



LE RÔLE DE LA MÉMOIRE SÉMANTIQUE DANS LA RECONNAISSANCE DES ÉMOTIONS

Thèse

Marie-Pier Tremblay

Doctorat en psychologie – Recherche et intervention – Orientation clinique
Philosophiae doctor (Ph. D.)

Québec, Canada

© Marie-Pier Tremblay, 2017

LE RÔLE DE LA MÉMOIRE SÉMANTIQUE DANS LA RECONNAISSANCE DES ÉMOTIONS

Thèse

Tremblay Marie-Pier

Sous la direction de :

Carol Hudon, directeur de recherche

Joël Macoir, codirecteur de recherche

Résumé

La mémoire sémantique sous-tend plusieurs processus cognitifs et des travaux récents suggèrent qu'elle soit impliquée dans la reconnaissance des émotions. Toutefois, le rôle de la mémoire sémantique dans la reconnaissance de la valence émotionnelle et des émotions de base évoquées par différents stimuli demeure controversé. Par conséquent, l'objectif de cette thèse consiste à clarifier le rôle de la mémoire sémantique dans la reconnaissance des émotions. Pour ce faire, la reconnaissance des émotions est examinée auprès de personnes atteintes de la variante sémantique de l'aphasie primaire progressive (vsAPP), une maladie neurodégénérative caractérisée par une détérioration progressive et isolée de la mémoire sémantique. Dans une première étude, la vsAPP est utilisée comme modèle d'altération de la mémoire sémantique. La performance de personnes atteintes de la vsAPP ($n = 10$) est comparée à celle de participants sans troubles cognitifs ($n = 33$) dans trois tâches évaluant la reconnaissance 1) des émotions de base évoquées par des visages expressifs, 2) des extraits prosodiques, et 3) de la valence émotionnelle véhiculée par des photographies de scènes visuelles. Les résultats révèlent que les personnes atteintes de la vsAPP ont des difficultés dans la reconnaissance des émotions de base, à l'exception de la joie et de la surprise évoquées par les visages expressifs, et de la valence émotionnelle. Ces résultats suggèrent que la mémoire sémantique joue un rôle central dans la reconnaissance des émotions de base et de la valence émotionnelle, mais que ce rôle diffère selon le stimulus employé et l'émotion véhiculée. Dans une deuxième étude, les liens formels sont étudiés entre la reconnaissance de la valence émotionnelle et des émotions de base, d'une part, et la mémoire sémantique, d'autre part. Les performances des mêmes participants sont comparées dans deux tâches évaluant la reconnaissance de la valence émotionnelle évoquée par des mots et des émotions de base véhiculées par la musique. De plus, la performance des personnes atteintes de la vsAPP est mise en lien avec la reconnaissance des mots et des extraits musicaux, de même qu'avec la capacité à associer les mots et les extraits musicaux à des concepts. Les résultats révèlent que la reconnaissance de la valence émotionnelle évoquée par des mots et des émotions de base véhiculées par des extraits musicaux dépend de la reconnaissance des mots et des extraits musicaux, mais non de la capacité à associer les mots et les extraits à des concepts. Ces résultats suggèrent que l'activation des représentations sémantiques relatives aux mots et aux extraits musicaux ne joue pas un rôle

central dans la reconnaissance des émotions. Dans l'ensemble, les résultats de cette thèse suggèrent que la mémoire sémantique occupe un rôle central dans la reconnaissance de la valence émotionnelle et des émotions de base, mais que l'activation des représentations sémantiques relatives aux stimuli émotionnels n'est pas un prérequis à la reconnaissance des émotions. Ces conclusions contribuent à raffiner les théories actuelles sur le traitement des émotions, des mots et de la musique, ainsi que les modèles de la mémoire sémantique.

Abstract

Semantic memory underlies several cognitive processes and recent research suggests that it is involved in emotion recognition. Nevertheless, the role of semantic memory in the recognition of emotional valence and basic emotions conveyed by different stimuli remains controversial. Therefore, this thesis aims at investigating the role of semantic memory in emotion recognition. To do so, emotion recognition is examined in people presenting with the semantic variant of primary progressive aphasia (svPPA), a neurodegenerative disorder characterized by a gradual and selective loss of semantic memory. In a first study, svPPA is used as a model of semantic memory impairment. Performances are compared between individuals with svPPA ($n = 10$) and healthy controls ($n = 33$) on three tasks assessing the recognition of 1) basic emotions conveyed by facial expressions, 2) prosody scripts, and 3) emotional valence conveyed by photographic scenes. Results reveal that individuals with svPPA show deficits in the recognition of basic emotions, except for happiness and surprise conveyed by facial expressions, and emotional valence. These results suggest that semantic memory has a central role in the recognition of emotional valence and basic emotions, but that its contribution varies according to stimulus and emotion category. In a second study, the formal association between the recognition of emotional valence and basic emotions, on the one hand, and semantic knowledge, on the other hand, is examined. Performances of the same participants are compared in two tasks assessing the recognition of emotional valence conveyed by written words and basic emotions conveyed by musical excerpts. Moreover, performance of individuals with svPPA is associated with the recognition of words and musical excerpts, as well as with the ability to associate words and musical excerpts with concepts. Findings indicate that the recognition of emotional valence conveyed by words and basic emotions conveyed by musical excerpts depends on the recognition of words and music, but not on the ability to associate words and musical excerpts with concepts. These results reveal that the activation of semantic representations related to words and musical excerpts is not required for emotion recognition. Altogether, results from this thesis suggest that semantic memory plays a central role in the recognition of emotional valence and basic emotions, but that the activation of semantic representations related to emotional stimuli is not required for emotion recognition. These conclusions

contribute to refining existing models of emotion recognition, word and music processing, as well as models of semantic memory.

Table des matières

Résumé.....	iii
Abstract.....	v
Liste des tableaux.....	xii
Liste des figures.....	xiii
Liste des abréviations.....	xiv
Remerciements.....	xv
Avant-propos.....	xvii
Chapitre 1. Introduction générale.....	1
Mémoire sémantique.....	2
Conception abstractive de la mémoire.....	3
Théories abstractives de l'organisation des connaissances sémantiques.....	4
Théories abstractives de l'organisation de la mémoire sémantique.....	5
Théories de l'organisation des concepts émotionnels.....	8
Conception non abstractive de la mémoire.....	9
Théories non abstractives de la mémoire.....	9
Conception hybride de la mémoire sémantique.....	11
Théories de la reconnaissance des émotions.....	12
Théories de la reconnaissance des émotions évoquées par différents stimuli.....	14
Études réalisées auprès de personnes atteintes de la vsAPP.....	17
Critères diagnostiques de la vsAPP.....	17
La reconnaissance des émotions dans la vsAPP.....	19
Résumé de la problématique.....	23

Objectifs et hypothèses	24
Chapitre 2. Contribution of semantic memory to the recognition of basic emotions and emotional valence: Evidence from the semantic variant of primary progressive aphasia	26
Résumé	27
Abstract	28
Methods	32
Participants	32
Neuropsychological Assessment	32
Materials	33
Facial expressions	33
Prosody scripts	33
Photographic scenes	34
Procedure	34
Statistical Analyses	35
Results	36
Participants' characteristics	36
Experimental tasks	38
Facial expressions	38
Prosody scripts	38
Photographic scenes	39
Discussion	42
References	48
Chapitre 3. Role of semantic memory in the recognition of emotional valence and basic emotions conveyed by words and music	54
Résumé	55

Abstract.....	56
Introduction.....	57
Methods	59
Participants	59
Neuropsychological Assessment	60
Experiment 1. Role of semantic memory in the recognition of emotional valence conveyed by words	61
Materials	61
Procedure	61
Recognition of words	62
Semantic processing of words	62
Recognition of emotional valence from words.....	62
Statistical Analyses.....	63
Results	64
Participants' characteristics	64
Experimental tasks.....	65
Discussion.....	67
Experiment 2. The role of semantic knowledge in the recognition of basic emotions using musical excerpts.....	70
Materials	71
Procedure.....	71
Recognition of musical excerpts	72
Association of music with concepts	72
Recognition of basic emotions from music	72
Statistical Analyses.....	73

Results	73
Participants' characteristics	73
Experimental tasks.....	73
Discussion.....	74
Conclusion	76
References.....	78
Chapitre 4. Discussion générale et conclusion	83
Étude 1	83
Résumé des résultats de l'étude 1	83
Discussion générale sur les résultats de l'étude 1.....	84
Contributions théoriques aux modèles de la reconnaissance des émotions.....	87
La vsAPP comme modèle d'altération de la mémoire sémantique	88
Étude 2	89
Résumé des résultats de l'étude 2.....	89
Résumé des résultats de l'expérience 1	90
Discussion générale sur les résultats de l'expérience 1	91
Contributions théoriques aux modèles du traitement des mots	92
Résumé des résultats de l'expérience 2	93
Discussion générale sur les résultats de l'expérience 2.....	94
Contributions théoriques au modèle de Peretz et Coltheart (2003).....	95
Étude des liens formels entre la mémoire sémantique et les émotions	96
Contributions théoriques aux modèles de la mémoire sémantique	97
Contributions cliniques.....	100
Forces et limites de la thèse	101

Conclusion générale.....	103
Bibliographie générale.....	104

Liste des tableaux

Tableau

1	Demographics and neuropsychological data	37
2	Mean number of errors and univariate main effects for svPPA ($n = 10$) and controls ($n = 33$) on tasks assessing the recognition of basic emotions or emotional valence	38
3	Correlations between performance on experimental tasks (1-3) and scores on tests assessing language and semantic memory (4-10)	41
4	Demographics and neuropsychological data	66
5	Mean numbers of errors (SD) in individuals with svPPA and control participants on the task assessing the recognition of emotional valence conveyed by words	67
6	Mean numbers of errors (SD) in individuals with svPPA and control participants on the task assessing the recognition of basic emotions conveyed by musical excerpts	74

Liste des figures

Figure

- 1 Schématisation des systèmes de mémoire à long terme.....4
- 2 A. Procedure used to address the association between the recognition of items and the recognition of their emotional content. B. Procedure used to address the association between semantic knowledge about items and the recognition of the emotional content of the items. C. Procedure used to address the association between semantic knowledge about items and the identification of the emotional content of the items, using initially recognized items only.....64

Liste des abréviations

ANOVA	Analyses of variance/Analyses de variance
APP	Aphasie primaire progressive
ATL	Anterior temporal lobe
BECLA	Batterie d'évaluation cognitive du langage
BORB	Birmingham Object Recognition Battery
CR-IUGM	Centre de recherche de l'Institut universitaire de gériatrie de Montréal
CR-IUSMQ	Centre de recherche de l'Institut universitaire en santé mentale de Québec
CTRN	Centre thématique de recherche en neurosciences
DSM-IV-TR	Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux, 4 ^e version, texte révisé
EPN	Early posterior negativity
ERP	Event-related potential
IAPS	International Affective Picture System
KDT	Kissing and dancing task
LPC	Late positive complex
LTA	Lobes temporaux antérieurs
M	Mean
MEC	Protocole Montréal d'évaluation de la communication
MMSE	Mini Mental State Examination
MoCA	Montreal Cognitive Assessment
OUCH	Organized Unitary Content Hypothesis
PDP	Parallel Distributed Processing
PPTT	Pyramids and Palm Trees Test
ROCF	Rey Osterrieth Complex Figure
SD	Standard deviation
svPPA	Semantic variant of primary progressive aphasia
TDQ-60	Test de dénomination de Québec, 60 items
TLC	Teachable Language Comprehender
TMT	Trail Making Test
vsAPP	Variante sémantique de l'aphasie primaire progressive
WAIS-IV	Wechsler Adult Intelligence Scale, 4 ^e version

Remerciements

Je dois d'abord mes plus grands remerciements à Carol et Joël, qui m'ont supervisée d'une façon étroite tout au long de ma formation. Je vous remercie pour vos disponibilités et pour votre flexibilité dans la supervision, ainsi que pour vos compétences respectives qui, en étant riches et complémentaires, m'ont permis de développer des habiletés approfondies en neuropsychologie. Grâce à vous, je termine ma formation avec un bagage de connaissances incomparable. Aussi, je remercie les membres de mon comité qui, à chaque étape de ma formation, m'ont prodigué des conseils essentiels afin d'enrichir mon projet. Je dois un grand remerciement à Robert pour l'aide offerte dans le recrutement des patients de mon étude, mais surtout, pour m'avoir communiqué sa passion pour la neuropsychologie. Je te remercie pour les opportunités offertes. J'adresse aussi mes remerciements à Philip pour ses judicieux conseils qui m'ont toujours amenés à pousser mes réflexions. De plus, je remercie Nathalie Bier pour sa contribution dans ce projet, de même que les examinateurs de la thèse, Maximiliano Wilson et Lise Gagnon.

Je dois ensuite d'énormes remerciements à mes parents pour le support moral et financier. Vous m'avez inculqué la plus belle des qualités, soit la détermination. Grâce à vous, j'ai toujours su que j'allais réaliser des projets à la hauteur de mes rêves. Je ne pourrais également passer sous silence la contribution de mon conjoint Michael. Je te remercie pour ta générosité, ton écoute et ta compréhension. Merci d'être encore à mes côtés, malgré les hauts et les bas qui caractérisent cette expérience. Merci aussi à Patrick, Audrey, Charles et Alison d'avoir ensoleillé mes journées. Je vous remercie d'avoir souligné avec moi chacune des étapes complétées.

