* positif-gauche et négatif-droite) en accord avec l'*hypothèse de la spécificité corporelle* (Casasanto, 2009) et la notion de *fluence motrice* (Milhau et al., 2015).

Parallèlement, nous explorerons le fait que le TEMPS et la VALENCE ÉMOTIONNELLE soit simultanément activés/compris au cours de la tâche expérimentale. Cela permettrait de répondre à une seconde hypothèse selon laquelle nous pourrions trouver des effets de facilitation versus interférence entre concepts lorsqu'ils correspondent tous deux (congruents) ou non (incongruents) à un même mouvement ; du fait de nos expériences perceptivo-motrices et affectives ancrées dans et par le mouvement dans un référentiel égocentré (provenant de notre corps). De sorte que, suivant cette seconde hypothèse, on peut s'attendre à un effet de congruence entre le TEMPS et la VALENCE ÉMOTIONNELLE au niveau de la nature du stimulus présenté ; comme par exemple une facilitation à juger un verbe positif conjugué au futur et un verbe négatif conjugué au passé (à noter que cet effet pourrait également être cohérent avec l'activation d'une autre représentation tel qu'une *association temps-valence* d'origine *cognitive et/ou motivationnelle*, Spatola et al., 2018 ; Kaup et al., 2021). En l'occurrence, nous suggérons que les effets de congruence pourraient se jouer au niveau de la consigne qui induirait des mouvements similaires ou opposés. La **Figure 4** ci-dessous illustre ces hypothèses ainsi que les prédictions comportementales associées, pour le *jugement temporel* suivant l'axe frontal.

Jugement temporel

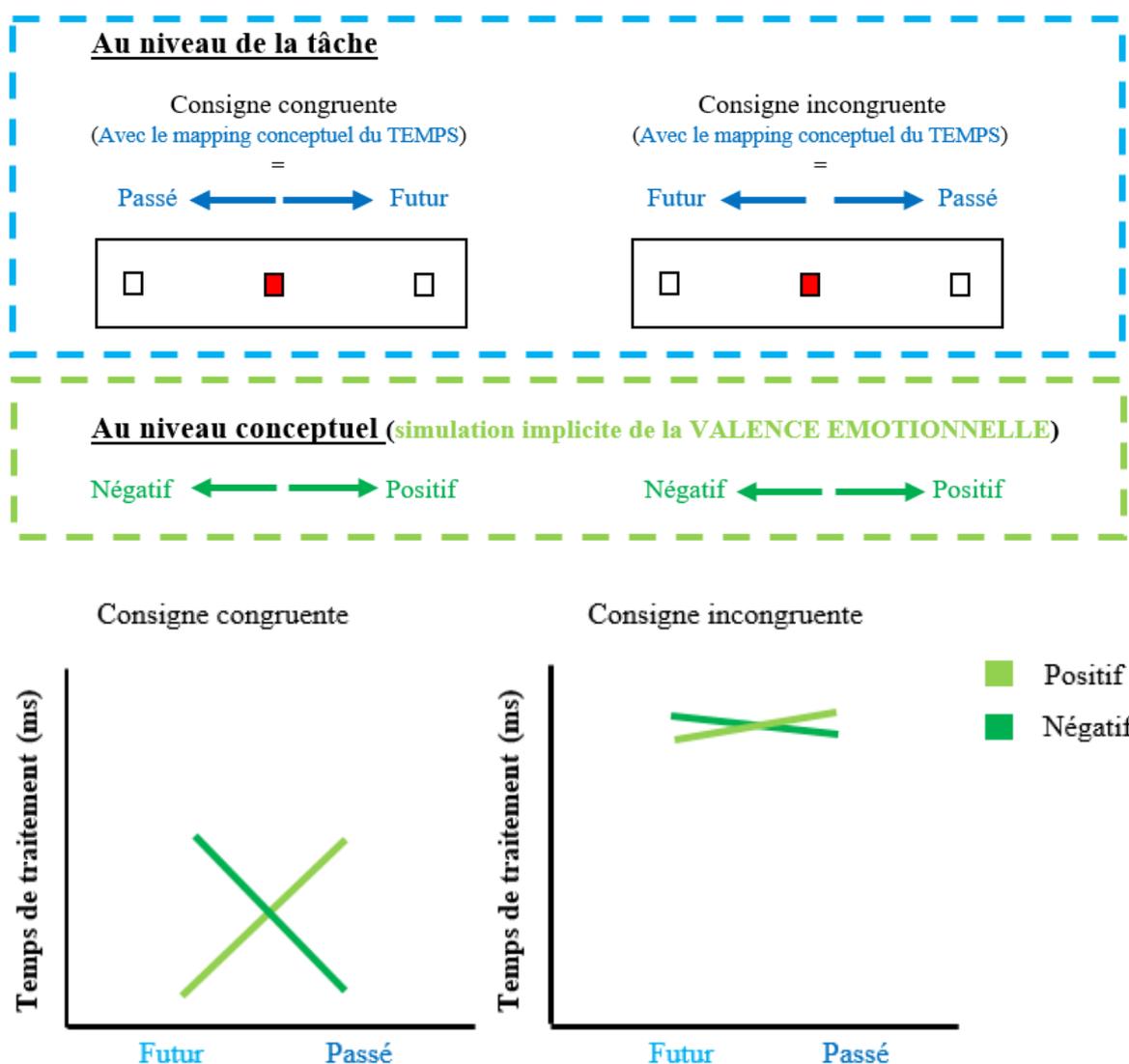


Figure 4. Hypothèses (cadre du haut) et prédiction des effets comportementaux (cadre du bas) liés à la congruence de la consigne explicite vis-à-vis du mapping conceptuel du TEMPS (au niveau de la tâche, jugement temporel) et de l'activation implicite de la VALENCE ÉMOTIONNELLE (au niveau conceptuel). Voir le texte ci-dessous pour des explications.

Lorsque la consigne est congruente avec le mapping conceptuel du TEMPS (pointillés en bleu en haut à gauche de la **Figure 4**), les temps de traitement pour le passé associé à un mouvement vers la gauche et le futur à un mouvement vers la droite devraient être plus rapides que pour le passé à droite et le futur à gauche (gauche-passé = droite-futur < gauche-futur = droite-passé). Par ailleurs, le *jugement émotionnel* non explicitement demandé au niveau de la tâche (activé implicitement au niveau conceptuel comme illustré dans les pointillés verts en haut à gauche de la **Figure 4**) resterait congruent avec les expériences sensori-motrices et affectives initiales (gauche-négatif = droite-positif < gauche-positif = droite-négatif). Plus précisément, un stimulus futur-positif (vers la droite) ou passé-négatif (vers la

gauche) induit un même mouvement pour chaque concept (vers la droite ou la gauche), alors qu'un stimulus futur-*néгатif* et passé-*positif* induit un mouvement opposé pour chaque concept. Ainsi, lorsque que la consigne est explicitement congruente avec le *jugement temporel*, on s'attend à un pattern comportemental illustré dans le panneau gauche en bas de la **Figure 4** : (TR droite-futur-*positif* = TR gauche-passé-*néгатif*) < (TR droite-futur-*néгатif* = TR gauche-passé-*positif*). Toutefois, lorsque la consigne est explicitement incongruente avec le mapping conceptuel du TEMPS, elle reste toujours implicitement congruente avec l'activation de la VALENCE ÉMOTIONNELLE (cf. contenu des pointillés bleu et vert en haut à droite de la **Figure 4**) ; néanmoins, elle rallonge globalement les TRs. En l'occurrence, lorsque la consigne est explicitement incongruente et nécessite d'appuyer à droite pour le passé qui est le même mouvement implicite que le *positif*, et à gauche pour le futur qui est le même mouvement implicite que le *néгатif*, on prédit au niveau comportemental : (TR droite-passé-*positif* = TR gauche-futur-*néгатif*) < (TR droite-passé-*néгатif* = TR gauche-futur-*positif*). Ainsi, étant donné qu'une consigne congruente avec le mapping conceptuel conduit théoriquement à des TRs plus courts qu'une consigne incongruente, alors lorsque la consigne est explicitement incongruente avec le mapping conceptuel du TEMPS, on prédit que : ((TR droite-futur-*positif* = TR gauche-passé-*néгатif*) < (TR droite-futur-*néгатif* = TR gauche-passé-*positif*)) ≤ ((TR gauche-futur-*néгатif* = TR droite-passé-*positif*)) < (TR gauche-futur-*positif* = TR droite-passé-*néгатif*). En conséquence de quoi, on s'attend à un avantage du traitement des stimuli futur-*positif* et passé-*néгатif* largement diminué, voire nul lorsque la consigne est explicitement incongruente avec le *jugement temporel* suivant l'axe frontal.

A noter que ces effets de congruence entre TEMPS et VALENCE ÉMOTIONNELLE pourraient également varier en fonction des axes de réponses (pour lesquels l'activation sensori-motrice des deux concepts respectivement pourrait varier) et/ou du jugement conceptuel intrinsèquement lié dans notre paradigme expérimental. Toutefois, comme on le discutera au travers des résultats de cette étude expérimentale 1 (ainsi que dans les prochaines à venir comparativement), différents effets de congruence pourraient également résulter d'influences attentionnelles et/ou stratégiques (suivant la *théorie des modèles cohérents en mémoire de travail*, Santiago et al., 2011) propices ou non à la mise en lumière de l'activation de plusieurs concepts et notamment de l'activation sensori-motrice hypothétique des concepts respectivement et/ou à l'activation hypothétique d'une *association temps-valence* (tel un effet relatif à un biais de positivité du futur pouvant être d'ordre *cognitif* et/ou *motivationnel*) ou encore à l'activation de biais d'ordre structurel (c'est-à-dire non forcément conceptuel).

B.1.1 Méthodes

B.1.1.1 Participants

Afin de limiter la fatigue cognitive, nous avons constitué deux groupes de participants variant en termes d'axe de réponse : groupe 1 (axe gauche-droite) et groupe 2 (axe avant-arrière). Initialement, vingt participants ont été recrutés pour le groupe 1 et vingt autres pour le groupe 2 ; toutefois, nous avons exclu les données des participants montrant un score de latéralité associé à la préférence manuelle des gauchers, soit trois participants dans le groupe 1 et un participant dans le groupe 2. De plus, les données du 17^{ème} participant du groupe 1 ont été exclues de l'analyse en raison d'erreurs de réponse excessives (plus de 50% des essais). Ainsi, les données du groupe 1 sont celles de 16 participants (5 femmes et 11 hommes ; $M_{\text{âge}} = 20$ ans, écart-type = 3.4) ; et celles du groupe 2 correspondent à 19 participants (5 femmes et 14 hommes ; $M_{\text{âge}} = 21$ ans \pm 3.35). Les deux groupes de participants ont donné leur consentement écrit conformément à la déclaration d'Helsinki, et validé par le comité éthique CER Polethis de Paris-Saclay. Les participants étaient tous de langue maternelle française, sans déficience au niveau des membres supérieurs et ont déclaré avoir une vision normale ou corrigée à la normale. Tous les participants étaient donc droitiers d'après l'Edinburgh Handedness Inventory (Oldfield, 1971) avec un score en moyenne égale à 8 ± 1 pour la colonne main droite. Par ailleurs, le questionnaire HADS (Hospital Anxiety and Depression Scale, Razavi et al., 1989) par participant ne dépassait pas pour ces deux dimensions (d'anxiété et dépression) le seuil de 11 points ($M = 5 \pm 2$).

B.1.1.2 Matériel

De l'étude pilote, nous avons retenu 10 verbes positifs et 10 verbes négatifs (voir **Annexe 4**) provenant de la base ANEW de Bradley et Lang (1999). Tous les verbes ont été conjugués à la troisième personne de l'imparfait et du futur, un total de 40 stimuli sur l'ensemble. Les participants devaient évaluer ces stimuli par un jugement temporel ou émotionnel (cf. Procédure B.1.1.3), soit 80 essais par bloc (bloc congruent vs incongruent), et un total de 160 essais. Les participants étaient assis dans une pièce calme à environ 65 cm de l'écran. Selon le groupe, le clavier de réponse était placé soit le long de l'axe frontal (Groupe 1, G1), soit le long de l'axe sagittal (Groupe 2, G2), la touche centrale rouge du clavier étant placée à environ 30 cm de l'épaule du participant (voir **Figure 5**). Les stimuli étaient présentés sur un écran d'ordinateur portable (24 cm x 38 cm), et OpenSesame a été utilisé pour gérer l'expérience en termes de présentation des stimuli et de collecte des données.

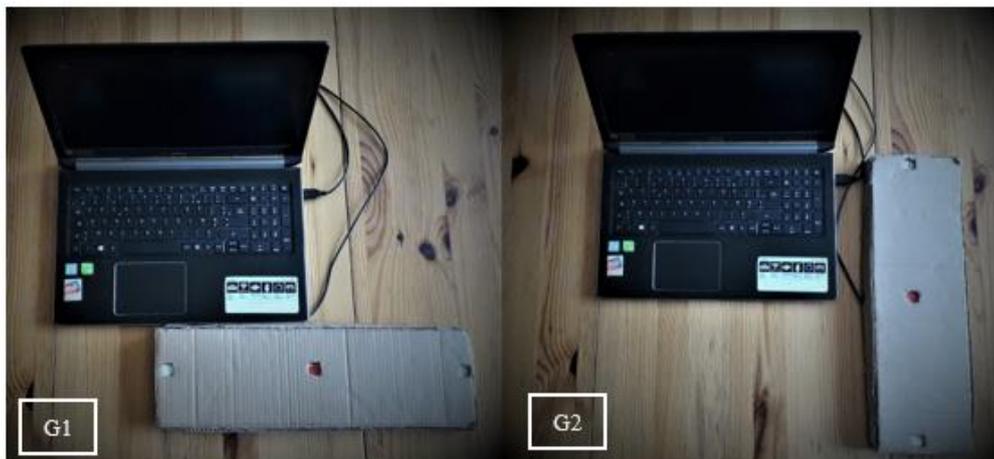


Figure 5. Disposition du clavier de réponse pour le groupe 1 (réponses suivant l'axe frontal) et pour le groupe 2 (réponses suivant l'axe sagittal).

B.1.1.3 Procédure

L'expérience s'est déroulée en deux parties. La première partie était constituée d'une tâche contrôle servant à mesurer une éventuelle asymétrie directionnelle dans les temps de mouvement (TM) le long de l'axe de réponse. Chaque essai commençait par un point de fixation que le participant terminait en appuyant sur la touche rouge centrale du clavier. Ensuite, une flèche apparaissait à l'écran, indiquant la direction du mouvement à effectuer. La tâche consistait à répondre le plus rapidement possible en appuyant sur la touche blanche (à l'une des deux extrémités du clavier) associée à la direction indiquée (voir **Figure 6. A.**). La deuxième partie de l'expérience testait directement nos hypothèses. A savoir, cette phase expérimentale consistait en 2 blocs (l'un avec une consigne congruente avec le mapping conceptuel hypothétique de nos deux concepts abstraits, et l'autre bloc avec une consigne incongruente) de 80 essais chacun (voir **Figure 6. B.**). Chaque essai commençait par un point de fixation affiché au centre de l'écran jusqu'à ce que le participant appuie sur la touche centrale (rouge) du clavier (voir **Figure 5**) pour démarrer l'essai. Ensuite, un verbe était présenté à l'écran jusqu'à ce que le participant appuie, le plus rapidement possible après l'avoir lu, sur la touche centrale (temps de lecture, TL). Ce faisant, nous voulions nous assurer que le mouvement qui allait suivre partait du centre du clavier et que le verbe avait bien été lu. Ensuite, un jugement était demandé par l'affichage soit de « temps ? » (pour un jugement temporel), soit de « émotion ? » (pour un jugement émotionnel) après le verbe, de façon aléatoire au travers des essais. Le participant devait atteindre et appuyer sur la touche (blanche) appropriée située à une extrémité du clavier afin de répondre au jugement indiqué (Temps de traitement, TT). Avant de réaliser les 160 essais, les 40 stimuli verbaux ont été affichés dans un ordre aléatoire pendant 750 ms chacun, après un point de fixation de 300 ms, sans qu'aucune tâche ne soit effectuée. De plus, les participants ont effectué une phase de familiarisation avec la tâche incluant

dix essais aléatoires avant le début de la phase expérimentale. Au total, l'ensemble de l'expérience a duré, en moyenne, 35 minutes +/- 10.

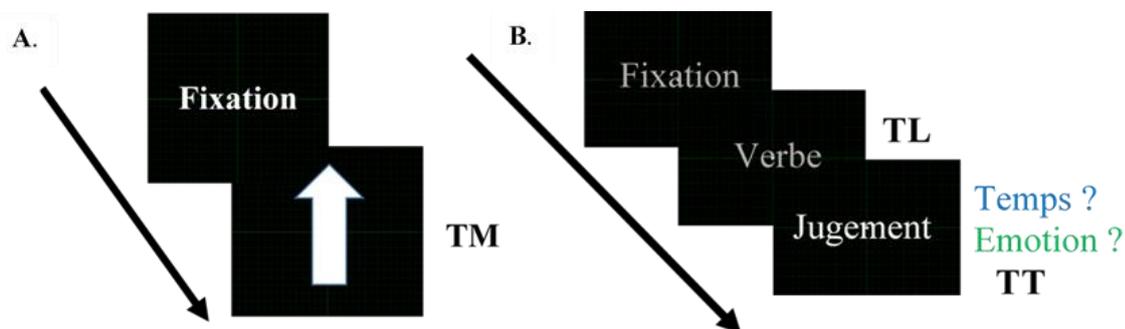


Figure 6. A. Exemple d'un essai pour la tâche contrôle d'asymétrie du mouvement suivant l'axe sagittal. B. Exemple d'un essai de la tâche expérimentale.

Selon le bloc expérimental, la consigne était soit *congruente* ou soit *incongruente* avec le *mapping conceptuel* hypothétique du *TEMPS* et/ou de la *VALENCE ÉMOTIONNELLE* identifié dans le cadre de cette thèse. Lorsque la consigne était *congruente* avec le *mapping conceptuel*, les participants devaient produire un mouvement vers l'avant ou vers la droite (en fonction du groupe) pour un verbe qui était soit au futur, soit de valence positive, et un mouvement vers l'arrière ou la gauche pour un verbe qui était soit au passé, soit de valence négative. En revanche, les participants recevaient des instructions avec des directions opposées lorsque la consigne était *incongruente*. Chaque bloc était composé de 80 essais. De plus, selon l'essai, nous avons fait varier de manière aléatoire le jugement conceptuel du verbe (40 essais) : les participants jugeaient soit le temps du verbe (*jugement temporel*), soit la valence du verbe (*jugement émotionnel*).

B.1.2 Analyse des données

Les données ont été prétraitées avec Microsoft Excel, tandis que les statistiques ont été réalisées avec JASP. Le niveau de signification a été fixé à $p < 0.05$, mais nous considérerons également les résultats dits « marginaux » quand $0.05 < p \leq 0.10$. De plus, nous rapportons les valeurs de d de Cohen et les facteurs de Bayes (avec « BF_{01} » quand en faveur de l'hypothèse nulle H_0 plutôt que l'hypothèse alternative H_1 , et « BF_{10} » quand en faveur de l'hypothèse alternative) pour estimer la taille des effets observés. Enfin, nous avons également réalisé des analyses fiducio-bayésiennes à la garantie de 95% pour estimer soit l'effet δ minimal, soit l'effet $|\delta|$ maximal (en valeur absolue), attendus dans la population parente d'après nos données, et dans l'unité de nos mesures, à savoir en ms (Rouanet, 1996 ; Lecoutre & Poitevineau, 2014).

Concernant la *tâche contrôle d'asymétrie du mouvement*, afin d'éviter toute confusion terminologique due à des acronymes similaires, les temps de réponse aux stimuli fléchés dans la tâche de contrôle seront appelés *Temps de mouvement* (TM). Le prétraitement a d'abord consisté à exclure les essais incorrects. Ensuite, nous avons calculé les valeurs moyennes de TM au niveau individuel et exclu les essais dont les valeurs de TM étaient supérieures à la moyenne plus 2 écart-types (ET). Ainsi, 5.6% des valeurs ont été exclues pour G1 et 5.5% pour G2. Ces valeurs extrêmes correspondent généralement aux essais initiaux, ce qui est cohérent avec le fait qu'il n'y a pas d'essais de familiarisation pour cette tâche. Selon le groupe, les deux niveaux du facteur expérimental *Axe de réponse* étaient soit « vers la gauche » et « vers la droite » (axe frontal, groupe 1), soit « vers l'arrière » et « vers l'avant » (axe sagittal, groupe 2). Nous avons choisi d'effectuer des tests *t* appariés par groupe plutôt qu'une ANOVA à modèle mixte qui aurait inclus le groupe comme facteur inter-sujets, car les deux niveaux de l'*Axe de réponse* n'étaient pas comparables entre les groupes.

Concernant la *tâche expérimentale*, en guise de prétraitement, nous avons d'abord exclu les essais correspondant à des réponses incorrectes (367 essais sur 5600, soit 6.6% des réponses) aux questions subséquentes « temps ? » et « émotion ? ». Une analyse complémentaire suivant les mêmes critères d'exclusion que les réponses correctes a également été conduite afin d'ajouter des éléments de comparaison aux analyses effectuées sur les taux d'erreurs (en pourcentage) dans les réponses. Concernant ces critères d'analyses complémentaires, nous avons exclu les temps de lecture (TL) inférieurs à 250 ms (Rayner et Duffy, 1986, ayant montré que nous passons environ 250 ms à fixer chaque mot lorsque nous lisons des phrases) et ceux supérieurs à 3000 ms ; soit un total de 253 essais supplémentaires exclus sur la base de ces deux autres critères. Au total, à ce stade, 11% (620 essais) des valeurs ont été exclus. Nous avons ensuite effectué une ANOVA à mesures répétées en considérant les trois facteurs intra-sujet : *Mapping conceptuel* (congruent vs. incongruent, par rapport à la consigne de réponse ; réciproquement, la consigne peut être considérée congruente vs. incongruente par rapport au *mapping conceptuel* du concept) x *Temps du stimulus* (passé vs. futur) x *Valence du stimulus* (*négative* vs. *positive*), en amont du jugement conceptuel. Par la suite, nous avons décidé de calculer la valeur moyenne par participant des TM à la tâche contrôle pour chaque direction de mouvement et de soustraire cette valeur de ses Temps de réponse (TR) observés dans l'expérience principale pour la direction de mouvement correspondante. Par conséquent, les analyses statistiques ultérieures ont été effectuées sur ces TR corrigés de l'asymétrie idiosyncrasique du TM observée à la tâche contrôle pour chaque participant. Étant donné que les TM ont été soustraits des TR, nous appellerons cette nouvelle variable dépendante « *Temps de traitement* » (TT) pour plus de clarté.

Plus précisément, nous avons calculé les valeurs moyennes des TT pour chaque condition, *Mapping conceptuel* (consigne *congruente* versus *incongruente*) x *Jugement conceptuel* (*temporel* versus *émotionnel*) de chaque participant et nous avons exclu les TT supérieurs à $M + 2$ ET (230 essais). Selon Spatola et al. (2018) : « cette procédure de filtrage a l'avantage d'éliminer les valeurs extrêmes sans affecter les données d'une condition ou d'un participant en particulier » (p.6). Au total, 15% (850 essais) des données ont été exclus. En somme, l'analyse des TT pour les réponses correctes a été réalisée sur 85% des données initiales. Pour les réponses incorrectes (taux d'erreur, en pourcentage), cette méthode de filtrage a conservé 289 sur 367 des essais incorrects en analyse complémentaire.

Concernant le *Temps de traitement* pour les réponses correctes (et les taux d'erreur), nous avons effectué des ANOVAs à mesures répétées avec en facteurs intra-sujet : le *Mapping conceptuel* (consigne de réponse « congruente » ou « incongruente » vis-à-vis de ce mapping), le *Temps du stimulus* (futur vs. passé) et la *Valence du stimulus* (positive vs. négative) ; séparées en fonction du *jugement conceptuel* (*temporel* et *émotionnel*), et du groupe d'*Axe de réponse* (sagittal ou frontal).

B.1.3 Résultats et discussions

B.1.3.1 Tâche contrôle et critères d'inclusion

Pour la *Tâche contrôle* (permettant de tenir compte d'une éventuelle asymétrie directionnelle dans le mouvement le long d'un axe donné), les résultats pour le Groupe 1 ont montré des TM significativement plus courts, $t(15) = 3.559$, $p = 0.003$, $d = 0.89$, $\text{Pr}(\delta > 31\text{ms}) = 0.95$, $\text{BF}_{10} = 15.61 > \text{BF}_{01} = 0.06$, pour des mouvements vers la gauche ($M_{\text{gauche}} = 782 \text{ ms} \pm 103$) plutôt que vers la droite ($M_{\text{droite}} = 844 \text{ ms} \pm 118$). Les résultats pour le Groupe 2 ont montré des TM significativement plus courts, $t(18) = 2.286$, $p = 0.035$, $d = 0.524$, $\text{Pr}(\delta > 12\text{ms}) = 0.95$, $\text{BF}_{10} = 1.90 > \text{BF}_{01} = 0.53$, pour les mouvements vers l'avant ($M_{\text{avant}} = 836 \text{ ms} \pm 114$) plutôt que vers l'arrière ($M_{\text{arrière}} = 884 \text{ ms} \pm 106$). Les asymétries motrices que nous avons observées dans chaque groupe peuvent être expliquées par l'anisotropie inertielle du bras (Flanagan et Lolley, 2001), due aux limitations biomécaniques du positionnement du clavier de réponse et au type de mouvement effectué (flexion/extension du bras, etc.). Le fait que ces asymétries existent montre l'importance de cette tâche contrôle afin de contrôler les asymétries motrices dans la tâche de jugement du verbe de la phase expérimentale, qui auraient pu se confondre avec les effets de congruence. A noter que la suppression de ces temps de mouvement dans le TR (pour calculer le TT) n'a pas fondamentalement modifié les résultats obtenus par la suite dans l'analyse des données par condition ; comme nous avons pu le constater dans d'autres analyses portant sur le TR, hormis pour l'axe frontal (cf. **Annexe 5**).

Concernant les *Temps de lecture des verbes* (TL), nous voulions nous assurer que ces verbes aient bien été traités et qu'il n'y ait pas de différence de traitement en amont du jugement *temporel* ou *émotionnel*, qui serait liée à la consigne de *Mapping conceptuel* (congruente vs. incongruente avec l'incarnation des concepts) ou à la nature des stimuli, en termes de temps ou de valence. Une ANOVA à mesures répétées sur les TL, avec en facteurs intra-sujet le *Mapping conceptuel*, le *Temps du stimulus*, et la *Valence émotionnelle du stimulus* pour chacun des deux groupes, n'a montré aucun effet principal ($ps > 0.21$), ni aucun effet d'interaction ($ps > 0.12$). Ainsi, ces résultats suggèrent qu'il n'y a pas de différence significative quant à la lecture des stimuli par rapport à la manipulation de la consigne congruente ou non vis-à-vis des mappings conceptuels, en amont du jugement des concepts, ou encore de différence dans la nature des stimuli.

B.1.3.2 Temps de traitement (TT) pour les jugements temporels ou émotionnels

- **Groupe 1 : réponses comportementales suivant l'axe frontal (gauche-droite)**

Jugement temporel

Pour le *jugement temporel* suivant l'axe frontal, l'ANOVA n'a pas montré d'effet principal de la congruence de la consigne vis-à-vis du *Mapping conceptuel* du TEMPS, $F(1, 15) < 1$, $p = 0.40$, $d = 0.23$, $\text{Pr}(|\delta| < 191 \text{ ms}) = 0.95$, $\text{BF}_{01} = 2.74 > \text{BF}_{10} = 0.37$. Toutefois, ni le d de Cohen ne permet de conclure à un effet négligeable ($d < 0.20$), ni les BF ne permettent de conclure en faveur de l'absence (H_0) ou de la présence (H_1) d'un effet dans la population parente. Qui plus est, l'analyse fiducio-bayésienne suggère que si l'effet existe, il est potentiellement important (il pourrait aller jusqu'à environ $|190 \text{ ms}|$), sachant que descriptivement nos données montrent des temps plus courts (d'environ 57 ms) pour une consigne congruente ($M = 399 \text{ ms}$) plutôt qu'incongruente ($M = 456 \text{ ms}$). Aucun autre effet principal n'a été mis en évidence, que cela soit pour le *Temps du stimulus*, $F(1, 15) = 2.86$; $p = 0.11$, $d = 0.43$, ou la *Valence du stimulus*, $F(1, 15) = 0.49$, $p = 0.50$, $d = 0.15$. Toutefois, les résultats ont montré un effet d'interaction *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus*, $F(1, 15) = 12.93$, $p = 0.003$, $\eta_p^2 = 0.46$ (**Figure 7**). Les tests post-hocs (correction de Bonferroni) décomposant cet effet d'interaction ont mis en évidence des TT significativement plus courts, $p = 0.005$, pour les verbes au futur-positif ($M = 345 \text{ ms}$) que pour ceux au passé-positif ($M = 485 \text{ ms}$), et marginalement plus longs, $p = 0.08$, pour les verbes au futur-négatif ($M = 463 \text{ ms}$) que pour ceux au futur-positif ($M = 345 \text{ ms}$).

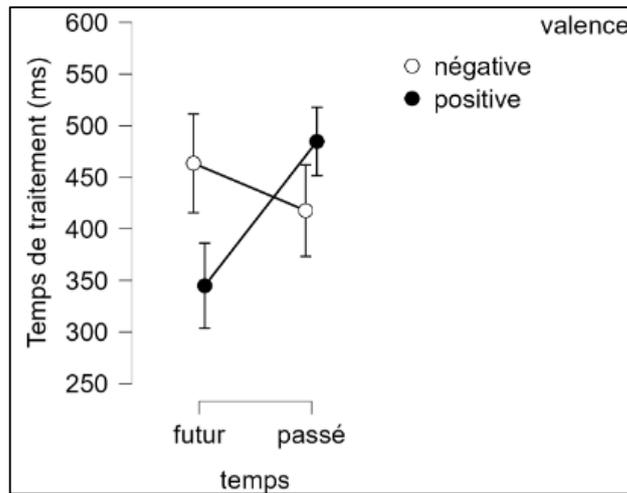


Figure 7 : Interaction croisée asymétrique *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus*, avec des TT plus courts pour les stimuli futur-positif

Aucune autre interaction n'était significative, à savoir *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* $F(1, 15) = 0.088, p = 0.77, \eta_p^2 = 0.006$; *Mapping conceptuel* x *Valence du stimulus* $F(1, 15) = 0.165, p = 0.69, \eta_p^2 = 0.011$; *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* $F(1, 15) = 0.020, p = 0.89, \eta_p^2 = 0.001$.

Concernant le taux d'erreur dans les réponses, aucun effet principal de la consigne de *Mapping conceptuel* du TEMPS n'a été identifié, $p > 0.65, d = 0.13$, ni d'effet principal du *Temps du stimulus*, $p > 0.80, d = 0.16$ ou de la *Valence du stimulus*, $p > 0.79, d = 0.15$. Toutefois, les résultats ont montré un effet d'interaction marginal *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus*, $F(1, 15) = 4.073, p = 0.062, \eta_p^2 = 0.21$. Les tests post hocs sur cette interaction se sont avérés non significatifs, $ps > 0.58$, même si descriptivement, nous trouvons que les verbes au futur-négatif (6.3 %) et au passé-positif (7%) induisent plus d'erreurs de réponse que pour le passé-négatif (3.5%) et le futur-positif (3.6%). Aucun autre effet d'interaction n'a été trouvé, à savoir *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* ($p = 0.93, \eta_p^2 < 0.001$) ; *Mapping conceptuel* x *Valence du stimulus* ($p = 0.58, \eta_p^2 = 0.021$) ; *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* ($p = 0.93, \eta_p^2 < 0.001$).

Jugement émotionnel

Pour le *jugement émotionnel* sur l'axe frontal, l'ANOVA ne montre pas d'effet principal de la congruence de la consigne vis-à-vis du *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE, $F(1, 15) < 1, p = 0.95, d = 0.022, \Pr(|\delta| < 89 \text{ ms}) = 0.95, BF_{01} = 3.90 > BF_{10} = 0.26$. Ici, le d de Cohen suggère que l'effet est négligeable ($d < 0.20$), et les BF indiquent que les données fournissent des éléments de preuve anecdotiques ($1 < BF_{01} < 3$) en faveur de H_0 . Qui plus est, l'analyse fiducio-bayésienne suggère que si l'effet existe, il serait deux fois plus faible que ce que nous avons trouvé

pour le *jugement temporel*. Aucun autre effet principal n'est significatif, qu'il s'agisse du *Temps du stimulus*, $F(1, 15) < 1$, $p = 0.76$, $d = 0.07$, ou de la *Valence du stimulus*, $F(1, 15) < 1$, $p = 0.97$, $d = 0.04$. Toutefois, on retrouve un effet d'interaction *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus*, $F(1, 15) = 15.40$, $p = 0.001$, $\eta_p^2 = 0.51$. Les tests post-hocs indiquent uniquement des temps marginalement, $p = 0.058$, plus courts pour les stimuli futur-positif ($M = 468$ ms) plutôt que passé-positif ($M = 609$ ms). Par ailleurs, l'effet d'interaction croisé semble descriptivement assez symétrique comme illustré dans la **Figure 8**.

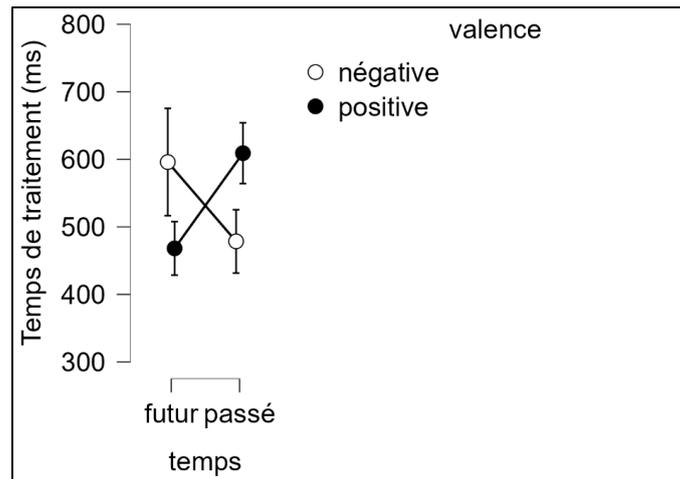


Figure 8 : Interaction croisée symétrique *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* montrant des temps plus courts pour répondre aux stimuli futur-positif et passé-négatif plutôt que futur-négatif et passé-positif.

Aucun autre effet d'interaction n'est significatif, à savoir *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus*, $F(1, 15) = 0.62$, $p = 0.44$, $\eta_p^2 = 0.04$; *Mapping conceptuel* x *Valence du stimulus* $F(1, 15) = 2.49$, $p = 0.14$ $\eta_p^2 = 0.14$; *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus*, $F(1, 15) = 0.17$, $p = 0.69$, $\eta_p^2 = 0.011$.

Concernant le taux d'erreur, l'ANOVA a montré un effet principal de la *Valence du stimulus*, $F(1, 15) = 10.89$, $p = 0.005$, $d = 0.42$. Descriptivement, les participants ont fait plus d'erreurs lorsqu'il s'agit de juger du positif ($M = 8.5\%$) que du négatif ($M = 4.7\%$). Aucun autre effet principal n'était significatif, qu'il s'agisse du *Temps du stimulus*, $p > 0.54$, $d = 0.08$, ou de la *Valence du stimulus*, $p > 0.79$ $d = 0.02$. Toutefois, on a trouvé un effet d'interaction marginal du *Mapping conceptuel* x *Valence du stimulus*, $F(1, 15) = 3.47$, $p = 0.082$, $\eta_p^2 = 0.19$, pour lequel les tests post hocs indiquent uniquement significativement ($p = 0.006$) plus d'erreurs pour les stimuli positifs ($M = 10.6\%$) que négatifs ($M = 4.6\%$) lorsque la consigne est congruente. Aucun autre effet d'interaction ne s'est avéré significatif, qu'il s'agisse de *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* ($p = 0.64$, $\eta_p^2 = 0.001$); *Temps du stimulus*

x *Valence du stimulus* ($p = 0.72$, $\eta_p^2 < 0.001$) ; ou de *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* ($p = 1$, $\eta_p^2 < 0.001$).

De manière complémentaire, si on approfondit les résultats du groupe 1 suivant l'axe frontal, en calculant les TT moyens pour les deux jugements suivant l'axe frontal, on trouve des temps significativement ($t(15)=2.26$, $p = 0.03$, $d = 0.38$) plus courts pour le *jugement temporel* ($M = 423$ ms) que le *jugement émotionnel* ($M = 525$ ms). De plus, si l'on considère le jugement conceptuel (temporel ou émotionnel) par condition (consigne congruente ou incongruente), on constate que lorsque la consigne est congruente, on trouve des TT significativement plus courts, $t(15)=2.49$, $p = 0.01$, $d = 0.42$, pour le *jugement temporel* ($M = 395$ ms) que le *jugement émotionnel* ($M = 533$ ms), alors que lorsque la consigne est incongruente cette différence n'apparaît pas, $t(15) = 1.53$, $p = 0.13$, $d = 0.26$, entre TT pour le *jugement temporel* ($M = 447$ ms) et le *jugement émotionnel* ($M = 521$ ms).

- **Groupe 2 : réponses comportementales suivant l'axe sagittal (avant-arrière)**

Jugement temporel

Pour le *jugement temporel* sur l'axe sagittal, l'ANOVA n'a pas montré d'effet principal significatif de la congruence de la consigne vis-à-vis du *Mapping conceptuel* du TEMPS, $F(1, 18) = 2.51$, $p = 0.130$, $d = 0.35$, $\Pr(|\delta| < 252 \text{ ms}) = 0.95$, $\text{BF}_{01} = 1.58 > \text{BF}_{10} = 0.64$. Toutefois, ni le d de Cohen ne permet de conclure à un effet négligeable (car $d > 0.20$), ni les BF ne permettent de conclure en faveur de l'absence (H_0) ou de la présence (H_1) d'un effet dans la population parente. Qui plus est, l'analyse fiducio-bayésienne suggère que si l'effet existe, il est potentiellement important (il pourrait aller jusqu'à environ 250 ms), sachant que descriptivement nos données montrent des temps plus courts (d'environ 200 ms) pour une consigne congruente ($M = 434$ ms) plutôt qu'incongruente ($M = 626$ ms). Aucun autre effet principal n'est significatif, qu'il s'agisse du *Temps du stimulus*, $F(1, 18) = 2.54$, $p = 0.129$, $d = 0.28$, ou de la *Valence du stimulus*, $F(1, 18) < 1$, $p = 0.44$, $d = 0.17$. Toutefois, les résultats montrent un effet d'interaction marginal *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus*, $F(1, 18) = 3.43$, $p = 0.057$, $\eta_p^2 = 0.19$. Les post-hocs n'ont mis en évidence que des temps marginalement, $p = 0.088$, plus courts pour les stimuli futur-positif ($M = 484$ ms) que passé-positif ($M = 610$ ms). De plus, on trouve un effet d'interaction significatif à trois facteurs, *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus*, $F(1, 18)=4.89$; $p = 0.040$, $\eta_p^2 = 0.21$, illustré dans la **Figure 9**. Aucun autre effet d'interaction n'est significatif, à savoir *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* $F(1, 18) = 0.52$, $p = 0.48$, $\eta_p^2 = 0.028$ et *Mapping conceptuel* x *Valence du stimulus*, $F(1, 18) = 0.21$, $p = 0.65$, $\eta_p^2 = 0.012$.

Pour mieux comprendre l'origine de l'effet d'interaction *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus*, nous avons mené deux analyses séparées, afin d'étudier l'effet d'interaction *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* en fonction de la congruence de la consigne avec le *Mapping conceptuel du TEMPS*. Lorsque la consigne de *Mapping conceptuel* est congruente avec le *jugement temporel* (*Mapping conceptuel du TEMPS*), l'effet d'interaction *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* s'avère significatif, $F(1, 18) = 11.69$, $p = 0.003$, $\eta_p^2 = 0.39$ (cf. **Figure 9** gauche). Les analyses post-hocs montrent des temps significativement plus courts pour des stimuli au passé-négatif plutôt qu'au passé-positif ($p = 0.023$), pour des stimuli au futur-positif plutôt qu'au passé-négatif ($p = 0.026$), et pour des stimuli au futur-positif plutôt qu'au futur-négatif ($p = 0.05$). Aucun effet principal, *Temps du stimulus* ($p = 0.61$), ni *Valence du stimulus* ($p = 0.70$) n'est significatif. Lorsque la consigne est incongruente avec le *Mapping conceptuel du TEMPS* (cf. **Figure 9** droite), l'interaction *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* s'avère non significative, $F(1, 18) < 1$, $p = 0.97$, $\eta_p^2 = 0$, et aucun effet principal n'est constaté, ni pour le *Temps du stimulus* ($p = 0.21$), ni pour la *Valence du stimulus* ($p = 0.53$).

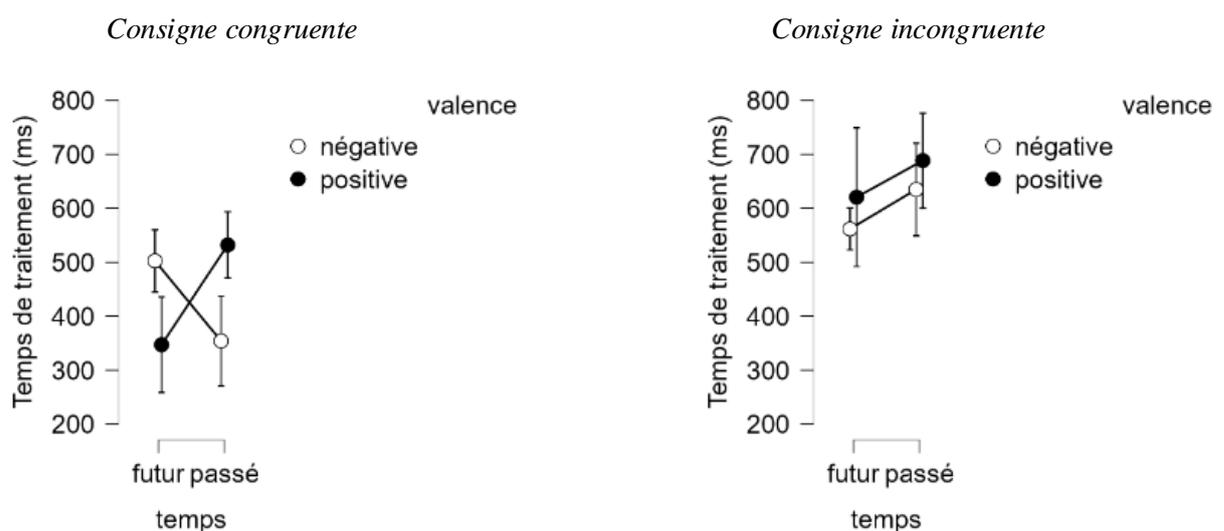


Figure 9 : Interaction *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* sur les temps de traitement d'un *jugement temporel* dont la réponse est donnée sur l'axe sagittal

Concernant le taux d'erreur, aucun effet principal de la congruence de la consigne vis-à-vis du *Mapping conceptuel du TEMPS* ($p = 0.38$, $d = 0.15$) ; du *Temps du stimulus* ($p = 0.28$, $d = 0.21$) ; de la *Valence du stimulus* ($p = 0.54$, $d = 0.09$), ni effet d'interaction, *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* ($p = 0.78$, $\eta_p^2 = 0.001$) ; *Mapping conceptuel* x *Valence* ($p = 0.53$; $\eta_p^2 = 0.002$) ; *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus*, ($p = 0.17$, $\eta_p^2 = 0.020$) ; ou *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* ($p = 0.31$, $\eta_p^2 = 0.023$) ne s'est avéré significatif.

Jugement émotionnel

Pour le *jugement émotionnel* sur l'axe sagittal, l'ANOVA n'a pas montré d'effet principal significatif de la congruence de la consigne vis-à-vis du *Mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE $F(1, 18) = 2.33, p = 0.144, d = 0.35, \Pr(|\delta| < 237 \text{ ms}) = 0.95, \text{BF}_{01} = 1.60 > \text{BF}_{10} = 0.62$. Descriptivement, d'amplitude fiducio-bayésienne comparable (autour de 200 ms) à l'effet non négligeable pour le *jugement temporel*, ce résultat suggère que les TTs sont plus courts lorsque la consigne est congruente avec le *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE ($M = 512 \text{ ms}$), plutôt que lorsqu'elle est incongruente ($M = 678 \text{ ms}$). Aucun autre effet principal n'était significatif, qu'il s'agisse du *Temps du stimulus*, $F(1, 18) = 0.19, p = 0.67, d = 0.18$; ou de la *Valence du stimulus*, $F(1, 18) < 1, p = 0.80, d = 0.09$. Par ailleurs, on retrouve un effet d'interaction croisée significatif *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* $F(1, 18) = 5.31, p = 0.033, \eta_p^2 = 0.23$, illustré dans la **Figure 10**. Toutefois, les tests post-hocs n'indiquent pas de différence significative entre les moyennes $ps > 0.30$.

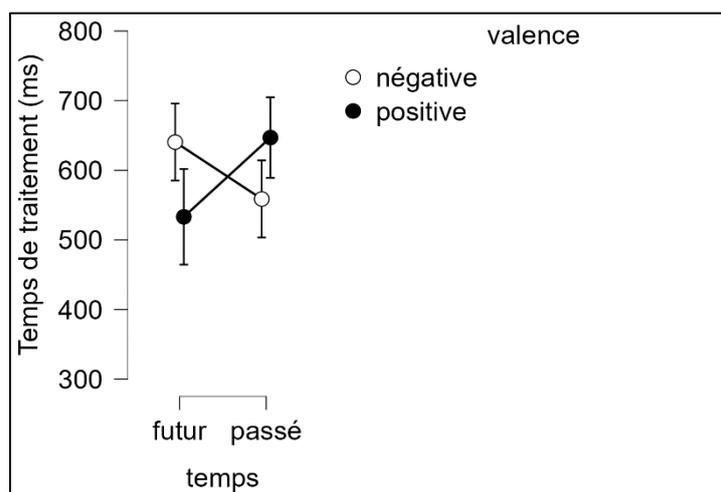


Figure 10 : Interaction croisée symétrique du *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* du *jugement émotionnel* suivant l'axe sagittal

Enfin, aucun autre effet d'interaction sur les TT ne s'est avéré significatif, à savoir *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus*, $F(1, 18) = 1.58, p = 0.22, \eta_p^2 = 0.081$; *Mapping conceptuel* x *Valence du stimulus*, $F(1, 18) = 0.28, p = 0.60, \eta_p^2 = 0.015$; *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus*, $F(1, 18) = 1.24, p = 0.28, \eta_p^2 = 0.064$.

Concernant le taux d'erreur, les résultats montrent un taux d'erreur marginalement, $F(1, 18) = 4.33, p = 0.052, d = 0.32$, plus faible lorsque la consigne est congruente avec le *mapping conceptuel* du *jugement émotionnel* ($M = 4.5\%$) plutôt que lorsqu'elle est incongruente ($M = 7\%$). Aucun autre effet principal, du *Temps du stimulus* ($p = 0.37, d = 0.17$) ; de la *Valence du stimulus* ($p = 0.95, d = 0.02$),

ni effet d'interaction, *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* ($p = 0.53$, $\eta_p^2 = 0.004$) ; *Mapping conceptuel* x *Valence* ($p = 0.42$, $\eta_p^2 = 0.006$) ; *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* ($p = 0.17$, $\eta_p^2 = 0.022$) ; ou *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* ($p = 0.27$; $\eta_p^2 = 0.009$) ne s'est avéré significatif.

De manière complémentaire, nous avons approfondi ces résultats en calculant les TTs moyens pour chaque jugement conceptuel (temporel et émotionnel) par condition de consigne (congruente ou incongruente avec le *mapping conceptuel* des concepts) chez le Groupe 2. On constate que lorsque la consigne est congruente avec le jugement demandé, les TT du *jugement temporel* ($M = 428$ ms) sont significativement plus courts ($t(18) = 1.97$, $p = 0.05$, $d = 0.33$) que pour le *jugement émotionnel* ($M = 517$ ms). A contrario, lorsque la consigne est incongruente avec le jugement demandé, cette différence disparaît en termes de significativité ($t(18) = 0.75$, $p = 0.46$, $d = 0.13$) entre TT pour le *jugement temporel* ($M = 608$ ms) et le *jugement émotionnel* ($M = 662$ ms), même si elle reste présente descriptivement.

B.1.4 Synthèse et discussion de l'étude expérimentale 1

Cette première étude expérimentale avait pour but de tester notre hypothèse principale selon laquelle la direction du mouvement provenant de notre corps permettrait de mettre en lumière l'incarnation particulière de deux concepts abstraits, celui du TEMPS et de la VALENCE ÉMOTIONNELLE. Pour le concept de TEMPS nous nous attendions à trouver des effets de congruence lors d'un *jugement temporel* tel qu'un mouvement pour répondre effectué vers la gauche ou l'arrière pour le passé et vers la droite ou l'avant, soit plus rapide qu'un mouvement vers la droite ou l'avant pour le passé et vers la gauche ou l'arrière pour le futur. Pour le concept de VALENCE ÉMOTIONNELLE, nous nous attendions à des effets de congruence lors d'un *jugement émotionnel* plus nuancés suivant l'axe sagittal pour diverses raisons évoquées précédemment ; mais en considérant toutefois qu'une modalité de réponse à main libre (plutôt qu'avec un levier) induirait un mouvement plus rapide vers l'avant pour le positif et vers l'arrière pour le négatif, plutôt que l'inverse. Pour les réponses sur l'axe frontal, nous attendions pour le concept de VALENCE ÉMOTIONNELLE qu'un mouvement vers la droite pour le positif et un mouvement vers la gauche pour le négatif soit plus rapide que l'inverse, chez des participants droitiers répondant avec leur main dominante. Pour ce faire, nous avons conçu une tâche expérimentale utilisant des stimuli verbaux conjugués au passé ou au futur, associés à une certaine connotation émotionnelle positive ou négative. A la suite d'un point de fixation, un verbe était affiché puis, une fois lu, était suivi d'un indice demandant un jugement soit *temporel* soit *émotionnel* de manière aléatoire, à donner le plus rapidement possible en effectuant un mouvement dirigé vers une touche de

l'extrémité d'un clavier de réponse, à partir d'une touche centrale. Un premier groupe de participants répondait uniquement suivant l'axe frontal (Groupe 1 : gauche-droite) et un second groupe uniquement suivant l'axe sagittal (Groupe 2 : avant-arrière). Chaque groupe a effectué deux blocs d'essais différents, contrebalancés entre les participants, et variant par la consigne de réponse, qui pouvait être congruente ou incongruente vis-à-vis du mapping conceptuel hypothétique du concept de TEMPS et de celui de VALENCE ÉMOTIONNELLE. Lorsque la consigne était congruente avec le mapping conceptuel des concepts, pour le Groupe 1 (dont la réponse s'effectuait sur l'axe frontal) par exemple, il était demandé aux participants de répondre le plus rapidement possible à droite pour le futur et à gauche pour le passé lors d'un *jugement temporel* ; et à droite pour le positif et à gauche pour le négatif lors d'un *jugement émotionnel*. A l'inverse, lorsque la consigne était incongruente avec le mapping conceptuel des concepts, les participants devaient répondre le plus rapidement possible à gauche pour le futur et à droite pour le passé lors d'un *jugement temporel*, et à gauche pour le positif et à droite pour le négatif lors d'un *jugement émotionnel*. Nous avons analysé et interprété les données récoltées en considérant les facteurs de congruence de la consigne du *Mapping conceptuel* (congruent versus incongruent), de *Temps du stimulus* (futur versus passé), et de *Valence du stimulus* (positif ou négatif), séparément pour chaque *jugement conceptuel* (temporel ou émotionnel) et chaque groupe de participants qui répondait selon un axe de réponse différent (l'axe frontal pour le Groupe 1, l'axe sagittal pour le Groupe 2). De sorte qu'en parallèle, nous explorions une seconde hypothèse selon laquelle l'activation de plusieurs types de représentations (mapping conceptuel du TEMPS ; mapping conceptuel de la VALENCE ÉMOTIONNELLE et/ou une *association temps-valence*) pourrait faciliter versus entraver la mise en lumière de l'automatisme de l'activation d'un mapping conceptuel. En ce sens, pour chaque jugement conceptuel, nous nous attendions à montrer un effet principal de la consigne, qui pouvait être congruente ou pas vis-à-vis du mapping conceptuel des concepts. Cet effet induirait des temps de réponses (plus précisément, suivant la terminologie utilisée au cours du traitement de données, nous parlons de temps de traitement, TT en ms) plus courts lorsque la consigne est congruente (du fait d'une activation / réactivation des expériences sensori-motrices et affectives hypothétiques des concepts) plutôt que lorsqu'elle est incongruente. Plus précisément, nous attendions à ce que les résultats puissent montrer un effet d'interaction *Temps du stimulus x Valence du stimulus* (avec des TT plus courts pour les stimuli au futur-positif ou passé-négatif que pour ceux au futur-négatif ou passé-positif) pouvant également résulter de l'activation hypothétique d'une *association temps-valence* (tel un biais de positivité du futur, d'ordre *cognitif* et/ou *motivationnel*). En l'occurrence, nous suggérons que cet effet d'interaction *Temps du stimulus x Valence du stimulus* pourrait résulter de la manipulation de la congruence plus ou moins implicite des *mappings conceptuels*, des axes de réponse et/ou du jugement conceptuel (cf. **Figure 4**, section B.1).

Dans l'ensemble, les résultats n'ont pas montré de manière significative d'effet principal de la manipulation de la congruence de la consigne vis-vis du *Mapping conceptuel* des concepts, que ce soit pour le *jugement temporel* ou *émotionnel*, et ce, quels que soient les différents axes de réponse (correspondant à deux groupes de participants différents). Toutefois, les résultats ont montré un effet d'interaction *Temps du stimulus x Valence du stimulus* significatif et omniprésent, c'est-à-dire aussi bien pour un *jugement temporel* que dans un *jugement émotionnel*, pour les deux axes de réponse. Par ailleurs, seul le *jugement temporel* avec une réponse sur l'axe sagittal a montré un effet d'interaction significatif à trois facteurs *Mapping conceptuel x Temps du stimulus x Valence du stimulus*, pouvant suggérer un effet de facilitation versus interférence de l'activation du mapping conceptuel du TEMPS et du mapping conceptuel de la VALENCE ÉMOTIONNELLE en parallèle, lors du *jugement temporel*. Ces résultats globaux et ceux plus en détails (analyses complémentaires, tels les taux d'erreurs) nous ont fortement questionnés sur les explications possibles de ces observations. Nous recensons ces explications plus ou moins alternatives en lien avec nos hypothèses et les prédictions comportementales dans les points suivants et discutons des effets observés à travers elles afin de mieux appréhender et comprendre les résultats obtenus.

1. Explications alternatives liées à la configuration S-R du paradigme expérimental : une stratégie efficiente du codage des réponses

Une première explication alternative de l'effet d'interaction *Temps du stimulus x Valence du stimulus* omniprésente dans nos résultats, en l'absence d'effet principal de la congruence (ou non) de la consigne vis-à-vis du *mapping conceptuel* du concept de TEMPS comme du concept de VALENCE ÉMOTIONNELLE (effet de congruence qui était attendu d'après notre hypothèse principale) en fonction du jugement conceptuel, pourrait résider d'une stratégie de codage des réponses efficaces relatives à la configuration S-R explicite de notre paradigme expérimental. En effet, la consigne expérimentale donnée en amont de l'expérience aux participants, pourrait avoir contribué au fait que les participants aient développé une stratégie cognitive/attentionnelle afin de répondre le plus rapidement possible aux exigences de la tâche. En effet, en cherchant à manipuler la congruence conceptuelle de nos deux concepts abstraits dans deux blocs expérimentaux distincts à travers deux consignes opposées (c'est-à-dire une consigne congruente avec le mapping conceptuel des deux concepts et inversement une consigne incongruente avec le mapping conceptuel des deux concepts), cela pourrait avoir conduit explicitement à associer le futur-positif et le passé-négatif au même codage spatial suivant un même axe de réponse dans les deux instructions, comme illustré dans le panneau pointillé en haut de la **Figure 11**. En conséquence, ce type de configuration S-R aurait pu faire l'objet d'une certaine mémorisation afin de répondre le plus rapidement et adéquatement possible à la tâche expérimentale. Le cas échéant,

on s’attendrait à un pattern comportemental d’interaction croisée similaire, que la consigne soit congruente ou non vis-à-vis du mapping des concepts, comme illustré dans le panneau du bas de la **Figure 11**. Ce pattern montrerait les mêmes avantages de traitement des stimuli et de la réponse motrice: (gauche-passé-négatif = droite-futur-positif) = (gauche-futur-positif = droite-passé-négatif). Il n’y aurait donc aucun avantage entre une consigne congruente et incongruente, mais un avantage global des stimuli « futur-positif = passé-négatif » compatibles avec ce codage, en induisant une réponse dans la même direction quel que soit le jugement, par rapport à ceux qui ne le sont pas (les stimuli « futur-négatif et passé-positif »). De sorte, cette stratégie de codage des réponses pourrait masquer, en partie, l’effet principal recherché.

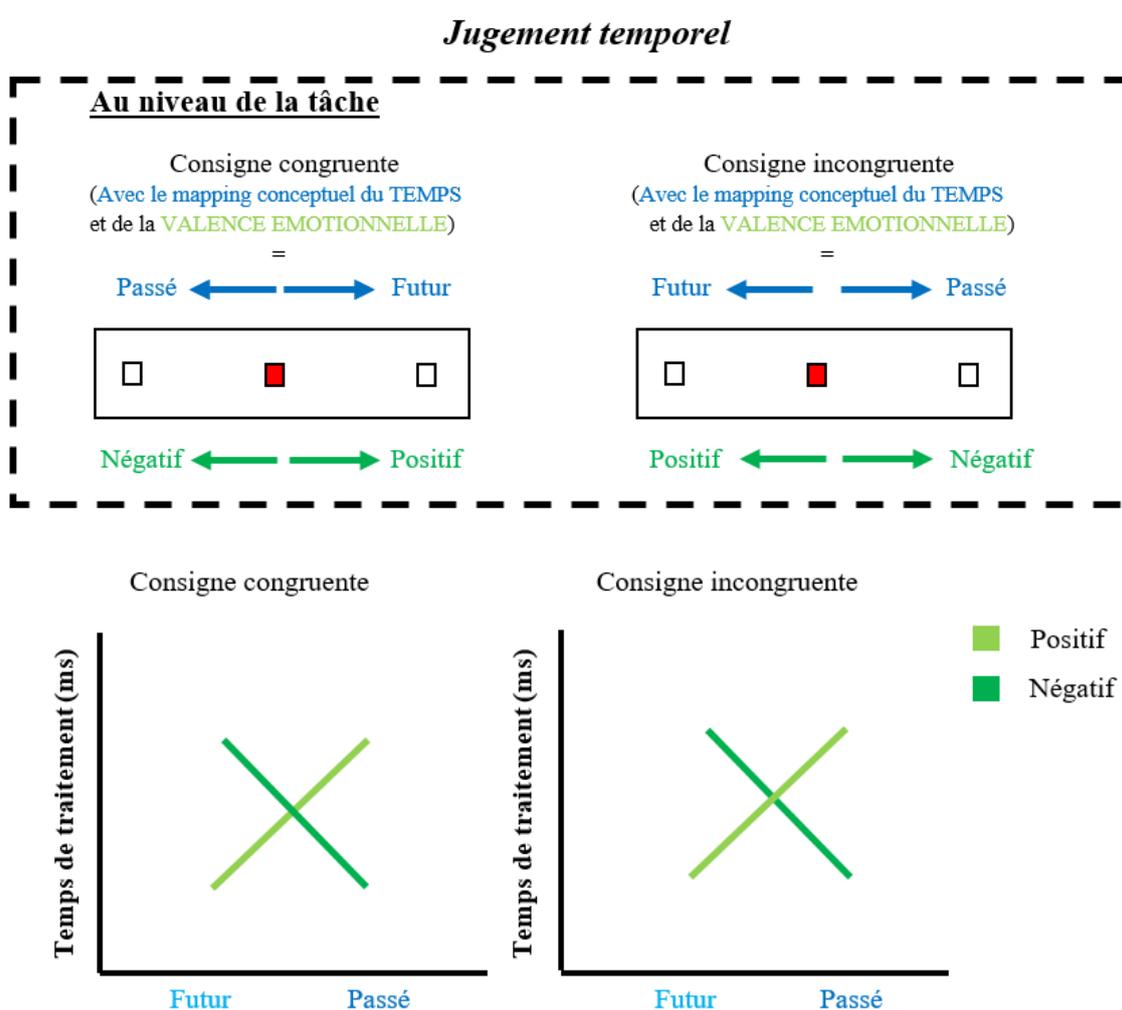


Figure 11 : Stratégie efficace du codage des réponses. En haut : Consigne congruente associant explicitement (au niveau de la tâche, codage S-R) le jugement passé-gauche et futur-droite, négatif-gauche et positif-droite (soit un regroupement cognitif : gauche-passé-négatif = droite-futur-positif), mais également l’inverse lors d’une consigne incongruente associant explicitement futur-gauche et passé-droite, positif-gauche, négatif-droite (soit un regroupement cognitif : gauche-futur-positif = droite-passé-négatif). En bas : conséquences comportementales si cette stratégie de regroupement cognitif par bloc de codage S-R (consigne congruente ou incongruente) est utilisée. Lire le corps du texte pour les détails.

Cette explication peut notamment être cohérente avec la *théorie des modèles cohérents en mémoire de travail* (Santiago et al., 2011) suggérant que les effets de congruence peuvent émerger d'un traitement commun au sein de la mémoire de travail, plutôt qu'être représentatifs de l'ancrage des concepts dans les expériences de la mémoire à long terme et de leur automaticité. En effet, bien que la mémoire à long terme puisse être sollicitée pour constater des effets de congruence, elle peut être biaisée par des processus attentionnels et/ou cognitifs suivant le degré de pertinence de la tâche (par ex., si l'objectif est de répondre le plus rapidement possible ; en fonction du type de jugement : temporel ou émotionnel ; etc.) et/ou de saillance des dimensions activées (TEMPS, VALENCE ÉMOTIONNELLE, *temps-valence* et sens du mouvement). En outre, la mémoire de travail peut être nécessaire afin de rendre plus efficient un individu en fonction des exigences de la tâche qu'il doit accomplir. Alternativement, cet effet peut également renvoyer à la *théorie du codage d'événement* (Hommel et al., 2001) où les actions comportementales sont intrinsèquement liées à leurs conséquences, suggérant ainsi un effet d'ordre plus cognitif, stratégique et/ou attentionnel. Enfin, l'avantage de temps de traitement pour les stimuli futur-positif et passé-négatif est également globalement cohérent avec une autre explication liée à l'activation d'un biais de positivité du futur d'un point de vue *cognitif et/ou motivationnel*.

2. Explications liées à un biais de positivité du futur : association *temps-valence* d'ordre cognitif et/ou motivationnel

Une seconde explication de l'effet d'interaction *Temps du stimulus x Valence du stimulus* en l'absence d'un effet principal de la congruence de la consigne vis-à-vis du *mapping conceptuel* des concepts pourrait résider à travers un biais de positivité du futur (Caruso et al., 2008 ; Rasmussen et Berntsen, 2013 ; Spatola et al., 2018 ; Burns et al., 2019 ; Kaup et al. 2021) qui peut être caractérisé comme une association conceptuelle relative à une asymétrie temporelle émotionnelle d'ordre linguistique, culturel et/ou psychologique. En effet, si l'on reprend les travaux de Boroditsky (2001), une simple exposition langagière (au cours de notre développement cognitif) liée notamment à la culture peut contribuer à associer entre eux les concepts cognitivement, au travers d'expressions idiomatiques comme : « j'ai appris de mes erreurs passées » ; « le meilleur est à venir », etc. Autrement, nos diverses expériences (événements émotionnels ou non) vécues dans le passé et/ou les apprentissages qui en découlent peuvent aussi contribuer à associer ces concepts entre eux (via la mémoire autobiographique et l'état psychologique d'un individu, Rasmussen et Berntsen, 2013). Par exemple, une personne ayant vécu une mauvaise expérience dans le passé (tel un traumatisme) pourrait avoir tendance à appréhender l'avenir négativement, ou encore une personne âgée serait logiquement plus proche de la mort que de la vie et pourrait également appréhender le futur comme plus négatif (Burns et al., 2019). De manière générale, hormis ces cas de figure, il peut être suggéré que le futur soit souvent jugé plus positivement

que le passé car il serait associé au progrès (et donc perçu relativement plus positif que le passé), et le passé plus négativement (regrets, erreurs, etc.) que le futur, car pouvant être associé à un caractère irréversible (Guo et al., 2012). A noter que nous ne manipulons pas de facteurs précis pouvant modifier l'évaluation de l'*association temps-valence* (par ex., l'âge, la culture, l'anxiété, la dépression, etc.) dans cette étude expérimentale. Toutefois, le questionnaire du HADS utilisé comme critère d'inclusion suggère que nos participants ne sont pas particulièrement enclins à l'anxiété et/ou à la dépression (score inférieur à 11). Par conséquent, il est possible que nos participants aient jugé plus rapidement des stimuli futur-positif et passé-négatif en raison de leur association langagière, culturelle et/ou psychologique. Par ailleurs, il n'est pas dit que le passé soit toujours considéré comme négatif. En effet, la littérature scientifique suggère qu'il existe un biais de positivité du futur (Rasmussen et Berntsen, 2013; Lee et Li, 2014 ; Zheng et al., 2019 ; Kaup et al., 2021) mais peu d'études relatent l'existence d'un biais de négativité du passé (toutefois, voir Unkelbach et al., 2020). En l'occurrence, on trouve une légère asymétrie des TT (confirmée par des tests post-hocs décomposant l'interaction *Temps du stimulus x Valence du stimulus*) en faveur du futur-positif lors du *jugement temporel* des participants de nos deux groupes. L'analyse complémentaire des taux d'erreur a révélé également une tendance similaire avec moins d'erreurs pour le *jugement temporel* des stimuli futur-positif et passé-négatif contrairement au futur-négatif et passé-positif, chez le Groupe 1. Par ailleurs, l'effet d'interaction *Temps du stimulus x Valence du stimulus* semble relativement plus symétrique lors du *jugement émotionnel*. A noter que selon Kaup et al. (2021), lorsque la valence est la dimension demandée il n'y aurait pas de biais d'attribution particulière du TEMPS : le futur comme le passé peut être évalué comme positif ou négatif. A contrario, lorsque le TEMPS est la dimension demandée, les individus auraient tendance à choisir plus favorablement une fin de phrase plus positive pour le futur plutôt que pour le passé. De sorte qu'il pourrait y avoir un effet plus marqué d'un biais de positivité du futur (futur-positif traité plus rapidement que les autres stimuli) lors du *jugement temporel* que lors d'un *jugement émotionnel* (futur-positif et son opposé passé-négatif seraient évalués de manière similaire). En l'occurrence, l'origine d'un effet relatif à un biais de positivité du futur n'est pas claire ; et nous avons identifié deux types d'*association temps-valence* plus ou moins alternatifs pouvant être compris dans nos résultats (cf. Chapitre 4, section 4.2). D'un côté, une *association temps-valence* d'ordre *cognitif* (c'est-à-dire déconnectée du réseau sensori-moteur), pourrait résulter d'une association conceptuelle linguistique et/ou culturelle. De l'autre côté, une *association temps-valence* d'ordre *motivationnel* pourrait être associée à la plus grande *saillance intrinsèque de la valence* d'origine plus psychologique et/ou expérientielle (c'est-à-dire fonctionnelle et potentiellement sensori-motrice). En l'occurrence, une *association temps-valence* d'ordre *cognitif* pourrait biaiser la mise en lumière d'un effet principal de con-

gruence de la consigne vis-à-vis du mapping conceptuel au cours de cette tâche, en conférant un avantage de traitement uniquement lié à la nature des stimuli (de manière similaire à un effet d'association lié à une stratégie efficiente du codage S-R). Une *association temps-valence* d'ordre *motivational* serait quant à elle principalement médiée par la plus grande *saillance intrinsèque de la valence* et prédirait globalement le même type d'effet de congruence vis-à-vis de la nature des stimuli. Toutefois, elle s'inscrirait également dans une dynamique plus fonctionnelle associée à l'activation de la *VALENCE ÉMOTIONNELLE* vis-à-vis de la représentation spatiale du TEMPS.

3. Explications liées aux prédictions de cette étude et à ses limites

Cette première étude expérimentale s'avère montrer certaines limites méthodologiques (dont le codage S-R de la consigne) et/ou conceptuelles (par ex., les mécanismes explicatifs d'associations conceptuelles) pouvant entrer en jeu dans ces résultats. En l'occurrence, nos résultats pourraient être liés au fait que la VALENCE ÉMOTIONNELLE puisse être relativement plus saillante que le concept de TEMPS (*hypothèse de saillance relative de la valence*, Spatola et al., 2018) et pourrait jouer en conséquence un rôle prédominant dans nos résultats. En effet, le concept de VALENCE ÉMOTIONNELLE peut être associé à la fois des composantes physiologiques, perceptivo-motrices directes (concrètes) et/ou inconscientes, ainsi qu'à une composante plus cognitive d'évaluation subjective au travers de nos diverses interactions et interprétations entretenues avec l'environnement, contrairement au concept plus abstrait de TEMPS. En ce sens, ces différentes composantes pourraient conférer à la VALENCE ÉMOTIONNELLE une plus grande *saillance intrinsèque* qui pourrait induire une plus grande *saillance perceptive* des stimuli à connotation émotionnelle en leur donnant un caractère plus *concret* que le TEMPS (à l'instar des interprétations de Spatola et al., 2018, qui évoquent la plus grande saillance intrinsèque de la VALENCE ÉMOTIONNELLE relativement à la saillance intrinsèque du TEMPS). Par ailleurs, suivant la logique des *théories affectives de l'ancrage des concepts abstraits* (cf. Chapitre 1, section 1.2.4), la VALENCE ÉMOTIONNELLE pourrait également permettre d'ancrer des concepts plus abstraits tels que le TEMPS (Kousta et al., 2011) à travers nos expériences émotionnelles intrinsèquement reliées au système sensori-moteur et motivationnel. En outre, Kaup et al. (2021) relatent qu'une « *correspondance directe entre le temps et la valence pourrait être génétiquement ancrée* ». En ce sens, un biais de positivité du futur pourrait être intrinsèquement lié à une composante fonctionnelle/motivationnelle liée à la plus grande *saillance intrinsèque de la valence* vis-à-vis des représentations spatio-temporelles (Chapitre 4, section 4.2).

Ainsi, la plus grande *saillance intrinsèque de la valence* serait capable de modifier les perspectives spatiales du TEMPS (référentiel Ego-Moving et Time-Moving) afin de moduler la distance psychologique des événements temporels, liée à des implications motrices/motivationnelles particulières suivant l'axe sagittal. En effet, Lee et Li (2014) de manière similaire à l'étude de Margolies et Crawford (2008) ont suggéré que les événements passés à valence négative induiraient une perspective de déplacement de l'égo alors que les événements passés à valence positive conduiraient davantage à adopter une perspective de déplacement du TEMPS. A contrario, un événement futur à valence positive induirait une perspective de déplacement de l'égo et un événement futur à valence négative conduirait à une perspective du déplacement du TEMPS. De plus, les auteurs suggèrent au vu de la littérature que le TEMPS est perçu plus rapidement dans la perspective du déplacement de l'égo que dans la perspective du déplacement du TEMPS. De sorte, nous pouvons interpréter cette différence psychologique des perspectives temporelles comme pouvant contribuer, pour le passé à valence négative et pour le futur à valence positif, à encourager les individus à agir activement (vers ou loin du stimulus), alors qu'à l'inverse un passé à valence positive et un futur à valence négative dissuaderaient les individus à se déplacer (amener à soi ou repousser). Nous avons illustré ci-dessous (cf. **Figure 12**) cette interprétation de la gestion psychologique des événements temporels suivant l'axe sagittal, qui est à distinguer d'un effet relatif à la plus grande *saillance intrinsèque de la valence* pouvant être présent dans notre étude au niveau des TT pour des réponses suivant l'axe sagittal.

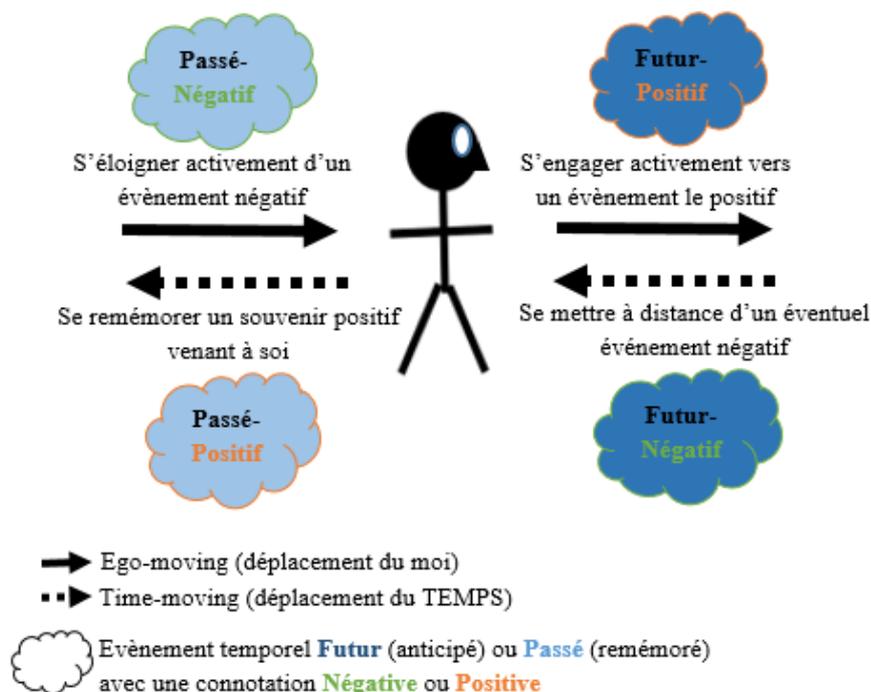


Figure 12 : Une perspective active « Ego-moving » (passé-négatif = évitement et futur-positif = approche, vers ou loin du stimulus) conduit à un traitement plus rapide qu'une perspective passive « Time-moving » (passé-positif = approche et futur-négatif = évitement d'un événement nous "traversant" pour s'éloigner de soi).

En conséquence, en fonction des perspectives temporelles amorcées par la plus grande *saillance intrinsèque de la valence*, notre comportement motivationnel pourrait notamment accompagner un *effet d'association temps-valence* d'ordre *motivationnel*. Par exemple, nous pourrions faire l'hypothèse qu'un mouvement « passif » *Time-moving* est simulé plus lentement qu'un mouvement « actif » *Ego-moving*. Ainsi, les participants pourraient avoir simulé un mouvement *Time-moving* pour éviter un événement futur-négatif arrivant à soi (de l'avant) et s'éloignant ensuite (vers l'arrière) ; d'où des TT plus longs pour des stimuli au futur-négatif. A contrario, les participants pourraient avoir simulé un mouvement *Ego-moving* de recul pour s'éloigner (vers l'arrière) d'un événement passé-négatif ; d'où des TT plus courts pour des stimuli au passé-négatif. Inversement, les participants pourraient avoir simulé un mouvement *Time-moving* (cohérent avec le mouvement vers soi depuis la touche centrale du clavier) d'un événement passé positif « remémoré » c'est-à-dire « revenant à soi » (s'approchant métaphoriquement parlant) en mémoire ; d'où des TT plus longs pour des stimuli au passé-positif. A contrario, les participants auraient simulé un mouvement *Ego-moving* vers l'avant pour atteindre et/ou se rapprocher d'un événement futur positif ; d'où des TT plus courts pour des stimuli au futur-positif. A noter que suivant l'axe sagittal, nous avons prédit que le *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE ne serait pas spécifiquement ancré dans une direction spatiale ou dans une autre. En l'occurrence, l'activation motrice pourrait dépendre du contexte telles les modalités sensorielles sollicitées et/ou encore dans cet exemple, dépendre du contexte de l'activation de référentiels (*Ego-moving* ou *Time-moving*) associés à l'attribution de sens (signification) de ces modifications de perspectives spatio-temporelles (induite par la plus grande *saillance intrinsèque de la valence*). De sorte que, par voie de conséquence, la plus grande *saillance intrinsèque de la valence* et *l'association temps-valence* d'ordre *motivationnel* contribueraient à l'activation d'un référentiel où l'individu se rapproche ou s'éloigne activement (simulation *Ego-moving*) des stimuli futur-positif (approche, vers le stimulus) et passé-négatif (évitement, loin du stimulus) plus rapidement qu'avec une simulation *Time-moving* d'un référentiel où l'individu ramène à soi (mouvement vers soi, vers l'arrière à partir de la touche centrale) un stimulus passé-positif et évite un stimulus futur-négatif. Néanmoins, les individus pourraient tout aussi bien amener à soi un événement futur-positif (vers l'arrière) et repousser un événement passé-négatif (vers l'avant). En conséquence, suivant l'axe sagittal un effet de la plus grande *saillance intrinsèque de la valence* serait particulièrement ambivalent et prédirait globalement les mêmes types d'effet de congruence que ceux présentés dans notre étude (Voir **Figure 4**, section B1.4). Toutefois, un effet relatif à l'activation du *mapping conceptuel* du TEMPS pourrait dépendre de l'amorçage par la valence pouvant impacter les référentiels spatio-temporels et par conséquent l'implication motrice correspondant aux représentations de *l'association temps-valence* d'ordre *motivationnel*. A noter que si ce changement de perspective spatio-temporelle peut être présent suivant l'axe sagittal, il semble

moins probable suivant l'axe frontal (Walker et al., 2017). Néanmoins, bien que le *mapping conceptuel* du TEMPS suivant l'axe frontal soit moins soumis à la prise de perspective et que le *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE puisse être plus robuste en lien avec l'*hypothèse de la spécificité corporelle* et de la notion de *fluence motrice* dans sa conceptualisation, un effet de la *plus grande saillance intrinsèque de la valence* pourrait également être présent. De sorte que le côté dominant est associé au positif (et le non dominant au négatif, du fait de la plus grande *saillance du mapping conceptuel de la VALENCE ÉMOTIONNELLE*) et qu'un jugement conceptuel pour un stimulus qui ne correspond pas à la *l'association temps-valence* d'ordre *motivationnel* influencerait les temps de traitements. Par exemple, un mouvement vers la droite associé au positif chez les droitiers utilisant leur main dominante (avec une plus grande *saillance intrinsèque de la valence*, en termes de mapping conceptuel) est congruent pour un stimulus futur-positif (*saillance intrinsèque de la valence*, en termes d'*association temps-valence* d'ordre *motivationnel*). A contrario, si le stimulus est futur-négatif (n'étant pas associé à la *l'association temps-valence* d'ordre *motivationnel*), il serait plus contraignant de faire un mouvement vers la droite (et inversement pour un stimuli passé-négatif vers la gauche versus passé-positif). En conséquence, suivant l'axe sagittal comme frontal, le degré de *saillance intrinsèque de la valence* prédirait globalement les mêmes types d'avantages de TT qu'initialement attendus, et ce en intégrant directement l'activation d'une *association temps-valence* d'ordre *motivationnel* au coeur des effets de facilitation versus d'interférence sur le jugement lors de l'activation du mapping conceptuel de nos deux concepts au travers du mouvement.

Toutefois, suivant *la théorie des modèles cohérents en mémoire de travail* (Santiago et al., 2011), le degré de pertinence d'une tâche expérimentale et la saillance intrinsèque des dimensions activées peuvent jouer un rôle majeur dans la mise en lumière des effets de congruence. Selon Santiago et al. (2012), pour qu'un effet de congruence soit observé, les différentes dimensions (telles que le TEMPS, la VALENCE ÉMOTIONNELLE et l'espace) « ... *doivent faire partie du modèle de travail de la tâche, et la réponse doit être basée sur la dimension plus faible. Si la dimension qui guide la réponse est plus forte, la dimension non pertinente ne pourra pas poser de contraintes sur son traitement, et elle sera probablement complètement supprimée du modèle et aucun effet de congruence ne sera observé...* ». Dans le cas présent, le concept de TEMPS et de VALENCE ÉMOTIONNELLE sont intégrés dans la tâche (mais également le mouvement, contrairement à l'étude 1 de Spatola et al., 2018). De sorte qu'en fonction du degré de pertinence du jugement conceptuel (temporel ou émotionnel) et du degré de saillance (au niveau conceptuel), il pourrait y avoir un effet sensori-moteur relatif à la plus grande *saillance intrinsèque de la VALENCE*, pouvant correspondre aussi bien à une *saillance d'activation du mapping conceptuel de la VALENCE ÉMOTIONNELLE* qu'à un effet de *d'association*

temps-valence d'ordre *motivationnel*, mais pas forcément d'effet relatif à l'activation du *mapping conceptuel* du TEMPS (moins intrinsèquement saillant que pour la VALENCE ÉMOTIONNELLE). Par exemple, lors d'un *jugement temporel* (jugement pertinent mais de saillance plus faible relativement à la VALENCE ÉMOTIONNELLE) il pourrait y avoir une activation du *mapping conceptuel* du TEMPS et de la compréhension de la VALENCE ÉMOTIONNELLE (jugement non pertinent mais de saillance forte relativement au TEMPS : *effet de la plus grande saillance intrinsèque de la valence*). Toutefois, lors du *jugement émotionnel* (jugement pertinent et de saillance forte), les stimuli verbaux pourraient n'être évalués qu'en fonction de leur valence. Par exemple, qu'un stimulus soit au futur ou au passé lors du *jugement émotionnel*, il pourrait être plus rapidement jugé s'il est positif avec une réponse vers la droite, et s'il est négatif avec une réponse vers la gauche (*saillance intrinsèque de la valence*, en termes d'activation du *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE), sans nécessairement activer automatiquement une représentation spatio-temporelle (jugement non pertinent et de saillance plus faible relativement à la VALENCE ÉMOTIONNELLE). En outre, alternativement, quel que soit le jugement conceptuel, les stimuli pourraient n'être évalués qu'en fonction de leur nature (non forcément incarnée/sensori-motrice), pouvant notamment montrer un effet d'attribution émotionnelle, telle une *association temps-valence* d'ordre *cognitif*. Toutefois, il pourrait également correspondre à l'effet d'une stratégie efficiente du codage S-R explicite de la consigne, sur la base d'un code commun aux deux concepts.

En l'occurrence, deux points nous ont particulièrement étonnés et s'avèrent pertinents dans nos résultats par rapport à nos prédictions initiales. **Premièrement**, nous nous attendions à ce que l'effet principal de la consigne vis-à-vis du *mapping conceptuel* du TEMPS et de la VALENCE ÉMOTIONNELLE soit bien présent suivant l'axe frontal, et que l'on mette en conséquence en évidence un effet d'interaction de nos trois facteurs du fait, d'une part d'un effet de facilitation induit par l'adéquation des mappings conceptuels lorsque la consigne est congruente, et d'autre part d'une interférence lorsque la consigne était incongruente. Toutefois, nous attendions que, suivant l'axe sagittal, l'effet de congruence de la consigne avec le *mapping conceptuel* du TEMPS soit présent, mais pas nécessairement pour l'effet de l'activation implicite du *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE. Ainsi, l'effet d'interaction à trois facteurs était plus prévisible suivant l'axe frontal que sagittal. Une explication possible de ce résultat peut résider dans le fait que nous avons positionné le dispositif de réponse (cf. B.1.1.3 Procédure, **Figure 5**) en le centrant sur la main dominante des participants. De sorte que, par rapport au référentiel du corps du participant, le clavier orienté sagittalement et centré sur la main nécessitait plus vraisemblablement d'aller réellement vers l'avant (éventuellement en se penchant) du corps et vers l'arrière réciproquement. Nous pensons que cette disposition a pu solliciter

le référentiel égocentré de façon plus propice à activer les traces mnésiques (plus « concrètes ») d'approche vers l'avant et d'évitement vers l'arrière, réduisant ainsi l'ambiguïté souvent présente lorsqu'un mouvement du bras est effectué centré sur soi vis-à-vis d'un stimulus, qui peut aussi faire écho à une localisation du concept lié au stimulus dans l'espace péri-personnel en termes de proche-loin. En effet, la simulation des composantes motrices (corporelles) ET de ses conséquences visuelles (Rougier et al., 2018 ; Julliard et al., 2021) peut avoir été plus importante du fait des contraintes biomécaniques que peut engendrer la disposition du clavier de réponse pour appuyer sur la touche nécessitant un mouvement du buste entier vers l'avant ou vers l'arrière, entraînant un flux optique d'approche ou de recul. En ce qui concerne l'axe frontal, au niveau du taux d'erreur du *jugement émotionnel*, les participants font plus d'erreurs pour juger du positif, notamment quand la consigne est congruente avec le *mapping conceptuel* hypothétique de la VALENCE ÉMOTIONNELLE. En première approche, ces résultats semblent quelque peu incohérents avec l'*hypothèse de la spécificité corporelle* et la notion de *fluence motrice* (Casasanto, 2009 ; Milhau et al., 2015). Néanmoins, à l'inverse de l'axe sagittal, l'axe frontal pourrait être devenu ambigu du fait que le mouvement sollicité s'effectue principalement dans l'espace dominant droit (de nos participants droitiers), ce qui pourrait entraîner une interprétation incarnée du stimulus en termes de proche-loin qui serait conflictuelle avec l'espace dominant (droit) utilisé pour répondre qui se veut positif. En effet, s'éloigner vers la droite (plus loin de soi) pour donner une réponse émotionnelle positive est contradictoire avec le fait de ramener plus proche de soi les choses positives. En ce sens, l'activation ou la réactivation des expériences sensori-motrices et affectives associée au mapping conceptuel de la VALENCE ÉMOTIONNELLE suivant l'axe frontal pourrait engendrer un certain conflit entre la main dominante répondant et les différents types de représentations spatio-temporelles, contrairement à l'axe sagittal. En l'occurrence, le fait d'avoir mis en évidence un effet d'interaction à trois facteurs lors du *jugement temporel* suivant l'axe sagittal pourrait répondre à nos hypothèses, intégrant notamment une possible *association temps-valence* d'ordre *motivationnel* liée à l'activation du mapping conceptuel hypothétique de nos deux concepts. En effet, en décomposant cet effet d'interaction à trois facteurs lors du *jugement temporel*, on trouve un effet d'interaction significatif *Temps du stimulus x Valence du stimulus* lorsque la consigne est congruente avec les mappings conceptuels hypothétiques de nos deux concepts, mais celle-ci disparaît lorsque la consigne est incongruente. Ainsi, nous pourrions suggérer que lors du *jugement temporel*, à la fois le *mapping conceptuel du TEMPS* et le *mapping conceptuel de la VALENCE ÉMOTIONNELLE* ont été activés (du fait de la plus grande *saillance intrinsèque de la valence*) lorsque la consigne était congruente. En outre, l'activation de ces deux mapping conceptuels resterait globalement cohérente avec l'activation d'une *association temps-valence* d'ordre *motivationnel*. A l'inverse, lorsque la consigne est incongruente avec le *mapping conceptuel* du TEMPS, elle augmenterait globalement les TT car

elle n'est plus congruente avec le *jugement temporel*, ni implicitement congruente avec le *mapping conceptuel de la VALENCE ÉMOTIONNELLE* (activé automatiquement du fait de sa plus grande saillance intrinsèque), ni suite à une réactivation incarnée (en termes d'approche et d'évitement) de *l'association temps-valence* d'ordre *motivationnel*. Par ailleurs, si un effet d'interaction à trois facteurs était uniquement lié au codage S-R de la tâche expérimentale et/ou à une *association temps-valence* d'ordre *cognitif*, l'effet d'interaction *Temps du stimulus x Valence du stimulus* aurait dû être conservé lorsque la consigne est incongruente vis-à-vis du mapping conceptuel pour le *jugement temporel*.

Deuxièmement, si le référentiel utilisé est bien identifié (non ambigu), nous nous attendions en conséquence à trouver un effet d'interaction à trois facteurs pour les deux jugements conceptuels suivant un même axe. Or, comme indiqué précédemment, lors du *jugement temporel* cet effet d'interaction à trois facteurs était bien présent mais ne l'était pas statistiquement lors du *jugement émotionnel*, bien qu'il suive la même tendance. A contrario, lors d'un *jugement émotionnel* (pertinent pour la tâche et saillant conceptuellement), la plus grande *saillance intrinsèque de la valence* pourrait être activée mais pas nécessairement le *mapping conceptuel* du TEMPS (non saillant par rapport à la VALENCE ÉMOTIONNELLE, et non pertinent pour la tâche). En effet, suivant *la théorie des modèles cohérents en mémoire de travail* (Santiago et al., 2011), lors d'un *jugement émotionnel*, le *mapping conceptuel* du TEMPS ne serait pas ni pertinent (car le jugement porte sur l'émotion), ni saillant (par définition, parce que c'est la valence qui est saillante conceptuellement) et donc « *sera probablement complètement supprimée du modèle* » (Santiago et al., 2012). Néanmoins, on pourrait toujours retrouver un effet d'interaction *Temps du stimulus x Valence du stimulus*, pouvant correspondre à la *plus grande saillance intrinsèque de la valence* avec l'activation de la composante motivationnelle (approche-évitement) et/ou à une évaluation de *l'association temps-valence* d'ordre *cognitif* (alternativement pouvant être liée au codage S-R explicite). En conséquence, il n'est pas clair de savoir si lors du *jugement émotionnel*, il y a bel et bien eu une activation du mapping conceptuel du TEMPS et/ou si le **degré de pertinence** de la tâche (codage S-R et/ou type de jugement conceptuel) a contribué à l'occulter. Cependant, nous suggérons que le fait que la réponse nécessite un mouvement et que suivant notre hypothèse principale, le concept de TEMPS serait incarné dans et par le mouvement, en conséquence ce dernier ne pourrait pas être complètement ignoré.

Par ailleurs, en approfondissant les interprétations de ces résultats on peut remarquer que les TT sont globalement plus longs lorsque les réponses portent sur le *jugement émotionnel* plutôt que sur le *jugement temporel*, notamment lorsque la consigne est congruente avec le jugement demandé. En ce sens, nous pourrions suggérer que la différence de significativité pour l'effet d'interaction croisée (asymétrique/symétrique) *Temps du stimulus x Valence du stimulus* ainsi que de l'effet d'interaction à trois

facteurs, en fonction du jugement conceptuel demandé (temporel/émotionnel) suivant l'axe sagittal, peut simplement résulter du fait que le *jugement émotionnel* est sans doute plus profond, et en conséquence serait plus sujet à une certaine variabilité d'interprétation et donc de TT, alors que le *jugement temporel* serait plus automatique. De sorte qu'il n'est pas dit que l'effet du *mapping conceptuel* du TEMPS ne soit pas présent lors du *jugement émotionnel*. Alternativement, une stratégie efficace du codage S-R pourrait difficilement expliquer l'effet d'interaction à trois facteurs lors du *jugement temporel* suivant l'axe sagittal. Néanmoins, elle pourrait globalement créer de la variabilité dans nos résultats, entravant notamment la mise en lumière d'un effet principal de la consigne. En outre, une stratégie de codage S-R reste cohérente un *association temps-valence* (futur-positif et passé-négatif), ce qui contribuerait à augmenter le degré de saillance d'un effet que l'on pourrait associer à une activation de l'*association temps-valence* d'ordre *cognitif*. En somme, la méthodologie actuelle de l'expérience ne permet pas de bien appréhender nos différents effets qui semblent imbriqués à travers différents types d'explications plus ou moins alternatives. Toutefois, nos prédictions initiales suivant ces axes de réponse devaient notamment nous permettre de comparer les résultats à un autre effet prédisant de manière similaire ces effets de congruence mais ne considérant pas les mêmes implications (à savoir *le principe de correspondance des polarités*, Proctor et Cho, 2006 ; Lakens, 2012).

4. Explication alternative d'ordre structurel et/ou cognitif : effets comportementaux prédits par le principe de correspondance des polarités

Une autre explication alternative pourrait être invoquée, particulièrement débattue dans la littérature concernant la mise en lumière des effets de congruence. Selon *le principe de correspondance des polarités* (Proctor et Cho, 2006 ; Lakens, 2012), ces effets sont attribuables à une tendance généralisée à polariser (+/-) les stimuli de manière binaire correspondant à une certaine saillance perceptive polaire des dimensions spatiales (voir Chapitre 1. Section 1.4.2). Selon *le principe de correspondance des polarités*, les participants coderaient les stimuli et les réponses, comme des codes de réponses communs entre polarité (+) et polarité (-) de manière structurelle, et par conséquent ce processus ne représenterait pas une simulation mentale des concepts possédant des caractéristiques spatiales et/ou sensori-motrices. Suivant cette logique, cela pourrait conduire à ce que les participants aient codé le futur comme une polarité (+) et son opposé polaire, le passé, comme (-) ; idem pour le positif (+) et son opposé polaire négatif (-). Les dimensions spatiales seraient elles aussi polarisées par saillance perceptive, à savoir : suivant l'axe sagittal, une réponse orientée vers l'avant correspondrait à une polarité (+) et à l'inverse vers l'arrière à une polarité (-) ; et suivant l'axe frontal, une réponse orientée vers la

droite (+) et son opposé à gauche (-). De plus, la consigne de la tâche expérimentale participerait également à cette polarisation de manière analogue à *la théorie du codage des événements* (Hommel et al., 2001). De sorte que les participants regrouperaient également le codage S-R passé-négatif (-) et futur-positif (+). En ce sens, lorsque la consigne est congruente, tous les codes de polarités sont cohérents, à savoir le regroupement futur-positif (+) avec un mouvement vers la droite ou vers l'avant (+), et le passé-négatif (-) vers la gauche ou vers l'arrière (-). A contrario, lorsque la consigne est incongruente, il n'y a plus de cohérence dans les codes de polarité du groupement des stimuli : futur-positif (+) avec un mouvement vers l'arrière ou vers la gauche (-), et le passé-négatif (-) avec un mouvement vers l'avant ou vers la droite (+). En conséquence, suivant *le principe de correspondance des polarités*, nous devrions trouver un effet principal de la consigne et un effet d'interaction croisée *Temps du stimulus x Valence du stimulus* pour tous les deux jugements conceptuels suivant les deux axes de réponses (voir illustration **Figure 13**, exemple suivant l'axe frontal).

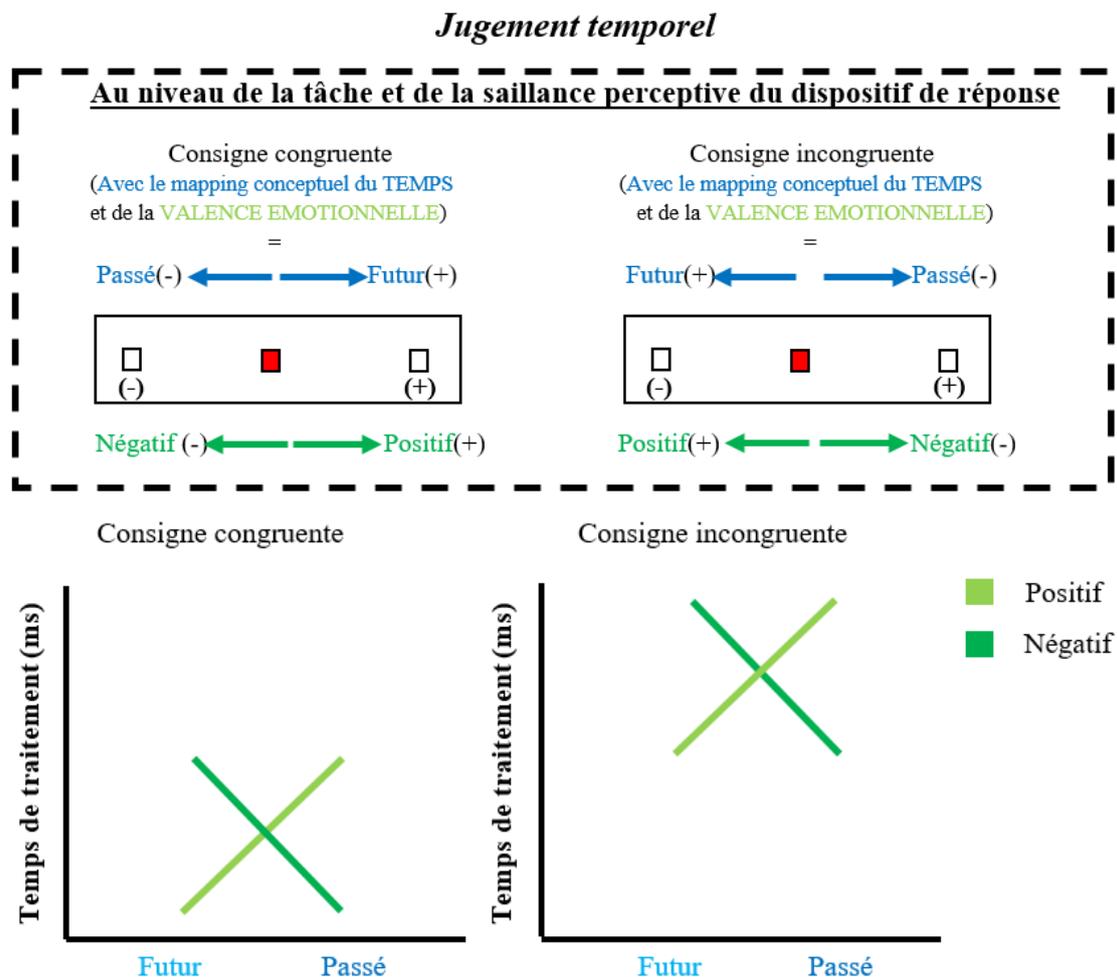


Figure 13. Interprétation de nos résultats dans le cadre du *principe de correspondance des polarités*. En haut : pour un *jugement temporel* suivant l'axe frontal (N.B.: le principe se généralise à l'axe sagittal). Le groupement des dimensions polaires perceptives et cognitives "+/+” et “-/-” conduit à un avantage de traitement, au travers du groupement du codage S-R, futur avec positif = futur-positif (+) ; passé avec négatif = passé-négatif (-). En bas : résultats comportementaux attendus.

Les avantages de TT prédits par *le principe de correspondance des polarités* sont similaires aux avantages prédits dans notre étude expérimentale concernant l'effet principal de la consigne, à la différence que nous considérons que ces effets sont relatifs à une activation sensori-motrice et affective associée au jugement de nos concepts. De plus, étant donné que la consigne peut contribuer à associer explicitement et cognitivement les concepts entre eux, l'avantage prédit suivant *le principe de correspondance des polarités* devrait conserver l'effet d'interaction croisée symétrique *Temps du stimulus x Valence du stimulus*. Ainsi, si un *principe de correspondance des polarités* devait rendre compte de nos résultats, nous aurions dû trouver un effet principal de la consigne mais sans aucune variation en fonction des jugements conceptuels et des axes de réponses. Puisque ce ne sont pas les résultats observés, nous suggérons que nos résultats ne peuvent pas être entièrement attribuables à ce principe.

En résumé, les résultats de cette première étude expérimentale semblent indiquer que plusieurs facteurs explicatifs peuvent jouer un rôle dans la mise en lumière de nos hypothèses. En l'occurrence, d'une part, il se peut que l'activation ou réactivation des expériences sensori-motrices et affectives lors du jugement conceptuel soit bien présente montrant un effet (sur le jugement) de facilitation versus d'interférence de la compréhension du TEMPS et de la VALENCE ÉMOTIONNELLE au travers du mouvement. En outre, l'effet de facilitation versus d'interférence pourrait également inclure un effet du degré de saillance relative des concepts, telle la *plus grande saillance intrinsèque de la valence* dont une composante motivationnelle de l'*effet d'association temps-valence*. Néanmoins, d'autre part, à l'instar de *la théorie des modèles cohérents en mémoire de travail* (Santiago et al., 2011), nous pensons que le degré de pertinence de notre tâche⁹, par le codage S-R explicite de la consigne comprenant le jugement de nos deux concepts suivant le même axe de réponse (associant futur-positif et passé-négatif, pouvant également faire écho à une *association temps-valence* d'ordre *cognitif*), et/ou le type de jugement conceptuel demandé (*jugement temporel* versus *émotionnel*) peut avoir contribué à masquer voire biaiser les effets attendus. En conséquence, il nous a semblé nécessaire d'apporter certaines modifications méthodologiques à notre paradigme expérimental initial de façon à tirer au clair les différentes explications proposées dans notre étude, et mieux tester nos hypothèses.

⁹ RAPPEL: Selon Santiago et al., (2012) pour qu'un effet de congruence soit observé, les différentes dimensions (telles que le TEMPS, la VALENCE ÉMOTIONNELLE et l'espace) "... doivent faire partie du modèle de travail de la tâche, et la réponse doit être basée sur la dimension plus faible. Si la dimension qui guide la réponse est plus forte, la dimension non pertinente ne pourra pas poser de contraintes sur son traitement, et elle sera probablement complètement supprimée du modèle et aucun effet de congruence ne sera observé...".