Je remercie également mes amies, qui m'ont épaulée tout au long de ce processus. Je dois un remerciement particulier à Franco. Je te remercie d'avoir corrigé l'anglais dans mes articles, mais surtout pour le support que tu m'offres dans la réalisation de chacun de mes projets depuis l'âge de 8 ans. Je remercie sincèrement mes amies Sophie et Marie-Chantal. Je vous remercie de m'avoir répété que tout irait bien et que j'y arriverais en prenant une bouchée à la fois. Je vous remercie de m'avoir initié au *crossfit*; ça m'a permis de demeurer

saine d'esprit. Également, je remercie mon amie Anne-Sophie pour les journées d'étude, les cafés glacés et les discussions stimulantes. Je te remercie de m'avoir donné la motivation requise pour continuer. Je remercie aussi Julie pour les beaux moments, ainsi que Marilou et Mathieu pour les soirées arrosés; Ça prend ça parfois! Merci Marilou d'avoir été là tout au long du processus. Merci à Mathieu pour son divertissement incomparable! Je cite aussi la contribution de Lisa-Marie, Marie-Pier, Marilyn, Zoé et Vanessa. Vous m'avez, chacune à votre façon, inspirée à devenir la personne que je suis aujourd'hui.

Je remercie Ariane et Noémie, ainsi que Gabrielle, pour leur contribution importante dans l'évaluation des participants. Je remercie également Pierre-Emmanuel pour l'aide apportée dans la création des tâches expérimentales.

Enfin, je ne pourrais terminer ces remerciements sans citer la contribution de Marie-France, Caroline B. et Caroline G. Vous m'avez appris qu'il était possible de conjuguer famille, amis et carrière tout en demeurant sain d'esprit. J'espère sincèrement avoir la chance de travailler à nouveau à vos côtés, car vous êtes pour moi des modèles de réussite.

Avant-propos

Cette thèse est composée de deux articles empiriques traitant du rôle de la mémoire sémantique dans la reconnaissance des émotions. Le premier article de la thèse se nomme *Contribution of semantic memory to the recognition of basic emotions and emotional valence: Evidence from the semantic variant of primary progressive aphasia* et le deuxième article s'intitule *Role of semantic memory in the recognition of emotional valence conveyed by words and basic emotions conveyed by musical excerpts*. Ces deux articles ont été rédigés entièrement par Marie-Pier Tremblay. Les coauteurs sont Carol Hudon, Ph.D, Joël Macoir, Ph.D., Robert Jr. Laforce, M.D., Ph.D. et Maximiliano A. Wilson, Ph.D. Carol Hudon est le directeur de la thèse et est professeur à l'École de psychologie de la Faculté des sciences sociales de l'Université Laval et chercheur au Centre de recherche de l'Institut universitaire en santé mentale de Québec. Joël Macoir est le codirecteur de la thèse et est professeur au Département de réadaptation de la Faculté de médecine de l'Université Laval de même que chercheur au Centre de recherche de l'Institut universitaire en santé mentale de Québec. Carol Hudon et Joël Macoir ont supervisé la démarche scientifique ainsi que la rédaction des manuscrits. Robert Jr. Laforce est médecin spécialiste en neurologie à la Clinique interdisciplinaire de la mémoire du CHU de Québec. Il est membre du comité de thèse et a contribué d'une manière substantielle au recrutement des participants de l'étude. Il a également révisé les manuscrits. Maximiliano Wilson est neuropsychologue, professeur agrégé au Département de réadaptation de la Faculté de médecine de l'Université Laval et chercheur au Centre de recherche de l'Institut universitaire en santé mentale de Québec. Il a contribué à la cueillette des données et a révisé les manuscrits.

À ma famille et mes amis.

Chapitre 1.

Introduction générale

La mémoire sémantique fait référence à nos connaissances générales sur le monde et sous-tend plusieurs activités de la vie quotidienne, dont la communication, l'identification et l'utilisation des objets, le raisonnement et la résolution de problèmes (Binder & Desai, 2011). Des recherches récentes suggèrent qu'elle contribue aussi à la reconnaissance des émotions (p.ex., Lindquist, 2013; Nook, Lindquist, & Zaki, 2015; Olson, Plotzker, & Ezzyat, 2007). Cependant, le rôle de la mémoire sémantique dans la reconnaissance des émotions demeure un sujet contesté. En effet, alors que certains modèles de la mémoire sémantique suggèrent que les émotions soient représentées dans ce système (Binder & Desai, 2011; Versace, Nevers, & Padovan, 2002), la majorité ne propose aucun lien entre ces entités (Collins & Loftus, 1975; Warrington & McCarthy, 1987). Également, tandis que certaines théories de la reconnaissance des émotions n'accordent pas un rôle central à la mémoire sémantique dans ce processus (Bruce & Young, 1986; Ekman & Cordaro, 2011), d'autres proposent des hypothèses contradictoires et suggèrent qu'elle permette d'attribuer un sens aux expressions émotionnelles (Barrett, 2011; Lindquist, 2013). En ce sens, il demeure difficile, sur le plan théorique, de déterminer si la mémoire sémantique est essentielle ou non à la reconnaissance des émotions.

Des recherches réalisées auprès de personnes atteintes de la variante sémantique de l'aphasie primaire progressive (vsAPP) ont permis de contribuer à clarifier ce débat. Cette maladie neurodégénérative représente un modèle idéal pour étudier le rôle de la mémoire sémantique dans la reconnaissance des émotions. En effet, les personnes atteintes de la vsAPP présentent une perte progressive et isolée de la mémoire sémantique tandis que les autres fonctions cognitives demeurent relativement préservées, du moins dans les premiers stades de la maladie (Gorno-Tempini et al., 2011). Elles montrent également une atrophie relativement isolée des lobes temporaux antérieurs (LTA), qui représentent pour certains auteurs le siège de la mémoire sémantique (p.ex., Patterson, Nestor, & Rogers, 2007). À cet égard, les chercheurs ayant étudié les capacités de reconnaissance des émotions chez ces individus montrent qu'ils présentent des difficultés dans la reconnaissance des émotions de

base véhiculées par des visages expressifs et la musique (p.ex., Hsieh, Hornberger, Piguet, & Hodges, 2012; Miller et al., 2012; Omar, Hailstone, Warren, Crutch, & Warren, 2010), ce qui indique que la mémoire sémantique joue un rôle important dans la reconnaissance des émotions de base. Également, une seule étude montre que ces individus sont en mesure de discriminer les valences positive et négative évoquées par des visages expressifs (Lindquist, Gendron, Barrett, & Dickerson, 2014), ce qui est insuffisant pour conclure quant au rôle de la mémoire sémantique dans la reconnaissance de la valence émotionnelle. Toutefois, ces études sont limitées et les résultats sont contradictoires quant aux émotions atteintes (c.-à-d., toutes les émotions de base ou émotions négatives uniquement). De plus, ces études sont controversées en ce qui concerne l'origine fonctionnelle des déficits. Autrement dit, il demeure difficile de déterminer si ces déficits résultent de la détérioration de la mémoire sémantique ou d'autres problèmes cognitifs. Par conséquent, des études additionnelles sont nécessaires pour clarifier le rôle de la mémoire sémantique dans la reconnaissance des émotions de base et de la valence émotionnelle.

Ce premier chapitre présente l'état actuel des connaissances concernant la mémoire sémantique et son rôle dans la reconnaissance des émotions. De plus, il présente le portrait clinique de la vsAPP, de même que les résultats d'études antérieures ayant porté sur les capacités de reconnaissance des émotions chez les personnes atteintes de cette maladie. La problématique de recherche et les objectifs de la thèse sont enfin définis.

Mémoire sémantique

Les connaissances sémantiques font référence à nos connaissances générales sur le monde. Elles réfèrent entre autres à la signification des mots et des objets, aux croyances et aux connaissances sur les événements historiques et les personnes célèbres (Tulving, 1972). Au cours des dernières décennies, différentes conceptions ont été proposées pour décrire la nature et l'organisation des connaissances. Selon certains auteurs, tenants d'une conception dite *abstractive*, les connaissances sémantiques sont représentées dans un système nommé mémoire sémantique, indépendamment d'autres systèmes, comme la mémoire épisodique et la mémoire procédurale (Cohen & Squire, 1980; Eustache & Desgranges, 2008; Tulving, 1972). Pour d'autres auteurs, défenseurs d'une conception dite *non abstractive*, elles sont

plutôt emmagasinées dans un système de nature entièrement épisodique (Hintzman, 1987; McClelland & Rumelhart, 1985). Les sections qui suivent présentent et étayent les théories de la mémoire sémantique les plus dominantes.

Conception abstractive de la mémoire

Les théories structurales proposent que la mémoire soit décomposée en un ensemble de systèmes mnésiques, lesquels se distinguent à la fois sur la base des processus qui soutiennent l'encodage et l'évocation de l'information et la nature des représentations stockées. Plusieurs distinctions ont été proposées afin de rendre compte des différents systèmes de mémoire. Parmi celles-ci, les systèmes les plus souvent cités sont la mémoire de travail, la mémoire procédurale, la mémoire épisodique et la mémoire sémantique (Cohen & Squire, 1980; Eustache & Desgranges, 2008; Tulving, 1972). Considérant l'objectif de cette thèse, l'argumentaire sera limité aux systèmes de mémoire à long terme.

La mémoire procédurale inclut les procédures et savoir-faire de nature perceptuelle, sensori-motrice et cognitive. Elle fait référence à la mémoire dite *implicite*, puisque les informations qu'elle contient sont difficilement verbalisables et ne sont pas accessibles à la conscience (Squire & Knowlton, 2000). La mémoire épisodique est dédiée à l'encodage, à la consolidation et à la récupération d'expériences personnellement vécues. Son contenu est contextualisé, soit dépendant du contexte temporel et spatial dans lequel s'est déroulée l'acquisition de l'information (Tulving, 2002). Pour sa part, la mémoire sémantique est dédiée à l'encodage, au maintien et au rappel des connaissances générales sur le monde. Contrairement à la mémoire épisodique, son contenu est décontextualisé, soit indépendant du contexte temporel et spatial d'encodage (Caramazza, 2000). Ces deux derniers systèmes de mémoire réfèrent à la mémoire dite *explicite*, car les informations qu'ils contiennent sont verbalisables et accessibles à la conscience (Squire & Knowlton, 2000; Figure 1).

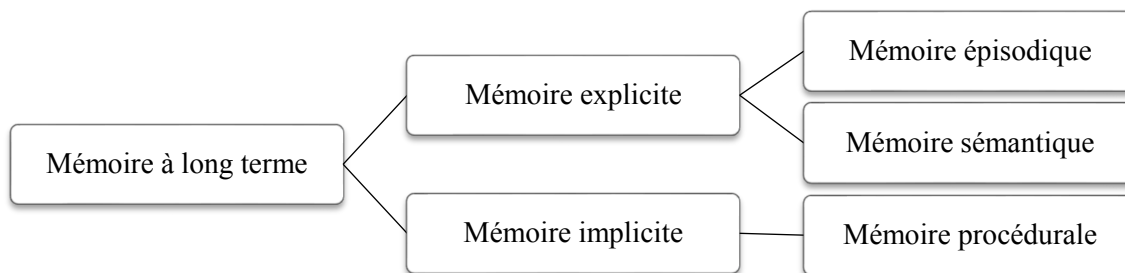


Figure 1. Schématisation des systèmes de mémoire à long terme.

Les théories structurales ont donné lieu au développement de modèles visant à rendre compte du format et de l'organisation des connaissances en mémoire sémantique. Parmi ces modèles, certains supposent que les connaissances sont emmagasinées sous la forme de nœuds dans un réseau, alors que d'autres suggèrent qu'elles sont représentées sous la forme d'une combinaison de traits sémantiques.

Théories abstractives de l'organisation des connaissances sémantiques. Le modèle *Teachable Language Comprehender* (TLC) de Collins et Quillian (1969) suppose que les connaissances soient stockées en mémoire sous la forme de nœuds reliés entre eux par des liens associatifs. Chaque concept est aussi relié à des nœuds représentant les propriétés de ce concept. Par exemple, le concept *oiseau* serait relié au concept *animal*, de même qu'à plusieurs nœuds représentant ses propriétés, comme *a des ailes*, *peut voler*, ou *a un bec*. Les nœuds sont organisés d'une manière hiérarchique, allant des concepts les plus génériques aux plus spécifiques. Selon le modèle TLC, les nœuds sont organisés dans le réseau sur la base du principe d'économie cognitive, qui suggère que les informations ne soient stockées qu'une seule fois au sein du réseau, soit au plus haut niveau de généralité de l'information. Donc, si une information s'applique aux catégories *animal* et *oiseau*, elle ne sera stockée qu'au niveau *animal*. Cependant, des études empiriques ont remis en cause ce postulat (p.ex., Conrad, 1972). Ainsi, des modèles alternatifs ont été proposés.

Le modèle élaboré par Smith, Shoben et Rips (1974) suppose que les connaissances soient stockées en mémoire sous la forme de combinaisons de traits sémantiques : les traits

caractéristiques, qui s'appliquent à l'ensemble des exemplaires d'une catégorie, et les traits définitoires, nécessaires pour déterminer l'appartenance à une catégorie. À titre d'exemple, les traits *a un tronc* ou *a des branches* sont considérés comme des traits définitoires, essentiels pour qu'un exemplaire appartienne à la catégorie *arbre*, tandis que les traits *est grand* ou *est de couleur brune* sont envisagés comme des traits caractéristiques et non essentiels. Selon Smith et al. (1974), le degré de relation entre les concepts repose sur le recouvrement des traits sémantiques entre les concepts.

Le modèle de Collins et Loftus (1975) représente une version révisée du modèle de Collins et Quillian (1969). Dans ce modèle, le postulat d'économie cognitive est laissé de côté et les auteurs suggèrent qu'une même propriété puisse être représentée plusieurs fois au sein du réseau. Également, d'une manière similaire à Smith et al. (1974), ils intègrent à leur modèle la notion de distance sémantique et proposent que la longueur des liens qui unissent les nœuds, ou le degré de relation entre les concepts, varie en fonction du nombre de caractéristiques communes à ces concepts. Enfin, Collins et Loftus proposent le principe d'activation diffusante et suggèrent que l'activation d'un concept engendre une propagation de l'activation aux concepts qui y sont sémantiquement reliés.