B.2 ETUDE EXPERIMENTALE 2 : INCARNATION SPATIALE ET CORPORELLE DU TEMPS ET DE LA VALENCE ÉMOTIONNELLE, APRES SEGMENTATION DES JUGEMENTS CONCEPTUELS EN FONCTION DE L'AXE FRONTAL ET SAGITTAL, CHEZ LES DROITIERS

Dans cette seconde étude expérimentale de la thèse, le but est de clarifier et approfondir les résultats et interprétations des effets observés lors de la première étude expérimentale. En ce sens, notre hypothèse principale, à savoir que la direction du mouvement provenant de notre corps (suivant l'axe sagittal et frontal) permettrait de mettre en lumière l'incarnation de deux concepts abstraits, celui du TEMPS et de la VALENCE ÉMOTIONNELLE, et nos prédictions comportementales restent inchangées. Ainsi, lors d'un *jugement temporel*, nous nous attendons à mettre en évidence un effet de congruence de la consigne avec le mapping conceptuel du TEMPS, suivant l'axe sagittal (consigne congruente pour un mapping passé-arrière et futur-avant ; et incongruente pour un mapping passé-avant et futur-arrière) et suivant l'axe frontal (congruente si passé-gauche et futur-droite ; et incongruente si passé-droite et futur-gauche) en accord avec la chronologie mentale du TEMPS (Sell et Kachack, 2011 ; Bonato et al., 2012 ; Grasso et al., 2022). De plus, nous nous attendons à montrer un effet de congruence de la consigne du mapping conceptuel de la VALENCE ÉMOTIONNELLE chez des participants droitiers répondant avec leur main dominante suivant l'axe frontal (consigne congruente pour un mapping positif-droite et négatif-gauche ; et incongruente si positif-gauche et négatif-droite) en accord avec l'*hypothèse de la spécificité corporelle* (Casasanto 2009) et la notion de *fluence motrice* (Milhau et al., 2015), ainsi qu'un effet de congruence de la consigne plus nuancé suivant l'axe sagittal (consigne congruente pour un mapping positif-avant et négatif-arrière ; et incongruente si positif-arrière et négatif-avant), du fait d'une variabilité associée au contexte interprétatif, au référentiel et aux modalités sensorielles sollicitées dans l'activation des traces mnésiques motivationnelles d'approche et d'évitement (Freina et al., 2009 ; Saraiva et al., 2013 ; Phaf et al., 2014 ; Rougier et al., 2018 ; Julliard et al., 2021). Par ailleurs, nous suggérons dans une seconde hypothèse qu'à travers ces effets de congruence spécifiques à chaque concept et axe de réponse, nous pouvons trouver un effet d'interaction *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus*, avec des temps de réponse plus courts pour les stimuli futur-positif et passé-négatif, par rapport aux stimuli futur-négatif et passé-positif. Si cet effet peut correspondre à une *association temps-valence* d'ordre *cognitif* et/ou *motivationnel* (tel un *biais de positivité du futur*, Caruso et al., 2008 ; Spatola et al., 2018 ; Kaup et al., 2021), nous suggérons que cet effet d'interaction pourrait se jouer au niveau de la consigne qui induirait des mouvements similaires (facilitation) ou opposés (interférence) entre mappings conceptuels ; pouvant également varier en fonction de l'axe de réponse et/ou du *jugement conceptuel*.

Dans l'*Étude expérimentale 1*, nous avons mesuré les TT pour des jugements conceptuels portant sur le TEMPS (*jugement temporel*) ou la VALENCE ÉMOTIONNELLE (*jugement émotionnel*) de manière aléatoire au sein d'un bloc d'essais, pour des stimuli verbaux conjugués au passé et au futur, et associés à une connotation positive ou négative, en manipulant la congruence entre la consigne du codage S-R et le mapping conceptuel associé au jugement de nos deux concepts abstraits. Le facteur *congruence de la consigne avec le Mapping conceptuel* était manipulé en intra-sujet par des blocs d'essais différents, alors que le facteur *Axe de réponse* était manipulé en inter-sujets (un groupe répondait suivant l'axe frontal et l'autre suivant l'axe sagittal). Dans l'ensemble, les résultats n'avaient pas montré de manière significative d'effet principal de la congruence de la consigne vis-à-vis du *Mapping conceptuel*, à la fois pour le *jugement temporel* ou *émotionnel*, et ce, quels que soient les différents axes de réponse. Toutefois, les résultats ont montré l'omniprésence d'un effet d'interaction *Temps du stimulus x Valence du stimulus* significatif pour nos deux jugements conceptuels (temporel et émotionnel), pour les deux axes de réponses. Par ailleurs, il s'est avéré que cette interaction variait significativement en fonction de la congruence de la consigne vis-à-vis du *Mapping conceptuel*, pour le *jugement temporel* suivant l'axe sagittal. Nous avons identifié plusieurs facteurs explicatifs à ces résultats dans cette première étude expérimentale et l'un d'entre eux pourrait notamment contribuer à masquer voire biaiser les effets principaux recherchés. A savoir que la configuration S-R du paradigme expérimental et notamment la manipulation explicite de la consigne pourrait induire un biais stratégique d'association du codage des réponses afin que les participants répondent le plus rapidement et adéquatement possible aux exigences de la tâche. En effet, les stimuli verbaux futur-positif et passé-négatif étaient tous deux associés explicitement à un même axe de réponse vers la droite ou l'avant lorsque la consigne était congruente, et vers la gauche ou l'arrière lorsque la consigne était incongruente, en fonction de l'axe de réponse (frontal et sagittal, respectivement). Bien que cette explication ne rende pas complètement compte des résultats obtenus (Voir section B.1.4 Synthèse et discussion de l'étude expérimentale 1), et notamment de l'interaction à trois facteurs *Mapping conceptuel x Temps du stimulus x Valence du stimulus* lors du jugement temporel suivant l'axe sagittal, cette stratégie pourrait avoir constitué une source de variabilité interindividuelle dans nos résultats, ne nous ayant pas permis de valider de manière significative nos différentes prédictions et/ou explications alternatives. Ainsi, afin de mieux appréhender et étudier les effets prédits par nos hypothèses, nous avons fait en sorte dans cette *Étude expérimentale 2* qu'une telle stratégie de codage des réponses ne puisse plus être directement induite par la configuration S-R du paradigme expérimental. Pour ce faire, nous avons créé un dispositif de réponse sur-mesure (avec l'aide de Jean Jouvrey, ingénieur au laboratoire du CIAMS) appliqué à notre étude. A savoir, que les deux axes de réponses (frontal et sagittal) seront

désormais disponibles dans un même boîtier de réponse permettant de dissocier explicitement le jugement de chaque concept et l'axe de réponse. En l'occurrence, pour un groupe de participants la réponse au *jugement temporel* se fera suivant l'axe frontal et au *jugement émotionnel* suivant l'axe sagittal. Inversement, pour l'autre groupe, la réponse au *jugement temporel* se fera suivant l'axe sagittal, et au *jugement émotionnel* suivant l'axe frontal. En fonction du bloc d'essais, au sein de chaque groupe, la consigne était soit congruente soit incongruente avec le mapping conceptuel de nos deux concepts abstraits. Notre hypothèse est que cette amélioration expérimentale permettra d'éviter une association plus ou moins explicite des concepts futur-positif et passé-négatif. La **Figure 14** ci-dessous, illustre pour un des groupes, l'association explicite (au travers de la consigne S-R) et implicite (au travers du mapping conceptuel) des concepts à un axe de réponse, en fonction de la congruence ou non de la consigne avec le mapping conceptuel, chez un groupe de participants.

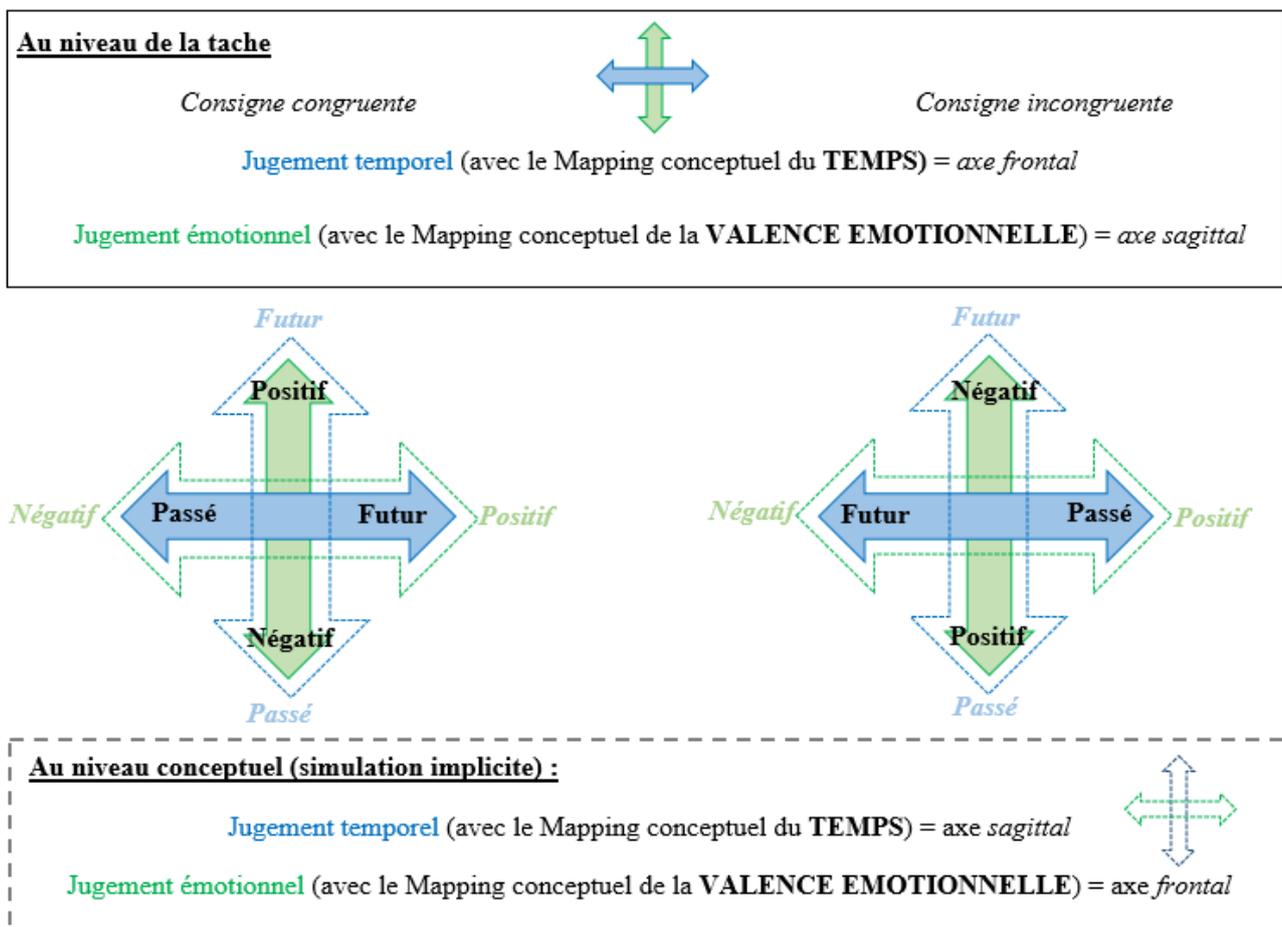


Figure 14 : Illustration de l'association explicite (au travers de la consigne S-R) et implicite (au travers du mapping conceptuel) des concepts à un axe de réponse, pour le groupe 1 de l'Étude expérimentale 2. A gauche : Pour le bloc d'essais de consigne congruente avec le mapping conceptuel, ces participants devaient utiliser l'axe frontal pour répondre au jugement temporel (flèches bleues) et l'axe sagittal pour le jugement émotionnel (flèches vertes) ; en associant le futur à la droite et le passé à la gauche, le positif à l'avant et le négatif à l'arrière. Les flèches en trait plein illustrent cette association S-R et les flèches pointillées illustrent le mapping conceptuel de chaque axe pour chaque jugement. A droite : idem mais pour la consigne incongruente.

Par ailleurs, parce que l'emplacement du dispositif de réponse par rapport à la main dominante pourrait introduire une ambiguïté du référentiel égocentré utilisé (comme expliqué précédemment), le boîtier de réponse était situé face aux participants, centré sur l'axe sagittal du participant et non pas sur sa main dominante contrairement à l'étude précédente.

B.2.1. Méthodes

B.2.1.1. Participants

L'expérience a impliqué deux groupes de participants variant par l'association entre axe de réponse et jugement conceptuel (voir section B.2.1.3 Procédure) : 17 participants dans le Groupe 1 (7 femmes et 10 hommes, $M = 27$ ans ± 6) et 18 dans le Groupe 2 (6 femmes et 12 hommes, $M = 32$ ans ± 10). L'expérience a été approuvée par le Comité d'éthique de la recherche de l'Université Paris-Saclay (avis CER-Paris-Saclay-2021-349). Après avoir lu les instructions, les participants ont signé un formulaire de consentement conformément à la déclaration d'Helsinki. Tous les participants étaient droitiers d'après leurs réponses au Edinburgh Handedness Inventory (Oldfield, 1971) avec un score en moyenne égal à 8 ± 2 pour la colonne main droite. De plus, le score au questionnaire HADS (Hospital Anxiety and Depression Scale, Razavi et al., 1989) ne dépassait pas le seuil >11 ($M = 6 \pm 2$), pour les deux dimensions d'anxiété et dépression.

B.2.1.2. Matériel

Les stimuli étaient identiques à ceux de l'étude précédente. Ils étaient présentés sur un écran d'ordinateur portable (28 cm x 46 cm) à l'aide du logiciel PsychoPy3. Les réponses étaient données par l'intermédiaire d'un boîtier réponse séparé créé spécialement pour l'expérience, comprenant une touche centrale (alignée avec le centre de l'écran et l'axe du regard) et quatre autres touches (deux le long de l'axe sagittal et deux le long de l'axe frontal), à 20 cm de la touche centrale, comme illustré dans la **Figure 15A**, plus bas. Par ailleurs, contrairement à l'expérience précédente, le boîtier réponse était positionné face au participant le long de son axe sagittal. La touche centrale était placée à 30 cm du participant. Les participants étaient assis dans une pièce calme à environ 80 cm de l'écran. L'expérience durait 30 minutes (+/- 5 minutes), en moyenne.

B.2.1.3 Procédure

La procédure était la même que dans l'expérience précédente, mais avec un boîtier réponse est différent (**Figure 15A**). Ainsi, de manière identique à la première étude, l'expérience s'est déroulée en deux parties. La première partie servait de tâche contrôle pour mesurer les temps de mouvement (TM en ms) des participants en fonction de l'axe de réponse, suivie d'une première présentation des verbes à

juger par la suite. La seconde partie mesurait directement les réponses des participants (par groupe) afin de tester nos hypothèses. De manière analogue, la phase expérimentale consistait en 2 blocs (dont l'ordre était contrebalancé au travers des participants) de 160 essais : un bloc d'essais pour lequel la consigne était congruente avec le mapping conceptuel des concepts, et un autre bloc où la consigne était incongruente. Chaque essai commençait par un point de fixation affiché au centre de l'écran jusqu'à ce que le participant appuie sur la touche centrale du boîtier réponse pour démarrer l'essai, ce qui entraînait la présentation d'un verbe à l'écran jusqu'à ce que le participant appuie, le plus rapidement possible après l'avoir lu, sur la touche centrale (temps de lecture, TL). Ensuite, un jugement était présenté (« temps ? » ou « émotion ? »), de façon aléatoire en fonction des essais. Le participant devait ensuite répondre le plus rapidement possible sur le bouton de réponse appropriée situé sur une extrémité du boîtier réponse afin de répondre au jugement indiqué (Temps de traitement, TT). À savoir, un premier groupe (Groupe 1, G1) répondait le long de l'axe frontal lorsqu'il s'agissait du *jugement temporel* et le long de l'axe sagittal lorsqu'il s'agissait d'un *jugement émotionnel*, et vice versa pour un deuxième groupe (Groupe 2, G2) qui répondait le long de l'axe sagittal lorsqu'il s'agissait du *jugement temporel* et le long de l'axe frontal lorsqu'il s'agissait du *jugement émotionnel* (**Figure 15B**).

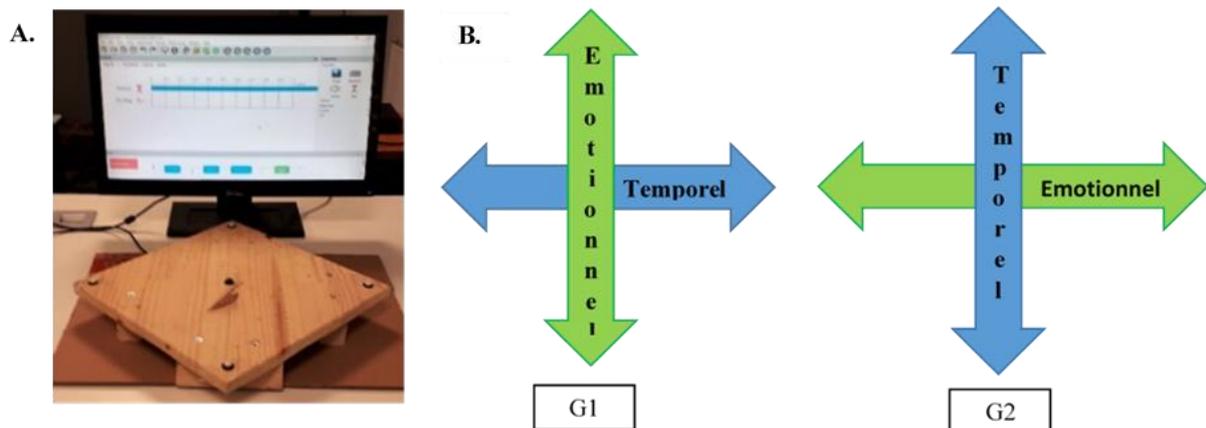


Figure 15. A. Illustration du dispositif de réponse. B. Type de *Jugement conceptuel* suivant l'axe frontal et sagittal en fonction du groupe de participants (G1, G2).

Comme mentionné précédemment, selon le bloc, la consigne était congruente ou incongruente avec le mapping conceptuel du TEMPS et de la VALENCE ÉMOTIONNELLE identifié dans le cadre de cette thèse. Par exemple, pour le Groupe 1, lorsque la consigne était congruente et qu'il s'agissait d'un *jugement temporel*, les participants devaient produire un mouvement vers la droite pour un verbe au futur, et un mouvement vers la gauche pour un verbe au passé. En revanche, lorsqu'il s'agissait d'un *jugement émotionnel*, les participants devaient produire un mouvement vers l'avant pour un verbe jugé comme positif, et un mouvement vers l'arrière pour un verbe jugé comme négatif. Les participants

recevaient la consigne opposée lorsqu'ils répondaient au bloc de consigne incongruente avec le mapping conceptuel des concepts, à savoir le *jugement temporel* correspondait à un mouvement vers la gauche pour un verbe au futur et vers la droite pour un verbe au passé, et le *jugement émotionnel* à un mouvement vers l'avant pour le négatif et vers l'arrière pour le positif. Le Groupe 2 répondait suivant ces mêmes principes, mais le jugement conceptuel était inversé entre temporel et émotionnel suivant les axes de réponse. Chez tous les participants, avant de réaliser les 160 essais, les 40 stimuli verbaux étaient affichés dans un ordre aléatoire pendant 750 ms chacun, après un point de fixation de 300 ms, sans qu'aucune tâche ne soit effectuée. De plus, les participants effectuaient une phase de familiarisation avec dix essais aléatoires avant le début de la phase expérimentale. Au total, l'ensemble de l'expérience durait en moyenne 35 minutes +/- 10.

B.2.2. Analyse des données

La procédure de traitement était la même que pour l'étude précédente (voir section B.1.2.). Concernant la tâche contrôle d'asymétrie du mouvement, nous avons d'abord exclu les essais incorrects (10 essais), puis nous avons calculé les valeurs TM moyennes au niveau individuel pour exclure les essais dont les valeurs TM étaient supérieures à $M + 2 SD$ (72 essais). Par conséquent, 5.9% des valeurs ont été exclues. Ensuite, nous avons effectué une ANOVA à mesures répétées sur les TM avec l'*Axe de réponse* en facteur intra-sujet. Ensuite, le prétraitement a consisté d'abord à exclure les essais correspondant à des réponses incorrectes (263 essais sur 5 600) aux jugements. En outre, nous avons exclu les TL inférieurs à 250 ms et ceux supérieurs à 3000 ms (soit 75 essais supplémentaires exclus pour les deux critères). Au total, 6% des valeurs (338 essais) ont été exclues. Nous avons ensuite effectué une analyse contrôle des TL avec une ANOVA à mesures répétées sur les TL des stimuli en amont du jugement conceptuel, en considérant la congruence de la consigne vis-à-vis du *Mapping conceptuel*, le *Temps du stimulus*, et la *Valence du stimulus* en facteurs intra-sujet. De plus, comme dans l'étude expérimentale 1, les TM (temps de mouvement) ont été soustraits des TR (temps de réponse) pour calculer les TT (temps de traitement) afin de corriger les asymétries directionnelles idiosyncratiques du temps de mouvement. Un prétraitement supplémentaire des données a consisté à exclure d'abord les essais avec des réponses incorrectes (263 essais sur 5600) et également les essais avec des réponses correctes pour lesquels les TL étaient inférieurs à 250 ms ou supérieurs à 3000 ms (75 essais parmi les réponses correctes). Ensuite, nous avons calculé les valeurs moyennes des TT pour chaque combinaison des conditions de la consigne vis-à-vis du *Mapping conceptuel* (congruente versus incongruente) x *Jugement conceptuel* (émotionnel versus temporel) pour chaque participant, et nous avons exclu les TT supérieurs à $M + 2 ET$ (248 essais). Au total, 10.4% (586 essais) des données ont été exclues. En somme, l'analyse des TT a été réalisée sur 89.6% des données initiales. Cette méthode a également

permis de conserver 183 parmi les 263 essais incorrects pour une analyse complémentaire du taux d'erreur. Nous avons ensuite mené une ANOVA à mesures répétées en considérant la congruence de la consigne vis-à-vis du *Mapping conceptuel* (consigne congruente vs. incongruente), le *Jugement conceptuel* (temporel ou émotionnel), le *Temps du stimulus* (futur, passé), et la *Valence du stimulus* (positive, négative) en facteurs intra-sujet, et l'*Axe de réponse* (G1 et G2) en facteur inter-sujets.

B.2.3 Résultats et discussion

B.2.3.1 Tâche contrôle et temps de lecture

La tâche contrôle évaluant l'éventuelle présence d'une asymétrie du mouvement (le long d'un axe donné) a montré un effet significatif de la *Direction du mouvement*, $F(3, 34) = 7.676, p < 0.001$. Les tests post hoc de Bonferroni ont montré des TM significativement plus courts pour le mouvement vers la droite ($M_{\text{droite}} = 818 \text{ ms} \pm 104$) par rapport aux autres directions de mouvement ($M_{\text{arrière}} = 865 \text{ ms} \pm 93$; $M_{\text{gauche}} = 848 \text{ ms} \pm 100$; $M_{\text{avant}} = 855 \text{ ms} \pm 107$), $ps < 0.033$. Les TM pour les directions vers la gauche, vers l'arrière et vers l'avant ne différaient pas les uns des autres, $ps > 0,50$. La présence de TM plus courts uniquement pour les mouvements vers la droite par rapport aux autres directions contraste avec l'expérience précédente qui avait montré des asymétries motrices dans chaque axe, et notamment un mouvement dirigé vers la gauche plus rapide que vers la droite suivant l'axe frontal. Une explication possible réside dans la différence de posture dans les deux expériences liée à la position du clavier ou boîtier réponse par rapport au corps du participant. En effet, dans l'étude précédente, le clavier était centré sur la main dominante, c'est-à-dire excentré à droite de l'axe sagittal du participant. Or, dans cette nouvelle étude, le boîtier de réponse est centré sur l'axe sagittal du participant, le long de l'axe du regard vers le centre de l'écran où étaient présentés les stimuli. A noter que la soustraction de ces différences de TM aux temps de réponses par direction suivant les axes de réponses et par participant, ne modifie pas fondamentalement les résultats des ANOVAs sur les TT (cf. **Annexe 6**).

Concernant les temps de lecture (TL) des verbes, l'ANOVA pour le groupe 1 (temps-frontal ; valence-sagittal) a mis évidence un effet principal de la consigne du *mapping conceptuel*, $F(1, 16) = 5.77, p = 0.029, d = 0.58, \text{Pr}(\delta > 18 \text{ ms}) = 0.95, \text{BF}_0 = 0.44 < \text{BF}_{10} = 2.25$, avec des TL plus courts lorsque la consigne est congruente avec le mapping conceptuel des deux concepts ($M = 822 \text{ ms}$) plutôt qu'incongruente ($M = 891 \text{ ms}$). Aucun autre effet principal ne s'est avéré significatif, $ps > 0.70$. Les résultats ont indiqué un effet marginal de l'interaction *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus*, $F(1, 16) = 3.15, p = 0.095, \eta_p^2 = 0.16$, mais aucune des comparaisons post-hocs n'était significative, $ps > 0.67$, et les différences ne dépassaient pas 15ms descriptivement. Quant au groupe 2 (temps-sagittal ; valence-frontal), l'ANOVA n'a mis en évidence qu'un effet principal marginal du *mapping conceptuel*, $F(1,$

17) = 3.77, $p = 0.069$, $d = 0.46$, $\Pr(|\delta| < 156 \text{ ms}) = 0.95$, $\text{BF}_{01} = 0.89 < \text{BF}_{10} = 1.13$, avec des temps de lecture descriptivement plus courts lorsque la consigne était congruente ($M = 1036 \text{ ms}$) plutôt qu'incongruente ($M = 1117 \text{ ms}$). Aucun autre effet principal, ni effet d'interaction ne s'est avéré significatif $ps > 0.21$. En résumé, nos résultats suggèrent que les verbes sont plus rapidement lus lorsqu'ils sont dans un bloc d'essais où la consigne est congruente avec le mapping conceptuel des deux concepts abstraits étudiés. Cet effet de congruence de la consigne au niveau du TL pourrait suggérer qu'avant même de savoir quel type de jugement devra être fait, les participants anticipent déjà les réponses possibles pour chaque type de jugement conceptuel pendant la lecture des stimuli.

B.2.3.2. Temps de traitement des jugements temporels ou émotionnels

Pour chaque groupe (G1, G2) nous avons analysé séparément les résultats en fonction de chaque type de jugement avec une ANOVA à mesures répétées avec la congruence de la consigne vis-à-vis du *Mapping conceptuel* (congruente vs incongruente), le *Temps du stimulus* (passé, futur), et la *Valence du stimulus* (positive, négative), en facteurs intra-sujet.

- **Groupe 1 : Jugement temporel suivant l'axe frontal et jugement émotionnel suivant l'axe sagittal**

Jugement temporel suivant l'axe frontal

Pour le *jugement temporel* suivant l'axe frontal, l'ANOVA a montré un effet principal de la congruence de la consigne vis-à-vis du *mapping conceptuel* du TEMPS, $F(1, 16) = 6.46$, $p = 0.022$, $d = 0.62$, $\Pr(\delta > 45 \text{ ms}) = 0.95$, $\text{BF}_{01} = 0.36 < \text{BF}_{10} = 2.82$ (Voir **Figure 16**), avec des temps plus courts quand la consigne est congruente avec le mapping conceptuel du TEMPS ($M = 547 \text{ ms}$) plutôt qu'incongruente ($M = 693 \text{ ms}$).

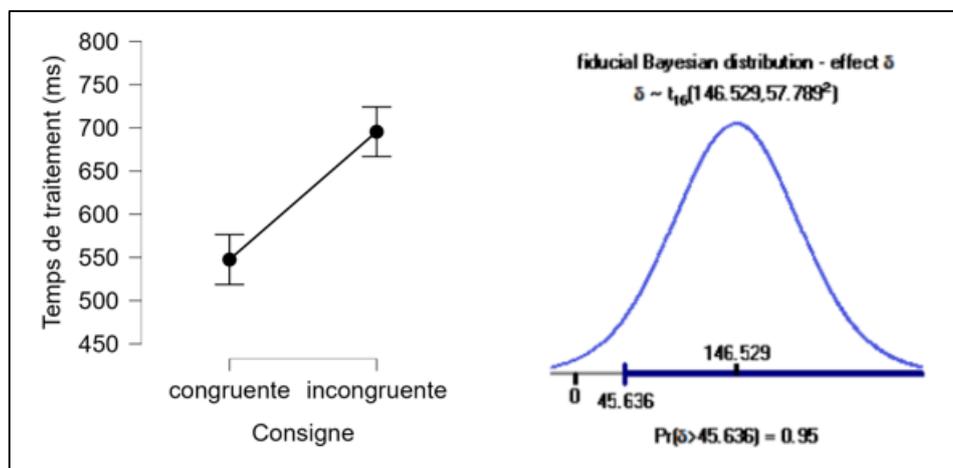


Figure 16. Effet principal de la congruence de la consigne vis-à-vis du *Mapping conceptuel* du TEMPS suivant l'axe frontal

Même si d'un point de vue bayésien les données fournissent des preuves anecdotiques ($BF_{10} < 3$) en faveur de l'effet de congruence, les analyses fiducio-bayésiennes montrent que l'effet serait *a minima* de 45 ms dans la population, ce qui resterait un effet notable. Aucun autre effet principal n'était significatif, que ce soit le *Temps du stimulus*, $F(1, 16) < 1, p = 0.63, d = 0.10$, ou la *Valence du stimulus*, $F(1, 16) < 1, p = 0.96, d = 0.001$. Par ailleurs, même si on constate la présence d'un effet d'interaction significatif *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus*, $F(1, 16) = 9.14, p = 0.008, \eta_p^2 = 0.36$, les comparaisons post-hocs ne montrent aucune différence significative entre moyennes, $ps > 0.24$. On trouve également un effet d'interaction marginal de nos trois facteurs, *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus*, $F(1, 16) = 3.86, p = 0.067, \eta_p^2 = 0.19$, illustré dans la **Figure 17**. Aucun autre effet d'interaction n'était significatif ($p > 0.12$).

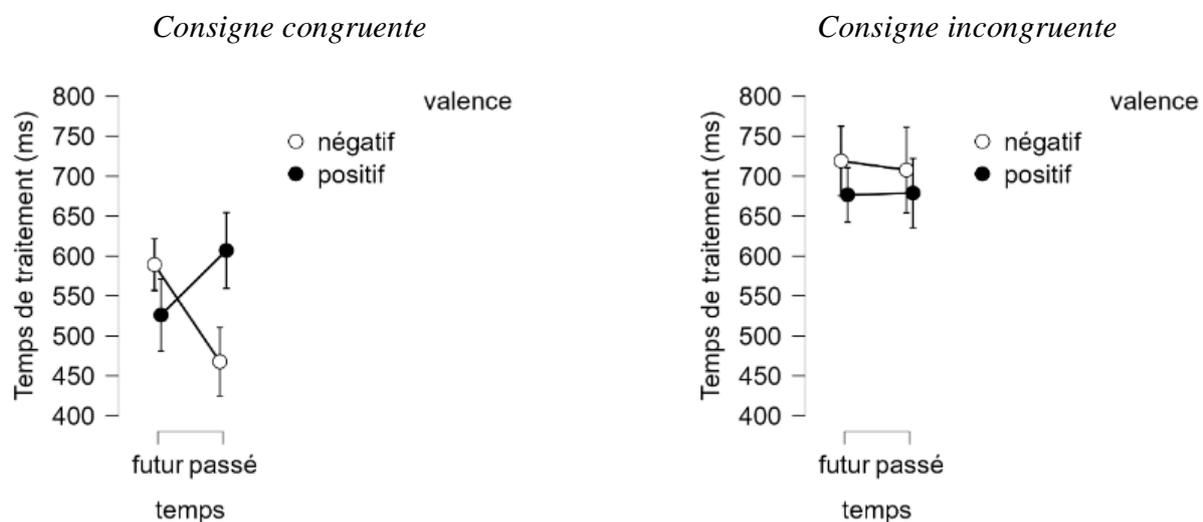


Fig 17. Effet d'interaction suggérant que l'interaction *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* varie en fonction de la congruence de la consigne vis-à-vis du *Mapping conceptuel du TEMPS*, au niveau des temps de traitement

Pour bien comprendre l'origine de l'effet d'interaction à trois facteurs, nous avons mené deux analyses séparées de l'effet d'interaction *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* en fonction de la congruence de la consigne vis-à-vis du *Mapping conceptuel* du TEMPS. Lorsque la consigne est congruente avec le *mapping conceptuel* du TEMPS, on trouve un effet d'interaction croisée significatif *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus*, $F(1, 16) = 9.52, p = 0.007, \eta_p^2 = 0.37$, illustré dans la partie gauche de la **Figure 17**. Les données indiquent descriptivement des temps de traitement plus courts pour les stimuli futur-positif ($M = 526$ ms) et passé-négatif ($M = 467$ ms) plutôt que futur-négatif ($M = 589$ ms) et passé-positif ($M = 607$ ms). Les analyses post-hocs montrent une différence significative uniquement entre passé-négatif et passé-positif ($p = 0.020$) et une différence marginale entre futur-négatif et passé-négatif ($p = 0.067$) ; aucune autre comparaison n'était significative ($ps > 0.50$). Par ailleurs, aucun effet principal n'était significatif dans la condition congruente, à savoir ni le *Temps du Stimulus* ($p =$

0.56), ni la *Valence du stimulus* ($p = 0.26$). Lorsque la consigne était incongruente avec le *mapping conceptuel* du TEMPS, l'effet d'interaction *Temps du stimulus x Valence du stimulus* (illustrée dans la partie gauche de la **Figure 17**) n'était pas significatif, $F(1, 16) < 1$, $p = 0.80$, $\eta_p^2 = 0.004$, et aucun effet principal n'était significatif, ni le *Temps du stimulus* ($p = 0.91$), ni la *Valence du stimulus* ($p = 0.31$).

L'ANOVA sur les taux d'erreur de réponse n'a montré aucun effet principal significatif, ni pour la congruence de la consigne vis-à-vis du *Mapping conceptuel* ($p = 0.90$, $d = 0.05$), ni pour le *Temps du Stimulus* ($p = 0.30$, $d = 0.18$), et ni pour la *Valence du stimulus* ($p = 0.26$, $d = 0.20$). Toutefois, on trouve un effet d'interaction à trois facteurs *Mapping conceptuel x Temps du stimulus x Valence du stimulus*, $F(1, 16) = 5.58$, $p = 0.031$, $\eta_p^2 = 0.26$, illustré dans la **Figure 18**. Des ANOVAs séparées en fonction de la congruence ou non de la consigne vis-à-vis du *Mapping conceptuel* du TEMPS montrent des résultats suivant la même logique que les résultats sur les TTs. En l'occurrence, lorsque la consigne est congruente avec le *mapping conceptuel* du TEMPS, on trouve une d'interaction croisée significative *Temps du Stimulus x Valence du stimulus*, $F(1, 16) = 6.96$, $p = 0.018$, $\eta_p^2 = 0.30$. Toutefois, bien que les verbes futur-positif ($M = <1\%$) et passé-négatif ($M = 1.9\%$) montrent descriptivement un taux d'erreur inférieur aux verbes futur-négatif ($M = 3.1\%$) et passé-positif ($M = 3.6\%$), aucune comparaison post-hoc ne s'est avérée significative ($ps > 0.23$). Lorsque la consigne était incongruente avec le *Mapping conceptuel* du TEMPS, l'effet d'interaction *Temps du stimulus x Valence du stimulus*, $F(1, 16) = 0.24$, $p = 0.63$, $\eta_p^2 = 0.014$, n'était plus significatif.

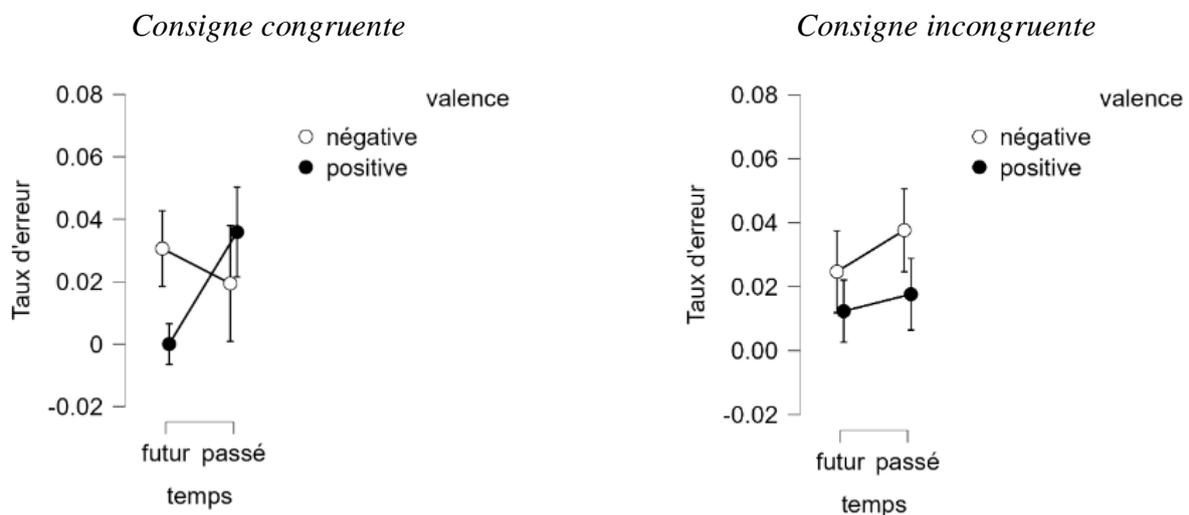


Figure 18. Effet d'interaction suggérant que l'interaction *Temps du stimulus x Valence du stimulus* varie en fonction de la congruence de la consigne vis-à-vis du *Mapping conceptuel* du TEMPS, au niveau des taux d'erreur.

Aucun autre effet d'interaction ne s'est avéré significatif, qu'il s'agisse de *Mapping conceptuel x Temps du stimulus* ($p = 0.82$, $\eta_p^2 = 0.003$), de *Mapping conceptuel x Valence du stimulus* ($p = 0.59$, $\eta_p^2 = 0.018$), ou de *Temps du stimulus x Valence du stimulus* ($p = 0.13$, $\eta_p^2 = 0.14$).

Jugement émotionnel suivant l'axe sagittal

Pour le *jugement émotionnel* suivant l'axe sagittal, l'ANOVA a montré un effet marginal de la congruence de la consigne vis-à-vis du *Mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE, $F(1, 16) = 3.02$, $p = 0.10$, $d = 0.42$, $\Pr(|\delta| < 199 \text{ ms}) = 0.95$, $BF_{01} = 1.15 > BF_{10} = 0.87$ (**Figure 19**), avec des temps plus courts pour répondre avec une consigne congruente avec le *Mapping conceptuel* ($M = 709$ ms) plutôt qu'incongruente ($M = 809$ ms). Même si cet effet n'atteint pas la significativité, les analyses fiducio-bayésiennes indiquent que l'effet n'est potentiellement pas négligeable car il pourrait aller jusqu'à 190 ms environ. Qui plus est, les Bayes Factor ne permettent pas de statuer ni en faveur de l'absence ou de la présence d'un effet dans la population. Aucun autre effet principal n'était significatif, ni pour le *Temps du stimulus*, $F(1, 16) < 1$, $p = 0.99$, $d = 0.07$, et ni pour la *Valence du stimulus*, $F(1, 16) < 1$, $p = 0.99$, $d = 0.01$.

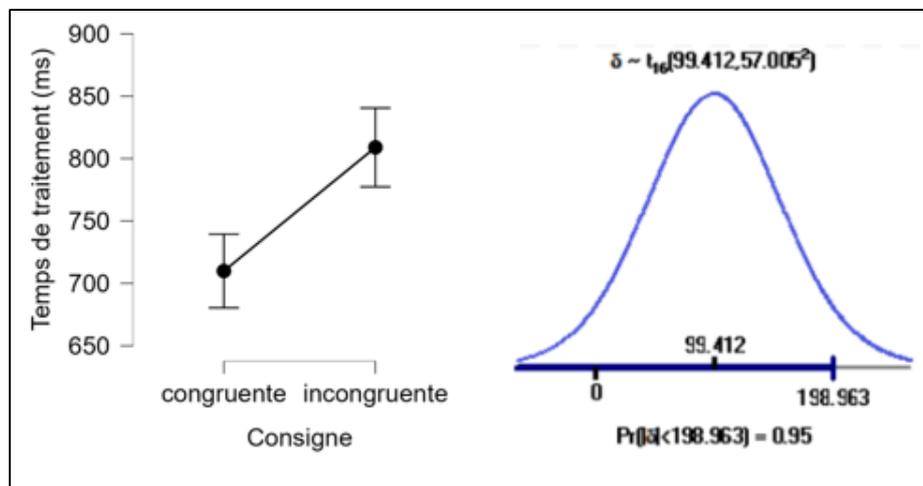


Figure 19. Effet principal non significatif de la congruence de la consigne vis-à-vis du *Mapping conceptuel* de la VALENCE EMOTIONNELLE suivant l'axe sagittal

Par ailleurs, les résultats ont montré un effet d'interaction croisée significatif *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus*, $F(1, 16) = 5.04$, $p = 0.039$, $\eta_p^2 = 0.24$ (voir **Figure 20**). Toutefois, bien que les verbes passé-négatif ($M = 723$ ms) et futur-positif ($M = 722$ ms) induisaient descriptivement des temps de traitements plus courts que les verbes futur-négatif ($M = 796$ ms) et passé-positif ($M = 796$ ms), les comparaisons post-hocs n'indiquaient pas de différence significative, $ps > 0.45$.

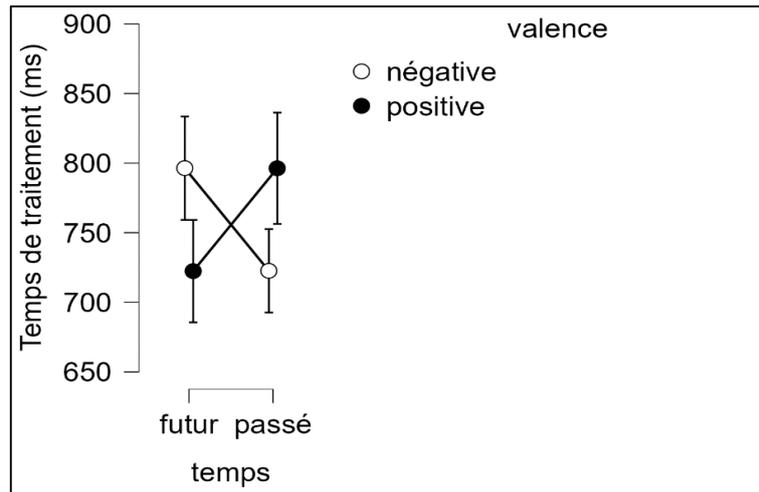


Figure 20 : Interaction croisée symétrique *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus*

Aucun autre effet d'interaction ne s'est avéré significatif, ni *Mapping conceptuel* x *Valence du stimulus* ($p = 0.59$, $\eta_p^2 = 0.020$), ni *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* ($p = 0.58$, $\eta_p^2 = 0.019$), et ni *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* ($p = 0.53$, $\eta_p^2 = 0.024$).

Concernant l'analyse complémentaire sur le taux d'erreur, aucun effet principal ne s'est avéré significatif, ni pour le *Mapping conceptuel* ($p = 0.75$, $d = 0.05$), le *Temps du stimulus* ($p = 0.59$, $d = 0.09$), ou la *Valence du stimulus* ($p = 0.58$, $d = 0.14$). Toutefois, on a trouvé un effet d'interaction significatif pour *Mapping conceptuel* x *Valence du stimulus*, $F(1, 16) = 4.74$, $p = 0.045$, $\eta_p^2 = 0.23$. Descriptivement les résultats indiquent des taux d'erreurs plus faibles pour les stimuli négatifs lorsque la consigne est incongruente avec le *Mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE (négatif-avant, $M = 1.8\%$) plutôt que congruente (négatif-arrière, $M = 3.9\%$), alors que pour le positif, le taux d'erreur est plus faible lorsque la consigne est congruente avec le *Mapping conceptuel* (positif-avant, $M = 2.7\%$) plutôt qu'incongruente (positif-arrière, $M = 4.1\%$). Néanmoins, les analyses post-hocs ne montrent pas de différence significative, $ps > 0.54$. Aucun autre effet d'interaction n'était significatif, à savoir *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* ($p = 0.98$, $\eta_p^2 > 0.001$), *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* ($p = 0.43$, $\eta_p^2 = 0.039$), *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* ($p = 0.40$, $\eta_p^2 = 0.044$).

- **Groupe 2 : Jugement temporel suivant l'axe sagittal et jugement émotionnel suivant l'axe frontal**

Jugement temporel suivant l'axe sagittal

Pour le *jugement temporel* sur l'axe sagittal, l'ANOVA a montré un effet principal de la congruence de la consigne vis-à-vis du *Mapping conceptuel* du TEMPS, $F(1, 17)=5.78$, $p = 0.028$, $d = 0.60$, $\Pr(\delta > 81\text{ms}) = 0.95$, $\text{BF}_{01} = 0.34 < \text{BF}_{10} = 2.95$ (**Figure 21**) avec des temps plus courts pour répondre avec une consigne congruente avec le mapping conceptuel ($M = 578$ ms) plutôt qu'incongruente ($M = 873$ ms). Même si d'un point de vue bayésien les données ne fournissent toujours pas de preuves substantielles (car $\text{BF} < 3$) en faveur de l'effet de congruence, les analyses fiducio-bayésiennes montrent que l'effet serait *a minima* de 81 ms dans la population, ce qui reste un effet notable, presque deux fois plus important que ce que nous avons trouvé pour le *jugement temporel* sur l'axe frontal chez le Groupe 1. Aucun autre effet principal ne s'est avéré significatif, ni pour le *Temps du Stimulus*, $F(1, 17) < 1$, $p = 0.74$, $d = 0.05$, ni pour la *Valence du stimulus*, $F(1,17) < 1$, $p = 0.46$, $d = 0.23$.

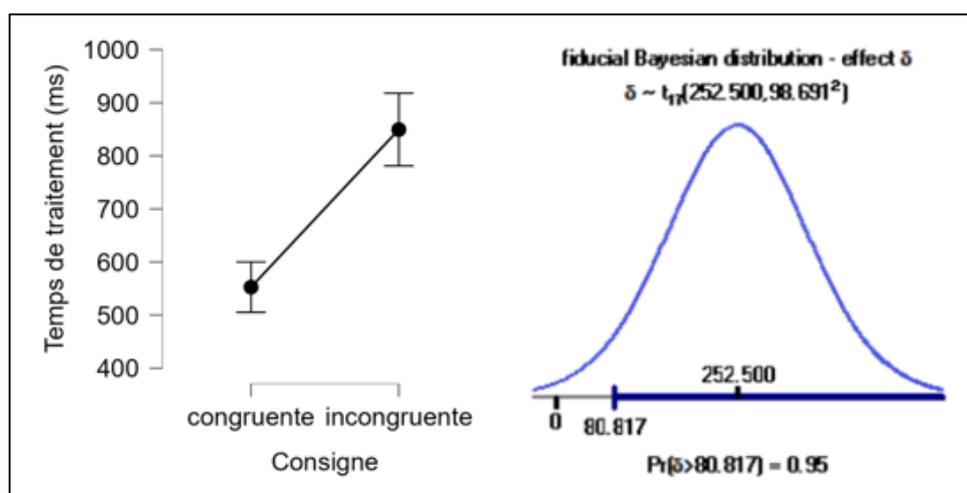


Figure 21. Effet principal de la congruence de la consigne vis-à-vis du *Mapping conceptuel* du TEMPS suivant l'axe sagittal

Par ailleurs, l'ANOVA a mis en évidence un effet d'interaction croisée marginal *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus*, $F(1, 17) = 4,001$, $p = 0.062$, $\eta_p^2 = 0.19$. Toutefois, bien que les temps de traitements étaient descriptivement plus courts pour les verbes futur-positif ($M = 650$ ms) et passé-négatifs ($M = 681$ ms) que pour les verbes futur-négatif ($M = 788$ ms) et passé-positif ($M = 783$ ms), les post-hocs n'ont montré aucune différence significative entre ces conditions, $ps > 0.26$.

Aucun autre effet d'interaction ne s'est avéré significatif, à savoir, ni *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* ($p = 0.20$, $\eta_p^2 = 0.093$), ni *Mapping conceptuel* x *Valence du stimulus* ($p = 0.69$, $\eta_p^2 = 0.009$), ni *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* ($p = 0.231$, $\eta_p^2 = 0.083$).

Concernant les taux d'erreur, on n'a trouvé aucun effet principal significatif, ni pour le *Mapping conceptuel* ($p = 0.25$, $d = 0.21$), le *Temps du Stimulus* ($p = 0.68$, $d = 0.10$), ou la *Valence du stimulus* ($p=0.36$, $d=0.18$); ni aucun effet d'interaction significatif, que cela soit pour *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* ($p = 0.36$, $\eta_p^2 = 0.049$), *Mapping conceptuel* x *Valence du stimulus* ($p = 0.25$, $\eta_p^2 = 0.077$), *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* ($p = 0.14$, $\eta_p^2 = 0.12$), ou *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* ($p = 0.40$, $\eta_p^2 = 0.041$).

Jugement émotionnel suivant l'axe frontal

Pour le *jugement émotionnel* sur l'axe frontal, l'ANOVA a montré un effet principal de la congruence de la consigne du *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE, $F(1, 17) = 4.47$, $p = 0.049$, $d = 0.52$, $\Pr(\delta > 23 \text{ ms}) = 0.95$, $BF_{01} = 0.59 < BF_{10} = 1.69$ (**Figure 22**), avec des temps plus courts pour répondre avec une consigne congruente avec le mapping conceptuel ($M = 692 \text{ ms}$) plutôt qu'incongruente ($M = 801 \text{ ms}$). Même si d'un point de vue bayésien les données ne fournissent toujours pas de preuves substantielles (car $BF < 3$) en faveur de l'effet de congruence, les analyses fiducio-bayésiennes montrent que l'effet serait *a minima* de 23 ms dans la population, ce qui reste un effet notable, bien que deux fois moins important que l'effet sur l'axe frontal chez le Groupe 1 lors du *jugement temporel*. Ce résultat sur la grandeur de l'effet de congruence pour *un jugement émotionnel*, potentiellement comparable dans la population (même si significatif dans le groupe 2 et pas dans le groupe 1) est très intéressant, car cohérent en termes d'amplitude indépendamment de l'axe de réponse. Aucun autre effet principal n'était significatif, ni pour le *Temps du stimulus*, $F(1, 17) < 1$, $p = 0.50$, $d = 0.16$, ou la *Valence du stimulus*, $F(1, 17) < 1$, $p = 0.41$, $d = 0.17$.

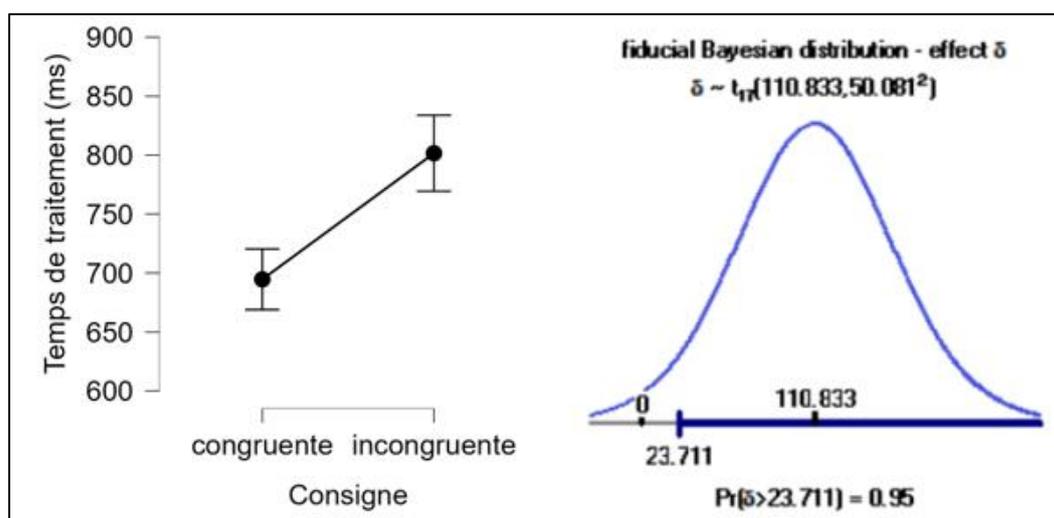


Figure 22. Effet principal de la congruence de la consigne vis-à-vis du *Mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE suivant l'axe frontal.

On trouve également un effet d'interaction marginal *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus*, $F(1, 17) = 3.91$, $p = 0.064$, $\eta_p^2 = 0.19$. Toutefois, bien que les stimuli futur-positif ($M = 702$ ms) et passé-négatif ($M = 696$ ms) induisaient descriptivement des TT plus courts que pour les stimuli futur-négatif ($M = 726$ ms) et passé-positif ($M = 768$ ms), aucune comparaison post-hoc n'était significative, $ps > 0.38$. Aucun effet d'interaction ne s'est révélé significatif, ni pour *Mapping conceptuel* x *Valence du stimulus* ($p = 0.76$, $\eta_p^2 = 0.006$), pour *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* ($p = 0.67$, $\eta_p^2 = 0.010$), ou *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* ($p = 0.68$, $\eta_p^2 = 0.010$).

Concernant les taux d'erreur, on ne trouve aucun effet principal significatif, ni pour la congruence de la consigne vis-à-vis du *Mapping conceptuel* ($p = 0.77$, $d = 0.07$), le *Temps du Stimulus* ($p = 0.33$, $d = 0.16$), ou la *Valence du stimulus* ($p = 0.62$, $d = 0.09$). Par ailleurs aucun effet d'interaction n'était significatif : *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* ($p = 0.30$, $\eta_p^2 = 0.061$), *Mapping conceptuel* x *Valence du stimulus* ($p = 0.19$, $\eta_p^2 = 0.097$), *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* ($p = 0.76$, $\eta_p^2 = 0.005$) ; *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* ($p = 0.76$, $\eta_p^2 = 0.005$).

De manière complémentaire, les données du Groupe 1 (répondant au *jugement temporel* suivant l'axe frontal et au *jugement émotionnel* suivant l'axe sagittal) montrent des différences de TT moyens en fonction du jugement demandé, qui varient avec la congruence de la consigne. En effet, lorsque la consigne est congruente avec le mapping conceptuel, on constate que le *jugement temporel* ($M = 546$ ms) est significativement plus rapide ($t(16) = 3.58$, $p = 0.002$, $d = 0.86$, $\Pr(\delta > 177 \text{ ms}) = 0.95$, $\text{BF}_{01} = 0.01 < \text{BF}_{10} = 85.81$) que le *jugement émotionnel* ($M = 708$ ms). Par contre, lorsque la consigne est incongruente avec le mapping conceptuel, alors le *jugement temporel* ($M = 693$ ms) n'est seulement que marginalement plus rapide ($t(16) = 1.74$, $p = 0.09$, $d = 0.41$, $\Pr(|\delta| < 35 \text{ ms}) = 0.95$, $\text{BF}_{01} = 0.50 > \text{BF}_{10} = 1.98$) que pour le *jugement émotionnel* ($M = 808$ ms). De plus, pour les données du Groupe 2 (répondant au jugement temporel suivant l'axe sagittal et au jugement émotionnel suivant l'axe frontal), une analyse des TT moyens en fonction du jugement demandé, montre que lorsque la consigne est congruente avec le mapping conceptuel, ($M = 552$ ms) le *jugement temporel* est significativement plus rapide ($t(17) = 3.36$, $p = 0.003$, $d = 0.79$, $\Pr(\delta > 46 \text{ ms}) = 0.95$, $\text{BF}_{01} = 0.19 < \text{BF}_{10} = 5.21$) que le *jugement émotionnel* ($M = 692$ ms). A contrario, lorsque la consigne est incongruente avec le mapping conceptuel, le TT d'un *jugement temporel* ($M = 802$ ms) est aussi long ($t(17) = 0.03$, $p = 0.97$, $d = 0.008$, $\Pr(|\delta| < 22 \text{ ms}) = 0.95$, $\text{BF}_{01} = 3.99 > \text{BF}_{10} = 0.25$) que pour un *jugement émotionnel* ($M = 806$ ms). De plus, bien qu'il s'agisse de groupes différents (Groupe 1 et Groupe 2), des comparaisons de TT au sein d'un même axe montrent d'une part, pour l'axe frontal, un *jugement temporel* marginalement plus rapide que pour le *jugement émotionnel*, quand la consigne est congruente avec le mapping

conceptuel, $t(33) = 1.74$, $p = 0.09$, $\Pr(|\delta| < 50 \text{ ms}) = 0.95$, $\text{BF}_{01} = 0.47 > \text{BF}_{10} = 2.12$, et aucune différence lorsque la consigne est incongruente, $t(33) = 0.67$, $p = 0.50$, $\Pr(|\delta| < 30 \text{ ms}) = 0.95$, $\text{BF}_{01} = 1.39 > \text{BF}_{10} = 0.72$. En ce qui concerne l'axe sagittal, lorsque la consigne est congruente avec le mapping conceptuel, le *jugement temporel* est significativement plus rapide que le *jugement émotionnel*, $t(33) = 2.10$, $p = 0.04$, $\Pr(\delta > 38 \text{ ms}) = 0.95$, $\text{BF}_{01} = 1.70 < \text{BF}_{10} = 0.57$, alors qu'aucune différence n'apparaît lorsqu'une la consigne est incongruente, $t(33) = 0.01$, $p = 0.99$, $\Pr(|\delta| < 1 \text{ ms}) = 0.95$, $\text{BF}_{01} = 2.65 > \text{BF}_{10} = 0.38$. Enfin, on notera qu'après correction pour les comparaisons multiples (à savoir un seuil à $p < 0.05/8$), restent deux différences significatives, à savoir que lorsque la consigne est congruente avec le mapping conceptuel : a) le *jugement temporel* sur l'axe frontal est plus rapide que le *jugement émotionnel* sur l'axe sagittal ($p = 0.002$) ; et b) le *jugement temporel* sur l'axe sagittal est plus rapide que le *jugement émotionnel* sur l'axe frontal ($p = 0.003$).

B.2.4 Synthèse et discussion de l'Étude expérimentale 2

Dans l'ensemble, les résultats de l'Étude expérimentale 2 ont permis de confirmer nos suspicions concernant l'effet de la configuration du codage S-R explicite du paradigme expérimental de l'étude expérimentale 1 nous ayant empêché de mieux appréhender les effets observés. En effet, dans l'étude précédente, le codage S-R de la consigne associait explicitement le codage des stimuli à une même direction de réponse. Par exemple, pour les participants répondant suivant l'axe frontal (G1 lors de l'Étude expérimentale 1), le jugement d'un stimulus au futur et au positif était associé à mouvement vers la droite, et le jugement d'un stimulus au passé et au négatif était associé à mouvement vers la gauche, lorsqu'une consigne était congruente avec le mapping conceptuel des deux concepts, et inversement lorsque la consigne était incongruente (gauche-passé-négatif et droite-futur-positif). Ainsi, une stratégie cognitive efficace et explicite de codage S-R aurait pu être mise en place (regroupant cognitivement les stimuli futur-positif et passé-positif contrairement à ceux futur-négatif et passé-positif), et en conséquence neutraliser les effets de congruence d'origine incarnée attendus vis-à-vis du mapping conceptuel des concepts dans chaque jugement (temporel versus émotionnel). En outre, cette stratégie de codage S-R pouvait également biaiser l'interprétation de l'activation hypothétique d'un effet d'*association temps-valence* d'ordre *cognitif* et/ou *motivationnel*. Dans cette nouvelle étude, nous avons séparé le jugement conceptuel (temporel versus émotionnel) de l'axe de réponse (le groupe 1 répondant au *jugement temporel* suivant l'axe frontal et au *jugement émotionnel* suivant l'axe sagittal ; et le groupe 2 répondant au *jugement temporel* suivant l'axe sagittal et au *jugement émotionnel* suivant l'axe frontal), en suggérant que cette amélioration méthodologique limiterait l'usage de ce type de

stratégie purement cognitive dans nos résultats afin de mieux appréhender nos hypothèses de cognition incarnée.

En l'occurrence, contrairement à l'Étude expérimentale 1, on trouve un effet de congruence avec le mapping conceptuel du TEMPS d'une part suivant l'axe frontal (estimé à au moins 46 ms dans la population parente), où les participants sont plus rapides pour faire un mouvement vers la gauche pour le juger du passé (plutôt que vers la droite) et plus rapides pour faire un mouvement vers la droite pour le juger du futur (plutôt que la gauche) ; et d'autre part suivant l'axe sagittal (estimé à au moins 80 ms environ dans la population parente), c'est-à-dire des mouvements plus rapides vers l'avant pour le futur et vers l'arrière pour le passé plutôt que l'inverse. L'effet de congruence conceptuelle du TEMPS suivant l'axe frontal s'avère être de moindre amplitude dans la population parente que pour l'axe sagittale. D'un côté, la présence de cet effet sur les deux axes suggère qu'il puisse exister une base sensori-motrice de la compréhension du concept de TEMPS. D'un autre côté, le fait que cet effet soit estimé plus fort dans la population parente pour l'axe sagittal refléterait aussi sa plus grande inscription spatiale et corporelle dans le langage au travers d'expressions du type « je laisse le passé derrière moi » ; « j'ai tout l'avenir devant moi » ; expressions peu présentes dans l'axe frontal. De ce fait, nous pensons que notre déplacement dans l'espace (suivant l'axe sagittal) et plus particulièrement le mouvement relatif à notre système d'écriture et de lecture (suivant l'axe frontal) que nous utilisons également pour communiquer (langage corporelle) peuvent être à l'origine de son ancrage conceptuel, en accord avec l'activation d'une chronologie mentale du TEMPS (Sell et Kachack, 2011; Bonato et al. 2012; Grasso et al., 2022). Ces résultats soutiendraient notre hypothèse principale que nos expériences sensori-motrices peuvent être à l'origine de la conceptualisation du TEMPS, ancré dans et par le mouvement, apportant des éléments de preuves supplémentaires en faveur d'une dimension incarnée des concepts abstraits.

De plus, on trouve également un effet de congruence pour le mapping conceptuel de la VALENCE ÉMOTIONNELLE d'une part suivant l'axe frontal (estimé à au moins 23 ms dans la population parente), pour lequel les participants sont plus rapides pour faire un mouvement vers la gauche en réponse à un stimulus négatif (plutôt que vers la droite) et plus rapides pour faire un mouvement vers la droite pour un stimuli positif (plutôt que la gauche). Cet effet de congruence s'avère non significatif lors du jugement émotionnel suivant l'axe sagittal ($p = 0.10$) mais non négligeable en termes de taille d'effet (car $d = 0.42$, est supérieur au critère $d < 0.20$ pour statuer à un effet faible) et estimé comme pouvant possiblement aller jusqu'à 195 ms environ d'après nos analyses fiducio-bayésiennes ; effet potentiellement non négligeable dans la population. Ces résultats sont également compatibles avec nos prédictions associées à notre hypothèse principale, à savoir que suivant l'axe frontal, nous nous attendions à

montrer un effet de congruence, en accord avec la *l'hypothèse de la spécificité corporelle* (Casasanto 2009) et la notion de *fluence motrice* (Milhau et al. 2015), et suivant l'axe sagittal à montrer un effet de congruence plus nuancé.

Par ailleurs, dans l'étude précédente, le dispositif de réponse était centré sur la main des participants (décalé vers la droite centrée sur la main qui répond) expliquant peut-être aussi des résultats quelque peu incohérents avec nos prédictions pour le concept de VALENCE ÉMOTIONNELLE suivant l'axe frontal (voir section B.1.4). Dans cette étude 2, le nouveau dispositif de réponse était centré devant les participants (le long de l'axe du regard et du centre de l'écran affichant les stimuli), ainsi maintenant les réponses effectuées suivant l'axe frontal pourraient être plus propices à activer des modalités sensorielles dans un référentiel égocentré (suivant l'axe sagittal : avant-arrière et/ou loin-près ; et suivant l'axe frontal : gauche-droite) contrairement à l'étude précédente où les réponses étaient toujours effectuées uniquement dans l'hémi-espace droit. En l'occurrence, dans l'étude précédente suivant l'axe sagittal, le mouvement effectué pouvait être plus propice à activer un seul référentiel spatial (où les participants se déplacent en avant ou en arrière), car les modalités sensorielles (motrices et visuelles) sollicitaient un déplacement du buste vers l'avant ou vers l'arrière du corps. Ici, le dispositif étant placé devant soi ne permettait pas « concrètement » au corps (en se penchant) d'aller vers l'avant ou vers l'arrière et ainsi rendait plus ambigu le référentiel spatial péri-personnel utilisé avec une interprétation possible en termes de proche-loin. En effet, les participants pourraient avoir la perspective de s'éloigner ou de s'approcher du stimulus (avant-arrière) ou encore chercher à éloigner ou rapprocher le stimulus (proche-loin). Ainsi, nos résultats corroborent les explications et les limites suggérées dans l'étude précédente, également vis-à-vis des taux d'erreurs lors du *jugement émotionnel* suivant l'axe frontal et l'explication de l'effet d'interaction à trois facteurs *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* trouvé lors du *jugement temporel* suivant l'axe sagittal (voir section, B.1.4).

En effet, dans une seconde hypothèse, nous avons prédit qu'à travers ces effets de congruence (spécifiques à chaque concept et axe de réponse), nous pouvions trouver un effet d'interaction *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* qui pourrait se jouer au niveau de la consigne qui induirait des mouvements similaires (facilitation) ou opposés (interférence) entre mappings conceptuels des concepts. Ainsi, lorsque la consigne est congruente avec le jugement conceptuel demandé (*Mapping conceptuel* du TEMPS, lors du *jugement temporel* et *Mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE lors du *jugement émotionnel*), on s'attendait à trouver des TT plus courts pour les stimuli futur-positif et le passé-négatif plutôt que pour ceux au futur-négatif et passé-positif, mais cet avantage serait obsolète lorsque la consigne est incongruente. En conséquence, cet effet d'interaction pourrait varier en

fonction de la robustesse du mapping conceptuel des concepts suivant l'axe de réponse (frontal < sagittal). En outre, l'avantage de TT pour les stimuli futur-positif et passé-négatif pourrait également correspondre à l'activation hypothétique d'un effet relatif à un biais de positivité du futur, c'est-à-dire une *association temps-valence* pouvant également se jouer au niveau du jugement conceptuel (Spatola et al., 2018; Kaup et al., 2021). Cet effet relatif à une *association temps-valence* pourrait être purement d'ordre *cognitif* (par ex., une association langagière et/ou culturelle, déconnectée du réseau-sensori-moteur) ou encore d'ordre *motivationnel* (plus psychologique et/ou expérientiel, c'est-à-dire potentiellement sensori-moteur car pouvant être lié à la plus grande *saillance intrinsèque de la valence*). En l'occurrence, après les améliorations méthodologiques apportées dans cette 2ème étude, nous retrouvons toujours un effet d'interaction croisée *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus*, toutefois non forcément asymétrique versus symétrique comme dans l'étude 1, et également plus nuancé dans cette étude (avec des effets marginaux pour le groupe 2 qui répondait au *jugement temporel* suivant l'axe sagittal et au *jugement émotionnel* suivant l'axe frontal, mais d'amplitude relativement comparable au groupe 1 puisque les valeurs de η_p^2 sont autour de 0.20). De plus, de manière similaire à l'étude précédente montrant un effet d'interaction à trois facteurs *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* pour le *jugement temporel* suivant l'axe sagittal ($p = 0.040$, $\eta_p^2 = 0.21$), on retrouve ici, marginalement, ce même effet d'interaction à trois facteurs, mais cette fois-ci pour le jugement temporel suivant l'axe frontal, de magnitude comparable en termes de proportion de variance expliquée η_p^2 ($p = 0.067$, $\eta_p^2 = 0.19$). En l'occurrence, nous pouvons suggérer que la modification du dispositif de réponse et plus spécifiquement son emplacement (en réduisant la nécessité d'un mouvement du buste et ses conséquences sensorielles en termes de flux optique et kinesthésie) peut être à l'origine de la différence observée pour l'axe de réponse relatif à cet effet d'interaction à trois facteurs. En effet, si les deux mappings conceptuels (TEMPS et VALENCE ÉMOTIONNELLE) sont particulièrement robustes (par exemple suivant l'axe frontal) et parallèlement activés, ils peuvent engendrer un effet d'interaction à trois facteurs. Cependant si l'un des deux mappings conceptuels n'est pas spécialement robuste (par exemple, le concept de VALENCE ÉMOTIONNELLE suivant l'axe sagittal), l'effet d'interaction *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* et l'effet d'interaction à trois facteurs pourrait ne pas ressortir. En outre, la décomposition de l'interaction à 3 facteurs montre suivant l'axe frontal que lorsque la consigne est congruente avec le mapping conceptuel du TEMPS (passé-gauche et futur-droite) et implicitement congruente avec le mapping conceptuel de la VALENCE ÉMOTIONNELLE (négatif-gauche et positif-droite), l'effet d'interaction *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* induit des réponses plus rapides pour les stimuli futur-positif et le passé-négatif, plutôt que passé-positif et futur-négatif, alors que cet avantage n'est pas trouvé lorsque la consigne est incongruente. De sorte que nous pensons que cet effet d'interaction à trois facteurs montre un effet de facilitation lorsque les

deux mappings conceptuels sont congruents avec leur activation sensori-motrice et affective, et un effet d'interférence lorsque les deux mappings conceptuels sont incongruents l'un envers l'autre. En conséquence, cet effet d'interaction à trois facteurs suggère que l'origine des effets observés est liée à l'activation ou réactivation des expériences sensori-motrices et affectives propres à chaque concept. Par ailleurs, au-delà des TT, les taux d'erreurs tendent également à confirmer que nos résultats sont particulièrement liés à la réponse motrice sollicitée lors du *jugement temporel* suivant l'axe frontal (cf. effet d'interaction à trois facteurs, dans la **Figure 17** et **Figure 18**).

De plus, on retrouve pour toutes les conditions un effet d'interaction *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* pouvant faire écho à un effet d'*association temps-valence* d'ordre *cognitif* et/ou *motivationnel*. En l'occurrence, l'effet d'interaction à trois facteurs suivant l'axe frontal suggère que si une activation hypothétique d'une *association temps-valence* existe, elle serait plus d'ordre *motivationnel* que *cognitif* au cours de cette tâche. En effet, si une *association temps-valence* d'ordre *cognitif* était prédominante dans nos résultats, on s'attendrait à ce que l'effet d'interaction *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* soit un minimum conservé lorsqu'une consigne est incongruente. Or, l'effet d'interaction à trois facteurs suivant l'axe frontal lors du *jugement temporel*, ne suggère pas un tel effet. Cependant, les avantages globaux d'effet de congruence pourraient également inclure l'activation d'une *association temps-valence* d'ordre *motivationnel* car l'activation des représentations spatio-temporelles reste cohérente avec l'activation du *mapping conceptuel de la VALENCE ÉMOTIONNELLE* au sein de notre paradigme expérimental. En effet, comme suggéré dans la synthèse de l'étude précédente, un effet de la plus grande *saillance intrinsèque de la valence*, peut être associé à un effet de la *saillance du mapping conceptuel de la VALENCE ÉMOTIONNELLE* et un effet d'*association temps-valence* d'ordre *motivationnel* (cf. section B.1.4). Ainsi, suivant nos prédictions/explorations, un effet de la plus grande *saillance intrinsèque de la valence* prédirait le même type d'effet sur le temps de traitement qu'un effet de facilitation versus d'interférence (cf. **Figure 4**, section B.1), pouvant comporter un effet d'*association temps-valence* d'ordre *motivationnel* sur le temps de traitement. En outre, comparativement aux effets suivant l'axe frontal pour les deux jugements conceptuels, l'axe sagittal montre également des effets d'interaction *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus*, et ces derniers semblent liés à l'activation ambivalente du mapping conceptuel de la VALENCE ÉMOTIONNELLE. En effet, cette ambivalence peut être associée aux modalités sensorielles sollicitées, mais également au contexte, et notamment à l'hypothèse que la plus grande *saillance intrinsèque de la valence* peut jouer un rôle dans les perspectives spatio-temporelles activées, menant à des implications motrices particulières (cf. explication issue des travaux de Lee et Li, 2014 ; voir Partie 1, section 4.2, et Partie II, section B.1.4). En l'occurrence, lors d'un *jugement temporel* suivant l'axe sagittal, on trouve un effet d'interaction

Temps du stimulus x Valence du stimulus moins robuste (en termes de significativité) contrairement au *jugement temporel* suivant l'axe frontal. De plus, l'effet de congruence de la consigne lors d'un *jugement émotionnel* montre surtout un effet du mapping conceptuel de la VALENCE ÉMOTIONNELLE suivant l'axe frontal mais pas autant suivant l'axe sagittal. En conséquence, on pourrait ici avancer l'idée que le mapping conceptuel du TEMPS a été activé explicitement lors du *jugement temporel* mais également été implicitement activé grâce au mouvement lors du *jugement émotionnel*, mais que l'ambivalence du mapping conceptuel de la VALENCE ÉMOTIONNELLE (également suggérée dans les taux d'erreurs) suivant l'axe sagittal ne permette pas d'identifier d'effet d'interaction à trois facteurs. De sorte qu'un effet relatif à la plus grande *saillance intrinsèque de la valence* pourrait être présent justifiant un effet de l'interaction *Temps du Stimulus x Valence du stimulus* lors des deux jugements conceptuels suivant l'axe sagittal, et ainsi suggérer également un effet lié à l'activation de l'*association temps-valence* d'ordre *motivationnel* au sein de nos effets de congruence.

Par ailleurs, suivant la *théorie des modèles cohérents en mémoire de travail* (Santiago et al., 2011), le degré de saillance des concepts activés (TEMPS, VALENCE ÉMOTIONNELLE) en fonction de la direction du mouvement, et le degré de pertinence de la tâche (répondre le plus rapidement possible ; et types de jugement : temporel/émotionnel ; etc.) peuvent jouer un rôle majeur dans l'observation des effets de congruence. De sorte que lors d'un *jugement temporel*, on pourrait trouver un effet du *mapping conceptuel* du TEMPS et un effet de la plus grande *saillance intrinsèque de la valence*. Cependant lors du *jugement émotionnel*, il y pourrait y avoir un effet de plus grande *saillance intrinsèque de la valence* uniquement en terme d'activation du *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE et donc pas nécessairement un effet d'activation du *mapping conceptuel* du TEMPS (jugement non pertinent et concept hypothétiquement moins saillant), ni en conséquence d'effet d'*association temps-valence* d'ordre *motivationnel*. En l'occurrence, l'effet d'interaction à trois facteurs n'est pas trouvé lors du *jugement émotionnel* comparativement au *jugement temporel* suivant l'axe frontal, et pose en conséquence la question de l'activation du *mapping conceptuel* du TEMPS suivant le degré de pertinence de la tâche. En effet, lors d'un jugement conceptuel, et plus particulièrement émotionnel, les stimuli pourraient n'être évalués qu'en fonction de leur nature positive ou négative hypothétiquement en lien avec l'activation du *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE et/ou alternativement n'être évalués que cognitivement et subjectivement (par ex., ils pourraient entre autres refléter un effet d'*association temps-valence* d'ordre *cognitif*). Toutefois, selon notre hypothèse principale, le concept de TEMPS est ancré dans et par le mouvement, et le fait que la réponse nécessite un mouvement devrait mettre en évidence des effets de congruence relatifs à l'activation du *mapping*

conceptuel des concepts. En l'occurrence, nous pensons que nos différences de résultats entre jugements conceptuels peuvent résider dans le fait qu'un *jugement émotionnel* soit plus élaboré (complexe en termes d'interprétations possibles) comparativement au *jugement temporel* et en conséquence plus variable. En effet, en réalisant des analyses complémentaires des TT par condition (par *jugement conceptuel* par *congruence de la consigne* vis-à-vis du *mapping conceptuel* des concepts, et par axe de réponse frontal ou sagittal), on trouve des TT significativement plus longs pour un *jugement émotionnel* que pour un *jugement temporel*. Ainsi, il semblerait qu'un *jugement émotionnel* soit plus complexe, pouvant faire appel à d'autres types de processus lors de la réponse motrice comparativement au *jugement temporel* (potentiellement plus automatique). En outre, lorsque la consigne est congruente avec le *mapping conceptuel*, on trouve sur l'axe sagittal des TT plus longs pour le *jugement émotionnel* plutôt que *temporel*, et dans une moindre mesure sur l'axe frontal. Néanmoins, lors du *jugement émotionnel* suivant l'axe frontal, il n'est pas clair que le *mapping conceptuel* du TEMPS ait bien été activé automatiquement induisant une facilitation versus interférence entre mappings conceptuels de nos deux concepts d'intérêt pouvant inclure un effet d'*association temps-valence* d'ordre *motivational*, ou si alternativement, seul un effet d'évaluation cognitive et subjective des stimuli est présent.

Toutefois, il est à noter que l'ensemble de nos résultats ne peut être attribué à un autre effet alternatif d'ordre structurel et binaire tel que suggéré par le *principe de la correspondance des polarités* (Proctor et Cho, 2006 ; Lakens, 2012). En effet, si tel était le cas, nos résultats montreraient les mêmes types effets de congruence suivant les deux axes de réponses et jugements conceptuels, or l'effet principal de la congruence de la consigne vis-à-vis du *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE suivant l'axe sagittal ne s'est pas révélé significatif. En effet, si le code de réponse avait été polarisé, car la consigne emploie le terme « avant » (pouvant être polarisé comme +) et « arrière » (par opposition, polarisé comme -), un effet de la consigne associé à un effet suivant le *principe de la correspondance des polarités* aurait dû montrer des TT plus courts lorsque la consigne est congruente (arrière - et négatif - ; avant + et positif +) plutôt que lorsqu'elle est incongruente (arrière - et positif + ; avant + et négatif -). Or, seul l'axe frontal suggère des effets d'interaction à trois facteurs en accord avec nos prédictions.

En résumé, l'ensemble de nos résultats suggèrent que plusieurs représentations conceptuelles peuvent être activées « simultanément » au cours d'une tâche, en accord avec Spatola et al. (2018). En l'occurrence, nos différents effets montrent que le mouvement provenant de notre corps peut être associé à la conceptualisation de ces concepts abstraits, conformément à nos hypothèses. Toutefois, il n'est pas certain que lors d'un *jugement émotionnel*, le *mapping conceptuel* du TEMPS ait bien été activé, ni s'il y a bel et bien un effet d'activation d'une hypothétique *association temps-valence* d'ordre *motivational*

au sein de nos effets de congruence. Néanmoins, un moyen d'appuyer nos hypothèses mais aussi d'approfondir nos résultats et interprétations, serait d'étudier expérimentalement ce qu'il se passe lors du *jugement émotionnel* suivant l'axe frontal pour des participants gauchers répondant avec leur main dominante. En effet, cette procédure a été suggérée dans l'étude de Kaup et al. (2021), mais à notre connaissance n'a jamais été testée. De cette façon, l'avantage des TT pour le futur-positif et le passé-négatif pouvant faire écho à une *association temps-valence* d'ordre *cognitif* et/ou *motivationnel* ne serait pas cohérent avec la congruence implicite du *mapping conceptuel* du TEMPS (passé-gauche et futur-droite) et la congruence du *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE pour ces participants répondant avec leur main dominante (positif-gauche et négatif-droite) au travers de la manipulation de la configuration expérimentale. Ainsi, si une *association temps-valence* d'ordre *cognitif* apparaît dans une étude expérimentale chez des gauchers, il se pourrait qu'elle joue un rôle essentiel dans nos résultats. A contrario, si elle n'apparaît pas, ou en l'occurrence que les résultats montrent un effet inverse avec des TT plus courts pour les stimuli passé-positif et futur-négatif, nous pourrions suggérer qu'il y a bien un effet de facilitation vers d'interférence liée à une activation ou réactivation automatique des expériences sensori-motrices et affectives propres à chaque concept, sans forcément qu'une activation hypothétique d'une *association temps-valence* d'ordre *cognitif* biaise les effets de congruence. Par ailleurs, si une *association temps-valence* d'ordre *motivationnel* est également présente lors de cette étude chez des gauchers du fait de la cohérence du mouvement entre les représentations temporelles et le *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE, l'effet principal de la consigne lors du jugement conceptuel pourrait en être impacté. En outre, cette procédure permettrait d'apporter des éléments de preuves supplémentaires autour des effets de congruence associés à l'hypothèse de la *spécificité corporelle* et ce travers du mouvement. En effet, à notre connaissance seule l'étude de Milhau et al. (2015) a étudié au travers du mouvement du bras dominant chez les droitiers et des gauchers la direction latéralisée du *jugement conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE ; et il n'était pas clair de savoir si leurs effets étaient liés à des contraintes biomécaniques et/ou de nature conceptuelle en lien avec leur théorisation de la notion de *fluence motrice*. Ainsi, dans l'étude suivante, en reprenant notre paradigme expérimental, à savoir la configuration expérimentale du Groupe 2 de notre étude 2 avec un *jugement temporel* nécessitant une réponse suivant l'axe sagittal et un *jugement émotionnel* avec une réponse suivant l'axe frontal, nous étudierons et explorerons à nouveau nos hypothèses et les prédictions relatives aux effets de congruence attendus chez des participants gauchers répondant avec leur main dominante.

B.3 ETUDE EXPERIMENTALE 3 : INCARNATION SPATIALE ET CORPORELLE DU TEMPS ET DE LA VALENCE ÉMOTIONNELLE, CHEZ LES GAUCHERS.

Dans cette étude expérimentale 3 le but est d'une part, d'étudier l'effet de l'*hypothèse de la spécificité corporelle* (Casasanto, 2009) au travers du mouvement pouvant être mise en lien avec la notion de *fluence motrice* (Milhau et al., 2015), et d'autre part, d'éclaircir et d'approfondir les résultats et interprétations des effets observés lors de nos études précédentes. L'*hypothèse de la spécificité corporelle* (Casasanto, 2009) défend l'idée que la manière (systématiquement différente) que les individus ont d'interagir avec l'environnement participerait à former des représentations mentales qui tiennent compte de la latéralité corporelle. En l'occurrence, l'expérience sensori-motrice et affective d'une personne utilisant sa main préférentielle (dominante) pour interagir peut forger une représentation conceptuelle spécifique de cette interaction particulière avec l'environnement. De sorte qu'il a été théorisé que les individus conféraient une connotation hédoniste plus positive aux actions/perceptions situées au niveau de leur côté dominant, interagissant plus fréquemment et facilement (de manière fluide) avec l'environnement, plutôt que l'inverse (Milhau et al., 2015). Ainsi, les droitiers utilisant leur main dominante pourraient être plus rapides pour effectuer un mouvement vers la droite pour le positif et vers la gauche pour le négatif. Inversement, les gauchers répondraient avec leur main dominante plus rapidement pour le positif avec un mouvement vers la gauche, et pour le négatif avec un mouvement vers la droite. En outre, cette association entre VALENCE ÉMOTIONNELLE et main dominante, fait preuve d'une certaine plasticité cérébrale à court terme (comme c'est le cas de l'illusion de la « main en caoutchouc », Botvinick et al., 1998) car le simple fait d'utiliser un gant qui rend la main dominante momentanément maladroite pourrait suffire à inverser les effets de congruence conceptuelle entre espace et valence, dans une phase ultérieure effectuée sans porter de gant (Casasanto et Chrysikou, 2011). De même, l'obligation de répondre avec la main non préférentielle lors d'une tâche de jugement émotionnel (Milhau et al., 2015) pourrait également contribuer à inverser ces effets de congruence, à travers la *fluidité motrice* ressentie et/ou vécue au cours de la tâche. Néanmoins, l'étude de Milhau et al. (2015) n'ayant pas manipulé momentanément l'association latéralité manuelle et valence comme chez Casasanto et Chrysikou (2011) avec un gant, les résultats de Milhau et al. (2015) restent interprétables en termes de contraintes biomécaniques plutôt que d'association conceptuelle, comme évoqué dans la section 3.3.3 du Chapitre 3 de cette thèse. Toutefois, nous faisons l'hypothèse que contrairement au concept de TEMPS, où la chronologie temporelle ne se serait pas biaisée par la main (droite ou gauche) répondant (représentation d'ordre extra-corporel, de la Vega et al., 2017), conservant ainsi sa relation conceptuelle à l'espace (passé-gauche et futur-droite), la VALENCE ÉMOTIONNELLE

pourrait être dépendante de la main qui répond suivant l'axe frontal (représentation intracorporelle, de la Vega et al., 2013).

Afin de s'assurer qu'il n'y ait pas de conflit entre la main répondant et sa fréquence d'usage en situation « habituelle » (tel le fait d'être gaucher ou droitier dans leurs interactions spécifiques avec l'environnement), nous avons choisi dans cette étude expérimentale 3, d'inclure uniquement des participants gauchers répondant avec leur main dominante gauche plutôt que des participants droitiers répondant avec leur main non dominante gauche. De ce fait, nous nous attendons à trouver un effet de congruence de la consigne vis-à-vis du *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE suivant l'axe frontal, avec des réponses plus rapides lorsqu'une consigne est congruente avec la représentation sensori-motrice et affective des gauchers répondant avec leur main dominante (gauche-positif et droite-négatif) plutôt qu'incongruente (gauche-négatif et droite-positif, correspondant au *mapping conceptuel* des droitiers répondant avec leur main dominante). De plus, étudiant en parallèle l'effet de la direction du mouvement avec la compréhension du concept de TEMPS (consigne congruente avec le *mapping conceptuel* : gauche-passé, droite-futur), on peut s'attendre à un effet de facilitation versus d'interférence de la congruence ou non du *mapping conceptuel* de ces deux concepts abstraits. A savoir, on pourrait obtenir un effet de facilitation lorsque implicitement le *mapping conceptuel* du TEMPS (gauche-passé et droite-futur) correspond au même mouvement (intra ou extra corporel) que pour le *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE des gauchers (gauche-positif et droite-négatif), et un effet d'interférence lorsqu'ils correspondent à un mouvement opposé (soit implicitement gauche-passé, droite-futur pour le TEMPS, et droite-positif, gauche-négatif pour la VALENCE ÉMOTIONNELLE des gauchers). De sorte que l'on s'attend à trouver un effet d'interaction *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus*, caractérisé par des TT plus courts pour des stimuli passé-positif et futur-négatif lorsqu'une consigne est congruente avec le *mapping conceptuel* des deux concepts, mais une absence de cet effet lorsqu'ils sont incongruents l'un avec l'autre, montrant ainsi un effet d'interaction à trois facteurs *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus*.

Dans l'étude précédente avec des participants droitiers, nos résultats ont montré un effet d'interaction *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* avec des TT plus courts pour les stimuli futur-positif et passé-négatif plutôt que pour les stimuli futur-négatif et passé-positif, dans toutes nos conditions. Cette interaction pouvait correspondre à un effet de facilitation versus d'interférence des mappings conceptuels sur les TT. Toutefois, elle pouvait également refléter une *association temps-valence* d'ordre *cognitif* et/ou *motivational* médiée par la plus grande *saillance intrinsèque de la valence* et caractérisée par un biais de positivité du futur associant l'évaluation du futur au positif et celle du passé au négatif (Caruso et al., 2008 ; Rasmussen et Berntsen, 2013 ; Lee et Li, 2014; Spatola et al., 2018 ; Kaup et al.,

2021). En outre, un effet d'interaction à trois facteurs n'avait été mis en évidence que pour le *jugement temporel* suivant l'axe frontal, bien que le *jugement émotionnel* suivît cette même tendance. En l'occurrence, suivant l'axe sagittal, on peut argumenter que le fait que le *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE soit particulièrement ambivalent au travers du mouvement de la main uniquement, justifie des effets moindres de facilitation versus d'interférence de la compréhension des deux concepts. Toutefois, un effet d'interaction *Temps du stimulus x Valence du stimulus* restait présent lors des deux jugements conceptuels qui pourrait refléter un effet de l'activation d'une *association temps-valence* d'ordre *motivationnel*. Également, suivant l'axe frontal, et particulièrement lors d'un *jugement émotionnel*, nous nous questionnons sur l'hypothèse que la plus grande *saillance intrinsèque de la valence* pourrait activer une *association temps-valence* d'ordre *motivationnel* et/ou que nos effets soient uniquement liés à une évaluation cognitive/subjective des stimuli suivant le degré de pertinence de la tâche. En l'occurrence, si l'activation hypothétique d'une *association temps-valence* était uniquement d'ordre *cognitif*, nous pensons que cette association aurait pu rester activée lorsque la consigne est incongruente avec le *mapping conceptuel* pour le *jugement temporel* suivant l'axe frontal. Toutefois, il se pourrait que cette *association temps-valence* soit plus fonctionnelle, c'est-à-dire d'ordre *motivationnel* et liée à l'activation du *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE vis-à-vis d'une représentation spatio-temporelle. Ainsi, si la congruence de la consigne vis-à-vis du *mapping conceptuel* de nos deux concepts ne peut être cohérente avec un effet relatif à la plus grande *saillance intrinsèque de la valence* (incluant l'activation de la plus grande *saillance du mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE et l'*association temps-valence* d'ordre *motivationnel*), peut-on révéler d'une part un effet de la congruence de consigne vis-à-vis du *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE, et d'autre part un effet de facilitation versus d'interférence entre les *mappings conceptuels* de nos deux concepts lors du *jugement émotionnel* ? En conséquence, de façon complémentaire avec l'étude précédente, nous ré-utiliserons le paradigme expérimental correspondant au *jugement temporel* suivant l'axe sagittal et au *jugement émotionnel* suivant l'axe frontal (groupe 2 de l'étude expérimentale 2), afin d'étudier plus en détail nos hypothèses, et notamment les effets de congruence relatifs à l'*hypothèse de la spécificité corporelle* ainsi que les explications possibles de l'observation d'effets de congruence lors de la compréhension du TEMPS et de la VALENCE ÉMOTIONNELLE au cours d'une tâche.

B.3.1 Méthodes

B.3.1.1. Participants

L'expérience a impliqué 12 participants (7 femmes et 5 hommes ; $M_{\text{age}} = 24 \text{ ans} \pm 6 \text{ SD}$), et a été approuvée par le comité d'éthique de la recherche de l'Université Paris-Saclay (avis CER-Paris-Saclay-2021-349). Tous les participants étaient gauchers d'après l'Edinburgh Handedness Inventory (Oldfield, 1971) avec un score en moyenne égal à 7 ± 2 pour la colonne *main gauche*. Concernant le questionnaire du HADS (Razavi et al., 1989), les participants ne dépassaient pas le seuil relatif à une humeur anxieuse et/ou dépressive >11 ($M = 7 \pm 2$). Tous les participants, après avoir lu les instructions, ont signé un formulaire de consentement conformément à la déclaration d'Helsinki.

B.3.1.2 Matériel

Le matériel utilisé était identique à l'Étude expérimentale 2 (cf. section B.2.1.2).

B.3.1.3 Procédure

La procédure était également identique à l'Étude expérimentale 2, en utilisant cette fois-ci uniquement la condition G2 de cette étude. La première partie servait de tâche contrôle pour mesurer les temps de mouvement (TM en ms) des participants en fonction de l'axe de réponse, ensuite les 40 stimuli verbaux ont été affichés dans un ordre aléatoire pendant 750 ms chacun, après un point de fixation de 300 ms, sans qu'aucune tâche ne soit effectuée. La seconde partie mesurait directement les réponses des participants afin de tester nos hypothèses. La phase expérimentale consistait en 2 blocs (un bloc de consigne congruente et un autre incongruente vis-à-vis du *mapping conceptuel* des concepts) de 160 essais chacun. Ce nouveau groupe de participants gauchers (que nous appelons GG dans cette étude) répondait avec leur main dominante au *jugement temporel* suivant l'axe sagittal et au *jugement émotionnel* suivant l'axe frontal. Tout comme chez les droitiers dans l'étude précédente, sur l'axe sagittal quand la consigne était congruente vis-à-vis du *mapping conceptuel* du TEMPS, les participants devaient répondre sur la touche située proche de l'écran avec un mouvement vers l'avant à partir du bouton central (cf. Procédure, section B.2.1.3) pour indiquer le futur, et sur la touche proche d'eux avec un mouvement vers l'arrière pour le passé. Lorsque la consigne était incongruente, les participants devaient répondre avec un mouvement vers (eux) l'arrière par rapport au bouton central pour le futur, et vers l'avant pour le passé. En ce qui concerne l'axe frontal, contrairement aux participants droitiers, chez les gauches la consigne était dite congruente avec le *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE quand ils faisaient un mouvement (avec leur main gauche) vers la touche de gauche en réponse à un verbe positif, et vers la touche de droite pour le négatif. Inversement pour la consigne

incongruente, les participants devaient répondre vers la gauche pour le négatif, et vers la droite pour le positif. Au sein de chaque bloc d'essais (un bloc par consigne), de manière aléatoire, après la lecture du stimulus, les participants voyaient s'afficher le mot « Temps ? » (pour spécifier un *jugement temporel* suivant l'axe sagittal) ou « Émotion ? » (pour spécifier le *jugement émotionnel* suivant l'axe frontal). Par ailleurs, avant de réaliser les 160 essais par bloc de consigne, les participants ont effectué une phase de familiarisation avec dix essais aléatoires avant le début de la phase expérimentale. L'expérience durait 20 minutes (+/- 5 minutes), en moyenne.

B.3.2 Analyse des données

Il s'agit de la même procédure de traitement que pour les études expérimentales précédentes (voir section B.2.2). Ainsi, pour notre groupe de gauchers (GG), concernant la tâche contrôle d'asymétrie du mouvement, les essais incorrects (7 essais) ont d'abord été exclus. Puis, nous avons calculé les valeurs de TM (temps de mouvement) moyennes au niveau individuel pour exclure les essais dont les TM étaient supérieurs à $M + 2 SD$ (27 essais). Par conséquent, 5.6% des valeurs ont été exclues au total. Ensuite, nous avons effectué une ANOVA à mesures répétées sur les TM avec la *Direction de la réponse* en facteur intra-sujet (vers la gauche, la droite, l'arrière, ou l'avant).

Pour les *temps de lecture* (TL, ms) des stimuli, nous avons d'abord exclu les essais correspondant à des réponses incorrectes (74 essais sur 1920) aux jugements temporels et émotionnels. En outre, nous avons exclu les TL inférieurs à 250 ms et ceux supérieurs à 3000 ms (soit 11 essais supplémentaires exclus pour les deux critères). Au total, 4 % des valeurs (85 essais) ont été exclues. Nous avons effectué ensuite une ANOVA à mesures répétées sur les TL avec la congruence de la consigne vis-à-vis du *Mapping conceptuel*, le *Temps du stimulus* et la *Valence du stimulus* en facteurs intra-sujet.

Pour les *temps de traitement* (TT, ms), comme dans les études précédentes, les TM ont été soustraits des TR pour calculer les TT afin de corriger ces derniers pour les asymétries directionnelles idiosyncratiques du TM. Un prétraitement supplémentaire des données (mentionné précédemment) a consisté à exclure d'abord les essais avec des réponses incorrectes (74 essais sur 1920) et également les essais avec des réponses correctes pour lesquels les TL étaient inférieurs à 250 ms ou supérieurs à 3000 ms (85 essais). Enfin, nous avons calculé les valeurs moyennes des TT pour chaque cas des conditions de *Congruence avec le Mapping conceptuel* x *Type de jugement conceptuel* pour chaque participant, et nous avons exclu les TT supérieurs à $M + 2 ET$ (92 essais). Au total, 9 % (177 essais) des données ont été ainsi exclues. En somme, l'analyse des TT a été réalisée sur 90% des données initiales, et les taux d'erreur incluaient 3 % d'essais supplémentaires (correspondant à 59 essais erronés sur les 74 essais exclus pour l'analyse des TT qui n'incluait que des essais corrects).

B.3.3 Résultats et discussion

B.3.3.1 Tâche contrôle et temps de lecture

L'ANOVA a mis en évidence un effet significatif de la *Direction de la réponse* suivant les différents axes, $F(3, 34) = 11.90$, $p < 0.001$, pour lequel les tests post-hocs (correction de Bonferroni) ont montré des TM significativement plus courts pour les mouvements vers la gauche ($M_{\text{gauche}} = 741 \text{ ms} \pm 136$) par rapport aux autres directions de mouvement ($M_{\text{arrière}} = 828 \text{ ms} \pm 147$; $M_{\text{droite}} = 810 \text{ ms} \pm 130$; $M_{\text{avant}} = 829 \text{ ms} \pm 139$), $ps < 0.011$. Les TM pour les directions vers la droite, vers l'arrière et vers l'avant ne différaient pas les unes des autres, $ps > 0.89$. Ces résultats sont cohérents avec ceux de l'expérience précédente qui montraient des TM significativement plus courts uniquement pour un mouvement vers la droite chez les droitiers. Ainsi dans les deux cas, on retrouve des TM plus courts dans pour un mouvement d'extension du bras de la main dominante utilisée pour répondre (vers la droite chez les droitiers, et la gauche chez les gauchers). A noter que la soustraction de ces différents TM aux temps de réponse par direction suivant les axes de réponses et par participant, ne modifie pas fondamentalement les résultats des ANOVAs sur les TT (cf. **Annexe 7**).

L'ANOVA sur les TL chez les gauchers n'a montré aucun effet principal de la congruence de la consigne vis-à-vis du *Mapping conceptuel* ($p = 0.30$, $d = 0.12$), ni du *Temps du stimulus* ($p = 0.21$, $d = 0.19$), ou de la *Valence du stimulus* ($p = 0.90$, $d = 0.002$). Aucun effet d'interaction n'a également été mis en évidence, *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* ($p = 0.17$, $\eta_p^2 = 0.16$), *Mapping conceptuel* x *Valence du stimulus* ($p = 0.47$, $\eta_p^2 = 0.048$), *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* ($p = 0.28$, $\eta_p^2 = 0.11$), et *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* ($p = 0.39$, $\eta_p^2 = 0.067$).

B.3.3.2 Temps de traitement (TT) des jugements temporels ou émotionnels

Jugement temporel suivant l'axe sagittal

Pour le *jugement temporel* sur l'axe sagittal, l'ANOVA a montré un effet principal de la congruence de la consigne vis-à-vis du *mapping conceptuel* du TEMPS, $F(1, 11) = 8.77$, $p = 0.013$, $d = 0.92$, $\text{Pr}(\delta > 53\text{ms}) = 0.95$, $\text{BF}_{01} = 0.15 < \text{BF}_{10} = 6.49$ avec des temps plus courts pour répondre à un mapping conceptuel congruent ($M = 535 \text{ ms}$) plutôt qu'incongruent ($M = 657 \text{ ms}$). Contrairement aux droitiers (cf. le groupe G2 de l'étude précédente), cette fois-ci, d'un point de vue bayésien les données fournissent des preuves substantielles ($\text{BF}_{10} > 3$) bien que modérées ($3 < \text{BF}_{10} < 10$) en faveur d'un effet de congruence, mais de moindre ampleur au regard des analyses fiducio-bayésiennes indiquant que l'effet serait *a minima* d'environ 50 ms dans la population, ce qui reste un effet notable d'un point de vue

incarné (**Figure 23**). Aucun autre effet principal ne s'est avéré significatif, que cela soit pour le *Temps du stimulus*, $F(1, 11) = 2.68$, $p = 0.13$, $d = 0.49$, ou la *Valence du stimulus*, $F(1, 11) < 1$, $p = 0.99$, $d = 0.004$.

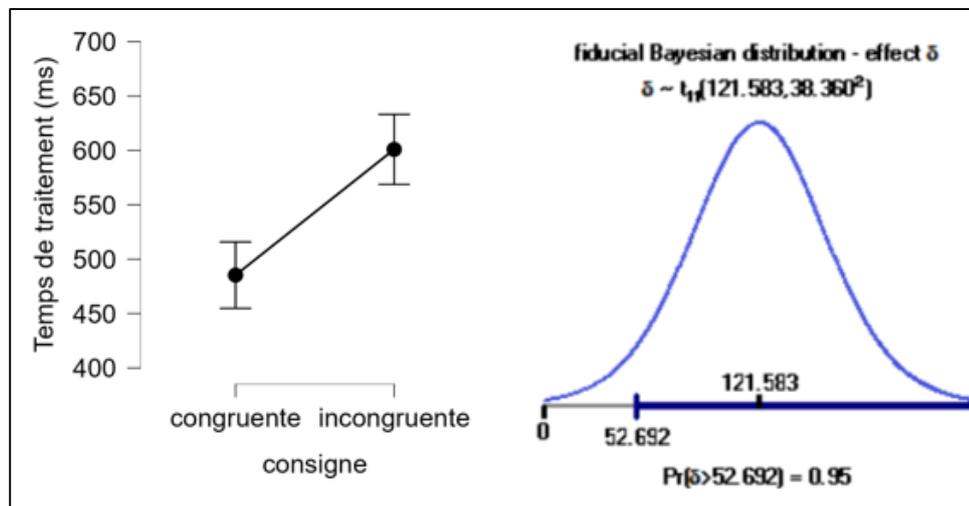


Figure 23. Effet principal de la congruence de la consigne vis-à-vis du *Mapping conceptuel* du TEMPS suivant l'axe sagittal, chez les gauchers.