Plusieurs modèles de la mémoire sémantique ont également été élaborés pour rendre compte de l'organisation de la mémoire sémantique dans le cerveau humain. Ces modèles ont été développés pour expliquer l'observation de déficits *catégorie-spécifiques* chez des patients cérébrolésés, soit un déficit touchant préférentiellement une catégorie sémantique donnée, comme les entités biologiques ou les objets manufacturés. Parmi ceux-ci, certains supposent que les connaissances soient représentées dans un système sémantique unique, organisé ou non d'une manière topographique, tandis que d'autres proposent qu'elles soient emmagasinées au sein de systèmes sémantiques spécialisés.

Théories abstractives de l'organisation de la mémoire sémantique. Le modèle *Organized Unitary Content Hypothesis* (OUCH) développé par Caramazza, Hillis, Rapp et Romani (1990) suggère que les connaissances soient stockées d'une manière topographique

au sein d'un système unique. Ce modèle suppose que les exemplaires d'une catégorie aient tendance à partager les mêmes caractéristiques, et que les caractéristiques les plus fortement reliées aient tendance à être stockées à proximité les unes des autres au sein du système. En ce sens, puisque les exemplaires d'une même catégorie ont plusieurs caractéristiques en commun, ils sont représentés à proximité les uns des autres au sein du système. Selon ce modèle, des troubles catégorie-spécifiques sont susceptibles d'émerger suivant l'altération de la région du système où les caractéristiques de cette catégorie sont représentées. La caractérisation de ce système est néanmoins laissée pour compte dans ce modèle.

Le modèle élaboré par Tyler, Moss, Durrant-Peatfield et Levy (2000) propose que les connaissances soient organisées d'une manière non topographique au sein d'un système sémantique unique. Ce modèle suppose que les entités biologiques soient représentées par un nombre restreint de traits spécifiques, faiblement reliés, et un grand nombre de traits communs, fortement reliés. Par exemple, les traits *a une tête* ou *a de la peau* sont des traits communs à plusieurs exemplaires de la catégorie *animaux* et sont fréquemment activés ensemble, tandis que les traits *a une poche sur le ventre* ou *a un long cou* sont des traits spécifiques et sont moins souvent activés ensemble. Inversement, ce modèle propose que les entités non biologiques soient représentées par un nombre restreint de traits partagés, faiblement reliés, et un grand nombre de traits spécifiques, fortement reliés. Par exemple, les traits *a une lame* et *sert à trancher* sont des traits spécifiques et sont souvent activés ensemble, alors que les traits *peut être manipulé* ou *est fait de métal* sont des traits communs à plusieurs exemplaires de la catégorie *outils* et sont moins fréquemment activés ensemble. Selon Tyler et al. (2000), les traits faiblement reliés sont plus vulnérables que les traits fortement reliés. Donc, les traits les plus vulnérables sont les traits spécifiques associés aux entités biologiques et les traits partagés associés aux entités non biologiques. Selon ce modèle, des déficits catégorie-spécifiques variables peuvent être observés selon le degré de sévérité de l'atteinte sémantique.

La théorie sensorielle-fonctionnelle de Warrington et Shallice (1984) propose que les connaissances soient représentées au sein de systèmes de stockage sémantique distincts.

Cette théorie propose l'existence de deux sous-systèmes sémantiques, l'un spécialisé pour les attributs sensoriels et l'autre, pour les attributs fonctionnels, contribuant différemment à définir les entités biologiques et les entités non biologiques. En effet, alors que la représentation des entités biologiques repose surtout sur des attributs sensoriels, la représentation des entités non biologiques s'appuie davantage sur des attributs fonctionnels. Des études de validation ont toutefois remis en cause l'organisation de la mémoire sémantique par types d'attributs (p.ex., Samson & Pilon, 2003).

Dans une version révisée de la théorie, Warrington et McCarthy (1987) abandonnent la notion d'organisation de la mémoire sémantique par types d'attributs et suggèrent que les modalités sensorielles comprennent des canaux spécialisés qui contribuent différemment à définir les types d'exemplaires d'une même catégorie. Par exemple, dans la catégorie des entités biologiques, la représentation de la sous-catégorie *fleurs* reposerait surtout sur les attributs visuels de forme et les attributs olfactifs, tandis que la représentation de la sous-catégorie *fruits* reposerait principalement sur les attributs visuels de couleur et les attributs gustatifs. Ainsi, une atteinte des attributs visuels de forme mènerait à des déficits touchant les exemplaires de la sous-catégorie *fleurs*, mais non les exemplaires de la sous-catégorie *fruits*.

Sur la base des modèles de systèmes de stockage sémantique multiples, Patterson et al. (2007) ont plus récemment proposé que les connaissances soient représentées au sein de systèmes *modalité-spécifiques*, dédiés au traitement des attributs sensori-moteurs et linguistiques. Les auteurs suggèrent aussi l'existence d'un *hub sémantique*, localisé dans les LTA, dont le rôle vise à intégrer l'information en provenance des différents systèmes afin de dériver une représentation amodale. La localisation de cette aire de convergence repose essentiellement sur l'observation de déficits sémantiques amodaux (c.-à-d., des déficits touchant l'ensemble des catégories sémantiques, peu importe la modalité d'entrée et de sortie de l'information) chez les personnes atteintes de la vsAPP, qui présentent une atrophie bilatérale, mais le plus souvent prédominante à gauche, des LTA.

En résumé, les théories abstraites de la mémoire présument que les connaissances sont emmagasinées sous la forme d'unités abstraites, représentées comme des nœuds ou des traits, en mémoire sémantique. Ces théories supposent que la mémoire sémantique soit organisée au sein de systèmes spécialisés et distincts, dédiés au traitement des diverses propriétés sémantiques relatives aux concepts. À cet égard, certains auteurs suggèrent que le modèle de Patterson et al. (2007) est présentement l'un des plus dominants (Carbonnel, Charnallet, & Moreaud, 2010). Toutefois, il importe de souligner qu'aucun de ces modèles ne fait référence aux émotions. Néanmoins, ils ont inspiré certains auteurs à développer des modèles traitant de l'organisation des concepts émotionnels en mémoire sémantique.

Théories de l'organisation des concepts émotionnels. Le modèle de Bower (1981) propose que les concepts émotionnels soient représentés sous la forme de nœuds au sein du réseau sémantique. Développé sur la base du modèle de Collins et Loftus (1975), ce modèle endosse l'existence de plus ou moins six émotions qui sont biologiquement représentées dans le cerveau humain. Ces émotions font référence aux émotions de base proposées par Ekman (1992, 1999), qui seront décrites plus loin dans ce chapitre. D'après Bower (1981), ces émotions sont reliées à des informations acquises au cours du développement, dont les réactions physiologiques et les expressions émotionnelles typiquement associées aux différentes émotions. L'auteur suppose que l'activation d'un nœud émotionnel engendre une propagation de l'activation aux concepts émotionnels qui y sont sémantiquement reliés. Ainsi, l'activation du concept *joie* activerait automatiquement les concepts *sourire*, *bonheur* et *amour*, par exemple.

Le modèle de Widen et Russell (2003) suggère que les connaissances émotionnelles soient organisées d'une manière hiérarchique en mémoire sémantique. En effet, développé sur la base de l'acquisition des concepts émotionnels chez les enfants d'âge préscolaire, ce modèle suppose que les connaissances émotionnelles soient représentées sur trois niveaux : 1) superordonné, qui fait référence à des catégories émotionnelles génériques (p.ex., positif ou négatif); 2) basique, qui comprend les émotions de base (p.ex., joie, colère, tristesse); et 3) subordonnée, qui fait référence à des catégories émotionnelles spécifiques (p.ex., rage, choc).

Ainsi, les conceptions de Bower (1981) et de Widen et Russell (2003) suggèrent que les connaissances émotionnelles fassent partie intégrante de la mémoire sémantique. Sur la base de ces modèles, il est possible de supposer que la mémoire sémantique soit impliquée dans le traitement des émotions. Toutefois, aucune hypothèse spécifique n'a été formulée à cet égard.

Conception non abstraitive de la mémoire

Certains auteurs ont contesté les postulats des théories structurales de la mémoire. En effet, les théories non abstraitives soutiennent l'existence d'un système de stockage unique. Selon ces théories, il n'existe pas de mémoire sémantique à proprement parler; la mémoire est plutôt conçue comme étant de nature épisodique. Les théories non abstraitives proposent que les connaissances soient stockées sous la forme de traces dites *épisodiques* et *multidimensionnelles*, car elles font référence aux expériences individuelles et reflètent les propriétés sensori-motrices reliées à celles-ci. Plusieurs modèles ont été développés pour rendre compte de la nature des connaissances et du processus qui sous-tend leur émergence. Parmi ces modèles, certains supposent que les connaissances soient stockées en mémoire sous la forme de traces épisodiques uniques, tandis que d'autres supposent qu'elles soient stockées sous la forme des traces épisodiques multiples.

Théories non abstraitives de la mémoire. Le modèle connexionniste PDP (*Parallel Distributed Processing*) de McClelland et Rumelhart (1985) propose que les connaissances sémantiques soient stockées comme des traces uniques composites distribuées au sein d'un réseau. Selon ce modèle, la mémoire est conçue comme un ensemble d'unités élémentaires, ou unités de traitement, interconnectées les unes aux autres. Chaque unité possède un niveau d'activation et est capable d'activer ou inhiber d'autres unités qui lui sont reliées. Le niveau d'activation est représenté par une valeur de -1 et +1, signifiant que l'unité est inhibée/au repos ou activée. Un concept est caractérisé par un patron spécifique d'activation, et la récupération repose sur la recreation de ce patron. D'une manière générale, le modèle PDP suppose qu'une unité ne puisse à elle seule représenter un concept. En effet, il propose que chaque unité soit plus ou moins activée dans le codage de chaque item, et que le patron d'activation permette de distinguer les différents concepts.

Le modèle MINERVA II de Hintzman (1987) suppose que les connaissances soient stockées en mémoire comme des traces épisodiques multiples. Selon ce modèle, chaque expérience produit une trace épisodique en mémoire, représentée par un ensemble de traits sensori-moteurs. La mémoire est représentée comme une matrice à deux dimensions, dans laquelle chaque ligne correspond à une trace et chaque colonne à un trait. Chaque cellule d'activation est représentée par une valeur de -1, 0 ou +1, indiquant que le trait est absent, non pertinent ou présent. Selon le modèle MINERVA II, la récupération débute par un épisode, représenté par un ensemble de stimulations sensori-motrices. Ensuite, deux étapes se succèdent. L'épisode entre d'abord en interaction avec l'ensemble des traces stockées en mémoire. Certaines traces sont alors activées simultanément en fonction de la similitude avec l'épisode. En ce sens, plusieurs épisodes partagent les mêmes traits sensori-moteurs, et la similitude entre deux épisodes est déterminée sur la base du nombre de traits qu'elles partagent. Par la suite, les traces les plus activées forment un écho. Cet écho est représenté par l'ensemble des traits les plus fréquemment activés au travers de ces traces.

Le modèle de Versace et al. (2002) suggère que les connaissances soient stockées sous la forme de traces épisodiques multidimensionnelles et distribuées sur divers modules. Selon ce modèle, chaque module code les différentes composantes reliées à chaque trace épisodique. Ces composantes réfèrent aux propriétés sensori-motrices et émotionnelles qui définissent chaque trace. Ces composantes sont distribuées sur divers systèmes neuronaux, dont les systèmes sensori-moteur et émotionnel. En ce sens, les connaissances émergent de l'activation simultanée de patrons neuronaux spécifiques et distribués sur l'ensemble du cerveau. Selon Versace et al., la création d'une trace requiert l'intégration de ses composantes, et son émergence résulte de l'activation simultanée des différents modules.

Dans l'ensemble, les théories non abstractives suggèrent que les connaissances soient emmagasinées dans un système de nature entièrement épisodique. Les connaissances sont alors représentées par des traces épisodiques distribuées dans les systèmes sensori-moteurs. La théorie de Versace et al. (2002) suggère également que les traces épisodiques soient en partie définies par des propriétés émotionnelles. Ce modèle suppose donc que l'accès au sens requiert l'activation des propriétés sensori-motrices et émotionnelles. Par conséquent,

sur la base de cette théorie, il est possible d'inférer que les connaissances et les émotions sont intimement reliées. Cependant, ce modèle ne propose aucune hypothèse concernant le rôle des connaissances sémantiques dans la reconnaissance des émotions. En d'autres mots, il ne permet pas de déterminer si l'activation du sens d'un concept est essentielle à la reconnaissance des émotions.

Conception hybride de la mémoire sémantique

Selon une méta-analyse de Binder, Desai, Graves et Conant (2009), le traitement des connaissances sémantiques implique des aires cérébrales largement distribuées, incluant les régions hétéromodales postérieures (gyri angulaire, temporal moyen et fusiforme), des aires du cortex préfrontal (cortex préfrontal inférieur ventromédial et dorsal) et paralimbiques (gyri cingulaire postérieur et parahippocampique). Selon le modèle neuroanatomique de Binder et Desai (2011), développé sur la base de cette méta-analyse, l'activité de ces aires cérébrales reflète l'existence de systèmes modalité-spécifiques, localisés près des aires dédiées au traitement des informations sensorielles, motrices et émotionnelles, d'une part, et de zones de convergence, dont le rôle consiste à intégrer l'information en provenance des différentes modalités pour former une représentation multimodale et intégrée.

Ce modèle neuroanatomique de la mémoire sémantique n'est pas totalement cohérent avec une conception abstractive, ni avec une conception non abstractive de la mémoire. En effet, les théories abstractives soutiennent que les connaissances soient indépendantes des systèmes sensori-moteurs et émotionnels, tandis que les théories non abstractives rejettent l'existence d'aires de convergence. Néanmoins, ce modèle est en partie cohérent avec une perspective plus nuancée, comme celle de Patterson et al. (2007). Cependant, bien que Binder et Desai (2011) accordent un rôle central aux LTA dans la mémoire sémantique, ils réfutent l'idée de Patterson et al. selon laquelle les LTA constituent le plus haut niveau de convergence de l'information. De fait, les auteurs proposent l'existence de zones de convergence multimodales, situées dans les régions temporo-pariétales, et considèrent les LTA comme des aires modales dédiées au traitement des émotions, en raison de leurs connexions avec les aires frontales ventrales et l'amygdale. Rappelons toutefois que les postulats de Patterson et al. émergent essentiellement de l'étude de personnes atteintes de la

vsAPP, qui présentent une atteinte sélective et amodale des connaissances sémantiques en lien avec une détérioration des LTA. Selon ces derniers auteurs, le rôle des LTA dans la mémoire sémantique est moins éloquent dans les études en neuroimagerie par résonance magnétique fonctionnelle en raison de la proximité entre ces régions et les sinus, qui sont remplis d'air. En effet, cette proximité rendrait l'observation de l'activité des LTA moins évidente. Ainsi, des travaux demeurent nécessaires afin de clarifier le rôle des LTA dans la mémoire sémantique et d'une manière plus générale, dans la cognition.

Tout comme Versace et al. (2002), le modèle neuroanatomique de Binder et Desai (2011) suppose que les connaissances soient non seulement représentées par des propriétés sensori-motrices, mais également par des propriétés émotionnelles. Cependant, ce modèle ne propose aucune hypothèse concernant l'implication des connaissances dans le traitement des émotions. À cet égard, plusieurs théories ont été développées pour rendre compte des processus cognitifs qui sous-tendent le traitement des émotions. Les sections qui suivent présentent et étayent les théories de la reconnaissance des émotions les plus dominantes de la littérature.

Théories de la reconnaissance des émotions

Il existe deux grandes conceptions en ce qui a trait aux processus cognitifs qui sous-tendent le traitement des émotions. D'une part, les théories des émotions de base supposent que les émotions soient façonnées par l'évolution et que leur rôle vise à favoriser la survie de l'espèce (pour des revues, voir Ekman & Cordaro, 2011; Izard, 2011; Levenson, 2011). Sur la base de ses travaux transculturels, Paul Ekman (1972) a proposé l'existence de six émotions primaires ou de base pouvant être reconnues par l'ensemble des individus, soit la joie, la colère, la tristesse, la peur, le dégoût et la surprise (Ekman & Friesen, 1976). Ces émotions sont caractérisées par certaines propriétés communes : elles sont associées à des expressions émotionnelles prototypiques pouvant être générées et interprétées de la même manière chez l'ensemble des individus, elles émergent de stimuli déclencheurs universels et indépendants de l'expérience individuelle, elles sont déclenchées spontanément, elles sont associées à des patrons autonomes et neuronaux distincts et sont reconnues rapidement et automatiquement (Ekman, 1999). Néanmoins, il importe de préciser que les travaux de

Paul Ekman ont porté essentiellement sur les expressions faciales. Ainsi, l'auteur ne formule aucune hypothèse concernant le caractère universel et inné des émotions évoquées par d'autres stimuli (p.ex., extraits prosodiques, musique).

D'autre part, les théories constructivistes psychologiques suggèrent que les émotions soient façonnées par l'expérience (Barrett, 2011; Lindquist, 2013). Ces théories supposent que la reconnaissance des émotions repose sur la perception des expressions émotionnelles et sur la capacité à attribuer un sens à ces expressions à l'aide des connaissances acquises à propos des émotions. Plus précisément, les expressions émotionnelles sont perçues selon les dimensions de valence (c.-à-d., le degré selon lequel une émotion est positive ou négative) et d'intensité (c.-à-d., le degré selon lequel une émotion est activée). Par la suite, la capacité à attribuer un sens à ces expressions, c'est-à-dire à les catégoriser en émotions de base, repose sur l'évocation des connaissances acquises lors du développement (p.ex., événements, expressions et actions typiquement liés à une émotion; Lindquist, 2013). En ce sens, ces théories supposent que la perception de la valence émotionnelle est plus basique, ou superordonnée, comparativement à la reconnaissance des émotions de base. Dérivées d'une conception non abstractive de la mémoire, ces théories supposent que cette capacité repose sur la recreation des expériences émotionnelles antérieures au sein des systèmes sensori-moteur et émotionnel. Autrement dit, les théories constructivistes psychologiques supposent que la reconnaissance d'une émotion repose sur la recreation, dans les régions cérébrales responsables du traitement des propriétés sensori-motrices et émotionnelles, des expériences antérieures en lien avec cette émotion.

En résumé, les théories des émotions de base soutiennent que la reconnaissance des émotions soit innée et donc, ne requière peu ou pas de traitement sémantique. Pour leur part, les théories constructivistes psychologiques accordent un rôle central à la mémoire sémantique dans la reconnaissance des émotions et ce, surtout dans la reconnaissance des émotions de base. Ainsi, il demeure difficile de statuer quant au rôle de la mémoire sémantique dans la reconnaissance de la valence émotionnelle et des émotions de base. Par ailleurs, les émotions peuvent être véhiculées par différents stimuli, incluant les expressions faciales, la prosodie émotionnelle et la musique. Toutefois, les modèles présentés dans cette

section ne proposent aucune distinction en ce qui a trait au rôle de la mémoire sémantique dans la reconnaissance des émotions selon le stimulus véhiculant cette émotion. Quelques modèles ont néanmoins été développés afin de rendre compte des processus cognitifs et neuronaux impliqués dans le traitement des émotions véhiculées par différents stimuli.

Théories de la reconnaissance des émotions évoquées par différents stimuli.

Élaboré sur la base du modèle de reconnaissance des objets (Humphreys & Riddoch, 1987), le modèle de Bruce et Young (1986) propose que le traitement des visages repose sur trois étapes successives. La première étape vise à extraire les propriétés structurales invariantes du visage sur la base de ses propriétés perceptuelles et configurales. La deuxième étape permet de comparer le visage aux représentations structurales stockées en mémoire. À cette étape, s'il y a correspondance, le visage est considéré comme familier. La troisième étape vise l'accès aux connaissances sémantiques relatives à l'individu, telles que son origine ou sa profession. En dernier lieu, le nom de la personne est accessible par le lexique. Ces trois étapes constituent la structure principale de ce modèle. Néanmoins, d'autres opérations peuvent être réalisées en parallèle, dont la reconnaissance des émotions évoquées par le visage.

Tout comme Bruce et Young (1986), Haxby, Hoffman et Gobbini (2000) proposent un système d'organisation hiérarchique dans lequel divers modules cognitifs sous-tendent le traitement des informations du visage. Néanmoins, ces auteurs proposent des structures cérébrales correspondant à chaque module. De fait, Haxby et al. supposent que le traitement des informations du visage implique un système central, localisé au niveau du cortex visuel, responsable de l'analyse visuo-perceptuelle du visage, et deux sous-systèmes, localisés au niveau du gyrus fusiforme et du gyrus temporal supérieur, dédiés à l'analyse des aspects invariants et changeants du visage, respectivement. Ensuite, des informations sémantiques relatives à la personne sont récupérées au niveau des LTA. Enfin, un autre système, celui-ci plus étendu, est dédié au traitement des émotions dans des aires cérébrales largement distribuées, dont l'amygdale, l'insula et le striatum. Contrairement au modèle de Bruce et Young, le modèle de Haxby et al. proposent l'existence de liens bidirectionnels entre le traitement des caractéristiques perceptuelles et des émotions. Ainsi, le gyrus fusiforme

serait sollicité dans le traitement de l'identité du visage, tandis que l'amygdale et l'insula, en interaction avec le gyrus temporal supérieur, seraient impliqués dans la reconnaissance de l'émotion exprimée par le visage.

Le modèle de Wildgruber, Ethofer, Grandjean et Kreifelts (2009) a été élaboré afin de rendre compte des processus cognitifs et neuronaux impliqués dans la reconnaissance de la prosodie émotionnelle. Selon ce modèle, la reconnaissance de la prosodie émotionnelle est réalisée en trois étapes séquentielles comprenant : 1) l'extraction, qui consiste à extraire les informations acoustiques au niveau des aires sensorielles primaires et secondaires localisées dans la région médiane du cortex temporal supérieur; 2) l'identification, qui vise à associer les informations acoustiques à une signification au niveau des aires associatives localisées dans la région postérieure du cortex temporal supérieur; et enfin 3) le jugement émotionnel, qui vise à identifier l'émotion véhiculée au niveau de la région inférieure du cortex frontal et du cortex orbitofrontal. Selon Adolphs (2002a), les émotions véhiculées par la prosodie émotionnelle sont plus difficiles à reconnaître que celles évoquées par les expressions du visage, notamment en raison de la complexité des informations acoustiques qui la caractérisent, dont la fréquence, le timbre, l'amplitude et la hauteur.

Le modèle de Peretz et Coltheart (2003) propose une architecture fonctionnelle du traitement de la musique reposant sur un ensemble de modules. Bien que l'objectif de ce modèle ne vise pas à définir les mécanismes impliqués dans la reconnaissance des émotions véhiculées par la musique, il permet de représenter le traitement des émotions au sein du traitement plus global de la musique. Ce modèle propose que la musique soit traitée par l'activation de plusieurs modules cognitifs spécialisés. D'abord, l'analyse acoustique de la mélodie est réalisée par deux modules parallèles et indépendants, l'un dédié à l'analyse de la tonalité et l'autre, aux caractéristiques temporelles. Ces modules projettent l'information à la fois au « lexique musical » et au module responsable du traitement des émotions. Le lexique musical comprend l'ensemble des mélodies auxquelles une personne a été exposée au cours de sa vie et son rôle consiste en la reconnaissance de la mélodie. Pour sa part, le module dédié au traitement des émotions permet la reconnaissance de l'émotion véhiculée par la mélodie. D'une manière parallèle, mais indépendamment, le module responsable du

traitement des émotions projette l'information vers le lexique musical et en ce sens, contribue à la reconnaissance de la mélodie. Ensuite, des informations relatives à la mélodie, telles que le compositeur, le chanteur ou les événements personnellement vécus associés à la mélodie, sont récupérées en mémoire associative. Enfin, d'autres processus cognitifs sont réalisés d'une façon parallèle, comme le traitement des paroles de la chanson.

Il n'existe actuellement aucun modèle de traitement des émotions évoquées par les mots. Cependant, le modèle double voie de Coltheart (1978) est l'un des modèles les plus fréquemment employés afin de rendre compte des processus cognitifs impliqués dans la lecture à voix haute. Ce modèle propose l'existence de deux voies: les voies lexicale et phonologique. La voie lexicale est impliquée dans l'analyse des mots connus. Elle repose sur l'analyse visuographique du stimulus écrit et permet l'activation des représentations orthographiques, sémantiques et phonologiques des mots. La voie phonologique, pour sa part, sous-tend la lecture des nouveaux mots et des pseudo-mots. Elle repose sur un traitement séquentiel, dans lequel la première étape, le transcodage, permet la segmentation du mot écrit en graphèmes, pour ensuite les convertir en phonèmes. Une deuxième étape permet ensuite l'assemblage des phonèmes, puis des syllabes, pour reconstituer le mot à produire. Les études ayant employé des potentiels d'action ont montré des changements de l'activité électrique du cerveau à 150 ms, 250-325 ms et 400 ms suivant la présentation d'un mot, associées au traitement visuel, lexical et sémantique, respectivement (Grainger & Holcomb, 2009). Selon une revue de Palazova (2014), les recherches ayant employé des potentiels d'action demeurent controversées quant à l'effet du traitement de la valence sur l'activité cérébrale. En effet, alors que certaines études suggèrent que le traitement de la valence se produise au même moment que le traitement lexical, d'autres proposent qu'elle ait lieu au même moment que le traitement sémantique des mots. Ainsi, la caractérisation de la valence émotionnelle en tant que facteur lexical ou sémantique demeure controversée (Palazova, 2014).

En résumé, la contribution de la mémoire sémantique dans la reconnaissance des émotions véhiculées par différents stimuli demeure mal définie. En effet, alors que certains modèles supposent que la mémoire sémantique soit impliquée dans la récupération

d'informations à propos des individus (p.ex., nom, métier, adresse de résidence; Bruce & Young, 1986; Haxby et al., 2000), le modèle de Wildgruber et al. (2009) présume que les aires temporales sont sollicitées dans l'attribution d'un sens aux informations acoustiques. De plus, le modèle de Peretz et Coltheart (2003) propose que le traitement des expressions émotionnelles et la mémoire associative soient des processus indépendants et suggère que la reconnaissance des émotions repose essentiellement sur l'analyse des caractéristiques perceptuelles musicales. Enfin, il n'existe aucun modèle sur le traitement des émotions véhiculées par les mots et les travaux ayant employé des potentiels d'action demeurent controversés quant à l'effet du traitement de la valence émotionnelle d'un mot sur l'activité cérébrale. Ainsi, il demeure difficile de statuer quant au rôle de la mémoire sémantique dans la reconnaissance des émotions. Par ailleurs, il n'existe aucun modèle permettant de rendre compte des processus cognitifs qui sous-tendent le traitement des émotions évoquées par d'autres stimuli (p.ex., photographies de scènes visuelles, films ou stimuli olfactifs).

Afin de contribuer au débat entourant le rôle de la mémoire sémantique dans la reconnaissance des émotions évoquées par différents stimuli, des chercheurs ont étudié les capacités de reconnaissance des émotions évoquées par les visages expressifs et la musique auprès de personnes atteintes de la vsAPP, une maladie neurodégénérative qui résulte de l'atrophie des LTA et qui est caractérisée par une atteinte progressive et relativement isolée de la mémoire sémantique. Les sections qui suivent présentent le portrait clinique de la vsAPP, ainsi que les résultats des études ayant porté sur les capacités de reconnaissance des émotions chez ces individus.

Études réalisées auprès de personnes atteintes de la vsAPP

Critères diagnostiques de la vsAPP

D'une manière générale, l'aphasie primaire progressive se caractérise par un trouble du langage pouvant toucher la production orale, la fluidité du discours et la compréhension du langage. Ce trouble est à l'avant-plan du tableau clinique et s'associe à une diminution de l'autonomie. Les déficits ne doivent pas s'expliquer par une autre maladie dégénérative ou une problématique médicale ou psychiatrique. Au stade initial, les déficits cognitifs en

mémoire épisodique et sur le plan des habiletés visuospatiales, ainsi que des modifications du comportement, ne doivent pas se trouver à l'avant-plan du tableau clinique.