Par ailleurs, l'ANOVA n'a pas montré d'effet d'interaction significatif pour *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* ($p=0.55$, $\eta_p^2 = 0.032$), *Mapping conceptuel* x *Valence du stimulus* ($p=0.14$, $\eta_p^2 = 0.18$) ; *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* ($p = 0.13$, $\eta_p^2 = 0.19$) ; et *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* ($p = 0.54$, $\eta_p^2 = 0.036$).

L'ANOVA sur les taux d'erreur a mis en évidence un effet principal marginal de la congruence de la consigne vis-à-vis du *mapping conceptuel* du TEMPS, $F(1, 11) = 4.37$, $p = 0.06$, $d = 0.28$, avec descriptivement un taux d'erreur plus faible lorsque la consigne est congruente ($M = 2.6\%$) plutôt qu'incongruente ($M = 5.5\%$). L'ANOVA a également montré un effet principal de la *Valence du stimulus*, $F(1, 11) = 8.49$, $p = 0.014$, $d = 0.44$, avec un taux d'erreur plus faible pour les verbes négatifs ($M = 2.5\%$) que pour les verbes positifs ($M = 5.5\%$), et aucun effet principal du *Temps du Stimulus*, $F(1, 11) < 1$, $p = 0.99$, $d = 0.001$. Les résultats ont montré également un effet d'interaction *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus*, $F(1, 11) = 9.097$, $p = 0.012$, $\eta_p^2 = 0.45$, pour lequel les comparaisons post-hocs n'ont mis en évidence qu'une différence significative ($p = 0.002$) entre stimuli au passé-négatif ($M = 0.9\%$) et passé-positif ($M = 7.1\%$). Aucun autre effet d'interaction ne s'est avéré significatif, à savoir *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* ($p = 0.89$, $\eta_p^2 = 0.002$), *Mapping conceptuel* x *Valence du stimulus* ($p = 0.28$, $\eta_p^2 = 0.10$), et *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* ($p = 0.96$, $\eta_p^2 < 0.001$).

Analyse complémentaire introduisant un facteur de Latéralité manuelle

Une ANOVA avec les trois facteurs intra (congruence de la consigne vis-à-vis du *Mapping conceptuel*, *Temps du stimulus*, et *Valence du stimulus*) et un facteur inter-sujets de *Latéralité manuelle* (droitiers de l'étude 2, et gauchers de cette étude) n'a mis en évidence qu'un effet de congruence de la consigne vis-à-vis du *Mapping conceptuel*, $F(1, 28) = 7.05$, $p = 0.013$, $\eta_p^2 = 0.20$, et une interaction *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus*, $F(1, 28) = 4.44$, $p = 0.044$, $\eta_p^2 = 0.14$. Aucun autre effet ou interaction n'a été mis en évidence, $ps > 0.20$ (cf. **Annexe 8** : *Jugement temporel*).

Jugement émotionnel suivant l'axe frontal

Pour le *jugement émotionnel* sur l'axe frontal, l'ANOVA n'a pas montré d'effet principal de la congruence de la consigne vis-à-vis du *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE, $F(1, 11) < 1$, $p = 0.51$, $d = 0.20$, ni du *Temps du stimulus*, $F(1, 11) = 2.31$, $p = 0.15$, $d = 0.44$. Toutefois, les résultats ont indiqué un effet principal de la *Valence du stimulus*, $F(1, 11) = 8.09$, $p = 0.016$, $d = 0.82$ avec des temps plus courts pour juger des stimuli négatifs ($M = 579$ ms) plutôt que positifs ($M = 614$ ms). Aucun effet d'interaction à 2 facteurs n'a été mis en évidence : *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus*, $F(1, 11) = 1.62$, $p = 0.23$, $\eta_p^2 = 0.13$; *Mapping conceptuel* x *Valence du stimulus*, $F(1, 11) = 0.17$, $p = 0.69$, $\eta_p^2 = 0.015$; et *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus*, $F(1, 11) = 1.91$, $p = 0.19$, $\eta_p^2 = 0.15$. Toutefois, les résultats ont indiqué un effet d'interaction à trois facteurs *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus*, $F(1, 11) = 10.64$, $p = 0.008$, $\eta_p^2 = 0.49$. Afin de mieux appréhender cet effet, nous avons mené des analyses séparées de l'interaction *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* en fonction de la congruence de la consigne vis-à-vis du *Mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE. Lorsque la consigne était congruente avec le *mapping conceptuel* des gauchers aucun effet principal ne s'est révélé significatif : *Temps du stimulus*, $F(1, 11) = 0.045$, $p = 0.83$, $d = 0.08$, et *Valence du stimulus*, $F(1, 11) = 0.35$, $p = 0.56$, $d = 0.21$. De plus, même si l'interaction *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* s'est avérée marginale, $F(1, 11) = 4.41$, $p = 0.06$, $\eta_p^2 = 0.29$, aucune comparaison post-hoc n'était significative, $ps > 0.19$. Néanmoins, descriptivement l'effet d'interaction semble être miroir de celui des droitiers (cf. **Figure 24**, plus bas), à savoir que l'on peut constater des temps de traitement plus courts pour les stimuli au futur-négatif ($M = 606$ ms) et passé-positif ($M = 618$ ms) par rapport aux stimuli au passé-négatif ($M = 706$ ms) et au futur-positif ($M = 738$ ms). Par ailleurs, lorsque la consigne était incongruente avec le *mapping conceptuel* des gauchers, aucun effet d'interaction *Temps du stimulus* x *Valence stimulus* n'a été constaté, $F(1, 11) = 0.20$, $p = 0.66$, $\eta_p^2 = 0.018$. Cependant, les résultats ont indiqué un effet principal marginal du *Temps du stimulus*, $F(1, 11) = 3.44$, $p = 0.091$, $d = 0.53$, avec des TT en moyenne plus courts pour des stimuli

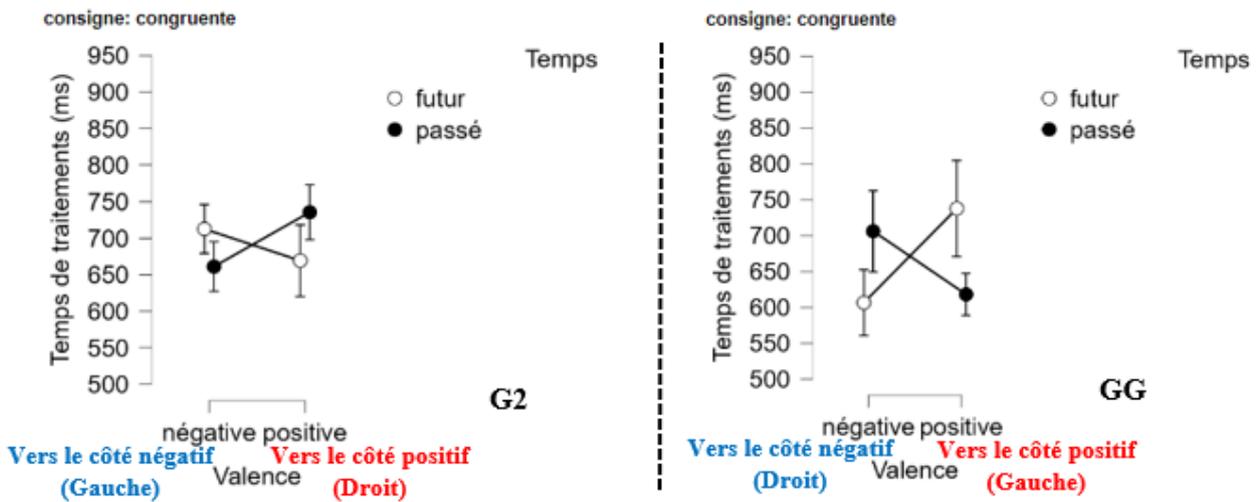
au passé ($M = 528$ ms) plutôt qu'au futur ($M = 628$ ms), alors que la *Valence du stimulus* n'a pas montré d'effet significatif, $F(1, 11) = 1.95, p = 0.19, d = 0.28$.

Une ANOVA sur les taux d'erreur a montré un effet marginal de la congruence de la consigne vis-à-vis du *Mapping conceptuel*, $F(1, 11) = 3.147, p = 0.10, d = 0.42$, correspondant à un taux d'erreur plus faible pour une consigne congruente ($M = 1.8\%$) plutôt qu'incongruente ($M = 3.4\%$). Le *Temps du Stimulus* a produit également un effet marginal, $F(1, 11) = 4.43, p = 0.05, d = 0.52$, avec un taux d'erreur plus faible pour les stimuli au futur ($M = 1.6\%$) plutôt qu'au passé ($M = 3.5\%$). Aucun autre effet principal ou d'interaction ne s'est avéré significatif : *Valence du stimulus* ($p = 0.89, d = 0.08$) ; *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* ($p = 0.80, \eta_p^2 = 0.006$) ; *Mapping conceptuel* x *Valence du stimulus* ($p = 0.56, \eta_p^2 = 0.031$) ; *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* ($p = 0.86, \eta_p^2 = 0.003$) ; et *Mapping conceptuel* x *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* ($p = 0.50, \eta_p^2 = 0.042$).

Analyse complémentaire introduisant un facteur de Latéralité manuelle

Une ANOVA avec les trois facteurs intra (congruence de la consigne vis-à-vis du *Mapping conceptuel*, *Temps du stimulus*, et *Valence du stimulus*) et un facteur inter-sujets de *Latéralité manuelle* (droitiers de l'étude 2, et gauchers de cette étude) a mis en évidence que l'effet de *congruence de la consigne vis-à-vis du Mapping conceptuel* variait de façon marginale avec le groupe de *Latéralité manuelle*, $F(1, 28) = 3.53, p = 0.070, \eta_p^2 = 0.11$. Néanmoins, la décomposition de cette interaction en comparaisons post-hocs n'a montré aucune différence significative ($ps > 0.21$). Par ailleurs, l'interaction *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* variait significativement en fonction du groupe de *Latéralité manuelle*, $F(1, 28) = 5.49, p = 0.027, \eta_p^2 = 0.16$. Enfin, même si cette dernière interaction ne variait que marginalement avec la congruence de la consigne vis-à-vis du *Mapping conceptuel*, $F(1, 28) = 3.58, p = 0.069, \eta_p^2 = 0.11$, parce qu'elle éclaire le rôle de la spécificité corporelle dans nos effets d'intérêt, nous l'illustrons dans la **Figure 24** ci-dessous, et la discutons dans la section B.3.4 ci-après. Pour finir, aucun autre effet n'a atteint la significativité, $ps > 0.10$ (cf. **Annexe 8 : Jugement émotionnel**).

Congruence de la spécificité corporelle pour la VALENCE EMOTIONNELLE



Incongruence de la spécificité corporelle pour la VALENCE EMOTIONNELLE

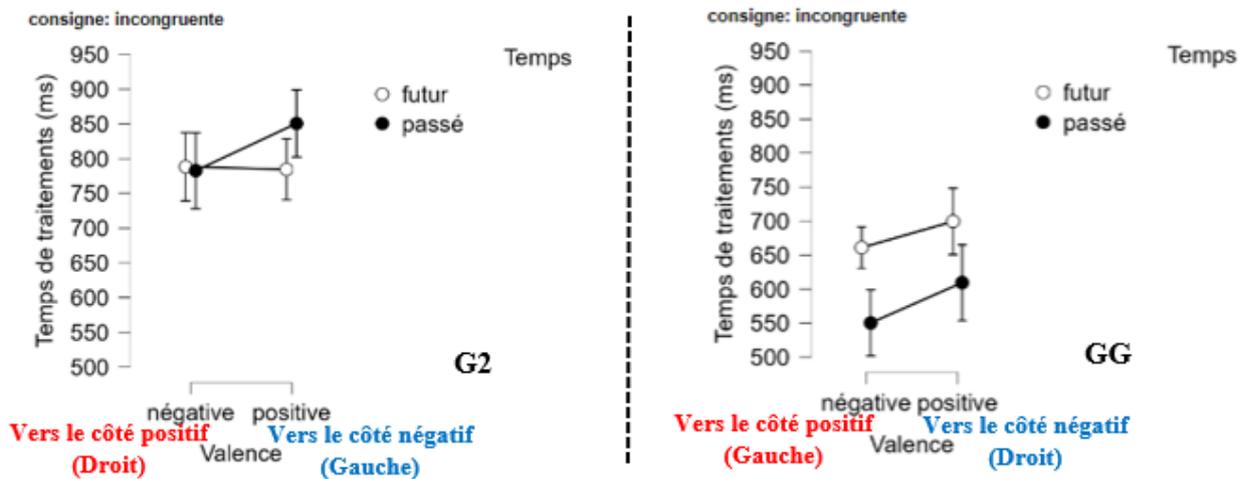


Figure 24. Illustration de l'effet de congruence de la consigne vis-à-vis du *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE sur l'interaction *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* en fonction de la *Latéralité manuelle* des participants, à savoir chez les droitiers de l'étude 2 (groupe G2) et les gauchers de l'étude 3 (groupe GG). Lire la section B.3.4. pour une synthèse de ces résultats.

Enfin, tout comme pour le Groupe 2 chez les droitiers (répondant au *jugement temporel* suivant l'axe sagittal et au *jugement émotionnel* suivant l'axe frontal), une analyse complémentaire chez les gauchers des TT moyens en fonction du jugement demandé, montre que lorsque la consigne est congruente avec le mapping conceptuel, le *jugement temporel* ($M = 484$ ms) est significativement plus rapide ($t(11) = 3.75, p = 0.003, d = 0.89, \Pr(\delta > 46 \text{ ms}) = 0.95, \text{BF}_{01} = 0.33 < \text{BF}_{10} = 3.02$) que le *jugement émotionnel* ($M = 667$ ms). A contrario, lorsque la consigne est incongruente avec le mapping conceptuel, le TT d'un *jugement temporel* ($M = 604$ ms) est aussi long ($t(11) = 1.35, p = 0.73, d = 0.10, \Pr(|\delta| < 24 \text{ ms}) = 0.95, \text{BF}_{01} = 3.29 > \text{BF}_{10} = 0.30$) que pour un *jugement émotionnel* ($M = 632$ ms).

B.3.4 Synthèse et discussion de l'étude expérimentale 3

Concernant le *jugement temporel* avec une réponse sur l'axe sagittal, nous nous attendions à des effets de congruence chez les gauchers similaires à ceux observés chez les droitiers dans l'étude expérimentale 2. En effet, le fait que les participants soient gauchers répondant avec leur main dominante ne devrait pas entraîner de différences comparativement à des participants droitiers utilisant leur main dominante en effectuant un mouvement sur l'axe sagittal, compte tenu de la chronologie mentale du TEMPS (passé-arrière et futur-avant) sur cet axe, et de nos prédictions concernant la VALENCE ÉMOTIONNELLE en lien avec des comportements d'approche ou d'évitement. En effet, nous retrouvons bien un effet principal de la congruence de la consigne vis-à-vis du *mapping conceptuel* du TEMPS sur les TT (temps de traitement) de manière similaire à l'étude précédente. Néanmoins, alors qu'il l'était marginalement chez les droitiers, l'effet d'interaction *Temps du stimulus x Valence du stimulus* n'est plus présent chez les gauchers. Par ailleurs, l'effet d'interaction à trois facteurs sur les TT qui n'était pas présent ($p = 0.23$) chez les droitiers (groupe G2 de l'étude précédente) ne l'est pas non plus chez les gauchers ($p = 0.54$). Toutefois, comme suggéré dans l'étude précédente suivant nos prédictions, la VALENCE ÉMOTIONNELLE sur l'axe sagittal peut s'avérer plus ambigu que sur l'axe frontal et par conséquent ne pas révéler d'effet d'interaction *Temps du stimulus x Valence du stimulus* aussi marqué que sur l'axe frontal, ni d'effet d'interaction à trois facteurs. Néanmoins, au niveau du taux d'erreur on trouve un effet d'interaction *Temps du stimulus x Valence du stimulus* avec moins d'erreurs lorsqu'il s'agit de juger un stimulus futur-positif ou passé-négatif plutôt qu'un stimulus passé-positif et futur-négatif. En l'occurrence, si un effet d'*association temps-valence* d'ordre *cognitif* était présent dans les TT l'avantage pour le futur-positif et le passé-négatif devrait pouvoir s'observer quelle que soit la congruence de la consigne vis-à-vis du *mapping conceptuel* du TEMPS. Or, on ne met pas en évidence un tel avantage dans les données, ce qui suggère que cet effet d'association temps-valence n'est pas présent. En somme, ces résultats sont similaires à l'étude expérimentale 2, pour le *jugement temporel* suivant l'axe sagittal (**Annexe 8**).

Pour ce qui est du *jugement émotionnel* avec une réponse sur l'axe frontal, nous nous attendions à trouver un effet principal de la congruence de la consigne vis-à-vis du *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE en accord avec l'*hypothèse de la spécificité corporelle* et la notion de *fluence motrice*, chez des participants gauchers utilisant leur main dominante pour répondre. En effet, nous avons formulé l'hypothèse qu'une réponse motrice impliquant un mouvement effectué vers la gauche pour un stimulus positif serait plus rapide qu'un mouvement vers la droite (le côté gauche étant associé au positif chez les gauchers) et qu'un mouvement effectué vers la droite pour un stimulus

négatif serait plus rapide qu'un mouvement vers la gauche (le côté droit étant associé au négatif chez les gauchers). Toutefois, nos résultats n'ont pas permis de valider cette hypothèse du fait de l'absence d'effet principal de la congruence de la consigne avec le *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE, les participants ayant été aussi rapides à répondre à une consigne congruente qu'incongruente. Néanmoins, la présence d'une interaction significative à trois facteurs *Mapping conceptuel x Temps du stimulus x Valence du stimulus*, impliquant le facteur de congruence de la consigne vis-à-vis du *mapping conceptuel*, suggère que l'effet de ce dernier facteur a eu un rôle de modulation du comportement plus subtil. En effet, lorsque le *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE est congruent avec les associations habituelles relatives aux gauchers utilisant leur main dominante (positif-gauche et négatif-droite), on trouve un effet d'interaction marginal *Temps du stimulus x Valence du stimulus* miroir de celui des participants droitiers dans l'étude précédente (étude expérimentale 2). À savoir que l'on trouve des TT plus courts pour les stimuli passé-positif et les stimuli futur-négatif, plutôt que futur-positif et passé-négatif. Une interprétation serait que lorsque la consigne est congruente avec les mappings de nos deux concepts, l'effet d'interaction *Temps du stimulus x Valence du stimulus* reflète une congruence du *mapping conceptuel* du TEMPS (passé-gauche et futur-droite) avec la congruence du *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE. Un autre résultat vient corroborer cette interprétation : lorsque la consigne est incongruente avec le *mapping conceptuel* des gauchers (c'est-à-dire négatif-gauche et positif-droite), on ne retrouve pas d'effet d'interaction *Temps du stimulus x Valence du stimulus* ; ce qui suggère un effet d'interférence entre mappings conceptuels. En effet, dans l'étude précédente, suivant la *théorie des modèles cohérents en mémoire de travail* (Santiago et al., 2011, Santiago et al., 2012) et de possibles explications alternatives, nous n'étions pas sûre qu'en fonction du degré de pertinence de la tâche (tel le type de jugement conceptuel) et/ou du degré de saillance des concepts (telle la plus grande *saillance intrinsèque de la valence*) que le *mapping conceptuel* du TEMPS est bien été activé automatiquement (c'est-à-dire sans qu'un *jugement temporel* soit demandé). En l'occurrence, il semble ici que l'activation du *mapping conceptuel* du TEMPS (plus ou moins implicite) pourrait jouer un rôle dans les effets de congruence et nous pensons que c'est notamment dû au fait que le mouvement soit inclus dans la tâche. Par ailleurs, le fait qu'il n'y ait pas d'avantage global de l'effet de congruence de la consigne peut également nous aiguiller sur la cohérence globale de la tâche et notamment vis-à-vis des effets de congruence relatifs à l'activation de plusieurs types de représentation au travers du mouvement. Une explication alternative de l'absence d'interaction *Temps du stimulus x Valence du stimulus* pour la consigne incongruente serait qu'elle résulte directement d'un effet d'interférence entre le mapping du codage S-R de la consigne incongruente et le *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE, sans que le *mapping conceptuel* du TEMPS n'intervienne par une activation implicite.

Un autre effet indirect de la congruence de la consigne avec les mappings conceptuels est visible sur les TT en fonction du type de jugement, chez les participants gauchers. En effet, le *jugement émotionnel* est plus complexe qu'un *jugement temporel*, du fait de l'ambiguïté associée aux émotions, ce qui augmenterait le TT. Ainsi, lorsque la consigne est congruente avec le *mapping conceptuel*, les TTs pour le *jugement émotionnel* ($M = 667$ ms) sont en effet plus longs pour le *jugement temporel* ($M = 484$ ms) ; cet effet est robuste (avec $d > 0.80$) et estimé de l'ordre de 46 ms dans la population parente. A contrario, lorsque la consigne est incongruente, les TT pour le *jugement temporel* augmentent ($M = 604$ ms) et se rapprochent des TT du *jugement émotionnel* ($M = 632$ ms). Il y a donc bien eu un impact de la congruence de la consigne sur le TT du *jugement temporel*. Ainsi, pour le *jugement émotionnel* avec une réponse sur l'axe frontal, alors que chez les droitiers (G2, cf. **Figure 21**) en cohérence avec *l'hypothèse de la spécificité corporelle*, nous avons trouvé un effet principal de la congruence de la consigne vis-à-vis du *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE, il s'avère que cet effet de la *spécificité corporelle* agit d'une façon moins directe chez les gauchers. En l'occurrence, une explication de cette différence entre groupes de latéralité manuelle pourrait venir de la moins forte latéralité hémisphérique des gauchers comparativement aux droitiers. Cette flexibilité chez les gauchers serait renforcée par le fait que bien qu'ils utilisent de manière préférentielle leur main dominante lors de leurs interactions manuelles avec l'environnement, ils peuvent être tout autant sollicités par des stimuli correspondant à la latéralisation des droitiers dans l'environnement (en effet, les droitiers constituent 85% de la population mondiale, Hardyck et Petrovich, 1977). Par exemple, il s'avère que par convention, les affiches publicitaires présentent sur la gauche les contenus se référant au « désagréable, mal, mauvais », et inversement sur la droite ce qui est « agréable, bien ou bon » (Pitts et Casasanto, 2022).

Le fait que lorsque la consigne est congruente, l'interaction *Temps du stimulus x Valence du stimulus* soit miroir de celle des droitiers (cf. **Figure 24** plus haut) est particulièrement informatif sur le fait que cela reflète un effet incarné plutôt que purement cognitif de *l'association temps-valence*. En effet, dans nos précédentes interprétations et discussions nous avons identifié qu'il était possible qu'une *association temps-valence* d'ordre *cognitif* et/ou *motivationnel* caractérisée par un biais de positivité du futur pouvait être présente dans nos effets de congruence. Si l'avantage de TT pour les stimuli au futur-positif et passé-négatif était purement cognitif alors il aurait dû être présent aussi bien chez les droitiers que les gauchers. Le fait que nous ayons trouvé un effet miroir chez les gauchers avec un avantage de TT pour les stimuli au futur-négatif et passé-positif pointe plutôt vers une origine incarnée de cette interaction. En conséquence, nous pourrions suggérer que l'absence d'effet principal de la consigne peut provenir du fait que la congruence des mappings propres à chaque concept (TEMPS et VALENCE

ÉMOTIONNELLE) pour les gauchers n'est jamais cohérente avec la plus grande *saillance intrinsèque de la valence*, et notamment avec *l'association temps-valence d'ordre motivationnel* comme illustré dans la **Figure 25** ci-dessous. En l'occurrence, le concept de VALENCE ÉMOTIONNELLE pourrait être relativement plus saillant que le concept de TEMPS et la plus grande *saillance intrinsèque de la valence* contribuerait, d'une part, à ce que le *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE puisse faciliter (en cas de congruence entre mappings) versus entraver (en cas d'incongruence entre mappings) les TT ; et d'autre part, à rendre la représentation spatio-temporelle cohérente avec l'engagement motivationnel de la valence (*association temps-valence d'ordre motivationnel*, « génétiquement ancrée », Kaup et al., 2021). A noter que l'axe frontal ne serait pas particulièrement soumis à des modifications de perspective spatio-temporelle contrairement à l'axe sagittal (Walker et al., 2017).

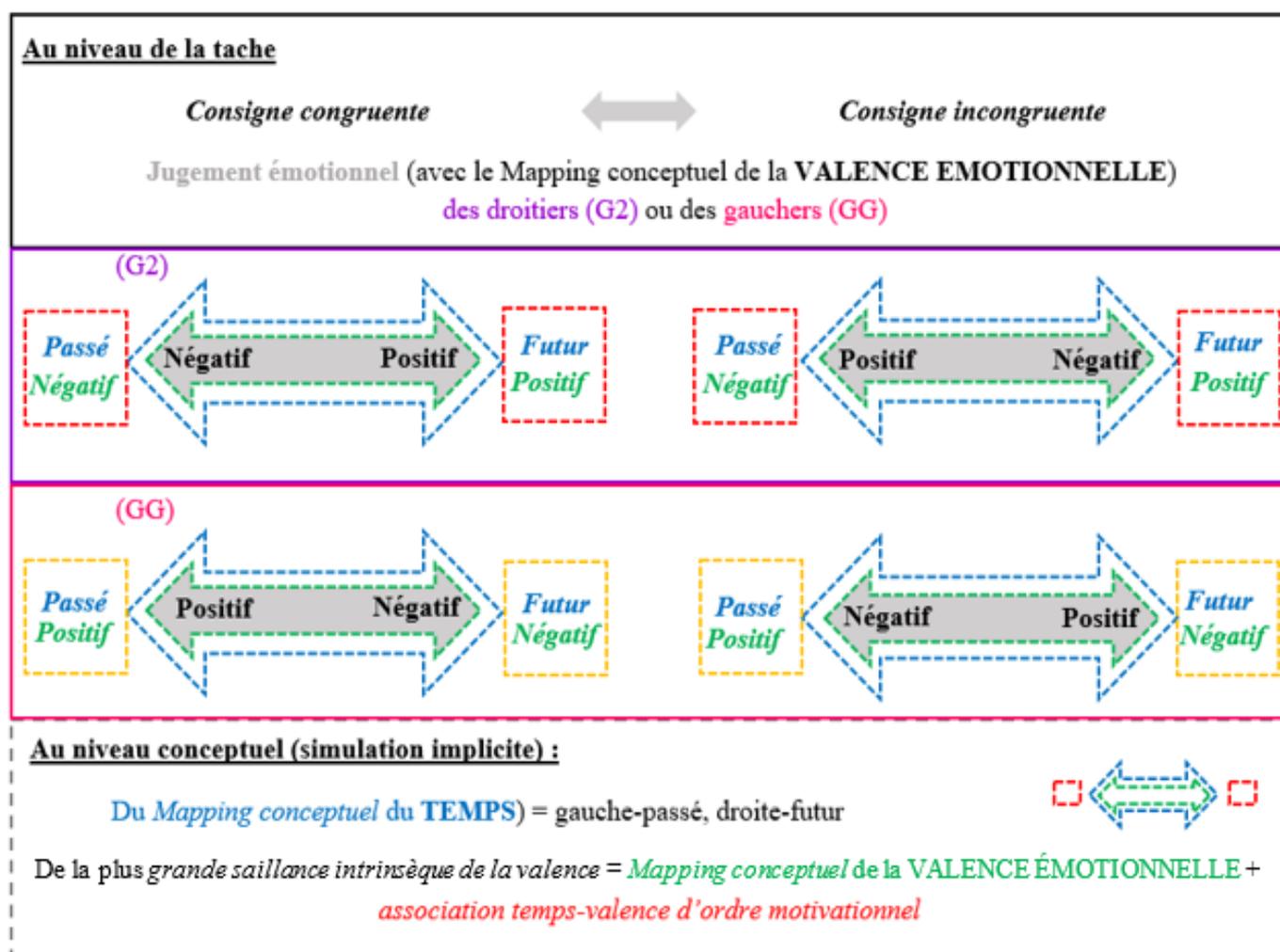


Figure 25 : illustration de la cohérence ou non des mappings conceptuels explicites (du fait du jugement) ou implicites (du fait d'une activation automatique) lors d'un jugement émotionnel, en fonction du type de consigne. On observe un effet de congruence de la consigne chez les droitiers car, lorsque la consigne est congruente, le mapping conceptuel des concepts respecte toujours un effet d'association temps-valence d'ordre motivationnel, ce qui ne peut pas être le cas chez les gauchers.

Comme illustré dans la **Figure 25** ci-dessus, chez les droitiers, lorsqu'une consigne est congruente avec la plus grande saillance intrinsèque du *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE

(gauche-négatif, droite-positif), le *mapping conceptuel* du TEMPS (gauche-passé, droite-futur) reste implicitement congruent au travers du mouvement de façon cohérente avec une *association temps-valence* d'ordre *motivationnel* (passé-négatif, futur-positif = gauche-négatif-passé, droite-positif-futur). En ce sens, chez les droitiers, l'*association temps-valence* d'ordre *motivationnel* inclurait l'avantage de TT de l'effet principal de la congruence de la consigne. En contraste, chez les gauchers, lorsqu'une consigne est congruente avec la plus grande saillance intrinsèque du *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE des gauchers (gauche-positif, droite-négatif), le *mapping conceptuel* du TEMPS (gauche-passé, droite-futur) n'est pas implicitement cohérent avec l'*association temps-valence* d'ordre *motivationnel* (passé-négatif, futur-positif \neq gauche-positif-passé, droite-négatif-futur). Néanmoins, le mouvement vers la gauche ou vers la droite resterait congruent avec le *mapping conceptuel* des deux concepts réciproquement. De sorte qu'il y aurait une influence de l'activation du *Mapping conceptuel* du TEMPS au travers du mouvement lors du *jugement émotionnel*. Toutefois, le fait que les deux mappings conceptuels ne soient pas globalement cohérents avec l'*association temps-valence* d'ordre *motivationnel* pourrait contribuer à augmenter globalement les TT chez les gauchers. En outre, lorsque la consigne est incongruente avec la plus grande saillance intrinsèque du *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE des droitiers (gauche-négatif, droite-positif) ou des gauchers (gauche-positif, droite-négatif), le *mapping conceptuel* du TEMPS (gauche-passé, droite-futur) reste inchangé au travers du mouvement, mais la consigne nécessite un mouvement qui ne respecte pas la plus grande *saillance intrinsèque de la valence* en termes d'activation du *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE, ni en termes d'*association temps-valence* d'ordre *motivationnel* ; en conséquence de quoi globalement les TT augmentent du fait de ces différentes interférences entre mappings et mouvement.

Par ailleurs, lors du *jugement émotionnel* chez les gauchers, nous avons mis en évidence un avantage global des TT pour les stimuli de *Valence* négative. De plus, chez les gauchers, lorsque la consigne est incongruente avec le *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE (gauche-négatif et droite-positif) on trouve un effet marginal du *Temps du stimulus* suggérant un avantage de TT pour les stimuli au passé associés à un(e) activation automatique d'un) mouvement vers la gauche. De manière analogue, descriptivement, chez les droitiers lorsque la consigne est incongruente avec leur *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE (gauche-positif, droite-négatif), lors du jugement de stimuli négatifs un mouvement effectué du côté droit semble plus rapide pour un stimulus passé que vers la gauche. Pris ensemble, cet effet pourrait faire écho à un TT plus rapide pour une réponse effectuée avec un mouvement vers la gauche pour les gauchers et vers la droite pour les droitiers, suggérant une origine centrale (d'une modulation de la commande motrice) à cet effet du fait que les asymétries

du mouvement aient été supprimées des TT grâce à la tâche contrôle. Néanmoins, si cet effet était d'origine centrale (voire biomécanique) dans nos effets de congruence, il aurait également dû être observé lorsque la consigne est congruente, c'est-à-dire un avantage des TT correspondant à un mouvement vers la droite (chez les droitiers) ou vers la gauche (chez les gauchers). Cela n'ayant pas été le cas, cette explication ne rend pas compte de nos résultats. Qui plus est, notre tâche contrôle d'asymétrie du mouvement et notre procédure de traitement de données avaient pour but de limiter voire annuler ces effets. A noter que dans l'étude de Milhau et al. (2015) il y avait possiblement une confusion entre effets d'origine biomécanique et/ou conceptuelle, concernant le mouvement relatif à l'*hypothèse de la spécificité corporelle*. Par ailleurs, de façon intéressante, ces auteurs discutaient d'un autre facteur d'influence dans les effets de congruence de la VALENCE ÉMOTIONNELLE suivant l'axe frontal, à savoir un effet d'attribution (coloration émotionnelle du codage S-R médié la fluence motrice) lors du *jugement émotionnel*. En l'occurrence, lorsque la consigne est congruente avec le *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE des droitiers ou des gauchers, nos résultats ne montrent pas spécialement d'avantage dans le TT pour le positif (comparativement au négatif) ; et inversement, ils ne montrent pas d'avantage pour le négatif (comparativement au positif) lorsque la consigne est incongruente, dans le cas où la réponse est effectuée vers le côté de la main dominante. Cependant, lorsque la consigne est incongruente avec le *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE des deux groupes de participants (G2 et GG), descriptivement nos données suggèrent un avantage des TT pour un stimulus au passé (non explicitement codé en termes de S-R) en effectuant à une réponse vers le côté de la main dominant (hypothétiquement associé à une connotation positive). En l'occurrence, si lier le futur au positif peut être une condition préalable bénéfique à la survie (Kaup et al., 2021), il n'est pas dit que le passé serait systématiquement associé au négatif ; le rappel d'un passé-positif pourrait intuitivement aussi être bénéfique pour une poursuite motivée de la vie (processus de régulation émotionnelle). Ainsi on pourrait spéculer que ces légers avantages vont également dans le sens d'un effet dû à la plus grande *saillance intrinsèque de la valence* (en termes d'activation du *Mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE), c'est-à-dire d'une facilité à juger un stimulus positif quand il correspond à un mouvement effectué vers le côté de la main dominant, et non forcément associé à un caractère évaluatif et/ou à une correspondance binaire relatif à un codage S-R (cf. *Discussion Générale* de l'étude de Milhau et al., 2015). En somme, nos résultats suggèrent qu'en plus d'un effet de congruence relatif aux mappings conceptuels respectifs de nos deux concepts abstraits au travers du mouvement, un effet d'*association temps-valence* serait également présent dans nos données et cette association pourrait être d'ordre *motivational*.

C. DISCUSSION GENERALE, LIMITES ET PERSPECTIVES

Dans le cadre de cette thèse, nous avons voulu apporter des éléments de preuve et de réponses supplémentaires au sujet de l'incarnation des concepts abstraits, d'un côté vivement critiqué suivant une vision cognitiviste (par exemple, Mahon et Caramazza, 2008; et plus récemment Mahon 2015), de l'autre également débattu suivant une vision incarnée de la cognition, constituée d'un ensemble de théories plus ou moins fortes rendant peu clair ce fondement (voir Lakoff et Johnson, 1990 ; Boroditsky, 2000 ; Barsalou, 2016 ; Borghi et al., 2017 ; Khatin-Zadeh et al. 2021). En l'occurrence, si la structure du langage peut nous permettre de créer des associations logiques/syntaxiques et de définir de manière abstraite et amodale un concept, elle reste insuffisante pour en comprendre leur essence selon Harnad (1990). Par ailleurs, l'environnement est mouvant et l'individu est unique par son expérience vécue, et il nous paraît peu crédible de réduire les concepts abstraits à un aspect binaire/structurel (tel que suggéré par le *principe de la correspondance des polarités*, Proctor et Cho, 2006 ; Lakens, 2012). A la place, nous faisons l'hypothèse qu'ils se forment de façon incarnée en fonction de nos interactions spécifiques, du fait que l'on possède un corps interagissant avec l'environnement (physique, social et culturel, cf. Chapitre 1, synthèse). De ce fait, nous nous sommes intéressés, non pas à un, mais à **deux concepts abstraits, à savoir le TEMPS et la VALENCE ÉMOTIONNELLE**, qui ont fait l'objet de nombreuses études dans le champ de la cognition incarnée, nous permettant d'avoir des prédictions spécifiques (et des éléments de comparaison avec la littérature scientifique) concernant la façon dont ils peuvent être ancrés dans et par le mouvement humain suivant deux axes de réponse : frontal et sagittal. En conséquence, **notre hypothèse principale est que ces deux concepts abstraits sont ancrés au travers du mouvement relatif à nos différentes expériences perceptivo-motrices et affectives que l'on entretient avec l'environnement**. De sorte que nous pensons que notre bagage perceptivo-moteur et la façon d'évoquer et/ou de comprendre un concept abstrait, peut s'exprimer au travers ce dernier, et ce de manière propre à chaque concept dans leur singularité (cf. Chapitre 4, section 4.3). Nous recensons dans cette dernière partie : 1) les éléments de preuve et l'apport de cette thèse en faveur de notre hypothèse principale de l'incarnation spatiale et corporelle de ces deux concepts abstraits (le TEMPS et de la VALENCE ÉMOTIONNELLE) ; 2) les limites méthodologiques et/ou conceptuelles ; et 3) les perspectives de cette thèse et sa conclusion.

C.1 L'HYPOTHESE DE L'INCARNATION SPATIALE ET CORPORELLE DU TEMPS ET DE LA VALENCE ÉMOTIONNELLE

De prime abord, aucune étude n'avait comparé les différences possibles d'incarnation entre TEMPS et VALENCE ÉMOTIONNELLE au travers du mouvement. En l'occurrence, il n'est pas forcément évident de réussir à mettre en avant un lien conceptuel entre un concept abstrait (tel que le TEMPS et la VALENCE ÉMOTIONNELLE) et le concret (tel que l'espace, et dans notre cas le mouvement) de manière incarnée. Par ailleurs, la diversité des protocoles expérimentaux utilisés par les nombreuses études existantes, défendant certaines théories au détriment d'autres pour en suggérer ce lien, contribue également à créer un certain flou explicatif, illustrant une certaine inconsistance dans les prédictions comportementales propice à la critique et à la remise en question de l'hypothèse de l'incarnation des concepts abstraits. Néanmoins, une vision intéressante et plus consensuelle de la cognition incarnée soutient que les relations conceptuelles sont fondées sur un ensemble de relations avec des bases perceptivo-motrices et affectives (telles que l'approche de la vision de « *fondation solide des concepts* » de Santiago et al., 2011, et surtout l'*approche étendue de la cognition* de Borghi et al., 2017) mais que différents facteurs doivent être nécessairement pris en compte afin d'y apporter des preuves tangibles. Plus particulièrement, la *théorie des modèles cohérents en mémoire de travail* (Santiago et al., 2011 ; Santiago et al., 2012) développée dans l'intention d'identifier les mécanismes et facteurs d'influence à l'observation de liens conceptuels (par ex., l'identification de la problématique autour de la flexibilité cognitive) peut nous permettre de mieux comprendre les mécanismes en jeu dans notre hypothèse principale d'incarnation corporelle et spatiale des concepts. En effet, bien que la *théorie des modèles cohérents en mémoire de travail* mette en avant le rôle de la mémoire de travail en lien avec des processus cognitifs (attentionnels et/ou stratégiques), elle ne néglige pas pour autant le rôle de la mémoire à long terme et du système perceptif dans l'explication des effets de congruence. Plus précisément, cette théorie propose que la mise en lumière des effets de congruence puisse être relative au degré de pertinence (par ex., le type de tâche, objectifs/buts, type de jugement, etc.) et/ou de la saillance des dimensions activées (par ex., types de concepts : concrets/abstraites) au cours d'une tâche expérimentale. Néanmoins, les relations conceptuelles peuvent être mises en évidence à partir du moment où elles sont incluses dans cette dernière. En l'occurrence, notre hypothèse principale prédit que l'utilisation du mouvement dans une tâche expérimentale en relation avec la compréhension de ces concepts induit des effets de congruence. En outre, nous rejoignons le débat autour du type d'ancrage et de l'automaticité de l'activation des concepts abstraits à travers l'observation de ces effets de congruence. En effet, reprenons par exemple l'étude d'Ulrich et al. (2012) relative à l'observation des effets de

congruence dans la compréhension du concept de TEMPS ancré dans l'espace au travers du mouvement (cf. Chapitre 2, section 2.2). Les auteurs n'ont pas trouvé d'effet de congruence en utilisant le mouvement lorsque le jugement ne porte pas sur le TEMPS, et par conséquent ils mettent en doute l'idée dite « exagérée d'un phénomène incorporé » de l'effet de congruence en lien avec la compréhension du concept. Toutefois, leur tâche expérimentale portait sur un jugement de sensibilité (du sens ou non-sens) de phrases pouvant comporter différents types de représentation (concrètes comme abstraites) aux travers des mots utilisés, tels que des verbes directionnels et/ou émotionnels en plus du TEMPS. A noter que nous ne négligeons pas la possibilité d'effets de congruence d'ordre plus cognitif et/ou stratégique au cours d'une tâche expérimentale. Néanmoins, nous suggérons que le mouvement peut être révélateur de l'incarnation des concepts abstraits, que la tâche expérimentale permet d'activer plus ou moins implicitement ou explicitement, lors du jugement de ces concepts. En conséquence, notre seconde hypothèse est que la compréhension de plusieurs types de concept et/ou représentation entraînerait des effets de facilitation ou d'interférence dans le jugement, pouvant impacter la mise en lumière de l'incarnation des concepts. Pour mettre en évidence cette incarnation conceptuelle, au vu de la littérature, nous avons identifié que les concepts de TEMPS et de VALENCE ÉMOTIONNELLE, pourraient hypothétiquement avoir un ancrage sensori-moteur et affectif différencié et/ou comparable au travers de leur « mapping conceptuel » suivant l'axe frontal (gauche-droite) et sagittal (avant-arrière) au travers du mouvement (cf. Chapitre 4, section 4.4.3). Ainsi, afin de tester nos hypothèses, nous avons mis en place un paradigme expérimental nécessitant la compréhension de stimuli verbaux conjugués au passé ou au futur, associés à une connotation émotionnelle positive ou négative lors d'un *jugement conceptuel* (temporel versus émotionnel, alternant aléatoirement au sein d'une même tâche). La consigne manipulait le codage S-R en relation avec la congruence hypothétique du *mapping conceptuel* du TEMPS et de la VALENCE ÉMOTIONNELLE, et les participants devaient répondre en utilisant uniquement leur main dominante en faisant un mouvement vers un bouton situé à une des extrémités d'un dispositif de réponse suivant deux axes de réponse (frontal ou sagittal). En conséquence, nous nous attendions à trouver : 1) un effet de congruence de la consigne vis-à-vis du *mapping conceptuel* du TEMPS (consigne congruente : gauche-passé, droite-futur / arrière-passé et avant-futur ; consigne incongruente : gauche-futur, droite-passé / arrière-futur et avant-passé) et du *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE (consigne congruente : gauche-négatif, droite-positif pour des droitiers / avec des effets plus nuancés pour arrière-négatif et avant-positif ; consigne incongruente : gauche-positif, droite-négatif / arrière-positif et avant-négatif) ; 2) un effet de l'*association temps-valence* variant en fonction de la congruence de la consigne vis-à-vis du mapping des concepts, se traduisant par un avantage comportemental pour les stimuli futur-positif et passé-négatif lorsque la consigne est plus ou moins explicitement ou implicitement congruente avec le *mapping conceptuel*

des deux concepts (nécessitant le même mouvement), et par une absence de cet avantage lorsque la consigne est incongruente. A noter que les effets de congruence pourraient varier en fonction de l'*axe de réponse* (frontal ou sagittal) et du type de *jugement conceptuel* (temporel versus émotionnel) compte tenu de l'ancrage supposé de ces deux concepts au travers du mouvement. En outre, nous explorons également le fait qu'il puisse hypothétiquement exister une *association temps-valence* d'ordre *cognitif* et/ou *motivationnel* dans la compréhension de ces deux concepts.

Il convient de rappeler, que nos travaux se rapprochent de l'étude de Spatola et al. (2018) qui s'est également intéressée à l'activation de plusieurs types de représentations tels que le TEMPS, la VALENCE ÉMOTIONNELLE et l'espace, et par conséquent des possibles interactions entre ces concepts. A l'évidence, bien que nous n'ayons pas eu connaissance de cette étude au démarrage de cette thèse, elle peut nous permettre entre autres de comparer nos méthodologies et les effets de congruence observés afin d'apporter des éléments de réponse complémentaires et pertinents dans le cadre de la cognition incarnée. En l'occurrence, les résultats de Spatola et al. (2018) suggèrent notamment qu'il pourrait en effet y avoir l'activation de plusieurs types de représentation au cours d'une tâche comme suggéré dans nos hypothèses, et plus particulièrement un effet du lien conceptuel entre le TEMPS et la VALENCE ÉMOTIONNELLE sur les temps de réactions (TRs) d'un *jugement conceptuel*. En effet, il se peut qu'une *association temps-valence* soit attribuable à un biais de positivité du futur (Caruso et al., 2008 ; Guo et al., 2012 ; Rasmussen et Berntsen, 2013 ; Lee et Li, 2014 ; Zheng et al., 2019 ; Kaup et al., 2021). Toutefois, **l'origine d'une association temps-valence (associant le passé au négatif et le futur au positif) n'est pas claire, et dans le cadre de cette thèse nous avons choisi d'en distinguer deux sortes : une association temps-valence d'ordre cognitif et/ou motivationnel.** En outre, cette distinction peut faire l'objet d'un grand intérêt appliqué et s'avère se montrer particulièrement émergente dans la littérature (par exemple, Kaup et al., 2021, voir aussi très récemment Ulrich et al., 2023). Par ailleurs, Spatola et al. (2018) sont les seuls à notre connaissance qui, d'une part se rapprochent de notre paradigme expérimental et d'autre part montrent des effets de congruence entre ces deux concepts au niveau de TRs (contrairement à des variables d'échelle d'évaluation ou de complétion de phrases, comme chez Caruso et al., 2008 et Kaup et al., 2021, respectivement). Pour rappel, tout comme nous, Spatola et al. (2018) ont utilisé des verbes conjugués (au passé ou au futur) associés à une connotation émotionnelle (positive ou négative), à la différence qu'ils demandaient aux participants d'indiquer le temps ou la valence des verbes dans deux blocs distincts (un bloc de *jugement temporel* et un autre bloc de *jugement émotionnel*) alors que nous alternions aléatoirement ces jugements au sein d'un même bloc. Par ailleurs, leurs participants devaient ensuite répondre le plus rapidement possible en appuyant sur une touche (située à droite ou à gauche d'un clavier de réponse), en

utilisant leur index de la main droite pour répondre sur la touche située à droite, et avec l'index de leur main gauche pour répondre sur la touche de gauche, sans effectuer de mouvement le long d'un clavier, contrairement à nous. Chaque bloc comprenait également deux sous-blocs pour lesquels ils manipulaient la consigne qui était soit congruente (gauche-passé, droite-futur pour les jugements temporels, et gauche-négatif, droite-positif pour les jugements de valence, chez des droitiers), soit incongruente (gauche-futur, droite-passé pour les jugements temporels, et gauche-positif, droite-négatif pour les jugements de valence) vis-à-vis du *mapping conceptuel* hypothétique du TEMPS et de la VALENCE ÉMOTIONNELLE, suivant l'axe frontal uniquement ; alors nous avons examiné les réponses au travers d'un mouvement sur l'axe frontal et l'axe sagittal.

Les résultats de Spatola et al. (2018) ont montré un effet de congruence passé-gauche et futur-droite dans le bloc de *jugement temporel*, et dans une moindre mesure, un effet de congruence négatif-gauche et positif-droite. À l'inverse dans le bloc de *jugement émotionnel*, ils ont montré un effet de congruence négatif-gauche et positif-droite, et dans une moindre mesure un effet de congruence passé-gauche et futur-droite. De plus, leurs résultats montraient un effet d'*association temps-valence* avec un avantage comportemental pour les stimuli au passé-négatif et futur-positif, uniquement pour les blocs de *jugement temporel* dans leur Expérience 1, et pour les deux blocs de jugement conceptuel dans leur Expérience 2. Spatola et al. (2018) ont interprété leurs résultats sur la base de *la théorie des modèles cohérents en mémoire de travail* (Santiago et al., 2012) qui prédit que plusieurs types de représentation mentale peuvent être activés simultanément de manière cohérente avec le degré de pertinence et/ou de saillance des dimensions considérées. Selon Spatola et al. (2018), la différence d'effet de congruence temps-valence (futur-positif et passé-négatif < futur-négatif et passé-positif) entre les deux expériences seraient liée au fait que leur Expérience 2 incluait une session d'induction de pleine conscience du TEMPS. En ce sens, ils ont suggéré que la VALENCE ÉMOTIONNELLE pouvait être relativement plus saillante que le concept de TEMPS, et l'augmentation de la saillance du TEMPS médié par l'induction aurait facilité la mise en évidence de l'*association temps-valence*. Néanmoins, ces auteurs ont également conclu au vu de l'absence d'effet d'interaction à trois facteurs (TEMPS, VALENCE ÉMOTIONNELLE et espace) dans leurs résultats, que l'effet d'interaction *Temps du Stimulus x Valence du Stimulus* ne pouvait résulter d'une facilitation versus interférence (activation concurrente) de la relation entre mapping conceptuel du TEMPS et de celui de la VALENCE ÉMOTIONNELLE. Toutefois, il nous semble que ces auteurs n'ont pas pris en considération un facteur important dans leur paradigme expérimental qui aurait pu montrer un tel effet et qui est au cœur de nos hypothèses : le mouvement ! Néanmoins, ils ont apporté des éléments de réponse intéressants en suggérant notamment que plusieurs représentations peuvent s'activer et l'existence d'une certaine asymétrie entre TEMPS et VALENCE

ÉMOTIONNELLE dans les temps de réponse ; éléments qui selon nous feraient écho à : 1) une *association temps-valence* d'ordre *cognitif* (linguistique et/ou culturel), et/ou 2) une *association temps-valence* relative à la plus grande *saillance intrinsèque de la valence* reliée aux représentations spatio-temporelles, et par voie de conséquence, d'ordre *motivationnel* (*saillance intrinsèque* « génétiquement ancrée » favorisant une poursuite de la vie vers le futur via grâce à un biais de positivité du futur, Kaup et al., 2021 ; « l'espoir fait vivre »). En l'occurrence, la configuration du paradigme expérimental de Spatola et al. (2018) permet difficilement de pouvoir statuer sur cette distinction (entre origine cognitive et/ou motivationnelle de l'*association temps-valence*), notamment parce que leurs effets ne sont relatifs qu'à l'axe frontal, et plus particulièrement qu'à des participants droitiers.