Il existe trois variantes de l'aphasie primaire progressive : les variantes sémantique, non fluente/agrammatique et logopénique (Gorno-Tempini et al., 2011). Afin de poser le diagnostic clinique de la variante sémantique de l'aphasie primaire progressive (vsAPP), les deux critères suivants doivent être présents : 1) trouble de la dénomination; et 2) trouble de la compréhension des mots. On doit aussi retrouver au moins trois des quatre critères suivants : 1) altération des connaissances relatives aux objets; 2) dyslexie ou dysgraphie de surface; 3) préservation de la répétition; et 4) préservation de la production orale. Dans ce syndrome, la perte du sens des mots résulte de la perte des connaissances sémantiques. Cette détérioration est dite *amodale*, car elle touche tous les types de concepts, dans toutes les modalités d'entrée et de sortie de l'information (Coccia, Bartolini, Luzzi, Provinciali, & Lambon Ralph, 2004). Sur le plan cérébral, les personnes atteintes de la vsAPP présentent une atrophie relativement isolée des LTA. Cette atrophie est le plus souvent prédominante à gauche et affecte habituellement d'autres structures adjacentes, dont le cortex entorhinal, l'amygdale, les gyri temporaux moyen, inférieur et fusiforme (Chan et al., 2001; Iaccarino et al., 2015). Néanmoins, avec la progression de la maladie, l'atrophie tend à toucher le côté opposé et gagne progressivement les aires frontales ventromédianes et insulaires antérieures gauches (Brambati et al., 2009). Considérant l'objectif de la présente thèse, les variantes agrammatique et logopénique ne feront pas l'objet de l'argumentaire.

La vsAPP est un modèle de choix dans l'étude de la mémoire sémantique et de son implication dans divers processus cognitifs. En effet, elle se distingue par une perte isolée de la mémoire sémantique, alors que les autres fonctions cognitives, dont l'attention et la mémoire épisodique, sont préservées, du moins dans les premiers stades de la maladie (Gorno-Tempini et al., 2011). En ce sens, il s'agit d'un modèle intéressant dans l'étude du rôle de la mémoire sémantique dans la reconnaissance des émotions.

La reconnaissance des émotions dans la vsAPP

Des chercheurs ont étudié les capacités de reconnaissance des émotions évoquées par des visages expressifs chez les personnes atteintes de la vsAPP. D'abord, Rosen et al. (2002) ont évalué les capacités de reconnaissance des émotions de base évoquées par des visages expressifs auprès de neuf personnes atteintes de la vsAPP. Cinq tâches, tirées du *Florida Affect Battery* (Bowers, Blonder, & Heilman, 1991), étaient administrées. Dans ces tâches, les participants devaient 1) discriminer deux visages sur la base de l'identité; 2) indiquer si deux visages expriment la même émotion; 3) nommer l'émotion exprimée par un visage; 4) choisir le visage correspondant au mot proposé; et 5) appairer deux visages sur la base de l'émotion exprimée. Par la suite, la performance à ces tâches était corrélée avec l'atrophie du cortex orbitofrontal, de l'amygdale et des LTA. Les résultats ont révélé que les personnes atteintes de la vsAPP présentaient des difficultés dans la reconnaissance des émotions négatives seulement. Les difficultés étaient présentes dans toutes les tâches, à l'exception de la deuxième, ce qui indique qu'ils étaient en mesure d'appairer deux visages sur la base de l'émotion exprimée. Ils étaient aussi en mesure de discriminer deux visages sur la base de l'identité, ce qui suggère des habiletés visuoperceptuelles préservées. Également, les résultats ont montré que les difficultés dans la reconnaissance des émotions négatives étaient corrélées à l'atrophie de l'amygdale et du cortex orbitofrontal, mais non à celle du LTA, ce qui suggère qu'elles émergent d'un trouble primaire du traitement des émotions.

Dans une étude subséquente de la même équipe, Rosen et al. (2004) ont comparé les capacités de reconnaissance des émotions évoquées par des visages expressifs auprès de 15 sujets atteints de la vsAPP et 13 personnes atteintes de la variante comportementale de la démence frontotemporale, une maladie neurodégénérative qui se caractérise par une atrophie des lobes frontaux et temporaux s'associant à des changements du comportement à l'avant-plan. Les tâches décrites dans l'étude précédente ont été administrées aux deux groupes. Les résultats ont montré que les personnes atteintes de la vsAPP présentaient des difficultés touchant les émotions de base négatives uniquement, tandis que les personnes souffrant de la variante comportementale de la démence frontotemporale présentaient des difficultés pour toutes les émotions de base. D'après les auteurs, ces résultats suggèrent

qu'une atteinte des lobes frontaux et temporaux soit associée à des déficits plus sévères comparativement à l'atteinte isolée des lobes temporaux.

Calabria, Cotelli, Adenzato, Zanetti et Miniussi (2009) ont aussi étudié les capacités de reconnaissance des émotions évoquées par des visages expressifs auprès d'une personne atteinte de la vsAPP. Ces habiletés étaient évaluées à l'aide de deux tâches dans lesquelles les stimuli provenaient du *Pictures of Facial Affect* (Ekman & Friesen, 1976). Dans ces tâches, la participante devait 1) sélectionner le mot correspondant à l'émotion exprimée par un visage; et 2) appairer deux visages sur la base de l'émotion exprimée. Les résultats ont montré que la participante avait des déficits dans la reconnaissance de toutes les émotions de base dans la tâche comportant une composante verbale, alors que les déficits étaient limités aux émotions de base négatives dans la tâche d'appariement. Selon les auteurs, ces résultats suggèrent que les difficultés de reconnaissance des émotions de base ne sont pas uniquement attribuables à une difficulté de compréhension des mots utilisés pour exprimer ces émotions.

Miller et al. (2012) ont examiné les capacités de reconnaissance des émotions évoquées par des visages expressifs auprès de 12 personnes atteintes de la vsAPP. Trois tâches, comprenant des stimuli tirés du *Pictures of Facial Affect* (Ekman & Friesen, 1976) et de la batterie *NimStim* (Tottenham et al., 2009), étaient administrées. Dans ces tâches, les sujets devaient 1) nommer l'émotion exprimée par un visage; 2) appairer deux visages sur la base de l'émotion véhiculée; et 3) choisir le visage correspondant au mot proposé. De plus, les performances aux tâches de reconnaissance des émotions étaient mises en lien avec la performance à des tâches mesurant les capacités de dénomination et de traitement sémantique. Les résultats ont révélé que les personnes atteintes de la vsAPP présentaient des difficultés dans toutes les tâches. Les auteurs n'ont toutefois pas précisé la nature des difficultés observées. Les résultats ont aussi montré que les déficits aux tâches impliquant une composante verbale, mais non à la tâche d'appariement émotionnel, étaient attribués aux altérations de la mémoire sémantique. Ainsi, les auteurs ont conclu que les déficits de la reconnaissance des émotions étaient à la fois modulés par les troubles en mémoire sémantique et par un trouble primaire du traitement des émotions.

Deux études ont également exploré la reconnaissance des émotions véhiculées par les extraits musicaux chez les personnes atteintes de la vsAPP. Omar et al. (2010) ont évalué les capacités de reconnaissance des émotions évoquées par les extraits musicaux auprès d'un participant atteint de la vsAPP. Une tâche, dans laquelle le participant devait choisir le mot correspondant à l'émotion véhiculée par des extraits musicaux (c.-à-d., joie, tristesse, colère et peur), était administrée. Les résultats ont révélé que le participant avait des déficits de la reconnaissance de toutes les émotions de base, mais que ceux-ci étaient prédominants pour les émotions de base négatives. Par ailleurs, une expérience antérieure avait révélé une préservation de l'oreille absolue (c.-à-d., la capacité à identifier une note musicale sans référence auditive préalable) chez ce même participant. Selon les auteurs, ces résultats suggèrent une dissociation entre les processus de traitement des émotions et des caractéristiques perceptuelles musicales.

Hsieh et al. (2012) ont exploré la reconnaissance des émotions de base évoquées par des visages expressifs et des extraits musicaux auprès de 11 personnes atteintes de la vsAPP. Dans une première tâche, comprenant des stimuli tirés du *Pictures of Facial Affect* (Ekman & Friesen, 1976), les sujets devaient choisir le mot correspondant à l'émotion évoquée par des visages expressifs (c.-à-d., joie, tristesse, colère, surprise, dégoût, et peur). Dans une deuxième tâche, ils devaient sélectionner le mot correspondant à l'émotion évoquée par des extraits musicaux (c.-à-d., joie, paisible, tristesse, peur). La performance à ces tâches était ensuite mise en lien avec l'atrophie cérébrale. Les résultats ont révélé que les personnes atteintes de la vsAPP présentaient des difficultés dans la reconnaissance des émotions de base négatives évoquées par les visages expressifs, alors que les difficultés de la reconnaissance des émotions évoquées par la musique concernaient toutes les émotions de base. De plus, les résultats ont montré que la performance à la tâche de reconnaissance des émotions de base évoquées par des extraits musicaux, mais non des visages expressifs, était corrélée avec l'atrophie des LTA. Selon les auteurs, ces résultats indiquent que la reconnaissance des émotions évoquées par des extraits musicaux repose sur les régions cérébrales qui sous-tendent la mémoire sémantique.

Lindquist et al. (2014) ont étudié la capacité à trier des photographies de visages expressifs chez trois personnes atteintes de la vsAPP. Cinq tâches, incluant des stimuli tirés du *IASLab Face Set* (non publié) et de la batterie *NimStim* (Tottenham et al., 2009), étaient administrées. Dans ces tâches, les individus devaient trier des photographies de visages expressifs selon différentes conditions. Ils devaient trier les photographies 1) en catégories de leur choix, selon ce qu'ils considéraient être des catégories émotionnelles distinctes; 2) en catégories de leur choix, en sachant qu'ils devaient former six piles distinctes; 3) en six piles, sur la base d'un modèle pour chaque émotion de base; 4) en six piles, sur la base d'un mot pour chaque émotion de base; et 5) en catégories de leur choix, en fonction de l'identité. Alors que la première tâche consistait à mesurer les capacités de reconnaissance des émotions de base, les quatre suivantes avaient pour but d'exclure la présence de difficultés à suivre une consigne ouverte et de troubles touchant les fonctions exécutives ou les habiletés visuoperceptuelles. Les résultats ont montré que les personnes atteintes de la vsAPP avaient tendance à trier les photographies en piles correspondant aux valences positive et négative, mais non aux émotions de base, malgré une compréhension adéquate des consignes ainsi qu'une préservation des fonctions exécutives et des habiletés visuoperceptuelles. Les auteurs ont alors inféré que les personnes atteintes de la vsAPP étaient en mesure de discriminer les valences positives et négative, mais qu'ils n'étaient pas capables de distinguer les émotions de base entre elles. Ils ont aussi conclu que la perte des connaissances sémantiques était directement reliée aux troubles de discrimination des émotions de base. Selon les auteurs, ces résultats étaient cohérents avec les théories constructivistes psychologiques (Barrett, 2011; Lindquist, 2013), qui suggèrent que la reconnaissance des émotions repose sur la mémoire sémantique.

Dans l'ensemble, les études s'accordent sur le fait que les personnes atteintes de la vsAPP présentent des déficits de la reconnaissance des émotions évoquées par les visages expressifs et les extraits musicaux. Par contre, les études demeurent équivoques en ce qui concerne la nature des difficultés de la reconnaissance des émotions rencontrées chez ces individus. En effet, alors que certaines études documentent des déficits pour les émotions négatives seulement (Rosen et al., 2002, 2004), d'autres montrent des déficits pour toutes les émotions de base (Omar et al., 2010). De plus, une seule étude a permis de documenter

la reconnaissance de la valence émotionnelle évoquée par les visages expressifs chez ces individus (Lindquist et al., 2014). Ainsi, des travaux sont nécessaires pour répliquer ces résultats. Par ailleurs, il est difficile de statuer quant à l'origine fonctionnelle des déficits de la reconnaissance des émotions chez les personnes atteintes de la vsAPP. En effet, il demeure difficile de dire si ces déficits sont la conséquence directe de la dégradation des connaissances ou s'ils sont liés à un trouble primaire du traitement des émotions. Enfin, Hsieh et al. (2012) révèlent une implication variable des LTA dans la reconnaissance des émotions selon le matériel utilisé, ce qui soulève des questionnements quant au rôle de la mémoire sémantique dans la reconnaissance des émotions évoquées par différents stimuli.

Résumé de la problématique

La mémoire sémantique comprend l'ensemble des connaissances générales et soutient plusieurs activités cognitives. Toutefois, son rôle dans la reconnaissance de la valence émotionnelle et des émotions demeure controversé. En effet, la plupart des modèles de la mémoire sémantique suggèrent que la mémoire sémantique et les émotions sont des entités distinctes. Quelques modèles proposent néanmoins que les émotions soient représentées au sein de ce système (Binder & Desai, 2011; Bower, 1981; Versace et al., 2002; Widen & Russell, 2003). Cependant, ces modèles ne proposent pas d'hypothèse spécifique quant au rôle des connaissances dans le traitement des émotions. Par ailleurs, alors que les théories des émotions de base suggèrent que la reconnaissance des émotions est innée et donc, ne requiert peu ou pas de traitement sémantique (Ekman & Cordaro, 2011; Levenson, 2011), les théories constructivistes psychologiques soutiennent que la reconnaissance des émotions de base repose sur les connaissances acquises au sujet des émotions (Lindquist, 2013; Nook et al., 2015). Les recherches réalisées auprès de personnes atteintes de la vsAPP ont montré qu'elles présentaient des difficultés dans la reconnaissance des émotions de base véhiculées par des visages expressifs et des extraits musicaux (Hsieh et al., 2012; Miller et al., 2012; Omar et al., 2010), ce qui indique que la mémoire sémantique a un rôle central dans ces processus. Toutefois, les résultats de ces études demeurent controversés quant à la nature des difficultés. En effet, alors que certaines études documentent des difficultés pour les émotions négatives seulement (Rosen et al., 2002, 2004), d'autres montrent des difficultés pour toutes les émotions de base (Omar et al., 2010). En conséquence, il demeure difficile

de déterminer si la mémoire sémantique est impliquée dans la reconnaissance des émotions négatives ou dans la reconnaissance de toutes les émotions de base. Également, une seule étude a permis de documenter les capacités de reconnaissance de la valence émotionnelle évoquée par des visages chez ces individus (Lindquist et al., 2014), ce qui est insuffisant pour tirer des conclusions quant au rôle de la mémoire sémantique dans la reconnaissance de la valence émotionnelle. Enfin, une étude (Hsieh et al., 2012) montre une implication variable des LTA dans la reconnaissance des émotions évoquées par des visages et des extraits musicaux, ce qui laisse supposer un rôle variable de la mémoire sémantique dans la reconnaissance des émotions selon le stimulus employé pour étudier la question. Ainsi, des études sont requises pour clarifier le rôle de la mémoire sémantique dans la reconnaissance de la valence émotionnelle et des émotions de base évoquées par différents stimuli.

Objectifs et hypothèses

L'objectif principal de cette thèse vise à préciser le rôle de la mémoire sémantique dans la reconnaissance de la valence émotionnelle et des émotions de base évoquées par différents stimuli. Pour ce faire, deux études sont réalisées. L'objectif de la première étude vise à clarifier le rôle de la mémoire sémantique dans la reconnaissance 1) des émotions de base véhiculées par des visages expressifs et des extraits prosodique; et 2) de la valence émotionnelle véhiculée par des photographies de scènes visuelles. À la lumière des études publiées jusqu'à présent, il est attendu que la mémoire sémantique soit impliquée dans la reconnaissance des émotions. Plus précisément, il est attendu que la mémoire sémantique permette d'attacher une signification à une expression émotionnelle et donc, qu'elle soit impliquée dans la reconnaissance de la valence et des émotions de base, indépendamment du stimulus employé.

L'objectif de la deuxième étude consiste à préciser le rôle de la mémoire sémantique dans la reconnaissance des émotions de base évoquées par des extraits musicaux et de la valence émotionnelle véhiculée par des mots. Plus précisément, l'objectif de cette étude vise à objectiver les liens formels entre la mémoire sémantique et la reconnaissance de la valence émotionnelle et des émotions de base. Pour ce faire, deux expériences distinctes sont effectuées. L'objectif de la première expérience vise à clarifier les liens formels entre

le traitement lexical et sémantique des mots, d'une part, et la reconnaissance de la valence émotionnelle véhiculée par des mots, d'autre part. Cette étude est la première à s'intéresser à cette question. L'objectif de la deuxième expérience consiste à préciser les liens formels entre la reconnaissance des extraits musicaux et la capacité à les associer à des concepts, d'une part, et la reconnaissance des émotions de base évoquées par ces extraits. Sur la base des données de la littérature, il est attendu que la reconnaissance des émotions ne soit pas tributaire de la reconnaissance des extraits musicaux ni de l'évocation des connaissances relatives aux extraits musicaux.

Chapitre 2.

Contribution of semantic memory to the recognition of basic emotions and emotional valence: Evidence from the semantic variant of primary progressive aphasia

Tremblay, M-P.^{1,2}, Macoir, J.^{2,3}, Laforce, R. Jr^{4,5}, Wilson, M.A.^{2,3}, Hudon, C.^{1,2}

¹ École de psychologie, Université Laval, Québec (QC), Canada

² Centre de recherche de l'Institut universitaire en santé mentale de Québec, Québec (QC),
Canada

³ Département de réadaptation, Université Laval, Québec, (QC), Canada

⁴ Clinique interdisciplinaire de mémoire du CHU de Québec, Québec, (QC), Canada

⁵ Faculté de médecine, Université Laval, Québec (QC), Canada

Corresponding author: Carol Hudon; Centre de recherche de l'Institut universitaire en santé mentale de Québec; 2601, ch. de la Canardière (F-2447); Québec (QC), Canada; G1J 2G3; Phone: +1 418-663-5741; Fax: +1 418-663-5971; E-mail: carol.hudon@psy.ulaval.ca

Résumé

De plus en plus d'études suggèrent que la mémoire sémantique soit impliquée dans la reconnaissance des émotions. Toutefois, la contribution de la mémoire sémantique dans la reconnaissance de la valence émotionnelle et des émotions de base évoquées par plusieurs stimuli demeure contestée. La performance de dix personnes atteintes de la variante sémantique de l'aphasie primaire progressive a été comparée à celle de 33 participants contrôles dans trois tâches expérimentales évaluant la reconnaissance : 1) des émotions de base évoquées par des visages expressifs, 2) des extraits prosodiques, et 3) de la valence émotionnelle véhiculée par des photographies de scènes visuelles. Les personnes atteintes de la vsAPP ont montré des difficultés significatives dans la reconnaissance des émotions de base (à l'exception de la joie et la surprise évoquée par les visages expressifs) et de la valence émotionnelle. Les performances étaient aussi corrélées aux déficits sémantiques observés aux tâches neuropsychologiques. En somme, ces résultats suggèrent que la mémoire sémantique contribue significativement à la reconnaissance des émotions de base et de la valence émotionnelle. En étudiant la reconnaissance des émotions évoquées par chez des personnes présentant une détérioration sélective de la mémoire sémantique, cette étude contribue à raffiner les théories portant sur le rôle de la mémoire sémantique dans la reconnaissance des émotions.

Abstract

There is compelling evidence that semantic memory is involved in emotion recognition. However, its contribution to the recognition of emotional valence and basic emotions remains unclear. We compared the performance of participants with the semantic variant of primary progressive aphasia (svPPA), a clinical model of semantic memory impairment, to that of healthy volunteers using three experimental tasks assessing the recognition of: 1) basic emotions conveyed by facial expressions, 2) prosody scripts, and 3) emotional valence conveyed by photographic scenes. Individuals with svPPA showed significant deficits in the recognition of basic emotions (except happiness and surprise conveyed by facial expressions) and emotional valence. Performance was also correlated with semantic deficits on neuropsychological tests. Altogether, these results suggest that semantic memory significantly contributes to the recognition of basic emotions and emotional valence. By examining the recognition of basic emotions and emotional valence in individuals with selective semantic memory loss, our results contribute to the refinement of current theories on the role of semantic memory in emotion recognition.

Semantic memory refers to the general factual knowledge about the world. It encompasses information accumulated throughout the lifespan, such as names and attributes of objects, knowledge about historical events, and knowledge pertaining to famous people (Tulving, 1972). It is involved in several cognitive activities, including verbal and non-verbal communication, the recognition and use of objects, reasoning, and problem solving (Binder & Desai, 2011; Patterson, Nestor, & Rogers, 2007; Rogers, Lambon Ralph, Hodges, & Patterson, 2004). A growing body of work suggests that semantic memory, along with other cognitive functions, such as attention and executive functions, contributes to emotion recognition (e.g., Lee, Lee, Kweon, Lee, & Lee, 2009; Lindquist, 2013; Nook, Lindquist, & Zaki, 2015). Opinions diverge, however, regarding the extent of its contribution and neuropsychological studies addressing this issue yielded conflicting results (e.g., Hsieh, Hornberger, Piguet, & Hodges, 2012; Kumfor, Irish, Hodges, & Piguet, 2013, 2014; Lindquist, Gendron, Barrett, & Dickerson, 2014).

Basic emotion theories assume that emotion recognition is universal and innate (Ekman & Cordaro, 2011; Levenson, 2011). Such theories hold that basic emotions (i.e., happiness, fear, sadness, anger, surprise, and disgust) are associated with distinctive features that make them readily recognized by others (Ekman & Friesen, 1976). This suggests that semantic memory would have a negligible contribution to the recognition of basic emotions. In contrast, psychological constructivist models suppose that emotion recognition depends on the perception of emotional expressions, and on the ability to make sense of such expressions as instances of discrete emotion categories. Within this framework, this later stage requires conceptual knowledge (e.g., events, emotional expressions, and actions typically pertaining to a given emotion), which is acquired progressively over the course of development (Nook et al., 2015). More specifically, supporters of this perspective hold that the perception of emotional valence (i.e., the degree to which emotional expressions are pleasant or unpleasant) is more fundamental than, or superordinate to, the recognition of basic emotions (e.g., happiness, sadness and fear; Barrett, Lindquist, & Gendron, 2007; Barrett, Mesquita, Ochsner, & Gross, 2007; Lindquist, 2013). Most studies, however, have been conducted using facial expressions only. Nonetheless, evidence suggests that emotion recognition involves different cognitive processes (e.g., selective attention, perception, sensory-planning integration;

Adolphs, 2002a; Adolphs, Damasio, & Tranel, 2002; Adolphs, Tranel, & Damasio, 2003), which are differently involved in emotion recognition depending on stimulus and emotion category (Sabatinelli et al., 2011). Further studies are therefore needed to clarify the contribution of semantic memory in emotion recognition.

The semantic variant of primary progressive aphasia (svPPA) represents a reliable clinical model of semantic memory impairments. In fact, this neurodegenerative disorder is characterized by a progressive loss of semantic memory, while other cognitive domains remain relatively intact, at least in the early stages (Gorno-Tempini et al., 2011). Such impairments are associated with a relatively circumscribed deterioration of the anterior temporal lobe (ATL; predominantly left in most cases). The ATL is believed to play a central role in the neural network underlying semantic memory (Binder & Desai, 2011; Binder, Desai, Graves, & Conant, 2009; Patterson et al., 2007). To this regard, some studies have documented deficits in the recognition of basic emotions (restricted to, or predominant for, negative emotions) conveyed by facial expressions in individuals with svPPA (e.g., Hsieh et al., 2012; Kumfor et al., 2013, 2014; Lindquist et al., 2014; Miller et al., 2012; Rosen et al., 2002, 2004). Based on these findings, one can assume that semantic memory is involved in emotion recognition. However, the extent of its contribution remains unclear. Namely, Rosen et al. (2002) showed that deficits in the recognition of facial expressions among individuals with svPPA ($n = 9$) were correlated with atrophy of the right amygdala and orbitofrontal cortex, but not that of the ATL. Results from these previous studies thus suggest that deficits are mostly related to a primary disturbance in emotion processing. In contrast, Miller et al. (2012) showed that after covarying performance on tasks assessing emotion recognition from control tasks containing a verbal/semantic component (i.e., tests of confrontation naming and word-picture matching), deficits on tasks involving overt verbal labels vanished, whereas deficits on an emotion-matching task remained significant. The authors hence concluded that deficits for the recognition of facial expressions in svPPA pertained to both semantic memory deficits and a primary disturbance in emotion processing. Lindquist et al. (2014) also showed that, when asked to sort pictures of facial expressions into “meaningful” emotion categories, individuals with svPPA ($n = 3$) tended to sort pictures into piles corresponding to emotional valence categories. The authors then proposed that semantic memory loss was associated

with impaired recognition of basic emotions, but not emotional valence. As a whole, it remains difficult to assert whether deficits in emotion recognition in individuals with svPPA stem from the deterioration of semantic knowledge or from other cognitive impairments.

A few studies have also documented deficits in the recognition of basic emotions conveyed by music in individuals with svPPA (e.g., Hsieh et al., 2012; Macoir et al., 2016; Omar, Hailstone, Warren, Crutch, & Warren, 2010). Results from these studies indicated that semantic memory loss was related to impaired recognition of basic emotions conveyed by music. Nevertheless, Hsieh et al. (2012) revealed that the recognition of basic emotions conveyed by musical excerpts, but not facial expressions, correlated with atrophy of the left ATL and left inferior temporal lobe. This could imply that the recognition of basic emotions conveyed by musical excerpts, but not facial expressions, draws upon brain regions that are related to semantic memory. Finally, no study has examined the recognition of emotions conveyed by other types of stimulus, such as prosody scripts or visual scenes, in this neurological population. Therefore, more studies are needed to clarify the contribution of semantic memory in the recognition of emotions conveyed by different stimuli.

To sum up, studies conducted with individuals presenting with svPPA suggest that semantic memory is involved in emotion recognition. However, the extent of its contribution remains unclear. Besides, Hsieh et al. (2012) revealed that regions that are related to semantic memory play a different role in emotion recognition, depending on the stimulus. However, no further studies examined the recognition of emotions conveyed by different stimuli in individuals with svPPA. In other words, whether the contribution of semantic memory is consistent across stimuli remains a matter of debate. As such, the present study examined the contribution of semantic memory in the recognition of basic emotions conveyed by facial expressions and prosody scripts, and emotional valence conveyed by photographic scenes. To this end, individuals with svPPA and healthy volunteers were compared in a series of basic emotions and emotional valence recognition tasks. Consistent with recent findings, we predicted that semantic memory would play a significant role in the recognition of basic emotions and emotional valence.

Methods

Participants

Ten individuals with svPPA (8 men and 2 women), with a mean age of 65.2 years ($SD = 7.9$) and a mean education level of 17.0 years ($SD = 4.9$) participated in this study. They were recruited from the *Clinique interdisciplinaire de mémoire du Centre hospitalier universitaire de Québec* ($n = 8$), and the *Centre de recherche de l'Institut universitaire de gériatrie de Montréal* (CRIUGM; $n = 2$). Participants with svPPA were diagnosed using Gorno-Tempini et al.'s (2011) criteria and underwent structural brain imaging in order to confirm probable clinical diagnosis. They all showed atrophy of the ATL, as indicated by visual inspection of brain images (predominant left ATL atrophy, $n = 6$; bilateral ATL atrophy, $n = 4$). Also, 33 control participants (27 men and 6 women), with a mean age of 66.5 years ($SD = 7.8$) and a mean education level of 16.2 years ($SD = 3.1$), were recruited at the *Centre de recherche de l'Institut universitaire en santé mentale de Québec* (CRIUSMQ). Control participants scored above the standard cut-off ($\geq 26/30$) on the Montreal Cognitive Assessment (MoCA; Nasreddine et al., 2005), suggesting no cognitive impairment.