En revanche, afin de tester nos hypothèses et prédictions, nous avons examiné l'incarnation spatiale et corporelle de nos concepts d'intérêt également sur l'axe sagittal, et avons comparé cette incarnation chez les gauchers et les droitiers, en particulier pour la VALENCE ÉMOTIONNELLE sur l'axe frontal en lien avec l'*hypothèse de la spécificité corporelle* (Casasanto, 2009). Ces variations méthodologiques nous ont notamment permis d'apporter des résultats distinguant l'origine *cognitive* et/ou *motivationnelle* de l'*association temps-valence*. En effet, comme le suggère également l'étude de Kaup et al. (2021), un moyen d'étudier et d'approfondir si le TEMPS et la VALENCE ÉMOTIONNELLE sont intrinsèquement liés au travers d'une « cartographie commune » (c'est-à-dire une représentation spatiale, et par conséquent, suivant nos hypothèses au travers d'un mouvement d'ordre sensori-moteur et/ou motivationnel), serait de comparer le comportement de participants ne partageant pas les mêmes types de représentation en termes d'ancrage expérientiel vis-à-vis de la compréhension de ces concepts. A notre connaissance, aucune étude n'a encore étudié les effets de congruence ainsi. En conséquence, au travers des différentes études dans cette thèse, d'une part, nous apportons des éléments de preuve confortant l'idée que les concepts abstraits sont incarnés et ce au travers du mouvement. D'autre part, nous apportons également des éléments de réponses supplémentaires qui pourraient être particulièrement utiles à considérer a) dans la mise en lumière de l'origine incarnée des concepts abstraits, tels que des effets de facilitation versus d'interférence entre TEMPS, VALENCE ÉMOTIONNELLE et mouvement, mais également b) pour des perspectives scientifiques et appliquées qui pourraient en résulter (cf. section C.2).

En effet, au travers des trois études que nous avons présentées nous avons pu trouver des éléments concordant avec nos hypothèses et prédictions. En l'occurrence, comme explicité dans les interprétations et la discussion de nos premiers résultats (section B.1.4 synthèse et discussion de l'étude expérimentale 1), la configuration de la tâche expérimentale et notamment la consigne plus explicite qu'implicite vis-à-vis du codage S-R (possible stratégie efficiente du codage S-R) pourraient avoir contribué

à dissimuler ou affecter la mise en lumière de nos hypothèses et prédictions. Néanmoins l'étude expérimentale 2, nous a permis de comparer nos effets suite aux améliorations méthodologiques apportées et aux différentes explications plus ou moins alternatives qui en découlent, et en conséquence nous a aidé à mieux appréhender les résultats soutenant nos hypothèses explicatives. En effet, contrairement à cette première étude, dans l'étude expérimentale 2, nous avons trouvé un effet principal de la consigne vis-à-vis du *mapping conceptuel* du TEMPS aussi bien sur l'axe sagittal que l'axe frontal en accord avec la chronologie mentale du TEMPS (Sell et Kaschak, 2011 ; Bonato et al., 2012 ; Grasso et al., 2022). En l'occurrence, si le lien conceptuel entre TEMPS et espace était uniquement un ancrage via la structure du langage (Boroditsky et al., 2001), on n'observerait pas nécessairement d'effet de congruence significatif suivant les deux axes de réponse. En effet, suivant l'axe frontal il n'y a pas d'expression linguistique justifiant ce type d'ancrage (par ex., on ne dit pas « Lundi est à gauche de mardi »). Par ailleurs, nous avons trouvé un effet de congruence de la consigne vis-à-vis du *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE suivant l'axe frontal pouvant correspondre à l'*hypothèse de la spécificité corporelle* (Casasanto 2009). A noter que dans ces deux premières expériences (études expérimentales 1 et 2), les participants étaient droitiers et répondaient avec leur main dominante droite. De plus, nous n'avons pas trouvé d'effet principal de la congruence de la consigne vis-à-vis du *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE suivant l'axe sagittal, bien qu'une certaine tendance se dessinait. En l'occurrence, nous avons prédit que cet effet ne serait pas particulièrement robuste, au vu de la littérature montrant une certaine ambiguïté du mouvement de la main dans un référentiel certes égocentré mais dans un espace péri-personnel avec une confusion interprétative possible en termes de *proche-loin* plutôt qu'en termes de direction du mouvement (Freina et al., 2009 ; Saraiva et al., 2013 ; Rougier et al., 2018 ; Julliard et al., 2021).

En outre, l'effet principal de la consigne pour nos deux jugements conceptuels prend également en compte le *Temps du stimulus* et la *Valence du stimulus* pouvant répondre à notre sous-hypothèse selon laquelle l'activation implicite du jugement conceptuel non demandé peut également être présent (activé automatiquement). En conséquence, nous avons prédit que nos résultats montreraient un effet de facilitation lorsque le *mapping conceptuel* du TEMPS et de la VALENCE ÉMOTIONNELLE sont tous deux congruents l'un envers l'autre au travers du mouvement plutôt que lorsqu'ils ne le sont pas. En l'occurrence, de façon similaire à l'étude expérimentale 1, nos résultats ont montré un effet d'interaction *Temps du stimulus x Valence du stimulus* dans toutes nos conditions mais également un effet d'interaction marginal à trois facteurs *Mapping conceptuel x Temps du stimulus x Valence du stimulus*, lors du *jugement temporel* avec une réponse suivant l'axe frontal. Cette interaction à trois facteurs peut confirmer nos hypothèses dans le sens où les participants sont plus rapides à traiter des stimuli futur-

positif et passé-positif lorsque la consigne est congruente avec le *mapping conceptuel* du TEMPS alors que l'interaction *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus* disparaît lorsque la consigne est incongruente. De manière similaire et complémentaire, l'effet d'interaction à trois facteurs s'est montré significatif au niveau des taux d'erreur. Ainsi, même lorsque la tâche expérimentale ne porte pas explicitement sur le jugement de VALENCE ÉMOTIONNELLE suivant cet axe de réponse, son *mapping conceptuel* a été activé, ce qui a pu faciliter ou interférer avec le traitement du concept de TEMPS. En ce sens, nous pouvons suggérer qu'afin de mettre en évidence au travers d'effets de congruence l'ancrage d'ordre perceptivo-moteur et affectif dans la compréhension de ces concepts abstraits, il faille un mouvement provenant du corps. En outre, le même type d'effet d'interaction à trois facteurs était déjà présent lors de l'étude expérimental 1 mais pour des réponses sur l'axe sagittal. Aussi, nous suggérons que les différences comportementales en fonction des axes de réponse peuvent notamment provenir des modalités sensorielles sollicitées par l'emplacement du dispositif de réponse, problème que nous avons essayé de résoudre en changeant le boîtier réponse dès l'étude 2. Plus précisément, dans l'étude expérimentale 1, le dispositif de réponse était centré sur la main des participants (excentrée sur la droite, cf. **Figure 5**) contrairement au dispositif de réponse de l'étude expérimentale 2, centré devant les participants (le long de l'axe du regard, vers le centre de l'écran, cf. **Figure 15A**) En conséquence, l'interprétation du mouvement initialement prédite suivant l'axe sagittal, liée à un mécanisme sensori-moteur et/ou motivationnel basé sur le stimulus (proche-loin) plutôt que basé sur le corps (avant-arrière ou gauche-droite), aurait pu être inversée dans l'étude expérimentale 1. En effet, dans l'étude expérimentale 1, l'emplacement du dispositif de réponse mobilisait plus vraisemblablement la main mais également le buste, générant des conséquences visuelles (flux optique en expansion ou contraction, pour l'approche vers la touche ou le recul respectivement) et kinesthésiques lors de l'appui sur les touches de réponse suivant l'axe sagittal. Ainsi, les participants auraient été plus propices à activer un mécanisme d'approche et d'évitement basé sur le corps pour répondre, plutôt que dans l'expérience 2 n'impliquant que le mouvement de la main. En revanche, dans l'expérience 1, le mouvement nécessaire pour appuyer sur les touches de réponse suivant l'axe frontal s'effectuait uniquement dans l'hémi-espace dominant droit. De sorte qu'un mouvement vers la gauche était finalement proche du corps et vers la droite loin du corps, pouvant rendre conflictuelle l'attribution de sens de la VALENCE ÉMOTIONNELLE d'un stimulus. En fait, l'emplacement du dispositif de réponse de l'étude expérimentale 2 était plus adapté pour tester nos hypothèses et prédictions initiales concernant la robustesse du *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE au travers du mouvement suivant ces deux axes de réponse. En somme, les résultats à la suite de nos améliorations méthodologiques et leurs explications appuient l'idée que nos effets sont liés à l'ancrage sensori-moteur et affectif de la compréhension de ces concepts au travers du mouvement.

Par ailleurs, la plus grande *saillance intrinsèque* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE pose également la question de savoir s'il y a eu une activation implicite (automatique) du mapping conceptuel du TEMPS lors d'un *jugement émotionnel*. En effet, l'interaction à trois facteurs apparaît lors d'un *jugement temporel* mais pas lors d'un *jugement émotionnel* dans nos deux premières études, quand l'axe de réponse permet une activation particulièrement robuste du *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE. Alternativement, le degré de pertinence de la tâche pourrait contribuer à ce que les stimuli ne soient évalués qu'en fonction de leur nature lors d'un *jugement émotionnel* (d'après la *théorie des modèles cohérents en mémoire de travail*, Santiago et al., 2012). En outre, on retrouve un effet d'interaction *Temps du stimulus x Valence du stimulus*, pour chaque jugement conceptuel suivant les deux axes de réponses, pouvant correspondre à l'activation hypothétique d'une *association temps-valence* d'ordre *cognitif*. Toutefois, si nos résultats n'incluaient que l'activation d'une *association temps-valence* uniquement d'ordre *cognitif*, un effet d'interaction *Temps du stimulus x Valence du stimulus* devrait rester lorsqu'une consigne est incongruente lors du *jugement temporel*, ce qui n'a pas été le cas. En l'occurrence, il est également possible qu'une *association temps-valence* d'ordre *motivationnel* soit présente dans nos résultats en fonction de la configuration de notre paradigme expérimental. Plus particulièrement, quand le dispositif de réponse induit un mouvement du buste suggérant une approche (se pencher en avant pour appuyer sur une touche) ou un évitement (reculer pour mieux appuyer sur une touche demandant un mouvement vers l'arrière, par rapport à une position initiale (dans l'étude expérimentale 1) ou encore quand la représentation temporelle est cohérente avec l'*hypothèse de la spécificité corporelle* (dans l'étude expérimentale 2). En conséquence, nous avons voulu tester plus clairement nos hypothèses lors d'un *jugement émotionnel*, notamment en considérant l'*hypothèse de la spécificité corporelle* suivant l'axe frontal, mais également afin de vérifier que le *mapping conceptuel* du TEMPS a bien été activé. Ce faisant, nous pouvions mieux appréhender l'effet d'une hypothétique activation d'*association temps-valence* d'ordre *cognitif* et/ou *motivationnel* en recrutant des participants gauchers comme suggéré dans l'étude de Kaup et al. (2021).

Les résultats de notre étude expérimentale 3 n'ont pas montré d'effet principal de la congruence de la consigne vis-à-vis du *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE chez les gauchers (consigne congruente : gauche-négatif et droite-positif ; consigne incongruente : gauche-positif et droite-négatif), ni d'effet d'interaction *Temps du stimulus x Valence du stimulus*. Toutefois, nos résultats ont mis en évidence un effet d'interaction à trois facteurs *Mapping conceptuel x Temps du stimulus x Valence du stimulus*, suggérant des TT plus courts pour les stimuli passé-positif et futur-négatif lorsque la consigne est congruente avec le *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE

des gauchers, et aucun effet d'interaction pour une consigne incongruente. Nous formulons l'hypothèse que l'avantage de traitement pour les stimuli passé-positif et futur-négatif lorsque la consigne est congruente refléterait une activation du *mapping conceptuel* du TEMPS implicitement (c'est-à-dire automatiquement) suivant l'axe frontal lors du *jugement émotionnel*. En effet, un mouvement vers la gauche correspond au passé, et la spécificité corporelle des gauchers associe le positif à gauche et inversement le futur à droite est associé au négatif. En outre, alors qu'une *association temps-valence* (futur-positif et passé-négatif) d'ordre *motivationnel* aurait contribué selon nous aux effets de congruence chez les droitiers, ce n'est plus le cas chez les gauchers. En effet, la tâche expérimentale pour les gauchers n'est plus cohérente avec l'ensemble des hypothétiques associations conceptuelles, entre *mapping conceptuel* du TEMPS, *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE et *association temps-valence* d'ordre *motivationnel*. Plus précisément, l'engagement motivationnel à travers le mouvement (par la plus grande *saillance intrinsèque de la valence*) n'est plus cohérent avec la chronologie mentale du TEMPS dans une poursuite motivée des événements (se projeter dans un futur meilleur, car « l'espoir fait vivre ») si un même mouvement associe le futur au positif, ce qui n'est plus le cas chez les gauchers pour lesquels le positif correspond à un mouvement vers la gauche alors que le futur correspond à un mouvement vers la droite.

Ainsi, **l'ensemble de nos résultats semblent confirmer notre hypothèse principale de l'incarnation spatiale et corporelle de ces deux concepts abstraits**. De plus, ils appuient l'hypothèse que plusieurs types de représentation abstraite peuvent être activés au cours d'une tâche. En l'occurrence, comparativement aux résultats de Spatola et al. (2018), nos études illustrent que : a) la compréhension de stimuli linguistiques (comportant le concept abstrait de TEMPS et de VALENCE ÉMOTIONNELLE) peut d'une part significativement faciliter ou dégrader (lorsqu'ils entrent en opposition) les temps de traitement et/ou les réponses comportementales, et b) d'autre part, qu'un lien conceptuel entre TEMPS et VALENCE ÉMOTIONNELLE peut aussi être d'ordre *motivationnel* (associé à la plus grande *saillance intrinsèque de la valence*) venant contribuer aux effets de congruence. Enfin, comme nous le verrons dans la section C.3, nous pensons que comprendre le lien entre *mapping conceptuel* du TEMPS, *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE et *association temps-valence* au travers du mouvement pourrait être véritablement fructueux à des fins appliquées.

C.2 LIMITES METHODOLOGIQUES ET/OU THEORIQUES

La mise en place de ces études n'est évidemment pas dénuée de failles, que ce soit d'un point de méthodologique et/ou théorique. En effet, cette thèse s'inscrit d'une part suivant une approche critiquable vis-à-vis de son degré d'abstraction, et d'autre part en termes de continuité scientifique utilisant un paradigme expérimental standard pour le domaine d'intérêt. En conséquence, ces études engendrent des remises en question et suscitent des points d'amélioration afin de pouvoir plus favorablement soutenir nos hypothèses. De fait, dans cette section nous discuterons des limites de ces études, particulièrement au niveau de la configuration de la tâche expérimentale que ce soit de la sélection des stimuli, en passant par le traitement de données, jusqu'aux interprétations, incluant également des arguments/critiques théoriques issues de la littérature.

Concernant le choix des stimuli verbaux, il est à noter que la sélection de ces derniers s'est instaurée dans une continuité scientifique avec l'ajout de stimuli émotionnels qui ont entre autres été choisis de manière assez intuitive, prélevés dans le répertoire de Bradley et Lang (ANEW, 1999a). En l'occurrence, l'étude antérieure à cette thèse par Charles Fahin (mémoire de Master 2, 2018) comparait l'incarnation du TEMPS pour des verbes directionnels ou non (par ex., « approcher » ou « reculer », versus « choisir » ou « résoudre », respectivement), extraits des travaux de Sidhu et al. (2014) relatifs aux effets de l'incarnation dans le traitement lexical et sémantique des verbes. Un des objectifs de l'étude précédente était d'étudier le niveau d'incarnation des concepts, avec l'hypothèse qu'un verbe directionnel associé au TEMPS (futur ou passé) associé à la même direction, conduirait à des TT plus courts que dans une direction opposée, et que ces TT varieraient en fonction du degré directionnel ou non directionnel du verbe. Par exemple, le verbe « approcher » au futur (« approchera ») montrerait des TT plus courts que ce même verbe au passé (« approcherait ») associé à une réponse motrice le long de l'axe sagittal vers l'avant (plutôt que vers l'arrière), et plus courts que pour un verbe non directionnel au passé (« choisirait ») ou au futur (« choisira »). En effet, selon Sidhu et al. (2014) le degré d'implication du corps dans la compréhension d'un stimulus verbal engendrerait un avantage de TT. De la même façon, pour le concept de VALENCE ÉMOTIONNELLE, il pourrait également y avoir certains avantages de TT, en fonction du niveau de *valence* d'un stimulus qui peut être jugé de « 1-négatif » à « 9-positif » suivant l'échelle de mesure SAM (*self assessment manikin*, Bradley et Lang, 1999a), ainsi que du niveau d'éveil physiologique (« *arousal* », degré d'excitation provoquée par l'émotion). Lors de la sélection des stimuli pour la présente cette thèse, nous nous intéressons plus spécifiquement au fait que la valence d'un stimulus soit bien jugée comme étant positive ou négative en moyenne, et de même niveau d'intensité (assimilable à l'éveil physiologique, « *arousal* ») pour les stimuli. Notre

Etude pilote 1 évaluant les stimuli sur une échelle de Likert a confirmé que la sélection des stimuli verbaux émotionnels respectait nos critères, à savoir pour le jugement du niveau d'incarnation (de « 1 : implique faiblement le corps » à « 7 : implique fortement le corps ») il n'y avait pas de différence entre les stimuli émotionnels (positifs versus négatifs), mais en contraste il y avait bien une différence avec un stimulus considéré comme « neutre » (stimuli non directionnels, en moyenne évalués plus faiblement). Ces résultats concordaient également avec l'absence de différence initiale suivant le critère d'éveil physiologique (*arousal*), et avec une différence significative du niveau de *valence* (considéré comme négatif ou positif) dans la sélection des stimuli extraits du répertoire ANEW (Bradley et Lang, 1999a). Néanmoins, certains de nos stimuli émotionnels peuvent également renvoyer à un mouvement directionnel et/ou à des actions concrètes, et ce plus particulièrement les verbes positifs (par exemple nos stimuli tels que : « embrasser », « caresser », « manger », cf. **Annexe 4**). En conséquence, nos stimuli peuvent avoir engendré une certaine variabilité des TT de manière générale, car ils possèdent un plus haut niveau d'imaginalibilité (plus « concrète » au niveau du stimulus) pouvant favoriser leur activation conceptuelle.

Par ailleurs, le fait que nous ayons voulu respecter un protocole standardisé mais également que nous ayons cherché à limiter le coût temporel et attentionnel de la tâche expérimentale, a contribué à ce qu'un certain verbe apparaît douze fois au cours de l'expérience au participant. En effet, prenons l'exemple du verbe « admirer », ce même stimulus apparaît une première fois lors de la pré-visualisation de l'ensemble des stimuli à juger par la suite (cf. procédure Section B.1.1.3) conjugué au passé (« admirait ») et au futur (« admirera »). Puis, lors de la tâche expérimentale, il apparaît dans chaque bloc de consigne : deux fois pour un *jugement temporel* et deux fois pour un *jugement émotionnel*. D'un autre côté, le nombre d'essais par condition est relativement bas pouvant être source de variabilité statistique. En effet, au total les participants ne jugent que 20 stimuli (10 verbes positifs et 10 négatifs, présentés au passé et au futur) correspondant par conséquent à 10 essais par condition de *Valence du stimulus*, déclinés en 40 essais par jugement conceptuel en fonction de leur nature, soit un total de 80 essais par condition de congruence de la consigne vis-à-vis du *mapping conceptuel*. A noter que nous avons tout de même veillé à ce que l'ordre de passation des blocs expérimentaux (consigne congruente puis incongruente, ou l'inverse) soit contrebalancé au travers des participants. Néanmoins, il pourrait y avoir ici une certaine habitude vis-à-vis des stimuli, à laquelle pourrait notamment venir s'ajouter une certaine mémorisation structurelle du codage S-R, pouvant biaiser de manière générale l'étude de nos hypothèses (notamment vis-à-vis du caractère implicite/automatique de l'activation sensori-motrice de la compréhension d'un stimuli). En outre, nous n'avons pas de condition contrôle et/ou d'élé-

ment de comparaison vis-à-vis des effets relatifs à la nature des stimulus (telle que par exemple l'utilisation de verbes « neutres » ou au « présent » en fonction du type de jugement conceptuel), permettant entre autres de distinguer l'hypothèse de l'activation des mappings conceptuels respectifs des concepts au travers du mouvement, de l'hypothèse de leur coactivation facilitatrice ou délétère et/ou encore de l'hypothèse de l'activation d'une *association temps-valence* d'ordre *cognitif* et/ou *motivationnel*. Par exemple, pour le *jugement temporel* lorsque la consigne est congruente avec le *mapping conceptuel* passé-gauche et futur-droite, on pourrait faire l'hypothèse que les TT soit plus longs pour un stimulus neutre comparativement à un stimulus émotionnel cohérent avec la représentation temporelle (par ex., un stimulus futur-positif). Suivant le même principe, pour le *jugement émotionnel*, lorsque la consigne est congruente avec le mapping conceptuel négatif-gauche et positif-droite (pour des droitiers) on pourrait faire l'hypothèse que les TT soit plus longs pour un stimulus au présent comparativement à un stimulus conjugué cohérent avec l'implication émotionnelle. En conséquence, nous aurions pu éviter ces limites et potentielles sources de variabilité en augmentant le nombre d'essais et notamment en utilisant une plus large liste de stimuli (en intégrant notamment des verbes neutres lors du *jugement temporel* et des verbes au présent lors du *jugement émotionnel*) également distribués aléatoirement par condition, afin de rendre plus robuste l'observation de nos effets.

Par ailleurs, si on prend en considération les différentes parties de l'expérience, c'est-à-dire la première partie comportant une tâche contrôle d'asymétrie du mouvement et la pré-visualisation ; et la deuxième partie comportant les deux blocs expérimentaux de consigne vis-à-vis du jugement conceptuel suivant les axes de réponses, certains points nécessitent d'être discutés. Concernant la tâche contrôle d'asymétrie du mouvement, cette dernière démarrait directement à la suite du consentement éclairé, c'est-à-dire sans phase de familiarisation préalable. Les participants devaient répondre le plus rapidement possible sur la touche de réponse associée à la direction pointée par une flèche après avoir appuyé sur la touche centrale du clavier de réponse correspondant au point de fixation. En outre, la façon de traiter les données de cette tâche (critères $M \pm 2SD$) a permis de retirer les temps de mouvement considérés comme extrêmes, qui correspondaient généralement aux deux ou trois premiers essais. Néanmoins, les temps de réponses (TRs) des participants lors de la deuxième phase expérimentale ont été soustraits par ces temps de mouvements (TMs) lors du traitement des données (Temps de traitements, TTs). Cette méthode peut être critiquable car les paramètres du mouvement (amplitude, force, vitesse, vigueur, etc.) peuvent être variables en cours d'une tâche. Toutefois, il est connu et souvent discuté que des asymétries de mouvement peuvent être incluses dans les temps de réponses sans pour autant les contrôler (par ex., Koch, 2009 ; Milhau et al., 2015), raisons pour lesquelles il nous semblait légitime

de contrôler les données comportementales pour ces asymétries. En l'occurrence, nous avons également effectué des analyses supplémentaires sur les temps de réponses bruts (TRs, non soustraits des TMs) et les résultats concernant les effets principaux et/ou d'interactions ne changent pas fondamentalement (cf. Voir **Annexe 5, 6, 7**). Toutefois, il est à noter qu'on pouvait observer une différence dans l'étude expérimentale 1, suggérant des effets d'interaction croisée entre la congruence de la consigne et nature du stimulus suivant l'axe frontal, au lieu d'effets parallèles. En l'occurrence, ces résultats étaient difficilement interprétables hormis pour suggérer des avantages de temps de réponses associés au côté gauche dans l'étude expérimentale 1 (par exemple : pour une consigne congruente avec le *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE, le TR est plus court avec un mouvement vers la gauche pour un stimulus négatif ; et pour une consigne incongruente, le TR est plus court à gauche pour un stimulus positif, cf. Figure de l'**Annexe 5**). En conséquence, les résultats de la tâche contrôle d'asymétrie du mouvement étaient cohérents avec des TMs effectués plus rapidement à gauche qu'à droite dans l'étude expérimentale 1, pouvant rendre compte (au moins partiellement) de ces effets et constituer un biais dans la mise en évidence de nos effets d'intérêt. Néanmoins, il est vrai que la terminologie « temps de traitement » (TTs) lors de la tâche expérimentale à la suite de la soustraction des TMs de la tâche contrôle aux TRs est approximative. En effet, le TRs initial (avant soustraction du TM moyen pour la direction de mouvement) comporte plusieurs composantes : encodage du jugement à effectuer ; traitement incarné (via une activation sensori-motrice ou simulation mentale) du verbe pour la prise de décision ; planification de l'action ; et exécution motrice. De fait, on ne peut pas vraiment savoir quelle composante a été affectée précisément par nos facteurs expérimentaux : est-ce au niveau des différents paramètres cinématiques du mouvement lors de l'exécution motrice de la réponse) et/ou en amont, au niveau d'une simulation mentale du mouvement par (ré)activation des expériences sensori-motrices et affectives ? La terminologie « temps de traitement » se veut englober ces différentes composantes, avec pour conséquence de faciliter ou entraver l'exécution de la réponse dans sa globalité (Glenberg et Robertson, 2000 ; Glenberg et Kaschak, 2002). En l'occurrence, il serait intéressant (dans de futures répliques de notre travail de thèse) d'utiliser des outils de mesure tels que des capteurs d'analyse du mouvement (par exemple, voir Johnson-Glenberg et Megowan-Romanowicz., 2017) afin d'obtenir des données concernant le « temps de traitement » avant le déclenchement du mouvement, c'est-à-dire dès l'apparition du type de jugement (stimulus visuel « temps ? » ou « émotion ? ») jusqu'au début du mouvement (détectable avec ces outils de mesures) afin de quantifier un temps de traitement plus précis. De plus, ce type d'outil permettrait d'analyser les caractéristiques cinématiques du mouvement : trajectoire, vitesse d'exécution, accélération. Ainsi, nous aurions pu mieux appréhender si certains paramètres du mouvement sont modulés par nos facteurs expérimentaux de façon corrélée ou non à une modification du temps de traitement *per se*, avec l'exécution motrice.

En outre, lors de ma présence (hors de vue des participants) au moment des passations expérimentales en tant qu'expérimentatrice, j'ai pu observer qu'à certains essais des participants débutaient leur mouvement dans une direction, puis corrigeaient le geste très rapidement pour aller dans l'autre direction. En conséquence, cette correction du mouvement au cours de son exécution, a contribué à modifier les paramètres cinématiques du mouvement et augmenter les TTs. Ainsi, des TT plus longs dans une condition par rapport à une autre peuvent refléter aussi bien une telle modification de l'exécution motrice qu'une prise de décision (en amont de l'exécution) plus longue. Dans un cas comme dans l'autre, un TT plus long reflétera bien un effet délétère de la condition (par rapport à une autre condition avec des TT plus courts) ou une difficulté.

Par ailleurs, lors de l'implémentation de la tâche expérimentale, en voulant nous assurer que le mouvement démarre bien du centre du dispositif de réponse, il était demandé aux participants d'appuyer sur la touche centrale à la fin de la lecture du stimulus verbal affiché à l'écran, en amont de l'apparition du type de jugement à effectuer. Toutefois, lors de la phase de familiarisation avec la tâche expérimentale, il a été constaté que certains participants lisaient les stimuli à haute voix et/ou prenaient un temps relativement long avant d'appuyer sur la touche centrale. Afin d'éviter toute « stratégie » en amont (par ex., préparation motrice des deux réponses possibles), et bien que la consigne spécifiât qu'il fallait lire le plus rapidement possible le verbe, il était rappelé avant et entre chaque bloc d'essais de seulement lire les stimuli et ce également le plus rapidement sans les lire à haute voix. Cependant, le fait de ne pas avoir implémenter de temps de lecture fixe du stimulus (par exemple de l'ordre de 250 ms, Rayner et Duffy, 1986) pourrait également avoir créé de la variabilité dans les TTs ultérieurs. Alternativement, la lecture des stimuli pourrait avoir fait office de pré-traitement cognitif vis-à-vis de la consigne avant même que l'affichage du type jugement conceptuel. A noter que nous avons récolté et analysé ces temps de lectures (TLs) qui n'ont pas montré d'effet ni de la congruence de la consigne vis-à-vis du *Mapping conceptuel* des concepts, ni du *Temps du stimulus* ou de la *Valence du stimulus*, dans l'étude expérimentale 1 et 3. Par contre, dans l'étude expérimentale 2, les résultats ont montré un effet principal de la congruence de la consigne vis-à-vis du *mapping conceptuel* des concepts chez le Groupe 1 (avec également un effet marginal d'interaction *Temps du stimulus* x *Valence du stimulus*) et dans une moindre mesure chez le Groupe 2, montrant un avantage de lecture des stimuli pour une consigne congruente plutôt que pour une consigne incongruente. En ce sens, si une certaine anticipation des réponses possibles (des deux jugements) existe au cours de la lecture des stimuli, l'effet sur le TL refléterait un prétraitement cohérent avec nos hypothèses et interprétations sur les TTs. En effet, comme expliqué en synthèse de l'étude expérimentale 1, la configuration S-R peut venir interférer avec l'activation de la simulation mentale des concepts (et par voie de conséquence avec la réponse

motrice), masquant les effets de congruence attendus par nos hypothèses. De même, dans l'étude expérimentale 3 chez les gauchers, le fait que la consigne congruente ou incongruente ne favorise pas l'émergence d'une *association conceptuelle temps-valence* d'ordre *motivationnel* pourrait également dégrader les temps de traitements. Cependant, il aurait été plus adapté d'inclure le temps de lecture du stimulus dans le temps de réponse du jugement conceptuel. Par exemple, dans la configuration actuelle, nous aurions pu ajouter un feedback (par exemple, un feedback de la validité de la réponse « réponse correcte » ou « réponse incorrecte ») entre chaque essai nécessitant d'appuyer sur la touche centrale du dispositif, et qu'en conséquence la croix de fixation soit le point de démarrage de l'essai. Un essai type pourrait être configuré de la manière suivante : 1) Point de fixation (touche centrale, le participant appuie quand il veut) ; 2) lecture du stimulus (250ms) + jugement conceptuel (jusqu'à l'appui sur une touche aux extrémités du dispositif) = Temps de réponse global ; 3) Feedback (message de validité de la réponse, les participants appuient sur la touche centrale). En parallèle, avec l'intégration d'un outil de mesure de type capture de mouvement, nous aurions pu être plus précis concernant l'analyse du TT et du TM.

En perspective, bien que le mouvement (oculaire, physique, etc.) constitue une source de bruit pour des outils de mesure tels que l'IRMf ou encore l'EEG, il serait intéressant d'étudier les corrélats neuraux de la lecture des stimuli et de la compréhension du jugement conceptuel en amont du mouvement, afin d'apporter un soutien neurocognitif à nos données comportementales. Par exemple, Proverbio et al. (2018) ont montré que la congruence de l'image d'une gestuelle (exemple, la main vers l'arrière) avec une métaphore linguistique (exemple, « A Long Time Ago », « il y a longtemps ») modulait l'amplitude de l'onde N400 en EEG. Selon Ferrand et Ayora (2015), cette onde représente « *le marqueur électrophysiologique du traitement de l'information sémantique* » et une analyse de cohérence EEG permettrait de tester l'hypothèse d'une co-activation des aires sensori-motrices et linguistiques. Par exemple, on pourrait faire l'hypothèse d'une co-activation des régions sensori-motrices avec celles du langage (révélée par l'analyse de cohérence), accompagnée d'une plus forte amplitude de la N400 en cas de consigne congruente et/ou en fonction de la nature des stimuli. A noter que même des outils aussi sophistiqués peuvent montrer certaines limites car il n'est pas évident de savoir si les effets résultent d'une activation en cascade (Mahon et Caramazza, 2008) et/ou à quel moment et dans quelle(s) zone(s) émerge vraiment la compréhension (Barsalou, 2016 ; Borghi et al., 2017). Néanmoins, une analyse de cohérence EEG pourrait fournir un élément de preuve et/ou des indices supplémentaires à l'étude de l'incarnation de ces deux concepts plus ou moins abstraits.

Concernant un aspect plus conceptuel, nous avons introduit le questionnaire du HADS (*Anxiety and Depression Scale*, Razavi et al., 1989) comme critère d'inclusion des participants dans nos deux premières études expérimentales car les études autour des émotions suggèrent qu'il peut y avoir des biais émotionnels (vis-à-vis du jugement de la VALENCE ÉMOTIONNELLE, positif ou négatif) associés à l'humeur des participants (questionnaire notamment utilisé dans l'étude de Spatola et al., 2018). Toutefois, ces échelles psychologiques ne sont pas les seules à pouvoir fournir des informations incluant une dimension émotionnelle susceptible de moduler les effets de congruence conceptuelle. En conséquence, il serait intéressant d'inclure d'autres questionnaires évaluant différents types de facteurs psychologiques (tels que la personnalité, et par exemple les dimensions d'optimisme et pessimisme, Kaup et al., 2021) en tenant compte d'un effet de l'âge (Laureiro Martinez et al., 2017), afin de constater ou non, d'une potentielle variabilité des effets de congruence notamment au niveau de l'*association temps-valence* d'ordre *motivational*. En outre, pour nos participants gauchers, l'avantage trouvé pour le futur-négatif et passé-positif lorsque la consigne était congruente avec le mapping conceptuel de la VALENCE ÉMOTIONNELLE des gauchers pourrait avoir coïncidé avec une *association temps-valence* liée à un de ces facteurs psychologiques. Toutefois, bien que les scores à l'HADS pour les gauchers étaient supérieurs d'un point en moyenne aux réponses des droitiers, nous doutons que cette différence de score explique une partie de nos résultats. En effet, bien que nous n'ayons pas effectué d'analyse complémentaire de type *Analyse de covariance* en introduisant le score à l'HADS en covariable de l'ANOVA, il n'y a pas de raison évidente que l'*association temps-valence* correspondant à un avantage comportemental pour le futur-positif et passé-négatif chez les droitiers se soit transformée en avantage de traitement de stimuli au futur-négatif et passé-positif chez les gauchers, juste sur la base d'un point d'écart au score de l'HADS. Néanmoins, mise à part la différence de variation des effets entre les axes de réponses et plus spécifiquement entre droitiers et gauchers, nous n'avons pas d'éléments de comparaison et/ou contrôle appuyant l'hypothèse d'une *association temps-valence* d'ordre *motivational*. Par exemple, nous aurions pu étudier plus en détail nos effets de congruence en fonction de l'humeur des participants, c'est-à-dire en incluant des participants avec un seuil > 11 et/ou d'autres types de facteur psychologique, ou encore l'âge. En outre, faute de temps et du fait de la difficulté à recruter des participants gauchers, nous n'avons pas recruté de deuxième groupe de participants gauchers pour tester la condition expérimentale du *jugement temporel* suivant l'axe frontal et du *jugement émotionnel* suivant l'axe sagittal, de manière comparable aux droitiers. En l'occurrence, si le même effet d'interaction à trois facteurs lors du *jugement temporel* suivant l'axe frontal chez les gauchers serait apparu dans cet autre groupe de manière similaire sur l'axe frontal pour un *jugement émotionnel*, cela aurait aidé à mieux interpréter les résultats des autres groupes au regard de nos hypothèses. Nous

avons également pensé à recruter des participants droitiers qui répondraient avec leur main non dominante (gauche), de façon à tester l'hypothèse de la *fluence motrice* (Milhau et al., 2015) et vérifier que les concepts sont bien ancrés au travers du mouvement et/ou à travers une représentation spatiale commune. Toutefois, nous serions entrés dans des considérations distinguant les mécanismes d'incarnation et les processus d'activation pour ces deux concepts, pouvant entre autres nécessiter plusieurs études et par conséquent le recrutement de bien plus de participants droitiers et gauchers.

En effet, à notre connaissance, une seule étude a étudié l'effet de la direction du mouvement associée à l'hypothèse de la *spécificité corporelle*, en faisant appel à la notion de *fluence motrice* (Milhau et al., 2015). En l'occurrence, l'étude de Milhau et al. (2015) suggère une certaine **flexibilité** du *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE en lien avec la théorisation de la notion de *fluence motrice*, pour expliquer les effets de congruence de la VALENCE ÉMOTIONNELLE suivant l'axe frontal. Pour rappel, Casasanto et Chrysikou (2011) ont mis en évidence qu'après une session de pratique de 12 minutes avec le port d'un gant de ski placé sur la main dominante d'un droitier, lors d'une tâche de manipulation fine d'objets (gant censé contraindre le mouvement, et le rendre moins fluide et agréable), les participants ont répondu par la suite (lors d'une tâche de classement) de manière inversée à leurs associations conceptuelles habituelles. Plus précisément, alors qu'auparavant les droitiers répondaient à droite pour un jugement positif et à gauche à un jugement négatif, à la suite de la tâche de manipulation avec un gant ils répondaient à gauche pour le positif et à droite pour le négatif (associé hypothétiquement à l'ancrage du concept de la VALENCE ÉMOTIONNELLE des gauchers). Pour approfondir ce phénomène, Milhau et al. (2015) ont étudié l'effet de la direction du mouvement de participants gauchers et droitiers répondant avec leur main dominante ou main dominante à une tâche de choix forcé sur un dispositif de réponse suivant l'axe frontal. Leurs résultats suggèrent que les effets de congruence de la VALENCE ÉMOTIONNELLE suivant l'axe frontal sont principalement liés à la *fluidité motrice* ressentie ou effectuée en cours de la tâche, inversant **directement** (automatiquement) les associations conceptuelles. Néanmoins, l'étude de Milhau et al. (2015) ne nous a pas totalement convaincue d'un effet directement inversé au cours de la tâche car les patterns de réponse pouvaient correspondre à un effet d'asymétrie du mouvement d'origine biomécanique, et certains effets comportementaux étaient incohérents avec leurs prédictions initiales pour les participants droitiers (cf. chapitre 3, section 3.3.3). Toutefois, nous faisons l'hypothèse que le *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE suivant l'axe frontal pouvait être ancré au travers du mouvement correspondant aux expériences spécifiques entretenues par un droitier ou un gaucher, ce qui n'est pas incohérent avec un effet de pratique avec la tâche et/ou d'une expérience perceptivo-motrice et affective directe (telle que la *fluence motrice*). En conséquence, nous suggérons que l'effet de congruence de

la VALENCE ÉMOTIONNELLE suivant l'axe frontal serait robuste pour des participants utilisant leur main dominante pour répondre suivant l'axe sagittal. Néanmoins, nos effets de congruence pourraient tout autant être liés à un ancrage à long terme du *mapping conceptuel* de la VALENCE ÉMOTIONNELLE au travers du mouvement et/ou à une conséquence immédiate de la flexibilité cognitive pouvant dépendre de la *fluidité motrice* ressentie et/ou vécue au cours d'une tâche. A noter que ces interprétations ne sont pas complètement contradictoires dans le sens où un effet de *fluence motrice* reste cohérent avec une vision incarnée des concepts abstraits d'ordre perceptivo-moteur et affectif. Toutefois, les mécanismes et les processus d'ancrage utilisés, sous-jacents à la mise en lumière de l'incarnation des concepts sont complexes, et il se pourrait que le concept de TEMPS et celui de la VALENCE ÉMOTIONNELLE ne suivent pas exactement les mêmes types de considérations. Par exemple, plusieurs types de processus pourraient être activés lors d'un jugement conceptuel, tels que la sollicitation de la mémoire à long terme, du système perceptivo-moteur et/ou motivationnel directement disponible, la mémoire de travail, etc. Au vu de la littérature scientifique, on pourrait faire l'hypothèse que la conceptualisation de la VALENCE ÉMOTIONNELLE soit particulièrement liée au contexte et par conséquent à l'activation du système perceptivo-moteur propre à la manière d'agir d'un individu (représentation intracorporelle, de la Vega et al., 2013 ; de la Vega et al., 2017), et soit donc moins dépendante d'associations conceptuelles issues de la mémoire à long terme. En contraste, bien que la conceptualisation du TEMPS puisse effectivement être ancrée au travers de nos expériences perceptivo-motrices (cf. par exemple, l'effet inversé de la chronologie mentale après avoir modifié le sens de la lecture, Casasanto et Bottini, 2014), ce lien conceptuel ne serait pas forcément directement impacté par le contexte et plus précisément la main utilisée pour répondre à un jugement (représentation extra-corporelle, de la Vega et al., 2017). De plus, le *mapping conceptuel* du TEMPS pourrait être particulièrement renforcé par des influences d'origine sociale, linguistique et culturelle dans la mémoire à long terme. Par ailleurs, à titre anecdotique, les retours de nos participants post expérience (sur le ressenti et questionnement vis-à-vis de l'étude) relatent généralement d'une « préférence » à situer le concept de TEMPS aussi bien suivant l'axe frontal que sagittal lorsque la consigne est congruente, mais pas spécialement de préférence pour situer la VALENCE ÉMOTIONNELLE suivant les deux axes de réponse, ce qui peut suggérer l'implication de processus différents en fonction du concept. Toutefois, n'ayant pas plus d'éléments de réponse en faveur de cette dernière hypothèse, nous avons voulu limiter les sources de variabilité pouvant provenir de ces distinctions en testant uniquement des gauchers versus des droitiers répondant avec leur main dominante habituelle. Pour tester l'hypothèse de *fluence motrice*, il serait donc intéressant d'étudier le comportement des droitiers répondant avec leur main dominante ou non dominante de manière similaire à Milhau et al. (2015), mais appliquée à notre protocole expérimental.

Par ailleurs, il peut également être critiquable que nous n'ayons pas comparé nos effets de manière analogue avec des réponses ne nécessitant pas de mouvement (par exemple en utilisant des réponses vocales), ou encore en entraînant les participants à percevoir ou effectuer un mouvement contradictoire avec la conceptualisation du TEMPS et de la VALENCE ÉMOTIONNELLE afin de pouvoir soutenir plus favorablement nos hypothèses. Néanmoins, nous pensons que notre raisonnement et démarche expérimentale dans la présente thèse ont eu le mérite d'être globalement cohérents avec la littérature issue du champ de la cognition incarnée et que nos interprétations nécessitent certes d'être approfondies, mais surtout qu'elles pourraient permettre d'ouvrir des perspectives de recherches. En l'occurrence, il est à noter qu'en plus de l'étude de Spatola et al. (2018), l'étude récente de Ulrich et al. (2023) a examiné l'*association temps-valence*, et leurs considérations comme leurs résultats pourraient également appuyer nos hypothèses et interprétations. En effet, Ulrich et al. (2023) ont demandé à des participants d'évaluer des stimuli positifs ou négatifs conjugués au passé ou au futur dans des blocs distincts de jugement conceptuel (temporel ou émotionnel) avec des réponses bimanuelles (main droite versus main gauche) sur un clavier suivant l'axe frontal (Expérience 1) ; ou encore en utilisant un paradigme s'apparentant à un test d'association implicite (Greenwald et al., 1998) avec des réponses vocales (Expériences 2 à 5). A travers leurs séries de cinq expériences, les auteurs ont conclu qu'il est peu probable qu'un effet d'*association temps-valence* tire son origine « d'expériences linguistiques » (c'est-à-dire apparentée à ce qu'on a choisi de nommer : une *association temps-valence* d'ordre *cognitif*) mais qu'il s'agisse plus d'une « **perception favorable du futur** » (c'est-à-dire apparentée dans cette thèse à une *association temps-valence* d'ordre *motivationnel*). A noter, que leur Expérience 1 est cohérente avec nos résultats et interprétations. De plus, de manière intéressante, ces derniers ont également recruté des participants gauchers (Expérience 3) afin qu'ils répondent vocalement au jugement temporel ou émotionnel des stimuli. En l'occurrence, leurs résultats peuvent remettre en question une représentation spatiale commune de ces concepts car contrairement à nos résultats, leurs temps de réponses vocales sont en faveur d'une association forte pour les stimuli futur-positif et passé-négatif. Néanmoins, il s'agit ici de réponses vocales ne nécessitant pas l'utilisation d'une réponse spatialisée. En conséquence, on pourrait suggérer que l'utilisation d'un mouvement provenant de notre corps ait joué un rôle majeur dans nos résultats, permettant d'une part d'appuyer notre hypothèse principale et d'autre part de montrer ces liens conceptuels entre TEMPS, VALENCE ÉMOTIONNELLE et mouvement (associé aux représentations spatiales).

C.3 PERSPECTIVES ET CONCLUSION

La présente thèse a examiné des considérations issues de méthodes de recherche principalement utilisées en psychologie cognitive et/ou expérimentale afin d'identifier des hypothèses plausibles et des prédictions plutôt fiables. Toutefois, nous pensons que notre paradigme et les interprétations qui en découlent pourraient s'étendre à des domaines plus transversaux afin d'y apporter des applications plus concrètes.

A travers la *théorie des modèles cohérents en mémoire de travail*, Santiago et al. (2011) identifient le questionnement autour de la flexibilité cognitive comme pouvant être au cœur des problématiques relatives à la mise en lumière de l'incarnation des concepts abstraits. En l'occurrence, dans notre étude expérimentale 1, nous avons pu constater que le caractère attentionnel lié aux objectifs d'une tâche (associant explicitement des concepts), pouvait contribuer à moduler le temps de traitement de la compréhension de ces deux concepts. En outre, les processus attentionnels potentiellement recrutés au sein de la mémoire de travail peuvent être utilisés pour renforcer des apprentissages. Par ailleurs, il existe des approches cognitives basées sur l'intervention cognitive qui suggèrent que des entraînements appliqués avec des stratégies de mémoire ou des exercices répétitifs permettrait de « restaurer » une mémoire qui serait altérée (Tulving, 1995 ; Clare, 2003). Cependant, une pratique répétitive mais surtout dénuée de sens (telle que des répétitions de listes de mots, d'images, etc..) n'est pas toujours généralisable suivant les caractéristiques personnelles et environnementales d'un individu. Ainsi, se sont développés ces dernières années des programmes d'interventions plus écologiques basés sur l'individu et sa globalité (Seron et Van der Linden, 2016). Autrement, dans le domaine étendu de la cognition incarnée, il existe également des interventions basées sur des approches sensorielles et sensori-motrices (pour des prémisses, voir la *théorie de l'intégration sensorielle*, James 1984). En l'occurrence, ces approches sensori-motrices dans le cadre d'intervention thérapeutiques considèrent les stimulations multisensorielles bénéfiques à l'apprentissage, en apportant également des programmes de remédiation sensori-motrice à certains troubles neuro-développementaux (par ex., l'autisme, Hogg et al., 2001 ; Doherty et al., 2023), neuro-dégénératifs (par ex., la maladie d'Alzheimer, Agosta et al., 2010) ou encore psychiatriques (par ex., le stress post-traumatique, Ogden et al., 2006 ; Fernandez et al., 2017). En effet, en incluant les modalités sensorielles (telles que le mouvement, le son, l'odeur, etc.) les scientifiques ou encore les praticiens et thérapeutes peuvent mesurer les sensations influençant hypothétiquement certains symptômes de patients et ainsi agir sur la cognition, les croyances, les émotions et les comportements.

De manière intéressante, Spatola et al. (2018) ont utilisée une méthode d'induction de pleine conscience en demandant à leurs participants de se focaliser sur le moment présent en effectuant des exercices de relaxation (cf. matériel supplémentaire de Spatola et al., 2018). Par ailleurs, des métaphores conceptuelles (relatives au CORPS-CONTENANT, par exemple, pouvant faire écho à laisser entrer/sortir des émotions) associées à des méthodes de relaxation, décentration et/ou d'hypnose sont des outils utilisés dans le domaine de la psychiatrie (Santarpia et al., 2009 ; Santarpia et al., 2019). En outre, selon Spatola et al. (2018), l'induction de pleine conscience et les exercices de relaxation pourraient conduire à la temporalisation de la VALENCE ÉMOTIONNELLE et en conséquence moduler l'humeur des participants et le traitement de ces concepts. En lien avec nos deux concepts d'intérêt (TEMPS et VALENCE ÉMOTIONNELLE), il pourrait donc être intéressant d'examiner l'hypothétique variation de ces liens conceptuels, chez différents types de population présentant des troubles temporels et/ou émotionnels. L'exemple qui se prête le mieux à l'étude de nos deux concepts pourrait être d'étudier des personnes atteintes d'un trouble de stress post-traumatique (TSPT ; Ogden et al., 2006). En l'occurrence, Fernandez et al. (2019) expliquent particulièrement bien certaines perspectives que nous avons également envisagées. En effet, dans leur matériel supplémentaire, ces auteurs relatent que des modèles d'intervention en psychothérapie sensorimotrice adaptés à ce trouble, se structurent généralement en trois phrases : 1) identification des réactions physiologiques/somatiques (hyper ou hypo-activation) ; 2) rappel des événements traumatisants afin de réduire les comportements/réactions traumatiques en mémoire et induire des tendances à l'action permettant de réguler ces derniers ; 3) favoriser le renforcement (habitude, ancrage) des conduites ou des comportements adéquats dans le quotidien de la personne. A travers ce modèle, on pourrait imaginer lors de la première phase (par exemple, sous forme d'entretien), inclure l'analyse de la structure du langage et de la gestuelle corporelle afin d'avoir une lecture globale de l'individu. En outre, lors de la deuxième phase, on pourrait imaginer un paradigme similaire au nôtre, en utilisant des stimuli activant ces événements (par exemple des phrases visuelles et/ou sonores induisant une personne à se remémorer ou se projeter dans un événement type) afin d'identifier les réponses comportementales associées. En l'occurrence, Fernandez et al. (2019) ont utilisé un paradigme de libre choix afin d'étudier les associations implicites de leurs participants qui se tenaient debout au centre d'un dispositif de réponses, face à des stimuli faisant écho à des événements temporels positifs et négatifs. En outre, ces auteurs étudiaient les réponses comportementales sur les deux mêmes axes corporels considérés dans la présente thèse (frontal et sagittal). Leurs résultats ont apporté des données intéressantes et analogues à nos résultats et interprétations suivant l'axe sagittal, mais aucun effet significatif n'était ressorti suivant l'axe frontal. Par ailleurs, même s'il est vrai qu'une vision plus globale du corps serait plus écologique (par ex., voir l'étude de Fernandez et al., 2019), l'intégration du mouvement du bras dans ce type de paradigme à choix libre

plus immersif pourrait être tout autant pertinente, car les individus utilisent le plus fréquemment leurs mains pour interagir avec l'environnement. Par exemple, on pourrait évaluer ce type de paradigme de choix libre : 1) en étudiant une tâche de pointage avec un mouvement de la main dans l'espace entourant l'individu face à des stimuli auditifs liés à la compréhension des événements temporels émotionnels ; 2) de manière complémentaire et plus écologique, on pourrait ajouter à cette tâche des retours visuels des conséquences du mouvement (flux optique, à l'instar de Rougier et al., 2018) ; et 3) on pourrait également explorer les différences avec un mouvement du corps entier, afin d'étudier les réponses comportementales et expérimenter une manière d'agir dans le but de modifier des comportements inadaptés et/ou néfastes pour l'individu. En effet, dans la continuité de la deuxième phase d'intervention en psychothérapie sensorimotrice évoquée par Fernandez et al. (2019), on pourrait faire l'hypothèse que des exercices répétitifs (par ex., en utilisant des phrases de « visualisation sensorielle » appréhendant le futur comme quelque chose d'agréable) et des exercices intégrant des modalités sensorielles (dans notre cas, étudier un mouvement directionnel spécifique) permettraient de réguler l'appréhension (au sens d'envisager avec crainte) de ces événements et d'induire des tendances à l'action plus adéquates. Par voie de conséquence, lors de la troisième phase, on pourrait ainsi étudier ces implications et potentiellement s'attendre à une amélioration du bien-être des individus en évaluant progressivement leur humeur et/ou leurs conduites/comportements dans un cadre thérapeutique.