Control and svPPA participants who reported a history of cerebrovascular disease, current diagnosis of major depression, a history of psychiatric disorder according to DSM-IV-TR criteria (American Psychiatric Association, 2000), a neurological condition (except svPPA), traumatic brain injury, untreated medical or metabolic condition (e.g., diabetes, hypothyroidism), uncorrected hearing and vision problems, or medication with central nervous system side effects, were excluded from the study. All participants provided written informed consent. Participants also received financial compensation to defray travel and parking expenses (20 CAD). The research protocol was approved by the local Research Ethics Boards.

Neuropsychological Assessment

All individuals with svPPA were administered a standard neuropsychological battery including tests of general cognitive functioning (MoCA; Mini Mental State Examination, Folstein, Folstein, & McHugh, 1975), visuoconstructional abilities and executive functions (Copy of the Rey-Osterrieth Complex Figure – ROCF, Rey, 1941; Trail Making Test A

and B – TMT-A; TMT-B, Reitan & Wolfson, 1985), visual episodic memory (3- and 20-min recall of the ROCF), working memory (Digit Span subtest from the Wechsler Adult Intelligence Scale, 4th edition – WAIS-IV, Wechsler, 2008), language and semantic memory (Boston Naming test; Kaplan, Goodglass, & Weintraub, 1983; Letter and Category Fluency subtests from the *Protocole Montréal d'Évaluation de la Communication*, Joanne, Ska, & Côté, 2004; Test de Dénomination de Québec, TDQ-60, Macoir, Beaudoin, & Bluteau, 2008; Pyramids and Palm Trees test, Howard & Patterson, 1992; Kissing and Dancing test – KDT, Bak & Hodges, 2003; Object decision subtest from the Birmingham Object Recognition Battery – BORB, Riddoch & Humphreys, 1993), and visuospatial and perceptual abilities (Size-match subtest from the BORB). Participants' performances on neuropsychological tests were compared to normative data when available or to a subgroup of control participants' performance ($n = 11$).

Materials

All participants were administered three computerized experimental tasks (E-Prime 2.0 software; Psychology Software Tools, Pittsburgh, PA) assessing the ability (1) to match facial expressions and prosody scripts with basic emotion labels (i.e., happiness, sadness, anger, fear, surprise, or disgust), and (2) to match photographic scenes with valence labels (i.e., positive or negative). Initial practice trials were provided for each task to make sure that all participants understood the instructions. Feedback on response accuracy was provided for these trials.

Facial expressions. Twenty-four photographs of facial expressions were taken from Ekman and Friesen (1976). These photographs represented six basic emotions: happiness (4), surprise (4), fear (4), sadness (4), disgust (4), and anger (4). Four additional photographs representing different target stimuli (i.e., happiness, surprise, sadness, and disgust) were also selected from Ekman and Friesen (1976) for the initial practice.

Prosody scripts. Prosody scripts were taken from a set of vocal emotional expressions (Maurage, Joassin, Philippot, & Campanella, 2007). In this battery, French-speaking men

and women from Louvain-la-Neuve (Belgium) were asked to mimic short emotional prosody scripts (700 ms) representing five basic emotions (i.e., anger, fear, happiness, sadness, and disgust). Two types of stimuli were recorded: a meaningless sound (the interjection “ah”) and a semantically neutral word (the French word “*papier*”, i.e., “paper”). Emotional prosody scripts were chosen for the present study following an initial validation in Quebec-French adults ($n = 50$) from our team (Morneau-Sévigny et al., 2014). In this validation study, prosody scripts were chosen if at least 70% of the participants associated it with the correct basic emotion. The final experimental list consisted of 50 prosody scripts representing five basic emotions (i.e., happiness, fear, sadness, disgust, and anger). There were ten prosody scripts per emotion category. Five additional scripts representing all emotional target stimuli were selected from the same set of vocal emotional expressions for the initial practice.

Photographic scenes. Forty photographic scenes conveying a positive (20) or a negative (20) emotional valence were chosen from the International Affective Picture System (IAPS; Lang, Bradley, & Cuthbert, 2008). Pictures were selected according to the rating scale for valence (from 1 = very negative to 9 = very positive) described in the normative manual (Lang et al., 2008). Pictures were selected as positive if their mean valence rating was above 6 ($M = 6.7$, $SD = 0.7$) and as negative if their mean valence rating was below 4 ($M = 2.5$, $SD = 0.6$). Arousal ratings were comparable between positive ($M = 4.7$, $SD = 1.0$) and negative ($M = 5.1$, $SD = 0.9$) pictures, $t(18) = 0.776$, $p = .448$. Humans were depicted in half of the pictures and the presence of humans was equal in each valence category. Five pictures representing negative and positive valence were also selected from the IAPS for the initial practice. Participants were advised at the beginning of the initial practice that they were free to withdraw from the study at any time if they wished, as some negative pictures could potentially be disturbing. At the end of the initial practice, none of the participants decided to quit.

Procedure

Prior to the administration of the experimental tasks, individuals with svPPA were asked to give an example of a situation related to all basic emotion and valence labels to

ensure that difficulties in these tasks were not attributed to deficits in the ability to understand the meaning of emotional words. All individuals were able to do so. Then, the experimental tasks were administered in the following predetermined sequence: (1) recognition of basic emotions conveyed by facial expressions, (2) recognition of basic emotions conveyed by prosody scripts, and (3) recognition of emotional valence conveyed by photographic scenes. Each item from the tasks assessing the recognition of basic emotions was presented twice: once with the correct label (e.g., happiness), once with a wrong label randomly chosen between the other possible labels (e.g., sadness, anger, or fear). Also each item from the task assessing the recognition of emotional valence was presented twice: once with the correct label (e.g., positive), once with the wrong label (e.g., negative). In each task, items were shown one at a time in a pseudo-random order (i.e., the same label or the same emotion was not presented more than twice in a row). For each item, participants had to respond whether they agreed with the proposed label (by pressing the letter F on the keyboard), or disagreed with it (by pressing the letter J). This procedure was used in order to reduce the impact of language and executive functions deficits in individuals with svPPA. No feedback on response accuracy was provided. The number of errors was recorded.

Statistical Analyses

Analyses of variance (ANOVA) were conducted on all experimental tasks with group (svPPA, controls) as a between-subject factor and emotion (basic emotions or valence) as an intra-subject factor and number of errors as dependent variable. Correlations were also calculated between the performance on neuropsychological tests assessing semantic memory and the experimental tasks. Finally, since executive functions have been shown to be involved in emotion recognition (Lindquist & Barrett, 2012), analyses of covariance (ANCOVA) with the scores on neuropsychological tests assessing executive functions (TMT-A and B) as covariates were carried out to determine whether the pattern of results remained unchanged after controlling for the influence of executive functions. All statistical analyses were performed using SPSS24 and the alpha level was set at $p < .05$.

Results

Participants' characteristics

Sociodemographic data of individuals with svPPA and performance of both svPPA and control groups on neuropsychological tests are reported in Table 1. There were no significant group differences on sociodemographic variables. As shown in Table 1, significant group differences were observed on the general cognitive screening test. Significant group differences were also found on tests assessing language and semantic memory, executive functions, and visual episodic memory. Individuals with svPPA performed worse than control participants on all these measures.

In individuals with svPPA, ANOVAs revealed no significant differences on neuropsychological tests between individuals presenting with predominant left ($n = 6$) and those presenting with bilateral ATL atrophy ($n = 4$), except on the formal fluency test, in which individuals with predominant left ATL atrophy ($M = 7.7, SD = 2.5$) performed worse than those with bilateral ATL atrophy ($M = 12.0, SD = 2.4; F = 7.31, p = .027$). Performance on neuropsychological tests were not significantly correlated with disease duration, except for the TMT-B, $r = -.67, p = .048$, in which longer disease duration was associated with poorer performance.

Table 1. *Demographics and neuropsychological data*

	svPPA (n = 10)										Controls (n = 11)		F	p
	MF	MC	NH	JM	MH	VR	MHS	LT	JC	JR	M (SD)	M (SD)		
<i>Sociodemographic variables</i>														
Sex	F	M	M	M	M	M	M	F	M	M	-	-	.02	.900
Age (years)	72	54	79	58	61	73	61	68	67	59	65.2 (7.9)	66.6 (7.8)	.23	.637
Education (years)	12	15	19	24	24	12	18	16	20	10	17.0 (4.9)	16.2 (3.1)	.43	.516
ATL atrophy	L	L	B	B	B	L	L	B	L	L	-	-	-	-
Duration (years)	7	10	9	8	5	10	8	5	-	2	7.1 (2.7)	-	-	-
<i>General cognitive screening</i>														
MoCA (30)	24	19*	20*	23*	21*	15*	15*	18*	19*	20*	19.4 (2.9)	26.5 (2.0)	42.66	<.001
<i>Attention and executive functions</i>														
DS forward	6	7	5	6	6	7	5	6	6	7	6.1 (7)	6.5 (1.1)	1.12	.303
DS backward	6	6	4	4	5	4	4	4	2*	5	4.4 (1.2)	4.5 (1.3)	0.01	.921
ROCF copy (36)	32	32	29.5	26	34	29.5	29.5	36	30	31.5	32.0 (2.6)	33.2 (2.8)	1.09	.311
TMT A	36	23	58	43	45	80*	53*	50*	52*	52*	49.2 (14.8)	36.4 (11.1)	5.10	.036
TMT B	99	41	90	101*	97	137*	104*	96*	134*	233*	113.2 (49.5)	71.6 (18.5)	6.75	.018
<i>Visual episodic memory</i>														
ROCF 3-min (36)	5.5	13	12.5	16.5	2*	10	10	9	27	13	11.9 (6.7)	20.1 (6.9)	7.70	.012
ROCF 20-min (36)	-	-	-	15	2*	15	8	11	27	13	13.0 (6.3)	20.7 (5.6)	8.73	.008
<i>Visuospatial abilities</i>														
BORB length (30)	21*	25	28	29	27	28	26	25	27	26	26.2 (2.3)	27.5 (0.9)	3.32	.084
<i>Language and semantic memory</i>														
TDQ-60 (60)	38*	29*	37*	18*	25*	4*	16*	31*	38*	32*	26.8 (11.2)	56.6 (1.4)	77.57	<.001
KDT (52)	38*	42*	37*	-	44	35*	40*	37*	39*	35*	38.7 (5.9)	40.0 (3.6)	22.63	<.001
Formal fluency	9	6*	14	14	11	9	7*	9	11	4*	9.4 (3.2)	24.7 (10.6)	19.16	<.001
Semantic fluency	16	6*	6*	6*	4*	1*	8*	14*	3*	7*	7.1 (4.7)	24.7 (5.3)	64.82	<.001
PPTT (52)	42*	37*	37*	37*	40*	7*	29*	22*	39*	35*	32.5 (10.7)	49.8 (1.6)	28.20	<.001
BORB B (32)	26	26	25*	-	-	-	19*	20*	30	-	24.3 (3.1)	29.8 (1.8)	25.29	<.001

Note. ATL = Anterior Temporal Lobe; ATL atrophy: L = Left predominant, B = Bilateral. MoCA: Montreal Cognitive Assessment; DS = Digit span; ROCF: Rey-Osterrieth Complex Figure; TMT: Trail Making Test; BORB: Birmingham Object Recognition Battery; TDQ-60: Test de Dénomination de Québec, 60 items; KDT: Kissing and dancing test; PPTT: Pyramids and Palm Trees Test.

*Performance is -2.00 standard deviations below the mean or performance below the cut-off according to normative data or control group. - = Data not available

Experimental tasks

Facial expressions. Mean number of errors and univariate main effects for both groups on all tasks assessing the recognition of basic emotions or emotional valence are presented in Table 2. Regarding the recognition of basic emotions conveyed by facial expressions, the factorial ANOVA yielded a significant main effect of Group, $F(1, 246) = 38.5$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .14$, indicating that individuals with svPPA ($M = 12.4$, $SD = 3.92$) made significantly more errors than controls ($M = 6.45$, $SD = 3.12$). There was also a main effect of Emotion, $F(5, 246) = 9.93$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .17$. Participants made significantly more errors for anger ($M = 2.0$, $SD = 1.46$), sadness ($M = 1.47$, $SD = 1.33$), fear ($M = 1.26$, $SD = 1.14$), and disgust ($M = 1.30$, $SD = 1.23$) than for happiness ($M = 0.70$, $SD = 0.91$). They also made significantly more errors for anger than for fear and surprise ($M = 1.12$, $SD = 0.98$). The interaction between Group and Emotion was significant, $F(5, 246) = 4.03$, $p = .002$, $\eta_p^2 = .08$. Analyses of simple effects indicated that individuals with svPPA made significantly more errors than control participants for anger ($p < .001$, $\eta_p^2 = .07$), sadness ($p = .002$, $\eta_p^2 = .04$), fear ($p = .005$, $\eta_p^2 = .03$), and disgust ($p < .001$, $\eta_p^2 = .07$), while there were no significant differences between the two groups for happiness ($p = .322$, $\eta_p^2 = .003$) and surprise ($p = .108$, $\eta_p^2 = .01$).

Prosody scripts. With respect to the recognition of basic emotions conveyed by prosody scripts, the factorial ANOVA yielded a main effect of Group, $F(1, 205) = 148.3$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .42$, indicating that individuals with svPPA ($M = 35.1$, $SD = 5.32$) made significantly more errors than controls ($M = 14.61$, $SD = 6.77$). There was also a main effect of Emotion, $F(4, 205) = 5.90$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .10$, indicating that participants made significantly more errors for anger ($M = 4.02$, $SD = 2.96$), sadness ($M = 4.12$, $SD = 2.20$), fear ($M = 4.37$, $SD = 2.81$), and disgust ($M = 4.42$, $SD = 3.21$) compared to happiness ($M = 2.44$, $SD = 2.29$). The interaction between Group and Emotion was not significant, $F(4, 205) = 1.174$, $p = .324$.