En outre, la pertinence du mouvement de la main ou du bras peut également être utilisée dans le cadre d'interventions auprès d'individus dépendant à des substances (telles que l'alcool et le tabac) afin de modifier les processus psychologiques impliqués dans ces addictions et les conduites/comportements délétères qui en découlent. Par exemple, Wiers et al. (2011) ont étudié l'effet d'un entraînement du mouvement du bras suivant un processus d'approche et d'évitement associé cognitivement à la visualisation d'images de boissons alcoolisées ou non, chez des participants dépendant à l'alcool (avec une comparaison entre groupe témoin et groupe expérimental). Les participants du groupe expérimental ont été entraînés à explicitement pousser un joystick face à la visualisation (vue) d'images de boissons alcoolisées (comme pour repousser ces dernières avec un mouvement d'évitement) et à le tirer face à des boissons non alcoolisées (mouvement d'approche). En se basant sur des critères de mesure de biais cognitifs (interprétatifs et attentionnels généralement associés à la dépression, l'anxiété, et des pensées automatiques), les auteurs révèlent que seul le groupe expérimental (ayant effectué l'entraînement sensori-moteur contrairement au groupe témoin) a montré des modifications de biais cognitifs, passant d'un faible biais d'approche à un fort biais d'évitement des boissons alcoolisées. De plus, ultérieurement à cette méthode d'intervention (un an après), le groupe expérimental montrait un pourcentage de

rechute alcoolique plus faible que le groupe témoin, suggérant une modification durable du comportement. De manière analogue, ce type d'entraînement d'approche et d'évitement montre des résultats similaires pour des participants dépendant à la nicotine (Wittekind et al., 2015 ; Machulska et al., 2016). Par extension, ces mouvements d'approche et d'évitement font également l'objet de recherches interventionnelles dans le cas de troubles anxieux tels que différents types de phobie (Mertens et al., 2019), par exemple l'arachnophobie (phobie des araignées, Rinck et Becker, 2007) ou encore agoraphobie (phobie sociale, Walz et al., 2016). Les mouvements provenant du corps (notamment du bras ou de la main) associés à une composante motivationnelle de la VALENCE ÉMOTIONNELLE et mis en lien avec des processus cognitifs et/ou attentionnels par le biais de l'entraînement auraient donc des implications importantes qu'il serait intéressant d'approfondir auprès de divers publics cibles.

Par ailleurs, étant issue d'un parcours STAPS et plus spécifiquement appliqué au domaine de l'activité physique adaptée et la santé (APA&S), j'ai eu l'occasion d'intervenir et d'exercer auprès d'un public jeune (école primaire, élémentaire et séjour sportif) mais aussi auprès d'un public vieillissant (maison de retraite et/ou en structure hospitalière), et également des publics en situation de handicap mental et/ou psychiatrique (avec déficience intellectuelle, autistes et/ou psychotiques, dans des associations, institut et foyer médicalisé, ou encore en hôpital psychiatrique). En l'occurrence, l'activité physique peut également être considérée comme une approche sensorimotrice, et ses bienfaits sont notamment connus chez les plus jeunes comme les plus âgés, associés ou non à des troubles ou pathologies. En effet, il a été démontré que l'activité physique améliore les fonctions cognitives (telles que les capacités de la mémoire, les processus attentionnels ou encore les processus de contrôle exécutif) favorisant notamment la « plasticité cérébrale » grâce à l'activité physique (Lista et Sorrentino, 2010 ; Fernandes et al., 2017). En outre, des recherches translationnelles rapportent également que les stimulations sensori-motrices peuvent atténuer le déclin lié au vieillissement pouvant également être accompagnés de certaines pathologies (Kattenstroth, 2010 ; Maillot et al., 2012 ; Perrot, 2021). Par ailleurs, une de mes spécialités sportives est la danse qu'elle soit aérienne (tissus, cerceau, trapèze) ou terrestre (contemporaine, moderne-jazz, etc.) et dans le cadre d'interventions en APA, j'ai pu exercer bien avant cette thèse dans le cadre de séances en « expression corporelle ». Si certaines structures médico-sociales dans lesquelles j'ai exercé mettaient l'accent (dans leur programme pédagogique et clinique) sur l'activité physique dans un but d'amélioration des conditions physiques de manière générale (augmentation de l'amplitude articulaire, souplesse, etc.), d'autres incluaient la santé mentale mais sollicitaient un raisonnement plus complet et élaboré dans la création d'un programme adapté et pertinent remettant parfois en question la valeur ajoutée de ces pratiques. De ce parcours et de l'enrichissement des rencontres avec ces publics, j'ai voulu approfondir mes connaissances sur le fonctionnement de l'être

humain en lien avec la corporéité. Néanmoins, même si cette thèse n'a pas été conçue dans une perspective de remédiation sensori-motrice de manière appliquée, la riche et dense littérature scientifique relative au domaine de la cognition incarnée dans la compréhension des concepts abstraits peut tout de même fournir certaines bases de raisonnement et d'appui théorique afin de concevoir et proposer des séances adaptées et évolutives plus complètes. En effet, suivant une approche incarnée, la compréhension de nos deux concepts abstraits étudiés (TEMPS et VALENCE ÉMOTIONNELLE) serait intrinsèquement liée à des représentations spatiales et/ou à des expériences sensori-motrices réelles vécues ou imaginées. La danse, ou encore l'expression corporelle, introduit des repères techniques/scénographiques tels que le corps, l'espace, le temps, l'imaginaire, les relations sociales où l'un des objectifs peut être de produire seul.e ou à plusieurs des formes corporelles porteuses de sens et/ou d'émotion. Cette pratique est complète et sollicite notamment la mémoire et fait appel à la conscience de soi et du corps dans l'espace (Koch et al., 2007 ; Kattenstroth et al., 2013 ; Fuchs et Koch, 2014 ; Koch et al., 2014). Par exemple, dans le cadre d'une prise en charge pluridisciplinaire, on pourrait imaginer qu'un.e intervenant.e APA, puisse exercer cette pratique individualisée d'expression corporelle en permettant aux individus/patients de créer et/ou de reconstruire la chronologie spatiale et le ressenti de l'expression de leur vécu (à travers une chorégraphie, par exemple). La mémorisation et l'ajout d'intentions dans un but d'expression et/ou de communication pourrait être progressive et assimilable à des exercices sensori-moteurs d'intégration, de compréhension et/ou de renforcement en fonction du public cible. Les liens applicatifs de l'incarnation de nos deux concepts peuvent paraître évidents ici, toutefois, encore faut-il pouvoir le démontrer et la littérature scientifique n'était pas si développée et/ou reconnue comme telle selon les domaines. Plus précisément, on peut cibler les thérapies du mouvement dansé (*dance movement therapy*, DMT) développées à partir d'études de cas dans les années 1970, et plus récemment intégrées dans des approches transversales à la fois qualitatives et quantitatives/expérimentales (pour une revue, lire Koch et al., 2019 ; et aussi van Geest et al., 2021). En l'occurrence, Koch et al. (2019) ont constaté que le nombre d'études scientifiques appliquées de manière transversale à cette thématique étaient de 1.3 par an entre 1996-2012, bien qu'elles tendent à se développer avec près de 6.8 études par an entre 2012-2018. En outre, les études existantes s'avèrent également disparates, c'est-à-dire ciblées sur des fonctions (mémoire, attention, etc.) et/ou des compétences (sociale, émotionnelle, etc.) particulières suivant le public visé, du développement de l'enfant au vieillissement, en incluant ou non des troubles/handicaps. Néanmoins, il semble pertinent voire fondamental de développer ce genre de pratique thérapeutique en fonction de la connaissance que l'on a d'un public cible, ou encore plus généralement dans la vie quotidienne de toute personne au vu d'une part des bienfaits de l'activité physique et d'autre part des avancées et perspectives thérapeutiques possibles. En somme, les connaissances issues de différents champs scientifiques peuvent être intéressantes à

mettre en synergie afin de développer des méthodes ludiques, éducatives et/ou cliniques efficaces et prometteuses. A noter que même si nous ne pouvons pas recenser, ici, l'ensemble des perspectives attribuables aux différentes notions pouvant être incluses dans le cadre de cette thèse, celle-ci s'inscrit dans une approche de cognition incarnée. Pour plus d'implications appliquées, le livre récent de Marcrine et Fugate (2023) peut servir de support afin de mieux appréhender les perspectives pédagogiques qui pourraient en découler.

Pour conclure, cette thèse s'est intéressée à la mise en lumière de l'incarnation spatiale et corporelle du TEMPS et de la VALENCE ÉMOTIONNELLE à travers l'analyse des effets de congruence, suivant une méthode scientifique issue de la psychologie cognitive et expérimentale. Bien que le concept de TEMPS et celui de VALENCE ÉMOTIONNELLE soient bien documentés, une approche incarnée de ces concepts ne fait pas pour autant l'unanimité et ces derniers sont principalement étudiés séparément. En conséquence, la mise en relation de ces deux concepts au travers du mouvement nécessitait de recenser un large cadre de considérations, certes non forcément exhaustives mais assez pertinentes afin de soutenir nos hypothèses. En effet, la première partie de cette thèse devait, à la fois inclure l'idée maîtresse du corps et du mouvement dans l'espace, ainsi que des théories incarnées provenant de divers champs disciplinaires (tels que les sciences du langage, les neurosciences, la psychologie cognitives, etc.), et quelques théories alternatives pouvant être impliquées dans l'observation des effets de congruence. En outre, l'enjeu était également d'explorer les effets de congruence entre ces concepts, peu développés suivant ces considérations. La deuxième partie de cette thèse a donc fait place à l'expérimentation et nous a permis d'obtenir des résultats répondant à notre objectif et à nos hypothèses. En l'occurrence, d'une part, nos études peuvent soutenir l'hypothèse que le mouvement provenant de notre corps (mouvement de la main dans l'espace) peut révéler l'incarnation de ces concepts. En effet, nos résultats confortent l'idée que le TEMPS et la VALENCE ÉMOTIONNELLE suivant les axes perceptivo-moteurs frontal et sagittal, sont incarnés dans leur singularité au travers du mouvement, lors d'un jugement conceptuel de stimuli linguistiques. D'autre part, nos études suggèrent que le TEMPS et la VALENCE ÉMOTIONNELLE peuvent être intrinsèquement liés à travers une représentation spatiale et/ou une implication motrice commune. Bien que notre paradigme expérimental ne soit pas dénué de failles, il semblerait qu'on ait mis en avant que la compréhension de différents concepts puisse moduler les effets de congruence et qu'une *association temps-valence* pourrait être d'ordre *motivationnel*. En l'occurrence, l'intérêt de la mise en lien de ces concepts suivant nos considérations et notre méthodologie semble émerger dans la littérature scientifique. De plus, la prise en compte du mouvement provenant de notre corps dans ces études peut offrir des perspectives de recherche expérimentales et appliquées particulièrement passionnantes.

BIBLIOGRAPHIE

- Agosta, F., Rocca, M. A., Pagani, E., Absinta, M., Magnani, G., Marcone, A., ... & Filippi, M. (2010). Sensorimotor network rewiring in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease. *Human brain mapping, 31*(4), 515-525.
- Alibali, M. W., & Nathan, M. J. (2007). Teachers' gestures as a means of scaffolding students' understanding: Evidence from an early algebra lesson. In R. Goldman, R. Pea, B. Barron, & S. J. Derry (Eds.), *Video research in the learning sciences* (pp. 349–365). Mahwah, NJ: Erlbaum
- Arnold, M.B. (1960). *Emotion and personality*, Vol. I and II, New York, Columbia, University Press
- Aziz-Zadeh, L., & Damasio, A. (2008). Embodied semantics for actions: Findings from functional brain imaging. *Journal of Physiology-Paris, 102*(1-3), 35-39.
- Bard, P. (1928). A diencephalic mechanism for the expression of rage with special reference to the central nervous system. *American Journal of Physiology, 84*, 490-513
- Barsalou, L. W. (1999). Perceptual symbol systems. *Behavioral and brain sciences, 22*(4), 577-660.
- Barsalou, L. W., Simmons, W. K., Barbey, A. K., & Wilson, C. D. (2003). Grounding conceptual knowledge in modality-specific systems. *Trends in cognitive sciences, 7*(2), 84-91.
- Barsalou, L. W. (2008). Grounded cognition. *Annual. Review of Psychology, 59*, 617-645.
- Barsalou, L. W. (2009). Simulation, situated conceptualization, and prediction. *Philosophical transactions of The Royal Society B: biological sciences, 364*(1521), 1281-1289.
- Barsalou, L. W. (2016). On staying grounded and avoiding quixotic dead ends. *Psychonomic bulletin & review, 23*, 1122-1142.
- 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.
- Bastiaansen, J. A., Thioux, M., & Keysers, C. (2009). Evidence for mirror systems in emotions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 364*(1528), 2391-2404.
- Bergen, B. K., & Chan Lau, T. T. (2012). Writing direction affects how people map space onto time. *Frontiers in psychology, 3*, 109.
- Berntsen, D., & Rubin, D. C. (2004). Cultural life scripts structure recall autobiographical memory. *Memory & cognition, 32*(3), 427-442.
- Berntsen, D., & Bohn, A. (2010). Remembering and forecasting: The relation. *Memory & cognition, 38*(3), 265-278.
- Berridge, K. C. (2019). Affective valence in the brain: modules or modes?. *Nature Reviews Neuroscience, 20*(4), 225-234.
- Bonato, M., Zorzi, M., & Umiltà, C. (2012). When time is space: Evidence for a mental time line. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 36*(10), 2257-2273.
- Borghini, A. M., & Cimatti, F. (2009). Words as tools and the problem of abstract word meanings. In *Proceedings of the annual meeting of the cognitive science society* (Vol. 31, No. 31).

- Borghi, A. M., & Cimatti, F. (2010). Embodied cognition and beyond: Acting and sensing the body. *Neuropsychologia*, *48*(3), 763-773.
- Borghi, A. M., Scorolli, C., Caligiore, D., Baldassarre, G., & Tummolini, L. (2013). The embodied mind extended: using words as social tools. *Frontiers in psychology*, *4*, 214.
- Borghi, A. M., & Binkofski, F. (2014). *Words as social tools: An embodied view on abstract concepts* (Vol. 2). Springer New York.
- Borghi, A. M., Binkofski, F., Castelfranchi, C., Cimatti, F., Scorolli, C., & Tummolini, L. (2017). The challenge of abstract concepts. *Psychological Bulletin*, *143*(3), 263.
- Boroditsky, L. (2000). Metaphoric structuring: Understanding time through spatial metaphors. *Cognition*, *75*(1), 1-28.
- Boroditsky, L. (2001). Does language shape thought?: Mandarin and English speakers' conceptions of time. *Cognitive psychology*, *43*(1), 1-22.
- Boroditsky, L., & Ramscar, M. (2002). The roles of body and mind in abstract thought. *Psychological science*, *13*(2), 185-189.
- Boroditsky, L. (2011). How language shapes thought. *Scientific American*, *304*(2), 62-65.
- Boroditsky, L. (2011). How languages construct time. In *Space, time and number in the brain* (pp. 333-341). Academic Press.
- Bottini, R., Crepaldi, D., Casasanto, D., Crollen, V., & Collignon, O. (2015). Space and time in the sighted and blind. *Cognition*, *141*, 67-72.
- Bottini, R., & Doeller, C. F. (2020). Language experience in cognitive maps and image spaces. *Trends in Cognitive Sciences*, *24*(11), 855-856.
- Bottini, R., & Doeller, C. F. (2020). Knowledge across reference frames: Cognitive maps and image spaces. *Trends in Cognitive Sciences*, *24*(8), 606-619.
- Botvinick, M. M., Braver, T. S., Barch, D. M., Carter, C. S., & Cohen, J. D. (2001). Conflict monitoring and cognitive control. *Psychological review*, *108*(3), 624.
- Bueti, D., & Walsh, V. (2009). The parietal cortex and the representation of time, space, number and other magnitudes. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *364*(1525), 1831-1840.
- Butterworth, B., Varma, S., & Laurillard, D. (2011). Dyscalculia: from brain to education. *science*, *332*(6033), 1049-1053.
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1999). *Affective norms for English words (ANEW): Instruction manual and affective ratings* (Vol. 30, No. 1, pp. 25-36). Technical report C-1, the center for research in psychophysiology, University of Florida.
- Bradley, M. M., Codispoti, M., Cuthbert, B. N., & Lang, P. J. (2001). Emotion and motivation I: defensive and appetitive reactions in picture processing. *Emotion*, *1*(3), 276.
- Brunyé, T. T., Gardony, A., Mahoney, C. R., & Taylor, H. A. (2012). Body-specific representations of spatial location. *Cognition*, *123*(2), 229-239.

- Burns, P., McCormack, T., Jaroslawska, A., Fitzpatrick, Á., McGourty, J., & Caruso, E. M. (2019). The development of asymmetries in past and future thinking. *Journal of Experimental Psychology: General*, 148(2), 272.
- Cacioppo, J. T., Priester, J. R., & Berntson, G. G. (1993). Rudimentary determinants of attitudes: II. Arm flexion and extension have differential effects on attitudes. *Journal of personality and social psychology*, 65(1), 5.
- Cacioppo, J. T., Gardner, W. L., & Berntson, G. G. (1999). The affect system has parallel and integrative processing components: Form follows function. *Journal of personality and Social Psychology*, 76(5), 839.
- Caillois, R. (1963). « *Temps circulaire et temps rectiligne* » dans Diogène, No. 42, p.3.
- Cannon, W.B. (1927). The James-Lange theory of emotions: A critical examination and an alternative theory. *American Journal of Psychology*, 39, 106-124.
- Carpenter, M., Nagell, K., Tomasello, M., Butterworth, G., & Moore, C. (1998). Social cognition, joint attention, and communicative competence from 9 to 15 months of age. *Monographs of the society for research in child development*, i-174.
- Carstensen, L. L. (2006). The influence of a sense of time on human development. *Science*, 312(5782), 1913-1915.
- Caruso, E. M., Gilbert, D. T., & Wilson, T. D. (2008). A wrinkle in time: Asymmetric valuation of past and future events. *Psychological Science*, 19(8), 796-801.
- Caruso, E. M., Van Boven, L., Chin, M., & Ward, A. (2013). The temporal Doppler effect: When the future feels closer than the past. *Psychological science*, 24(4), 530-536.
- Casakin, H. P., & Kreidler, S. (2008). Place attachment as a function of meaning assignment. *Open Environmental Sciences Journal*, 2(1).
- Casasanto, D. & Boroditsky, L. (2008). Time in the Mind: Using space to think about time. *Cognition*, 106, 579-593.
- Casasanto D., Willems R. M., & Hagoort P. (2009). Body-specific representations of action verbs: Evidence from fMRI in right-and left-handers. *Psychological Science*, 21, 67–74.
- Casasanto, D. (2009). Embodiment of abstract concepts. Good and bad in right – and the left-handers. *Journal of Experimental Psychology : General*, 138(3), 351-67.
- Casasanto, D., & Dijkstra, K. (2010). Motor action and emotional memory. *Cognition*, 115(1), 179-185.
- Casasanto, D., & Jasmin, K. (2010). Good and bad in the hands of politicians: Spontaneous gestures during positive and negative speech. *Plos one*, 5(7), e11805.
- Casasanto, D., & Chrysikou, E. G. (2011). When left is “right” motor fluency shapes abstract concepts. *Psychological science*, 22(4), 419-422.
- Casasanto, D., & Henetz, T. (2012). Handedness shapes children’s abstract concepts. *Cognitive Science*, 36(2), 359-372.

- Casasanto, D., & Jasmin, K. (2012). The hands of time: Temporal gestures in English speakers. *Cognitive Linguistics*, 23(4), 643-674.
- Casasanto, D., & Bottini, R. (2014). Mirror reading can reverse the flow of time. *Journal of Experimental Psychology: General*, 143(2), 473.
- Cervera-Torres, S., Ruiz Fernandez, S., Lachmair, M., & Gerjets, P. (2018). Valence-space associations in touchscreen interactions: Valence match between emotional pictures and their vertical touch location leads to pictures' positive evaluation. *Plos one*, 13(7), e0199972.
- Chao, L. L., & Martin, A. (2000). Representation of manipulable man-made objects in the dorsal stream. *Neuroimage*, 12(4), 478-484.
- Chase, W. G., & Clark, H. H. (1971). Semantics in the perception of verticality. *British Journal of Psychology*, 62(3), 311-326.
- Chemero, A. (2013). Radical embodied cognitive science. *Review of General Psychology*, 17(2), 145-150.
- Chen, M., & Bargh, J. A. (1999). Consequences of automatic evaluation: Immediate behavioral predispositions to approach or avoid the stimulus. *Personality and social psychology bulletin*, 25(2), 215-224.
- Chen, J. Y. (2007). Do Chinese and English speakers think about time differently? Failure of replicating Boroditsky (2001). *Cognition*, 104(2), 427-436.
- Cho, Y. S., & Proctor, R. W. (2003). Stimulus and response representations underlying orthogonal stimulus-response compatibility effects. *Psychonomic Bulletin & Review*, 10, 45-73.
- Chu, M., & Kita, S. (2008). Spontaneous gestures during mental rotation tasks: insights into the microdevelopment of the motor strategy. *Journal of Experimental Psychology: General*, 137(4), 706.
- Cienki, A. (1997). Some properties and groupings of image schemas. *Lexical and syntactical constructions and the construction of meaning*, 3-15.
- Clare, L. (2003). Managing threats to self: awareness in early stage Alzheimer's disease. *Social science & medicine*, 57(6), 1017-1029.
- Clark, H. H. (1969). Linguistic processes in deductive reasoning. *Psychological review*, 76(4), 387-404.
- Clark, H. H. (1973). Space, time, semantics, and the child. In *Cognitive development and acquisition of language* (pp. 27-63). Academic Press.
- Clark, A., & Chalmers, D. (1998). The extended mind. *Analysis*, 58(1), 7-19.
- Cohen Kadosh, R., Cohen Kadosh, K., Linden, D. E. J., Gevers, W., Berger, A., & Henik, A. (2007). The brain locus of interaction between number and size: a combined functional magnetic resonance imaging and event-related potential study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19, 957e970
- Collins, A. M., & Loftus, E. F. (1975). A spreading-activation theory of semantic processing. *Psychological review*, 82(6), 407.
- Cooperrider, K., & Núñez, R. (2009). Across time, across the body: Transversal temporal gestures. *Gesture*, 9(2), 181-206.

- Crawford, L., Margolies, S. M., Drake, J. T., & Murphy, M. E. (2006). Affect biases memory of location: Evidence for the spatial representation of affect. *Cognition and emotion*, *20*(8), 1153-1169.
- Crawford, L. E. (2009). Conceptual metaphors of affect. *Emotion review*, *1*(2), 129-139.
- Critchley, M. *The Parietal Lobes*. London, UK: Edward Arnold; 1953
- Cromwell, H. C., Abe, N., Barrett, K. C., Caldwell-Harris, C., Gendolla, G. H., Koncz, R., & Sachdev, P. S. (2020). Mapping the interconnected neural systems underlying motivation and emotion: A key step toward understanding the human affectome. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *113*, 204-226.
- D'Argembeau, A., & Van der Linden, M. (2004). Phenomenal characteristics associated with projecting oneself back into the past and forward into the future: Influence of valence and temporal distance. *Consciousness and cognition*, *13*(4), 844-858.
- Damasio, A. R., & Damasio, H. (1994). Cortical systems for retrieval of concrete knowledge: The convergence zone framework.
- Damasio, A. R. (2003). *Spinoza avait raison*. Odile Jacob.
- Davidson, R. J., Ekman, P., Saron, C. D., Senulis, J. A., & Friesen, W. V. (1990). Approach-withdrawal and cerebral asymmetry: emotional expression and brain physiology: I. *Journal of personality and social psychology*, *58*(2), 330.
- Davidson, R. J. (1992). Anterior cerebral asymmetry and the nature of emotion. *Brain and cognition*, *20*(1), 125-151.
- de la Vega, I., De Filippis, M., Lachmair, M., Dudschig, C., & Kaup, B. (2012). Emotional valence and physical space: limits of interaction. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *38*(2), 375.
- de la Vega, I., Dudschig, C., De Filippis, M., Lachmair, M., & Kaup, B. (2013). Keep your hands crossed: The valence-by-left/right interaction is related to hand, not side, in an incongruent hand–response key assignment. *Acta psychologica*, *142*(2), 273-277.
- de la Vega, I., Eikmeier, V., Ulrich, R., & Kaup, B. (2017). The mental timeline in a crossed-hands paradigm. *Experimental psychology*.
- Dehaene, S., Bossini, S., & Giraux, P. (1993). The mental representation of parity and number magnitude. *Journal of experimental psychology: General*, *122*(3), 371.
- Descartes (1637) *Discours de la Méthode, Édition électronique (ePub) v.: 1,0 : Les Échos du Maquis, 2011*
- Doherty, M., McCowan, S., & Shaw, S. C. (2023). Autistic SPACE: a novel framework for meeting the needs of autistic people in healthcare settings. *British Journal of Hospital Medicine*, *84*(4), 1-9.
- Dudschig, C., De la Vega, I., & Kaup, B. (2014). Embodiment and second-language: Automatic activation of motor responses during processing spatially associated L2 words and emotion L2 words in a vertical Stroop paradigm. *Brain and language*, *132*, 14-21.
- Dolscheid, S., & Casasanto, D. (2015). Spatial congruity effects reveal metaphorical thinking, not polarity correspondence. *Frontiers in psychology*, *6*, 1836.

- Duval, C., Piolino, P., Bejanin, A., Laisney, M., Eustache, F., & Desgranges, B. (2011). La théorie de l'esprit: aspects conceptuels, évaluation et effets de l'âge. *Revue de neuropsychologie*, (1), 41-51.
- Dutriaux, L., & Gyselinck, V. (2016). Cognition incarnée: un point de vue sur les représentations spatiales. *L'Année psychologique*, 116(3), 419-465.
- Dru, V., & Cretenet, J. (2005). Influence of bilateral motor actions on judgements: Additional evidence for the motor congruence hypothesis. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain, and Cognition*, 10(5), 389-398.
- Eder, A. B., & Rothermund, K. (2008). When do motor behaviors (mis) match affective stimuli? An evaluative coding view of approach and avoidance reactions. *Journal of Experimental Psychology: General*, 137(2), 262.
- Eikmeier, V., Schröter, H., Maienborn, C., Alex-Ruf, S., & Ulrich, R. (2013). Dimensional overlap between time and space. *Psychonomic Bulletin & Review*, 20, 1120-1125.
- Eikmeier, V., Alex-Ruf, S., Maienborn, C., & Ulrich, R. (2015). How strongly linked are mental time and space along the left-right axis?. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 41(6), 1878.
- Elliot, A. J. (2006). The hierarchical model of approach-avoidance motivation. *Motivation and emotion*, 30, 111-116.
- Elliot, A. J., & Thrash, T. M. (2010). Approach and avoidance temperament as basic dimensions of personality. *Journal of personality*, 78(3), 865-906.
- Emmorey, K., & Lane, H. L. (Eds.). (2013). *The signs of language revisited: An anthology to honor Ursula Bellugi and Edward Klima*. Psychology Press.
- Engberg-Pedersen, E. (1993). Space in Danish Sign Language: The semantics and morphosyntax of the use of space in a visual language. Hamburg : SIGNUM-Press, 1993. 406 p.
- Fayant, M. P., Muller, D., Nurra, C., Alexopoulos, T., & Palluel-Germain, R. (2011). Moving forward is not only a metaphor: Approach and avoidance lead to self-evaluative assimilation and contrast. *Journal of Experimental Social Psychology*, 47(1), 241-245.
- Feldman, J., & Narayanan, S. (2004). Embodied meaning in a neural theory of language. *Brain and language*, 89(2), 385-392.
- Fernandes, J., Arida, R. M., & Gomez-Pinilla, F. (2017). Physical exercise as an epigenetic modulator of brain plasticity and cognition. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 80, 443-456.
- Fernández, S. R., Kastner, L., Cervera-Torres, S., Müller, J., & Gerjets, P. (2019). Moved by emotions: Affective concepts representing personal life events induce freely performed steps in line with combined sagittal and lateral space-valence associations. *Frontiers in Psychology*, 10, 2787.
- Fernandino, L., Tong, J. Q., Conant, L. L., Humphries, C. J., & Binder, J. R. (2022). Decoding the information structure underlying the neural representation of concepts. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(6), e2108091119.
- Fischer, M. H., & Zwaan, R. A. (2008). Embodied language: A review of the role of the motor system in language comprehension. *Quarterly journal of experimental psychology*, 61(6), 825-850.

- Flanagan, J. R., & Lolley, S. (2001). The inertial anisotropy of the arm is accurately predicted during movement planning. *Journal of Neuroscience*, *21*(4), 1361-1369.
- Fodor, J. A. (1975). *The language of thought* (Vol. 5). Harvard university press.
- Fodor, J. A. (1983). *The modularity of mind*. MIT press.
- Fontaine, J. R., Scherer, K. R., Roesch, E. B., & Ellsworth, P. C. (2007). The world of emotions is not two-dimensional. *Psychological science*, *18*(12), 1050-1057.
- Franklin, N., & Tversky, B. (1990). Searching imagined environments. *Journal of experimental psychology: general*, *119*(1), 63.
- Freddi, S., Brouillet, T., Cretenet, J., Heurley, L. P., & Dru, V. (2016). A continuous mapping between space and valence with left-and right-handers. *Psychonomic Bulletin & Review*, *23*, 865-870.
- Freina, L., Baroni, G., Borghi, A. M., & Nicoletti, R. (2009). Emotive concept nouns and motor responses: attraction or repulsion?. *Memory & Cognition*, *37*(4), 493-499.
- Frijda, N. H. (1986). *The emotions*. Cambridge University Press.
- Fuhrman, O., & Boroditsky, L. (2010). Cross-cultural differences in mental representations of time: Evidence from an implicit nonlinguistic task. *Cognitive science*, *34*(8), 1430-1451.
- Fuhrman, O., McCormick, K., Chen, E., Jiang, H., Shu, D., Mao, S., & Boroditsky, L. (2011). How linguistic and cultural forces shape conceptions of time: English and Mandarin time in 3D. *Cognitive science*, *35*(7), 1305-1328.
- Fuchs, T., & Koch, S. C. (2014). Embodied affectivity: on moving and being moved. *Frontiers in psychology*, *5*, 508.
- Gallese, V., Keysers, C., & Rizzolatti, G. (2004). A unifying view of the basis of social cognition. *Trends in cognitive sciences*, *8*(9), 396-403.
- Gallese, V., & Lakoff, G. (2005). The brain's concepts: The role of the sensory-motor system in conceptual knowledge. *Cognitive neuropsychology*, *22*(3-4), 455-479.
- Gentilucci, M. (2003). Grasp observation influences speech production. *European Journal of Neuroscience*, *17*(1), 179-184.
- Gentilucci, M. (2003). Object motor representation and language. *Experimental Brain Research*, *153*(2), 260-265.
- Gentilucci, M., & Corballis, M. C. (2006). From manual gesture to speech: A gradual transition. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *30*(7), 949-960.
- Gerstmann, J. (1940). Syndrome of finger agnosia, disorientation for right and left, agraphia and acalculia. *Archives of Neurology Psychiatry*, *44*, 398e40
- Gibbs Jr, R. W., & Colston, H. L. (1995). The cognitive psychological reality of image schemas and their transformations.
- Gibbs Jr, R. W., & Colston, H. L. (2006). Image schema. *Cognitive linguistics: Basic readings*, *6*(4).

- Gibbs Jr, R. W. (2006). Metaphor interpretation as embodied simulation. *Mind & Language*, 21(3), 434-458.
- Gibson J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston, MA: Houghton Mifflin
- Glenberg, A. M. (1997). What memory is for. *Behavioral and brain sciences*, 20(1), 1-19.
- Glenberg, A. M., & Robertson, D. A. (2000). Symbol grounding and meaning: A comparison of high-dimensional and embodied theories of meaning. *Journal of memory and language*, 43(3), 379-401.
- Glenberg, A. M., & Kaschak, M. P. (2002). Grounding language in action. *Psychonomic bulletin & review*, 9(3), 558-565.
- Glenberg, A. M., Sato, M., Cattaneo, L., Riggio, L., Palumbo, D., & Buccino, G. (2008). Processing abstract language modulates motor system activity. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61(6), 905-919.
- Glenberg, A. M., & Gallese, V. (2012). Action-based language: A theory of language acquisition, comprehension, and production. *cortex*, 48(7), 905-922.
- Goldin-Meadow, S., & Singer, M. A. (2003). From children's hands to adults' ears: gesture's role in the learning process. *Developmental psychology*, 39(3), 509.
- Goldin-Meadow, S., & Beilock, S. L. (2010). Action's influence on thought: The case of gesture. *Perspectives on psychological science*, 5(6), 664-674.
- Goldin-Meadow, S. (2017). Using our hands to change our minds. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 8(1-2), e1368.
- Grady, J. (1997a). Foundations of meaning : Primary metaphors and primary scenes, *University of California at Berkeley. Dissertations, Department of Linguistics*.
- Graziano, M. S., & Cooke, D. F. (2006). Parieto-frontal interactions, personal space, and defensive behavior. *Neuropsychologia*, 44(13), 2621-2635.
- Grasso, C. L., Ziegler, J. C., Mirault, J., Coull, J. T., & Montant, M. (2022). As time goes by: Space-time compatibility effects in word recognition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 48(2), 304.
- Grezes, J., & Decety, J. (2001). Functional anatomy of execution, mental simulation, observation, and verb generation of actions: A meta-analysis. *Human brain mapping*, 12(1), 1-19.
- Gross, J. J., & Feldman Barrett, L. (2011). Emotion generation and emotion regulation: One or two depends on your point of view. *Emotion review*, 3(1), 8-16.
- Gu, Y., Zheng, Y., & Swerts, M. (2019). Which is in front of Chinese people, past or future? The effect of language and culture on temporal gestures and spatial conceptions of time. *Cognitive Science*, 43(12), e12804.
- Guo, T., Ji, L. J., Spina, R., & Zhang, Z. (2012). Culture, temporal focus, and values of the past and the future. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 38(8), 1030-1040.
- Halpern, A. R., Zatorre, R. J., Bouffard, M., & Johnson, J. A. (2004). Behavioral and neural correlates of perceived and imagined musical timbre. *Neuropsychologia*, 42(9), 1281-1292.

- Hampe, B., & Grady, J. (2005). Eds. From Perception to Meaning: Image Schemas in Cognitive Linguistics. *Cognitive Linguistics Research*, 29.
- Hardyck, C., & Petrinovich, L. F. (1977). Left-handedness. *Psychological bulletin*, 84(3), 385.
- Harnad, S. (1990). The symbol grounding problem. *Physica D: Nonlinear Phenomena*, 42(1-3), 335-346.
- Haugeland, J. (1989). *L'esprit dans la machine*. Odile Jacob.
- Hauk, O., Johnsrude, I., & Pulvermüller, F. (2004). Somatotopic representation of action words in human motor and premotor cortex. *Neuron*, 41(2), 301-307.
- Havas, D. A., Glenberg, A. M., & Rinck, M. (2007). Emotion simulation during language comprehension. *Psychonomic bulletin & review*, 14(3), 436-441.
- Hendricks, R. K., & Boroditsky, L. (2017). New space–time metaphors foster new nonlinguistic representations. *Topics in cognitive science*, 9(3), 800-818.
- Hogg, J., Cavet, J., Lambe, L., & Smeddle, M. (2001). The use of ‘Snoezelen’ as multisensory stimulation with people with intellectual disabilities: a review of the research. *Research in developmental disabilities*, 22(5), 353-372.
- Hommel, B., Müsseler, J., Aschersleben, G., & Prinz, W. (2001). The theory of event coding (TEC): A framework for perception and action planning. *Behavioral and brain sciences*, 24(5), 849-878.
- Hostetter, A. B., & Alibali, M. W. (2008). Visible embodiment: Gestures as simulated action. *Psychonomic bulletin & review*, 15, 495-514.
- Hubbard, E. M., Piazza, M., Pinel, P., & Dehaene, S. (2005). Interactions between number and space in parietal cortex. *Nature Reviews Neuroscience*, 6(6), 435-448.
- Ijzerman, H., & Semin, G. R. (2009). The thermometer of social relations: Mapping social proximity on temperature. *Psychological science*, 20(10), 1214-1220.
- Ishihara, M., Keller, P. E., Rossetti, Y., & Prinz, W. (2008). Horizontal spatial representations of time: Evidence for the STEARC effect. *Cortex*, 44(4), 454-461.
- Jamalian, A., Giardino, V., & Tversky, B. (2013). Gestures for thinking. In *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society* (Vol. 35, No. 35).
- James, W. (1884). What is an emotion? *Mind*, 9, 188-205.
- James, M. R. (1984). Sensory integration: A theory for therapy and research. *Journal of Music therapy*, 21(2), 79-88.
- Jeannerod, M. (1995). Mental imagery in the motor context. *Neuropsychologia*, 33(11), 1419-1432.
- Ji, L. J., Guo, T., Zhang, Z., & Messervey, D. (2009). Looking into the past: cultural differences in perception and representation of past information. *Journal of personality and social psychology*, 96(4), 761.
- Johnson, M. (1987). *The body in the mind: The bodily basis of meaning, imagination, and reason*. University of Chicago press.

- Johnson-Glenberg, M. C., & Megowan-Romanowicz, C. (2017). Embodied science and mixed reality: How gesture and motion capture affect physics education. *Cognitive research: principles and implications*, 2(1), 1-28.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness* (No. 6). Harvard University Press.
- Johnstone, L. T., Karlsson, E. M., & Carey, D. P. (2021). Left-handers are less lateralized than right-handers for both left and right hemispheric functions. *Cerebral Cortex*, 31(8), 3780-3787.
- Julliard, Y., Rougier, M., & Muller, D. (2021). Perspective de cognition incarnée dans l'étude des tendances à l'approche/évitement. *Intellectica*, 1(74), 125-139.
- Kang, S., & Tversky, B. (2016). From hands to minds: Gestures promote understanding. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 1(1), 1-15.
- Kattenstroth, J. C., Kolankowska, I., Kalisch, T., & Dinse, H. R. (2010). Superior sensory, motor, and cognitive performance in elderly individuals with multi-year dancing activities. *Frontiers in aging neuroscience*, 2, 1724.
- Kattenstroth, J. C., Kalisch, T., Holt, S., Tegenthoff, M., & Dinse, H. R. (2013). Six months of dance intervention enhances postural, sensorimotor, and cognitive performance in elderly without affecting cardio-respiratory functions. *Frontiers in aging neuroscience*, 5, 5.
- Kaufmann, L., Vogel, S. E., Wood, G., Kremser, C., Schocke, M., Zimmerhackl, L. B., & Koten, J. W. (2008). A developmental fMRI study of nonsymbolic numerical and spatial processing. *Cortex*, 44(4), 376-385.
- Kaup, B., Scherer, N., & Ulrich, R. (2021). Associations between abstract concepts: Investigating the relationship between deictic time and valence. *Frontiers in Psychology*, 12, 612720.
- Khatin-Zadeh, O., Eskandari, Z., Cervera-Torres, S., Ruiz Fernández, S., Farzi, R., & Marmolejo-Ramos, F. (2021). The strong versions of embodied cognition: Three challenges faced. *Psychology & Neuroscience*, 14(1), 16.
- Khatin-Zadeh, O., Farsani, D., Hu, J., Farina, M., Banaruee, H., & Marmolejo-Ramos, F. (2023). Distributed embodiment of metaphorical hope in hand, head, and eyebrow gestures. *Frontiers in Psychology*, 14, 1139881.
- Koch, S. C., Morlinghaus, K., & Fuchs, T. (2007). The joy dance: Specific effects of a single dance intervention on psychiatric patients with depression. *The arts in Psychotherapy*, 34(4), 340-349.
- Koch, S., Holland, R. W., Hengstler, M., & Van Knippenberg, A. (2009). Body locomotion as regulatory process: Stepping backward enhances cognitive control. *Psychological science*, 20(5), 549-550.
- Koch, S., Kunz, T., Lykou, S., & Cruz, R. (2014). Effects of dance movement therapy and dance on health-related psychological outcomes: A meta-analysis. *The Arts in Psychotherapy*, 41(1), 46-64.
- Koch, S. C., Riege, R. F., Tisborn, K., Biondo, J., Martin, L., & Beelmann, A. (2019). Effects of dance movement therapy and dance on health-related psychological outcomes. A meta-analysis update. *Frontiers in psychology*, 10, 1806.
- Kong, F., & You, X. (2012). Space-time compatibility effects in the auditory modality. *Experimental psychology*, Vol. 59 (2), 82-87.

- Kong, F. (2013). Space–valence associations depend on handedness: Evidence from a bimanual output task. *Psychological Research*, 77(6), 773-779.
- Kosslyn S.M. (1980) *Image and mind*. Harvard University Press; Cambridge, MA
- Kosslyn, S. M., Thompson, W. L., & Ganis, G. (2006). *The case for mental imagery*. Oxford University Press.
- Kousta, S. T., Vinson, D. P., & Vigliocco, G. (2009). Emotion words, regardless of polarity, have a processing advantage over neutral words. *Cognition*, 112(3), 473-481.
- Kousta, S. T., Vigliocco, G., Vinson, D. P., Andrews, M., & Del Campo, E. (2011). The representation of abstract words: why emotion matters. *Journal of Experimental Psychology: General*, 140(1), 14.
- Kuchinke, L., Jacobs, A. M., Grubich, C., Vo, M. L. H., Conrad, M., & Herrmann, M. (2005). Incidental effects of emotional valence in single word processing: an fMRI study. *NeuroImage*, 28(4), 1022-1032.
- Lachmair, M., Ruiz Fernandez, S., Bury, N. A., Gerjets, P., Fischer, M. H., & Bock, O. L. (2016). How body orientation affects concepts of space, time and valence: Functional relevance of integrating sensorimotor experiences during word processing. *PloS one*, 11(11), e0165795.
- Laham, S. M., Kashima, Y., Dix, J., & Wheeler, M. (2015). A meta-analysis of the facilitation of arm flexion and extension movements as a function of stimulus valence. *Cognition and Emotion*, 29(6), 1069-1090.
- Lai, V. T., & Boroditsky, L. (2013). The immediate and chronic influence of spatio-temporal metaphors on the mental representations of time in English, Mandarin, and Mandarin-English speakers. *Frontiers in psychology*, 4, 142.
- Lakens, D. (2012). Polarity correspondence in metaphor congruency effects: structural overlap predicts categorization times for bipolar concepts presented in vertical space. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 38(3), 726.
- Lakoff, G., & Johnson, M. (updated ed. 1980 ; 2003 ; 2008). *Metaphors we live by*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lakoff, G., & Johnson, M. (1999). *Philosophy in the flesh: The embodied mind and its challenge to western thought*. New York: Basic Books
- Lalla, A., & Sheldon, S. (2021). The effects of emotional valence and perceived life stress on recalling personal experiences and envisioning future events. *Emotion*, 21(7), 1392.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (1990). Emotion, Attention, and the Startle Reflex. *Psychological Review*, 97, 377-395
- Lang, P. J., & Bradley, M. M. (2010). Emotion and the motivational brain. *Biol. Psychol.* 84, 437–450.
- Lange, C. G. (1885). The mechanism of the emotions. *The classical psychologists*, 672-684.
- Lavender, T., & Hommel, B. (2007). Affect and action: Towards an event-coding account. *Cognition and Emotion*, 21(6), 1270-1296.

- Laureiro-Martinez, D., Trujillo, C. A., & Unda, J. (2017). Time perspective and age: A review of age associated differences. *Frontiers in psychology*, 8, 101.
- Lecoutre, B., & Poitevineau, J. (2000). Aller au-delà des tests de signification traditionnels: vers de nouvelles normes de publication. *L'Année psychologique*, 100(4), 683-713.
- Lecoutre, B., Poitevineau, J., Lecoutre, B., & Poitevineau, J. (2014). Reporting Effect Sizes: The New Star System. *The Significance Test Controversy Revisited: The Fiducial Bayesian Alternative*, 63-75.
- LeDoux, J. E. (2000). Emotion circuits in the brain. *Annual review of neuroscience*, 23(1), 155-184.
- Lee, A., & Ji, L. J. (2014). Moving away from a bad past and toward a good future: Feelings influence the metaphorical understanding of time. *Journal of Experimental Psychology: General*, 143(1), 21.
- Lista, I., & Sorrentino, G. (2010). Biological mechanisms of physical activity in preventing cognitive decline. *Cellular and molecular neurobiology*, 30, 493-503.
- Loermans, A. C., De Koning, B. B., & Krabbendam, L. (2021). Do you approach positive events or do they approach you? Linking event valence and time representations in a dutch sample. *Journal of Cognition and Culture*, 21(3-4), 331-345.
- Lynott, D., & Coventry, K. (2014). On the ups and downs of emotion: testing between conceptual-metaphor and polarity accounts of emotional valence–spatial location interactions. *Psychonomic bulletin & review*, 21, 218-226.
- Machulska, A., Zlomuzica, A., Rinck, M., Assion, H. J., & Margraf, J. (2016). Approach bias modification in inpatient psychiatric smokers. *Journal of psychiatric research*, 76, 44-51.
- Macrine, S. L., & Fugate, J. M. (Eds.). (2022). *Movement matters: How embodied cognition informs teaching and learning*. MIT Press.
- Margolies, S. O., & Crawford, L. E. (2008). Event valence and spatial metaphors of time. *Cognition and Emotion*, 22(7), 1401-1414.
- Markman, A. B., & Brendl, C. M. (2005). Constraining theories of embodied cognition. *Psychological science*, 16(1), 6-10.
- Marmolejo-Ramos, F., Correa, J. C., Sakarkar, G., Ngo, G., Ruiz-Fernández, S., Butcher, N., & Yamada, Y. (2017). Placing joy, surprise and sadness in space: a cross-linguistic study. *Psychological Research*, 81, 750-763.
- Marmolejo-Ramos, F., Arshamian, A., Tirado, C., Ospina, R., & Larsson, M. (2019). The allocation of valenced percepts onto 3D space. *Frontiers in Psychology*, 10, 352.
- Mandler, J. M. (1992). How to build a baby: II. Conceptual primitives. *Psychological review*, 99(4), 587-604.
- Mandler, J. M. (2012). On the spatial foundations of the conceptual system and its enrichment. *Cognitive science*, 36(3), 421-451.
- Mandler, J. M., & Cánovas, C. P. (2014). On defining image schemas. *Language and cognition*, 6(4), 510-532.
- Mahon, B. Z., & Caramazza, A. (2008). A critical look at the embodied cognition hypothesis and a new proposal for grounding conceptual content. *Journal of physiology-Paris*, 102(1-3), 59-70.

- Mahon, B. Z. (2015). The burden of embodied cognition. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue canadienne de psychologie expérimentale*, 69(2), 172.
- Maillot, P., Perrot, A., & Hartley, A. (2012). Effects of interactive physical-activity video-game training on physical and cognitive function in older adults. *Psychology and aging*, 27(3), 589-600.
- Mann, T. (1995). *The magic Mountain*, traduction de J.E Woods, New York.
- Martens, M. A., Antley, A., Freeman, D., Slater, M., Harrison, P. J., & Tunbridge, E. M. (2019). It feels real: physiological responses to a stressful virtual reality environment and its impact on working memory. *Journal of Psychopharmacology*, 33(10), 1264-1273
- Mathôt, S., Schreij, D., & Theeuwes, J. (2012). OpenSesame: An open-source, graphical experiment builder for the social sciences. *Behavior Research Methods*, 44(2), 314-324
- McNeill, D. (1992). *Hand and mind: What gestures reveal about thought*. University of Chicago press.
- Meier, B. P., & Robinson, M. D. (2004). Why the sunny side is up: Associations between affect and vertical position. *Psychological science*, 15(4), 243-247.
- Meier, B. P., Hauser, D. J., Robinson, M. D., Friesen, C. K., & Schjeldahl, K. (2007). What's "up" with God? Vertical space as a representation of the divine. *Journal of personality and social psychology*, 93(5), 699.
- Merleau-Ponty, M. (1945), *Phénoménologie de la perception*. Paris: Gallimard
- Miles, L. K., Nind, L. K., Henderson, Z., & Macrae, C. N. (2010). Moving memories: Behavioral synchrony and memory for self and others. *Journal of Experimental Social Psychology*, 46(2), 457-460.
- Milhau, A. (2013). *Influences bidirectionnelles entre action et évaluation émotionnelle: effets de fluence motrice* (Doctoral dissertation, Université Paul Valéry-Montpellier III).
- Milhau, A., Brouillet, T., & Brouillet, D. (2015). Valence–space compatibility effects depend on situated motor fluency in both right-and left-handers. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 68(5), 887-899.
- Murphy, G. L. (1996). On metaphoric representation. *Cognition*, 60(2), 173-204.
- Nair, S., Sagar, M., Sollers III, J., Consedine, N., & Broadbent, E. (2015). Do slumped and upright postures affect stress responses? A randomized trial. *Health Psychology*, 34(6), 632.
- Nakic, M., Smith, B. W., Busis, S., Vythilingam, M., & Blair, R. J. R. (2006). The impact of affect and frequency on lexical decision: the role of the amygdala and inferior frontal cortex. *Neuroimage*, 31(4), 1752-1761.
- Neisser, U. (1967). *Cognitive psychology*. Appleton-Century-Crofts.
- New, B., Pallier, C., Ferrand, L. & Matos, R. (2007). The use of film subtitles to estimate word frequencies. *2007 Cambridge University Press* 0142- 7164/07.
- Newby-Cark, I. R., and Ross, M. (2003). Personality and Social Psychology Bulletin Conceiving the Past and Future. *Personality Soc. Psychol. Bull.* 29, 807–818.

- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving* (Vol. 104, No. 9). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-hall.
- Niedenthal, P. M., Brauer, M., Halberstadt, J. B., & Innes-Ker, Å. H. (2001). When did her smile drop? Facial mimicry and the influences of emotional state on the detection of change in emotional expression. *Cognition & Emotion*, *15*(6), 853-864.
- Niedenthal, P. M., Barsalou, L. W., Winkielman, P., Krauth-Gruber, S., & Ric, F. (2005). Embodiment in attitudes, social perception, and emotion. *Personality and social psychology review*, *9*(3), 184-211.
- Niedenthal, P. M. (2007). Embodying emotion. *science*, *316*(5827), 1002-1005.
- Núñez, R. E., & Sweetser, E. (2006). With the future behind them: Convergent evidence from Aymara language and gesture in the crosslinguistic comparison of spatial construals of time. *Cognitive science*, *30*(3), 401-450.
- Núñez, R., & Cooperrider, K. (2013). The tangle of space and time in human cognition. *Trends in cognitive sciences*, *17*(5), 220-229.
- Ogden, P., Minton, K., & Pain, C. (2006). *Trauma and the body: A sensorimotor approach to psychotherapy (norton series on interpersonal neurobiology)*. WW Norton & Company.
- Oosterwijk S., Rotteveel M., Fischer A. H., Hess U. (2009). Embodied emotion concepts: how generating words about pride and disappointment influences posture. *Eur. J. Soc. Psychol.* *39* 457–466. 10.1002/ejsp.584
- Ouellet, M., Santiago, J., Funes, M. J., & Lupiáñez, J. (2010a). Thinking about the future moves attention to the right. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *36*(1), 17.
- Ouellet, M., Santiago, J., Israeli, Z., & Gabay, S. (2010b). Is the future the right time?. *Experimental psychology*, *57*(4), 308-14.
- Pavio, A. (1986). *Mental Representations: A Dual Coding Approach*. Oxford: Oxford University Press.
- Pecher, D., Boot, I., & Van Dantzig, S. (2011). Abstract concepts: Sensory-motor grounding, metaphors, and beyond. In *Psychology of learning and motivation* (Vol. 54, pp. 217-248). Academic Press.
- Perrot, A., Maillot, P., Le Foulon, A., & Rebillat, A. S. (2021). Effect of exergaming on physical fitness, functional mobility, and cognitive functioning in adults with Down syndrome. *American Journal on Intellectual and Developmental Disabilities*, *126*(1), 34-44.
- Phaf, R. H., Mohr, S. E., Rotteveel, M., & Wicherts, J. M. (2014). Approach, avoidance, and affect: a meta-analysis of approach-avoidance tendencies in manual reaction time tasks. *Frontiers in psychology*, *5*, 378.
- Pinel, P., Piazza, M., Le Bihan, D., & Dehaene, S. (2004). Distributed and overlapping cerebral representations of number, size, and luminance during comparative judgments. *Neuron*, *41*(6), 983-993.
- Pitt, B., & Casasanto, D. (2022). Spatial metaphors and the design of everyday things. *Frontiers in Psychology*, *13*, 1019957.
- Platon (-400 av. J-C) *Phédon*, Vicaire, Paul. (1991) Paris: Gallimard

- Pollick, F. E., Paterson, H. M., Bruderlin, A., & Sanford, A. J. (2001). Perceiving affect from arm movement. *Cognition*, 82(2), B51-B61.
- Premack, D., & Woodruff, G. (1978). Does the chimpanzee have a theory of mind?. *Behavioral and brain sciences*, 1(4), 515-526.
- Proctor, R. W., & Cho, Y. S. (2006). Polarity correspondence: A general principle for performance of speeded binary classification tasks. *Psychological bulletin*, 132(3), 416-442.
- Pulvermüller, F. (2005). Brain mechanisms linking language and action. *Nature reviews neuroscience*, 6(7), 576-582.
- Pulvermüller, F., Hauk, O., Nikulin, V. V., & Ilmoniemi, R. J. (2005). Functional links between motor and language systems. *European Journal of Neuroscience*, 21(3), 793-797.
- Radden, G. (2004). The metaphor TIME AS SPACE across languages. *Zeitschrift für interkulturellen Fremdsprachenunterricht*, 8(2).
- Rasmussen, T., & Milner, B. (1977). The role of early left-brain injury in determining lateralization of cerebral speech functions. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 299, 355-369.
- Rasmussen, A. S., & Berntsen, D. (2009). The possible functions of involuntary autobiographical memories. *Applied Cognitive Psychology: THE Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition*, 23(8), 1137-1152.
- Rasmussen, A. S., & Berntsen, D. (2013). The reality of the past versus the ideality of the future: Emotional valence and functional differences between past and future mental time travel. *Memory & cognition*, 41, 187-200.
- Rayner, K., & Duffy, S. A. (1986). Lexical complexity and fixation times in reading: Effects of word frequency, verb complexity, and lexical ambiguity. *Memory & cognition*, 14(3), 191-201.
- Richardson, D. C., Spivey, M. J., Barsalou, L. W., & McRae, K. (2003). Spatial representations activated during real-time comprehension of verbs. *Cognitive science*, 27(5), 767-780.
- Richmond, J., Clare Wilson, J., & Zinken, J. (2012). A feeling for the future: How does agency in time metaphors relate to feelings?. *European Journal of Social Psychology*, 42(7), 813-823.
- Rinck, M., & Becker, E. S. (2007). Approach and avoidance in fear of spiders. *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry*, 38(2), 105-120.
- Rizzolatti, G., & Sinigaglia, C. (2008). *Mirrors in the brain: How our minds share actions and emotions*. (F. Anderson, Trans.). Oxford University Press.
- Rizzolatti, G., & Sinigaglia, C. (2015). A Reply to Hickok. *American Journal Of Psychology*, 128(4), 549-550.
- Rotteveel, M., & Phaf, R. H. (2004). Automatic affective evaluation does not automatically predispose for arm flexion and extension. *Emotion*, 4(2), 156-172.
- Rohrer, T. (2005). Image schemata in the brain. *From perception to meaning: Image schemas in cognitive linguistics*, 29, 165-196.
- Rouanet, H. (1996). Bayesian methods for assessing importance of effects. *Psychological Bulletin*, 119(1), 149-158.

- Rougier, M., Muller, D., Ric, F., Alexopoulos, T., Batailler, C., Smeding, A., & Aubé, B. (2018). A new look at sensorimotor aspects in approach/avoidance tendencies: The role of visual whole-body movement information. *Journal of Experimental Social Psychology, 76*, 42-53.
- Sakreida, K., Scorolli, C., Menz, M. M., Heim, S., Borghi, A. M., & Binkofski, F. (2013). Are abstract action words embodied? An fMRI investigation at the interface between language and motor cognition. *Frontiers in human neuroscience, 7*, 125.
- Sandrini, M., & Rusconi, E. (2009). A brain for numbers. *Cortex, 45*(7), 796-803.
- Santiago, J., Lupáñez, J., Pérez, E., & Funes, M. J. (2007). Time (also) flies from left to right. *Psychonomic Bulletin & Review, 14*, 512-516.
- Santiago, J., Román, A., & Ouellet, M. (2011). Flexible foundations of abstract thought: A review and a theory. *Spatial dimensions of social thought*, 41-110.
- Santiago, J., Ouellet, M., Román, A., & Valenzuela, J. (2012). Attentional factors in conceptual congruency. *Cognitive science, 36*(6), 1051-1077.
- Santiago, J., & Lakens, D. (2015). Can conceptual congruency effects between number, time, and space be accounted for by polarity correspondence?. *Acta psychologica, 156*, 179-191.
- Saraiva, A. C., Schüür, F., & Bestmann, S. (2013). Emotional valence and contextual affordances flexibly shape approach-avoidance movements. *Frontiers in psychology, 4*, 933.
- Santarpia, A., Veltri, G. A., Berreby, H., Menicacci, A., & Uebel, M. (2019). Positive and negative valences of the Human body in schizophrenia: A pilot study of emotional narrative regarding the front and back. *New Ideas in Psychology, 54*, 27-34.
- Scheifele, E., Eikmeier, V., Alex-Ruf, S., Maienborn, C., & Ulrich, R. (2018). A replication of “Processing time shifts affects the execution of motor responses (Sell & Kaschak, 2011; Experiment 1)”. *The Quantitative Methods for Psychology, 14*(1), r8-r11.
- Scherer, K. R. (1984). Les émotions: fonctions et composantes. *Cahiers De Psychologie Cognitive/Current Psychology Of Cognition, 4*(1), 9–39.
- Schwanenflugel, P. J., Akin, C., & Luh, W. M. (1992). Context availability and the recall of abstract and concrete words. *Memory & Cognition, 20*(1), 96-104.
- Searle, J. R. (1982). The Chinese room revisited. *Behavioral and brain sciences, 5*(2), 345-348.
- Seibt, B., Neumann, R., Nussinson, R., & Strack, F. (2008). Movement direction or change in distance? Self-and object-related approach–avoidance motions. *Journal of Experimental Social Psychology, 44*(3), 713-720.
- Sell, A. J., & Kaschak, M. P. (2011). Processing time shifts affects the execution of motor responses. *Brain and language, 117*(1), 39-44.
- Seron, X., & Van der Linden, M. (2016). Chapitre 1 Objectifs et stratégies de la revalidation neuropsychologique. *Traité de neuropsychologie clinique de l'adulte: Tome 2-Rééducation, 3*.
- Seymour, P. H. (1974). Stroop interference with response, comparison, and encoding stages in a sentence-picture comparison task. *Memory & cognition, 2*(1), 19-26.

- Shelton, A. L., & McNamara, T. P. (2001). Systems of spatial reference in human memory. *Cognitive psychology*, 43(4), 274-310.
- Shinohara, K. (1999). Resource for temporal information processing in interval production. *Perceptual and motor skills*, 88(3), 917-928.
- Sidhu, D. M., Kwan, R., Pexman, P. M., & Siakaluk, P. D. (2014). Effects of relative embodiment in lexical and semantic processing of verbs. *Acta psychologica*, 149, 32-39.
- Sidhu, D. M., Heard, A., & Pexman, P. M. (2016). Is more always better for verbs? Semantic richness effects and verb meaning. *Frontiers in psychology*, 7, 798.
- Simon, J. R., Craft, J. L., & Webster, J. B. (1973). Reactions toward the stimulus source: analysis of correct responses and errors over a five-day period. *Journal of Experimental Psychology*, 101(1), 175.
- Škara, D. (2004). Body metaphors—reading the body in contemporary culture. *Collegium antropologicum*, 28(1), 183-189.
- Slepian, M. L., & Ambady, N. (2014). Simulating sensorimotor metaphors: Novel metaphors influence sensory judgments. *Cognition*, 130(3), 309-314.
- Smith, D. M., & Torregrossa, M. M. (2021). Valence encoding in the amygdala influences motivated behavior. *Behavioural brain research*, 411, 113370.
- Solarz, A. K. (1960). Latency of instrumental responses as a function of compatibility with the meaning of eliciting verbal signs. *Journal of experimental psychology*, 59(4), 239-245.
- Spatola, N., Santiago, J., Beffara, B., Mermillod, M., Ferrand, L., & Ouellet, M. (2018). When the sad past is left: The mental metaphors between time, valence, and space. *Frontiers in psychology*, 9, 1019.
- Spivey, M. J., Tyler, M. J., Richardson, D. C., & Young, E. E. (2000). Eye movements during comprehension of spoken descriptions. In *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society* (Vol. 22, No. 22).
- Stepper, S., & Strack, F. (1993). Proprioceptive determinants of emotional and nonemotional feelings. *Journal of personality and social psychology*, 64(2), 211-220.
- Suddendorf, T., & Corballis, M. C. (2007). The evolution of foresight: What is mental time travel, and is it unique to humans?. *Behavioral and brain sciences*, 30(3), 299-313.
- Taylor, H. A., & Tversky, B. (1992). Spatial mental models derived from survey and route descriptions. *Journal of Memory and language*, 31(2), 261-292.
- Thagard, P. (1996). *Mind: Introduction to cognitive science*. The MIT Press.
- Thelen, E., & Smith, L. B. (1994). *A dynamic systems approach to the development of cognition and action*. MIT press.
- Thelen, E., Šhöner, G., Scheier, C., & Smith, L. B. (2001). The dynamics of embodiment: A field theory of infant perseverative reaching. *Behavioral and brain sciences*, 24(1), 1-34.
- Tomasello, M., & Akhtar, N. (1995). Two-year-olds use pragmatic cues to differentiate reference to objects and actions. *Cognitive Development*, 10(2), 201-224.

- Torrallbo, A., Santiago, J., & Lupiáñez, J. (2006). Flexible conceptual projection of time onto spatial frames of reference. *Cognitive science*, 30(4), 745-757.
- Tucker, M., & Ellis, R. (1998). On the relations between seen objects and components of potential actions. *Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance*, 24(3), 830-846.
- Tulving, E. (1995). Organization of memory: Quo vadis? In M. S. Gazzaniga (Ed.), *The cognitive neurosciences* (pp. 839–853). The MIT Press
- Turner M. (1991) Reading Minds. The Study of English in the Age of Cognitive Sciences. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Tversky, B., Kugelmass, S., & Winter, A. (1991). Cross-cultural and developmental trends in graphic productions. *Cognitive psychology*, 23(4), 515-557.
- Tversky, B., Bauer Morrison, J., Franklin, N., & Bryant, D. J. (1999). Three spaces of spatial cognition. *The Professional Geographer*, 51(4), 516-524.
- Tversky, B., Zacks, J., Lee, P., & Heiser, J. (2000). Lines, blobs, crosses and arrows: Diagrammatic communication with schematic figures. In *Theory and Application of Diagrams: First International Conference, Diagrams 2000 Edinburgh, Scotland, UK, September 1–3, 2000 Proceedings 1* (pp. 221-230). Springer Berlin Heidelberg.
- Tversky, B., Zacks, J. M., & Hard, B. M. (2008). The structure of experience. *Understanding events: From perception to action*, 436-464.
- Tversky, B., & Jamalain, A. (2021). Thinking tools: Gestures change thought about time. *Topics in Cognitive Science*, 13(4), 750-776.
- Unkelbach, C., Alves, H., & Koch, A. (2020). Negativity bias, positivity bias, and valence asymmetries: Explaining the differential processing of positive and negative information. In *Advances in experimental social psychology* (Vol. 62, pp. 115-187). Academic Press.
- Ulrich, R., & Maienborn, C. (2010). Left–right coding of past and future in language: The mental timeline during sentence processing. *Cognition*, 117(2), 126-138.
- Ulrich, R., Eikmeier, V., de la Vega, I., Ruiz Fernández, S., Alex-Ruf, S., & Maienborn, C. (2012). With the past behind and the future ahead: Back-to-front representation of past and future sentences. *Memory & cognition*, 40, 483-495.
- Ulrich, R., de la Vega, I., Eikmeier, V., Günther, F., & Kaup, B. (2023). Mental association of time and valence. *Memory & Cognition*, 1-15.
- Van Dantzig, S., Pecher, D., & Zwaan, R. A. (2008). Approach and avoidance as action effects. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61(9), 1298-1306.
- Van Geest, J., Samaritter, R., & Van Hooren, S. (2021). Move and be moved: The effect of moving specific movement elements on the experience of happiness. *Frontiers in Psychology*, 11, 3974.
- Varela, F. J., Thompson, E., & Rosch, E. (1991). *The embodied mind, revised edition: Cognitive science and human experience*. MIT press.
- Vermeulen, N., Niedenthal, P. M., & Luminet, O. (2007). Switching between sensory and affective systems incurs processing costs. *Cognitive Science*, 31(1), 183-192.

- 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.
- Vigliocco, G., Kousta, S., Vinson, D., Andrews, M., & Del Campo, E. (2013). The representation of abstract words: What matters? Reply to Paivio's (2013) comment on Kousta et al.(2011). *Journal of Experimental Psychology: General*, 142(1), 288–291.
- Vigliocco, G., Kousta, S. T., Della Rosa, P. A., Vinson, D. P., Tettamanti, M., Devlin, J. T., & Cappa, S. F. (2014). The neural representation of abstract words: the role of emotion. *Cerebral Cortex*, 24(7), 1767-1777.
- Vinson, D., Ponari, M., & Vigliocco, G. (2014). How does emotional content affect lexical processing?. *Cognition & emotion*, 28(4), 737-746.
- von Sobbe, L., Scheifele, E., Maienborn, C., & Ulrich, R. (2019). The space–time congruency effect: A meta-analysis. *Cognitive science*, 43(1), e12709.
- Walker, E., & Cooperrider, K. (2016). The continuity of metaphor: Evidence from temporal gestures. *Cognitive Science*, 40(2), 481-495.
- Walker, E. J., Bergen, B. K., & Núñez, R. (2017). The spatial alignment of time: Differences in alignment of deictic and sequence time along the sagittal and lateral axes. *Acta Psychologica*, 175, 13-20.
- Walsh, V. (2003). A theory of magnitude: common cortical metrics of time, space and quantity. *Trends in cognitive sciences*, 7(11), 483-488.
- Walz, N., Mühlberger, A., & Pauli, P. (2016). A human open field test reveals thigmotaxis related to agoraphobic fear. *Biological psychiatry*, 80(5), 390-397.
- Weeks, D. J., & Proctor, R. W. (1990). Salient-features coding in the translation between orthogonal stimulus and response dimensions. *Journal of Experimental Psychology: General*, 119(4), 355-366.
- Weger, U. W., & Pratt, J. (2008). Time flies like an arrow: Space-time compatibility effects suggest the use of a mental timeline. *Psychonomic Bulletin & Review*, 15(2), 426-430.
- Wiemer-Hastings, K., Krug, J., & Xu, X. (2001). Imagery, context availability, contextual constraint and abstractness. In *Proceedings of the annual meeting of the cognitive science society* (Vol. 23, No. 23).
- Wiemer-Hastings, K., & Xu, X. (2005). Content differences for abstract and concrete concepts. *Cognitive science*, 29(5), 719-736.
- Wiers, R. W., Eberl, C., Rinck, M., Becker, E. S., & Lindenmeyer, J. (2011). Retraining automatic action tendencies changes alcoholic patients' approach bias for alcohol and improves treatment outcome. *Psychological science*, 22(4), 490-497.
- Willems, R. M., Özyürek, A., & Hagoort, P. (2007). When language meets action: The neural integration of gesture and speech. *Cerebral Cortex*, 17(10), 2322-2333.
- Wilson-Mendenhall, C. D., Barrett, L. F., Simmons, W. K., & Barsalou, L. W. (2011). Grounding emotion in situated conceptualization. *Neuropsychologia*, 49(5), 1105-1127.
- Wilson, M. (2002). Six views of embodied cognition. *Psychonomic bulletin & review*, 9, 625-636.

- Wilson, N. L., & Gibbs Jr, R. W. (2007). Real and imagined body movement primes metaphor comprehension. *Cognitive science*, *31*(4), 721-731.
- Winter, B., Marghetis, T., & Matlock, T. (2015). Of magnitudes and metaphors: Explaining cognitive interactions between space, time, and number. *Cortex*, *64*, 209-224.
- Winter, B., Duffy, S. E., & Littlemore, J. (2020). Power, gender, and individual differences in spatial metaphor: The role of perceptual stereotypes and language statistics. *Metaphor and Symbol*, *35*(3), 188-205.
- Wittekind, C. E., Feist, A., Schneider, B. C., Moritz, S., & Fritzsche, A. (2015). The approach-avoidance task as an online intervention in cigarette smoking: a pilot study. *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry*, *46*, 115-120.
- Winkielman, P., Davis, J. D., & Coulson, S. (2023). Moving thoughts: emotion concepts from the perspective of context dependent embodied simulation. *Language, Cognition and Neuroscience*, *38*(10), 1531-1553.
- Woodin, G., & Winter, B. (2018). Placing abstract concepts in space: quantity, time and emotional valence. *Frontiers in psychology*, *9*, 2169.
- Yue, C., Long, Y., Ni, C., Peng, C., & Yue, T. (2021). Valence of temporal self-appraisals: a comparison between first-person perspective and third-person perspective. *Frontiers in Psychology*, *12*, 778532.
- Zebian, S. (2005). Linkages between number concepts, spatial thinking, and directionality of writing: The SNARC effect and the reverse SNARC effect in English and Arabic monoliterates, biliterates, and illiterate Arabic speakers. *Journal of Cognition and Culture*, *5*(1-2), 165-190.
- Zheng, W., Liu, Y., Liu, C. H., Chen, Y. H., Cui, Q., & Fu, X. (2019). The influence of event valence and emotional states on the metaphorical comprehension of time. *Frontiers in Psychology*, *10*, 410.
- Ziegler, J. C., Montant, M., Briesemeister, B. B., Brink, T. T., Wicker, B., Ponz, A., ... & Braun, M. (2018). Do words stink? Neural reuse as a principle for understanding emotions in reading. *Journal of cognitive neuroscience*, *30*(7), 1023-1032.
- Zorzi, M., Priftis, K., & Umiltà, C. (2002). Neglect disrupts the mental number line. *Nature*, *417*(6885), 138-139.
- Zwaan, R. A., & Taylor, L. J. (2006). Seeing, acting, understanding: motor resonance in language comprehension. *Journal of Experimental Psychology: General*, *135*(1), 1-11.
- Zwaan, R. A. (2016). Situation models, mental simulations, and abstract concepts in discourse comprehension. *Psychonomic bulletin & review*, *23*, 1028-1034.

ANNEXE 1 : PROTOCOLE DE L'ÉTUDE PILOTE 2

Méthode

Participants

Vingt-quatre participants volontaires (10 Femmes et 14 Hommes) de 19 à 53 ans ($M_{\text{âge}} = 26,04$) ont donné leur consentement écrit pour cette étude. Parmi eux, nous avons quatre gauchers et vingt droitiers. Ils ont tous comme langue maternelle le français, un niveau d'étude égal ou supérieur au baccalauréat ($M = \text{bac} + 3$), une vision normale ou corrigée. Aucun participant n'avait pris part à la première étude pilote. Le nombre de participant a été choisi de manière à coïncider avec l'ensemble des combinaisons d'ordres possibles de quatre conditions A, B, C et D. Ces conditions combinent 2 orientations du clavier (axe frontal versus axe sagittal) avec 2 mappings S-R (congruent versus incongruent) avec la métaphore spatiale des concepts (TEMPS et VALENCE ÉMOTIONNELLE), soit: A (clavier frontal et mapping congruent), B (clavier frontal et mapping incongruent), C (clavier sagittal et mapping congruent) et D (clavier sagittal et mapping incongruent). En résumé, chaque participant passe par un des ordres de bloc possibles: ABCD; BCDA; CDAB; DABC; DCBA; DACB; DBAC; DBCA; DCAB; ABDC; ACBD; ACDB; ADBC; ADCB; BACD; BADC; BCAD; BDAC; BDCA; CDBA; CABD; CADB; CBAD; CBDA. et l'étude a été validée par le comité éthique CER Polethis de Paris-Saclay.

Stimuli

De l'étude pilote 1, nous avons retenu 10 verbes émotionnels (incarnés) : 5 positifs et 5 négatifs, provenant de la base ANEW (Bradley et Lang, 1999). Nous avons également retenu 10 verbes neutres (Sidhu et al. 2016) : 5 directionnels fortement incarnés et 5 non-directionnels faiblement incarnés. Tous les verbes ont été conjugués à la première personne de l'imparfait et du futur, un total de 40 stimuli sur l'ensemble. Les participants devaient juger ces stimuli en fonction d'une tâche temporelle ou émotionnelle (cf. *Procédure*), soit 80 stimuli par bloc (A, B, C, ou D), pour un total de 320 essais.

Matériel

Le matériel était identique à l'étude pilote 1. L'expérience dure en moyenne 30minutes (+/-10min) et avait lieu dans la salle 043 du CIAMS.

Procédure

Après avoir pris connaissance de la consigne et signer le formulaire de consentement éclairé, le participant remplissait un questionnaire de latéralité afin de positionner le clavier de réponse en

fonction de sa préférence manuelle. Les participants devaient juger le plus rapidement possible le temps ou la valence émotionnelle d'un verbe présenté à l'écran. Dans un premier temps, ils observaient l'ensemble des verbes présentés l'un après l'autre aléatoirement à l'écran sans avoir à y répondre. A la suite d'une phase d'entraînement, ils effectuaient la phase expérimentale constituée des 4 blocs mentionnés précédemment : 2 consignes (mapping congruent versus incongruent avec la représentation spatiale du TEMPS et de la VALENCE ÉMOTIONNELLE) * 2 axes de réponse (frontal versus sagittal). En fonction de l'essai, et ceci aléatoirement, le participant effectuait un jugement temporel ou bien émotionnel pour 40 stimuli verbaux (cf. section *Stimuli*). Le participant démarrait chaque essai à partir d'une touche centrale du clavier (« p »), indiquée par une pastille blanche. Après un point de fixation, le stimulus verbal apparaissait, et à l'appui de la touche central soit « temps ? » (pour juger le temps), soit « émotion ? » (pour juger la valence) était affiché à l'écran afin d'indiquer le jugement attendu. Pour donner sa réponse, le participant devait faire un geste à partir de la touche centrale afin d'appuyer sur la touche « TAB » ou bien le « + » du pavé numérique, en fonction de la consigne et de la disposition du clavier

En résumé, les facteurs expérimentaux (intra-sujet) de cette expérience sont :

- 4 Types de verbe (émotionnels à valence négative ou positive) versus neutres (directionnels fortement incarnés ou non-directionnels faiblement incarnés) ;
- 2 Temps du verbe (imparfait versus futur simple) ;
- 2 Consignes (mapping congruent versus incongruent) ;
- 2 Axes (frontal versus sagittal).

Les variables dépendantes étaient :

- Temps de réponse du *Jugement du temps*
- Temps de réponse du *Jugement de la valence émotionnelle*.

ANNEXE 2 : QUESTIONNAIRE DE LATERALITE

Ce présent questionnaire a pour but de déterminer votre préférence manuelle sur différentes activités de la vie quotidienne. Pour chaque activité, veuillez indiquer en cochant une des cases (Main gauche, Pas de préférence ou Main droite) ce que vous préférez utiliser :

	Main gauche	Pas de préférence	Main droite
1) Ecrire			
2) Dessiner			
3) Lancer			
4) Utiliser des ciseaux			
5) Utiliser une brosse à dent			
6) Utiliser un couteau (exemple : couper la viande)			
7) Utiliser une cuillère			
8) Balayer (avec la main la plus haute)			
9) Gratter une allumette			
10) Ouvrir un couvercle (la main sur le couvercle)			
i Avec quel pied préférez-vous frapper ?			
ii Quel œil utilisez-vous par préférence (œil directeur) ?			

ANNEXE 3 : QUESTIONNAIRE DU HADS (HOSPITAL ANXIETY AND DEPRESSION SCALE)

Dans la série de questions ci-dessous, cochez la réponse qui exprime le mieux ce que vous avez éprouvé au cours de la semaine qui vient de s'écouler. Ne vous attardez pas sur la réponse à faire : votre réaction immédiate à chaque question fournira probablement une meilleure indication de ce que vous éprouvez, qu'une réponse longuement méditée.

Score	Anxiété	Score	Dépression
3 2 1 0	Je me sens tendu ou énervé : <input type="checkbox"/> la plupart du temps <input type="checkbox"/> souvent <input type="checkbox"/> de temps en temps <input type="checkbox"/> jamais	0 1 2 3	Je prends plaisir aux mêmes choses qu'autrefois <input type="checkbox"/> oui, tout autant <input type="checkbox"/> pas autant <input type="checkbox"/> un peu seulement <input type="checkbox"/> presque plus
3 2 1 0	J'ai une sensation de peur comme si quelque chose d'horrible allait m'arriver <input type="checkbox"/> oui, très nettement <input type="checkbox"/> oui, mais ce n'est pas grave <input type="checkbox"/> un peu, mais cela ne m'inquiète pas <input type="checkbox"/> pas du tout	0 1 2 3	Je ris facilement et vois le bon côté des choses <input type="checkbox"/> autant que par le passé <input type="checkbox"/> plus autant qu'avant <input type="checkbox"/> vraiment moins qu'avant <input type="checkbox"/> plus du tout
3 2 1 0	Je me fais du souci : <input type="checkbox"/> très souvent <input type="checkbox"/> assez souvent <input type="checkbox"/> occasionnellement <input type="checkbox"/> très occasionnellement	3 2 1 0	Je suis de bonne humeur : <input type="checkbox"/> jamais <input type="checkbox"/> rarement <input type="checkbox"/> assez souvent <input type="checkbox"/> la plupart du temps
0 1 2 3	Je peux rester tranquillement assis à ne rien faire et me sentir décontracté : <input type="checkbox"/> oui, quoi qu'il arrive <input type="checkbox"/> oui, en général <input type="checkbox"/> rarement <input type="checkbox"/> jamais	3 2 1 0	J'ai l'impression de fonctionner au ralenti : <input type="checkbox"/> presque toujours <input type="checkbox"/> très souvent <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais
0 1 2 3	J'éprouve des sensations de peur et j'ai l'estomac noué : <input type="checkbox"/> jamais <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> assez souvent <input type="checkbox"/> très souvent	3 2 1 0	Je ne m'intéresse plus à mon apparence : <input type="checkbox"/> plus du tout <input type="checkbox"/> je n'y accorde pas autant d'attention que je le devrais <input type="checkbox"/> il se peut que je n'y fasse plus autant attention <input type="checkbox"/> j'y prête autant d'attention que par le passé
3 2 1 0	J'ai la bougeotte et n'arrive pas à tenir en place : <input type="checkbox"/> oui, c'est tout à fait le cas <input type="checkbox"/> un peu <input type="checkbox"/> pas tellement <input type="checkbox"/> pas du tout	0 1 2 3	Je me réjouis d'avance à l'idée de faire certaines choses : <input type="checkbox"/> autant qu'auparavant <input type="checkbox"/> un peu moins qu'avant <input type="checkbox"/> bien moins qu'avant <input type="checkbox"/> presque jamais
3 2 1 0	J'éprouve des sensations soudaines de panique : <input type="checkbox"/> vraiment très souvent <input type="checkbox"/> assez souvent <input type="checkbox"/> pas très souvent <input type="checkbox"/> jamais	0 1 2 3	Je peux prendre plaisir à un bon livre ou à une bonne émission radio ou de télévision : <input type="checkbox"/> souvent <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> rarement <input type="checkbox"/> très rarement
	☞ Total du score pour l'anxiété		☞ Total du score pour la dépression

Chaque réponse correspond à un chiffre. En additionnant ces chiffres, on obtient un score total par colonne (anxiété et dépression). Si le score d'une colonne est supérieur ou égal à 11, cela signifie que vous êtes susceptible d'éprouver de l'anxiété ou de la dépression (selon la colonne concernée).

ANNEXE 4 : STIMULI EXPERIMENTAUX

Stimuli <i>Verbes négatifs</i>	Score du jugement de valence (MOYENNE, ECART-TYPE)				Descriptif No. de lettres (syllables)		Données ANEW		
	Temps				Passé	Futur	No. Mots	Valence moyenne (ET)	Freq. Mots
Verbes français (mots ANEW)	Passé	$P(\mu > ?) = 0.95$	Futur	$P(\mu > ?) = 0.95$					
écraser (to crush)	1,95 (0.53)	1,74	1,7 (0.47)	1,51	8(3)	8(4)	93	2.21 (2.29)	10
décevoir (to disappoint)	1,94 (0.80)	1,64	1,85 (0.59)	1,62	8(3)	7(3)	120	2.39 (1.44)	.
Détester (to hate)	1,45 (0.60)	1,21	1,68 (0.67)	1,43	9(3)	9(4)	201	2.12 (1.72)	42
mutiler (to mutilate)	1,25 (0.55)	1,03	1,1 (0.31)	0,98	8(3)	8(4)	292	1.82 (1.45)	3
se noyer (to drown)	1,5 (0.61)	1,26	1,4 (0.60)	1,16	6(2)	6(2)	591	1.96 (1.71)	3
perdre (to lost)	2,26 (0.73)	1,98	2,1 (0.85)	1,76	7(2)	6(2)	852	3.22 (1.70)	173
suffoquer (to suffocate)	1,45 (0.50)	2,35	1,35 (0.46)	2,46	10(3)	10(4)	418	1.64 (0.67)	1
se suicider (to suicide)	1,68 (1.60)	1,07	1,35 (0.93)	0,98	9(3)	9(4)	419	1.00 (0.00)	17
trahir (to betray)	1,55 (0.83)	2,12	1,35 (0.49)	1,16	10(3)	7(3)	37	1.68 (1.02)	4
tuer (to kill)	1,15 (0.37)	1	1,21 (0.42)	1,05	5(2)	5(2)	244	1.89 (1.39)	21

Stimuli <i>Verbes positifs</i>	Score du jugement de valence (MOYENNE, ECART-TYPE)				Descriptif No. de lettres (syllables)		Données ANEW		
	Temps				Passé	Futur	No. Mots	Valence moyenne (ET)	Freq. Mots
Verbes français (mots ANEW)	Passé	$P(\mu > ?) = 0.95$	Futur	$P(\mu > ?) = 0.95$					
admirer (to admire)	5,95 (0.71)	5,68	5,95 (0.69)	5,68	8(3)	8(4)	5	7.60 (1.45)	17
améliorer (to improve)	5,90 (0.55)	5,68	6,15 (0.67)	5,88	10(4)	10(5)	226	7.35 (1.27)	39
apprendre (to learn)	5,47 (0.70)	5,2	5,95 (0.60)	5,71	9(3)	9(3)	252	7.27 (1.56)	84
caresser (to caress)	6,25 (0.79)	5,94	6,2 (0.89)	5,85	9(3)	9(4)	64	7.84 (1.16)	1
embrasser (to kiss)	6,41 (0.62)	6,18	6,21 (0.85)	5,88	10(3)	10(4)	258	8.26 (1.54)	17
exciter (to arouse)	5,83 (1.15)	5,4	5,95 (1)	5,55	8(3)	8(4)	24	8.00 (1.15)	20
"flirter" (to flirt)	5,9 (1.02)	5,5	6,05 (0.91)	5,70	8(2)	8(3)	754	7.57 (1.36)	1
gagner (to win)	6,1 (0.97)	5,72	6,16 (0.83)	5,84	7(2)	7(3)	496	6.25 (2.42)	72
manger (to eat)	5,32 (1)	4,93	5,58 (0.97)	5,13	8(2)	7(3)	136	7.47 (1.73)	61
respecter (to respect)	5,75 (0.97)	5,37	6,1 (0.85)	5,76	10(3)	10(4)	354	7.25 (1.48)	125

ANNEXE 5 : TEMPS DE REPONSE BRUTS DE L'ETUDE EXPERIMENTALE 1

ANOVAs à mesures répétées pour le Groupe 1 suivant l'Axe Frontal

Jugement temporel

Within Subjects Effects							
Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	η^2_p	
Consigne	104424.500	1	104424.500	0.751	0.400	0.048	
Residuals	2.086e+6	15	139059.733				
Temps	70688.000	1	70688.000	2.864	0.111	0.160	
Residuals	370204.500	15	24680.300				
Valence	21321.125	1	21321.125	0.486	0.496	0.031	
Residuals	658122.875	15	43874.858				
Consigne * Temps	172137.781	1	172137.781	3.378	0.086	0.184	
Residuals	764394.219	15	50959.615				
Consigne * Valence	5591.531	1	5591.531	0.166	0.690	0.011	
Residuals	506615.969	15	33774.398				
Temps * Valence	275838.781	1	275838.781	12.980	0.003	0.464	
Residuals	318763.719	15	21250.915				
Consigne * Temps * Valence	561.125	1	561.125	0.021	0.888	0.001	
Residuals	410075.875	15	27338.392				

Note. Type III Sum of Squares

Jugement émotionnel

Within Subjects Effects							
Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	η^2_p	
Consigne	1300.500	1	1300.500	0.004	0.948	2.986e-4	
Residuals	4.355e+6	15	290308.867				
Temps	4536.281	1	4536.281	0.094	0.763	0.006	
Residuals	723173.719	15	48211.581				
Valence	72.000	1	72.000	0.002	0.969	1.018e-4	
Residuals	707384.000	15	47158.933				
Consigne * Temps	42851.281	1	42851.281	0.621	0.443	0.040	
Residuals	1.035e+6	15	69026.048				
Consigne * Valence	569778.125	1	569778.125	8.596	0.010	0.364	
Residuals	994221.875	15	66281.458				
Temps * Valence	533802.781	1	533802.781	15.382	0.001	0.506	
Residuals	520552.719	15	34703.515				
Consigne * Temps * Valence	5125.781	1	5125.781	0.173	0.684	0.011	
Residuals	445427.719	15	29695.181				

Note. Type III Sum of Squares

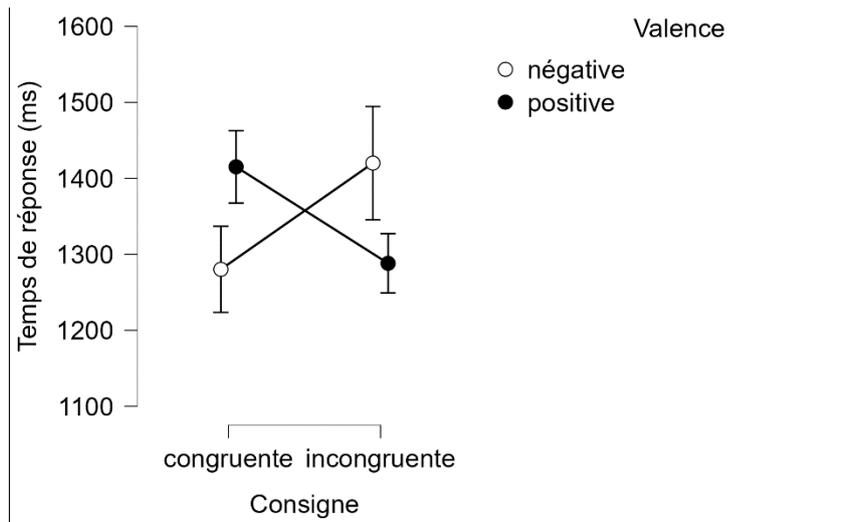


Illustration de l'effet d'interaction de la consigne du *Mapping conceptuel* x *Valence du stimulus* lors du *jugement émotionnel*

ANOVAs à mesures répétées pour le Groupe 2 suivant l'Axe sagittal

Jugement temporel

Within Subjects Effects

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	η^2_p
Consigne	1.463e+6	1	1.463e+6	2.476	0.133	0.121
Residuals	1.063e+7	18	590575.970			
Temps	82165.500	1	82165.500	2.922	0.105	0.140
Residuals	506126.750	18	28118.153			
Valence	49176.026	1	49176.026	0.641	0.434	0.034
Residuals	1.381e+6	18	76712.346			
Consigne * Temps	22032.237	1	22032.237	1.065	0.316	0.056
Residuals	372497.013	18	20694.279			
Consigne * Valence	15562.132	1	15562.132	0.188	0.669	0.010
Residuals	1.486e+6	18	82576.673			
Temps * Valence	232911.184	1	232911.184	3.801	0.067	0.174
Residuals	1.103e+6	18	61278.087			
Consigne * Temps * Valence	249480.026	1	249480.026	5.148	0.036	0.222
Residuals	872266.724	18	48459.262			

Note. Type III Sum of Squares

Jugement émotionnel

Within Subjects Effects

	Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	η^2_p
Consigne		1.052e+6	1	1.052e+6	2.331	0.144	0.115
Residuals		8.129e+6	18	451588.181			
Temps		9920.947	1	9920.947	0.189	0.669	0.010
Residuals		947243.553	18	52624.642			
Valence		3525.158	1	3525.158	0.065	0.801	0.004
Residuals		972320.342	18	54017.797			
Consigne * Temps		58110.421	1	58110.421	1.592	0.223	0.081
Residuals		656847.579	18	36491.532			
Consigne * Valence		20938.526	1	20938.526	0.425	0.523	0.023
Residuals		887350.474	18	49297.249			
Temps * Valence		362994.632	1	362994.632	5.302	0.033	0.228
Residuals		1.232e+6	18	68466.493			
Consigne * Temps * Valence		27164.632	1	27164.632	1.244	0.279	0.065
Residuals		393115.368	18	21839.743			

Note. Type III Sum of Squares
Tableau : Jugement émotionnel

ANNEXE 6 : TEMPS DE REPONSE BRUTS DE L'ETUDE EXPERIMENTALE 2

ANOVAs à mesures répétées pour le Groupe 1 (jugement temporel suivant l'axe frontal et jugement émotionnel suivant l'axe sagittal)

Jugement temporel

Within Subjects Effects

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	η^2_p
consigne	744736.000	1	744736.000	6.476	0.022	0.288
Residuals	1.840e+6	16	114998.078			
Temps	5237.765	1	5237.765	0.247	0.626	0.015
Residuals	339174.485	16	21198.405			
Valence	49.441	1	49.441	0.003	0.958	1.804e-4
Residuals	274033.309	16	17127.082			
consigne * Temps	28826.471	1	28826.471	1.218	0.286	0.071
Residuals	378523.779	16	23657.736			
consigne * Valence	46324.265	1	46324.265	2.747	0.117	0.147
Residuals	269835.485	16	16864.718			
Temps * Valence	98604.735	1	98604.735	9.104	0.008	0.363
Residuals	173299.015	16	10831.188			
consigne * Temps * Valence	75576.735	1	75576.735	3.856	0.067	0.194
Residuals	313614.015	16	19600.876			

Note. Type III Sum of Squares

Jugement émotionnel

Within Subjects Effects

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	η^2_p
consigne	333729.184	1	333729.184	2.947	0.105	0.156
Residuals	1.812e+6	16	113225.793			
Temps	0.007	1	0.007	4.192e-7	0.999	2.620e-8
Residuals	280647.868	16	17540.492			
Valence	1.654	1	1.654	6.446e-5	0.994	4.028e-6
Residuals	410678.721	16	25667.420			
consigne * Temps	6622.066	1	6622.066	0.308	0.587	0.019
Residuals	344198.309	16	21512.394			
consigne * Valence	11470.596	1	11470.596	0.695	0.417	0.042
Residuals	264028.279	16	16501.767			
Temps * Valence	185223.243	1	185223.243	5.054	0.039	0.240
Residuals	586411.632	16	36650.727			
consigne * Temps * Valence	5811.184	1	5811.184	0.397	0.538	0.024
Residuals	234200.191	16	14637.512			

Note. Type III Sum of Squares

ANOVAs à mesures répétées pour le Groupe 2 (jugement émotionnel suivant l'axe frontal et jugement temporel suivant l'axe sagittal)

Jugement temporel

Within Subjects Effects							
Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	η^2_p	
Consigne	3.170e+6	1	3.170e+6	5.779	0.028	0.254	
Residuals	9.326e+6	17	548574.698				
Temps	6493.674	1	6493.674	0.116	0.738	0.007	
Residuals	954951.701	17	56173.629				
Valence	12191.840	1	12191.840	0.575	0.459	0.033	
Residuals	360498.535	17	21205.796				
consigne * Temps	28140.063	1	28140.063	0.701	0.414	0.040	
Residuals	682814.312	17	40165.548				
consigne * Valence	6019.174	1	6019.174	0.162	0.693	0.009	
Residuals	632451.201	17	37203.012				
Temps * Valence	523090.563	1	523090.563	4.009	0.061	0.191	
Residuals	2.218e+6	17	130473.901				
consigne * Temps * Valence	257302.562	1	257302.562	1.547	0.230	0.083	
Residuals	2.827e+6	17	166276.430				

Note. Type III Sum of Squares

Jugement émotionnel

Within Subjects Effects							
Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	η^2_p	
consigne	411843.063	1	411843.063	4.475	0.049	0.208	
Residuals	1.564e+6	17	92022.783				
Temps	12787.840	1	12787.840	0.480	0.498	0.027	
Residuals	452679.035	17	26628.179				
Valence	20282.507	1	20282.507	0.699	0.415	0.039	
Residuals	493215.868	17	29012.698				
consigne * Temps	4680.840	1	4680.840	0.178	0.679	0.010	
Residuals	447832.035	17	26343.061				
consigne * Valence	35000.174	1	35000.174	1.399	0.253	0.076	
Residuals	425211.201	17	25012.424				
Temps * Valence	80514.063	1	80514.063	3.912	0.064	0.187	
Residuals	349907.812	17	20582.812				
consigne * Temps * Valence	4795.562	1	4795.562	0.169	0.687	0.010	
Residuals	483594.313	17	28446.724				

Note. Type III Sum of Squares

ANNEXE 7 : TEMPS DE REPONSE BRUTS DE L'ETUDE EXPERIMENTALE 3

ANOVAs à mesures répétées pour le Groupe GG (jugement émotionnel suivant l'axe frontal et jugement temporel suivant l'axe sagittal)

Jugement temporel

Within Subjects Effects

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	η^2_p
Consigne	320512.594	1	320512.594	8.770	0.013	0.444
Residuals	402016.781	11	36546.980			
Temps	55344.010	1	55344.010	2.665	0.131	0.195
Residuals	228474.865	11	20770.442			
Valence	0.010	1	0.010	5.335e-7	0.999	4.850e-8
Residuals	214793.865	11	19526.715			
Consigne * Temps	5969.260	1	5969.260	0.553	0.473	0.048
Residuals	118717.615	11	10792.510			
Consigne * Valence	42630.510	1	42630.510	2.656	0.131	0.194
Residuals	176585.365	11	16053.215			
Temps * Valence	42378.010	1	42378.010	2.597	0.135	0.191
Residuals	179477.365	11	16316.124			
Consigne * Temps * Valence	24225.260	1	24225.260	0.412	0.534	0.036
Residuals	647140.115	11	58830.920			

Note. Type III Sum of Squares

Jugement émotionnel

Within Subjects Effects

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	η^2_p
Consigne	32560.667	1	32560.667	0.451	0.516	0.039
Residuals	794964.833	11	72269.530			
Temps	73040.667	1	73040.667	2.312	0.157	0.174
Residuals	347522.333	11	31592.939			
Valence	29400.000	1	29400.000	7.986	0.016	0.421
Residuals	40495.000	11	3681.364			
Consigne * Temps	48510.042	1	48510.042	1.606	0.231	0.127
Residuals	332248.458	11	30204.405			
Consigne * Valence	165170.042	1	165170.042	5.185	0.044	0.320
Residuals	350384.458	11	31853.133			
Temps * Valence	59103.375	1	59103.375	1.908	0.195	0.148
Residuals	340740.625	11	30976.420			
Consigne * Temps * Valence	86400.000	1	86400.000	10.614	0.008	0.491
Residuals	89541.500	11	8140.136			

Note. Type III Sum of Squares

ANNEXE 8 : ANALYSE COMPLEMENTAIRE DE COMPARAISON INTER-GROUPE (G2, GG)

Jugement temporel

Within Subjects Effects

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	η^2_p
Consigne	2.450e+6	1	2.450e+6	7.052	0.013	0.201
consigne * Groupe	473280.025	1	473280.025	1.362	0.253	0.046
Residuals	9.727e+6	28	347387.318			
Temps	54562.844	1	54562.844	1.289	0.266	0.044
Temps * Groupe	17333.344	1	17333.344	0.410	0.527	0.014
Residuals	1.185e+6	28	42316.628			
Valence	4906.225	1	4906.225	0.239	0.629	0.008
Valence * Groupe	4906.225	1	4906.225	0.239	0.629	0.008
Residuals	575714.563	28	20561.234			
consigne * Temps	45158.400	1	45158.400	1.700	0.203	0.057
consigne * Temps * Groupe	7452.900	1	7452.900	0.281	0.601	0.010
Residuals	743796.188	28	26564.150			
consigne * Valence	43670.069	1	43670.069	1.510	0.229	0.051
consigne * Valence * Groupe	12331.803	1	12331.803	0.426	0.519	0.015
Residuals	809698.118	28	28917.790			
Temps * Valence	380250.000	1	380250.000	4.438	0.044	0.137
Temps * Valence * Groupe	88548.100	1	88548.100	1.034	0.318	0.036
Residuals	2.399e+6	28	85674.376			
consigne * Temps * Valence	40111.111	1	40111.111	0.323	0.574	0.011
consigne * Temps * Valence * Groupe	194416.544	1	194416.544	1.566	0.221	0.053
Residuals	3.476e+6	28	124135.949			

Note. Type III Sum of Squares

Between Subjects Effects

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	η^2_p
Groupe	1.437e+6	1	1.437e+6	1.252	0.273	0.043
Residuals	3.213e+7	28	1.148e+6			

Note. Type III Sum of Squares

Jugement émotionnel

Within Subjects Effects

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	η^2_p
consigne	70714.084	1	70714.084	0.839	0.368	0.029
consigne * Groupe	298051.451	1	298051.451	3.536	0.070	0.112
Residuals	2.360e+6	28	84296.878			
Temps	19060.501	1	19060.501	0.667	0.421	0.023
Temps * Groupe	78839.601	1	78839.601	2.757	0.108	0.090
Residuals	800566.170	28	28591.649			
Valence	50114.601	1	50114.601	2.630	0.116	0.086
Valence * Groupe	1865.501	1	1865.501	0.098	0.757	0.003
Residuals	533615.670	28	19057.703			
consigne * Temps	16382.256	1	16382.256	0.588	0.450	0.021
consigne * Temps * Groupe	46070.156	1	46070.156	1.654	0.209	0.056
Residuals	779975.115	28	27856.254			
consigne * Valence	6903.756	1	6903.756	0.269	0.608	0.010
consigne * Valence * Groupe	419.256	1	419.256	0.016	0.899	5.826e-4
Residuals	719251.115	28	25687.540			
Temps * Valence	69.784	1	69.784	0.003	0.958	1.011e-4
Temps * Valence * Groupe	135276.284	1	135276.284	5.486	0.027	0.164
Residuals	690410.587	28	24657.521			
consigne * Temps * Valence	33765.784	1	33765.784	1.648	0.210	0.056
consigne * Temps * Valence * Groupe	73344.951	1	73344.951	3.580	0.069	0.113
Residuals	573656.087	28	20487.717			

Note. Type III Sum of Squares

Between Subjects Effects

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	η^2_p
Groupe	570055.417	1	570055.417	0.835	0.369	0.029
Residuals	1.911e+7	28	682546.205			

Note. Type III Sum of Squares