Table 2. Mean number of errors and univariate main effects for svPPA ($n = 10$) and controls ($n = 33$) on tasks assessing the recognition of basic emotions or emotional valence

	svPPA	Controls	
	Mean number of errors (<i>SD</i>)		<i>F</i>
Recognition of basic emotions conveyed by facial expressions			
Happiness (/8)	0.4 (0.7)	0.8 (1.0)	.984
Anger (/8)	3.3 (1.6)	1.6 (1.2)	18.771**
Sadness (/8)	2.4 (1.5)	1.2 (1.2)	9.708**
Fear (/8)	2.1 (1.5)	1.0 (0.9)	7.915**
Disgust (/8)	2.6 (1.2)	0.9 (1.0)	18.704**
Surprise (/8)	1.6 (1.1)	1.0 (0.9)	2.599
Recognition of basic emotions conveyed by prosody scripts			
Happiness (/20)	5.4 (2.6)	1.6 (1.2)	26.221**
Anger (/20)	6.8 (3.2)	3.2 (2.4)	23.104**
Sadness (/20)	6.7 (1.7)	3.3 (1.7)	20.003**
Fear (/20)	7.6 (1.8)	3.4 (2.3)	31.222**
Disgust (/20)	8.6 (2.4)	3.2 (2.2)	52.391**
Recognition of emotional valence conveyed by photographic scenes			
Positive (/40)	4.3 (2.4)	2.4 (2.1)	3.855*
Negative (/40)	7.1 (2.2)	5.1 (1.9)	4.422**

Note. svPPA = semantic variant of primary progressive aphasia; *SD* = standard deviation

* $p < .05$

** $p < .01$

Photographic scenes. Regarding the recognition of emotional valence conveyed by photographic scenes, the ANOVA yielded a main effect for Group, $F(1, 68) = 9.88$, $p = .002$, $\eta_p^2 = .13$, indicating that individuals with svPPA ($M = 11.4$, $SD = 3.75$) made

significantly more errors than control participants ($M = 7.52$, $SD = 2.94$). There was also a main effect of Emotion, $F(1, 82) = 26.9$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .25$, revealing that participants made significantly more errors for stimuli with negative ($M = 5.56$, $SD = 2.12$) than positive ($M = 2.86$, $SD = 2.28$) emotional valence. The interaction between Group and Emotion was not significant, $F(1, 82) = .016$, $p = .900$.

When the performance on tests assessing executive functions (TMT-A and B) were added as covariates in the analyses of variance, the same pattern of results was found for all three tasks, except for the interaction Group x Emotion for the task assessing the recognition of basic emotions conveyed by facial expressions that was no longer significant. The main effect of Group remained significant for all three tasks (facial expressions: $F(1, 112) = 5.72$, $p = .018$, $\eta_p^2 = .05$; prosody scripts: $F(1, 93) = 32.41$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .26$; photographic scenes: $F(1, 36) = 11.52$, $p = .002$, $\eta_p^2 = .24$). The main effect of Emotion also remained significant for all tasks (facial expressions: $F(5, 112) = 6.30$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .22$; prosody scripts: $F(4, 93) = 2.74$, $p = .033$, $\eta_p^2 = .11$; photographic scenes: $F(1, 36) = 15.21$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .30$). The interaction Group x Emotion for the task assessing the recognition of basic emotions conveyed by facial expressions was no longer significant, $F(5, 112) = 2.24$, $p = .06$. The same interaction remained non-significant for prosody scripts, $F(4, 93) = 1.00$, $p = .412$, and photographic scenes, $F(1, 36) = .32$, $p = .575$.

Correlations between performances on tasks assessing the recognition of basic emotions and emotional valence and scores on neuropsychological tests assessing language and semantic memory are presented in Table 3. As shown in this table, performances on all experimental tasks were significantly associated with scores on tests assessing language and semantic memory.

Table 3. *Correlations between performance on experimental tasks (1-3) and scores on tests assessing language and semantic memory (4-10)*

Variables	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Facial expressions	-									
2. Prosody scripts	.75**	-								
3. Scenes	.51*	.40	-							
4. BORB B	-.42	-.65**	-.54*	-						
5. TDQ-60	-.49*	-.74**	-.42	.78**	-					
6. Free fluency	-.53*	-.77**	-.44*	.69**	.83**	-				
7. Formal fluency	-.60**	-.70**	-.42	.59**	.63**	.66**	-			
8. Semantic fluency	-.55**	-.74**	-.44*	.65**	.85**	.84**	.71**	-		
9. PPTT	-.40	-.65**	-.39	.74**	.89**	.78**	.59**	.73**	-	
10. KDT	-.64**	-.74**	-.47*	.77**	.71**	.64**	.52*	.66**	.71**	-

Note. BORB = Birmingham Object Recognition Battery, TDQ-60: Test de Dénomination de Québec, 60 items; KDT: Kissing and dancing test; PPTT: Pyramids and Palm Trees Test.

* $p < .05$

** $p < .01$.

Discussion

The main goal of this study was to address the contribution of semantic memory in the recognition of basic emotions and emotional valence. More specifically, it examined the ability of individuals with semantic deficits to recognize basic emotions conveyed by facial expressions and prosody scripts, and emotional valence conveyed by photographic scenes. We tested ten individuals presenting with svPPA, a reliable clinical model of semantic memory impairment. Results indicated that individuals with svPPA showed deficits in the recognition of basic emotions (with the exception of happiness and surprise conveyed by facial expressions) and emotional valence.

These findings are consistent with those of previous studies, which revealed a predominant decline in the recognition of negative basic emotions conveyed by facial expressions in individuals with svPPA (Rosen et al., 2002, 2004). However, to the best of our knowledge, no study had yet investigated the recognition of basic emotions conveyed by prosody scripts and emotional valence conveyed by photographic scenes in svPPA. Therefore, our study provides novel findings regarding the extent of emotion recognition deficits in individuals with svPPA.

After controlling for the potentially confounding effect of executive functions (Lindquist & Barrett, 2012), performance on tasks assessing the recognition of basic emotions and emotional valence remained unchanged. Moreover, performance on all three experimental tasks was associated with language and semantic memory performance. Therefore, our findings suggest that deficits on tasks assessing the recognition of basic emotions and emotional valence in individuals with svPPA are associated with their semantic memory loss. These results are in line with those of previous studies, which revealed that deficits in recognition of facial expressions in individuals with svPPA are related to their semantic memory impairment (Lindquist et al., 2014; Miller et al., 2012). No research had yet examined the contribution of semantic memory in the recognition of emotions conveyed by different stimuli in the same group of individuals with svPPA, however. Thus, findings from the present study shed new light on this issue.

On the whole, findings from the present study suggest that semantic memory contributes to the recognition of basic emotions and emotional valence. These findings are mostly in line with psychological constructivist hypotheses, which hold that the recognition

of emotional valence and basic emotions depends on acquired conceptual knowledge (Lindquist, 2013; Nook et al., 2015). Nevertheless, such paradigms suggest that the recognition of emotional valence is more fundamental than, or superordinate to, the recognition of basic emotions (Barrett, Lindquist et al., 2007; Barrett, Mesquita et al., 2007; Lindquist, 2013). A few authors have also proposed that basic emotions and emotional valence are both represented in semantic memory (e.g., Adolphs et al., 2003; Widen & Russell, 2003; Slavova, Sahli, & Verhelst, 2009). According to this assumption, knowledge about basic emotions and emotional valence is organized on different levels of abstraction. This hypothesis has been mainly addressed in studies examining children's acquisition of emotion concepts. For instance, Widen and Russell (2003) suggested that emotion concepts are structured in three different levels: 1) superordinate, in which are represented broad dimension categories (e.g., positive vs. negative), 2) basic, consisting of basic emotions (e.g., happiness, anger, fear), and 3) subordinate, in which are represented more abstract emotion categories (e.g., excitement, shock, indignation). This model was supported by several sources of data, which evidenced that children initially understand emotions in terms of broad dimension categories, and gradually acquire narrow emotion concepts over the preschool years (Markham & Adams, 1992; Russell & Paris, 1994; Widen & Russell, 2003, 2008). Although our results are consistent with the fact that basic emotions and emotional valence both rely on semantic memory, they do not provide evidence in support of the hypothesis that basic emotions and emotional valence are represented on different levels of abstraction. In fact, participants with svPPA included in our study showed deficits in the recognition of both emotional valence and basic emotions. However, the assumption that basic emotions and emotional valence refer to different levels of abstraction would be consistent with the gradual loss of semantic concepts in svPPA. In fact, in the early stages of the disease, individuals with svPPA show deterioration of subordinate concepts (e.g., sparrow, cactus, and hammer). With the progression of the disease, they gradually show deterioration of superordinate concepts (e.g., animal, plant, tool; Hodges, Graham, & Patterson, 1995; Hodges, Patterson, Oxbury, & Funnell, 1992). Similarly, one could hypothesize that svPPA is associated with a progressive loss of emotion concepts, from more abstract emotion categories to broader dimensions. In order to validate this hypothesis, future studies should address the gradual

deterioration of emotion recognition abilities over the course of the disease. Such studies should also compare the ability to recognize emotional valence and basic emotions conveyed by similar stimuli in individuals with svPPA.

The results of our study also suggest that the contribution of semantic memory in emotion recognition varies depending on stimulus type and emotion category. In fact, as compared to negative emotions, semantic memory is less involved in the recognition of happiness and surprise in facial expressions. In this respect, theories of face processing assume that the recognition of facial expressions depends on the ability to process the perceptual features of the stimulus, and on the ability to associate those features to existing knowledge (Bruce & Young, 1986; Haxby, Hoffman, & Gobbini, 2000). However, Adolphs (2002b) argued that the relative contribution of perception and knowledge varies according to circumstances. Some studies revealed that the processing of perceptual features of facial expressions relies on two types of information, that is, information regarding the specific features of the face and the spatial relations among those features (Calder, Young, Keane, & Dean, 2000; Cottrell, Dailey, Padgett, & Adolphs, 2001). This means that a single salient feature, as a smile, could be enough to infer happiness, whereas the discrimination of negative stimuli might need additional information from other face features (Adolphs, 2002b). Accordingly, similar patterns of recognition have been observed for happiness and surprise (e.g., Batty & Taylor, 2003; Du & Martinez, 2011, 2013). Therefore, one can assert that perception is sufficient to recognize happiness and surprise conveyed by facial expressions, whereas the recognition of negative emotions requires additional information, such as semantic knowledge. However, more research is required in order to confirm this hypothesis.

Regarding prosody scripts, results reveal that the recognition of all basic emotions relies on semantic memory. This suggests that the contribution of semantic memory is more extensive for the recognition of prosody than for the recognition of facial expressions. These findings are consistent with the fact that the recognition of emotional prosody is more difficult than the recognition of facial expressions (Adolphs, 2002a). In fact, at the perceptual level, the ability to recognize emotional prosody is thought to rely on a number of features interacting in a complex way, including loudness/intensity, pitch/fundamental frequency, and rhythm/duration (Adolphs, 2002a; Scherer, Banse, Wallbot, &

Goldbeck, 1991). At higher cognitive levels, a few studies have shown that meaningful semantic context or combined sources of information (e.g., facial expressions and emotional prosody) increase response and accuracy timing (Wildgruber, Ethofer, Grandjean, & Kreifelts, 2009). Notwithstanding, semantic memory may normally complete missing sensory information to determine its meaning (Wildgruber et al., 2009). Therefore, we can assume that semantic memory is an essential element to support the recognition of emotional prosody.

Finally, with regards to emotional valence, our results differ from those of Lindquist et al. (2014). They showed that individuals with svPPA are able to recognize emotional valence in a card-sorting task. However, one should note that Lindquist et al. (2014) used facial expressions. Thus, and in light of the above-mentioned results, the contribution of semantic memory in the recognition of emotional valence may differ between facial expressions and photographic scenes. In fact, according to Sabatinelli et al. (2011), the perception of photographic scenes involves more elaborated perceptual and semantic analyses when compared to facial expressions. Although great overlap in terms of activation was shown in the amygdala, prefrontal and inferior frontal/orbitofrontal cortices, inferior temporal and extrastriate occipital cortices for the processing of facial expressions and photographic scenes, specific clusters of activation were also found in the anterior fusiform and middle temporal gyri for facial expressions, and in the lateral occipital cortex, the pulvinar, and the medial dorsal nucleus of the thalamus for photographic scenes. These data indicate that the recognition of emotions conveyed by facial expressions and photographic scenes are associated with distinct, yet overlapping, brain areas. However, the cognitive mechanisms underlying the recognition of emotions conveyed by photographic scenes remain poorly documented. In order to better understand the role of semantic memory in the recognition of emotional valence, future studies should investigate the recognition of emotional valence conveyed by different types of stimulus in individuals with svPPA.

This study has some limitations. First, in addition to the atrophy affecting the ATL, individuals with svPPA typically show deterioration of brain areas recruited in emotion processing, including the amygdala, anterior fusiform gyrus, and middle and inferior temporal gyri (Chan et al., 2001). In this respect, the amygdala has been associated with

the recognition of emotions conveyed by facial expressions and prosody (Adolphs, 2002a), and the recognition of emotional valence (Calder, Lawrence, & Young, 2001). Moreover, the anterior fusiform gyrus and middle and inferior temporal gyri have been associated with the recognition of anger, sadness, fear, and disgust, but not happiness, conveyed by facial expressions (Vytal & Hamann, 2010). The amygdala and middle temporal gyrus have also been associated with the recognition of happiness and sadness conveyed by prosody scripts (Johnstone, Van Reekum, Oakes, & Davidson, 2006). Finally, pleasant and unpleasant pictures from the IAPS have been associated with activity in the temporal regions in a study using event-related potentials (Schupp, Junghöfer, Weike, & Hamm, 2004). As such, it remains possible that the deficits in emotion recognition of individuals with svPPA in this study are in part attributed to the deterioration of these brain areas. Future studies should incorporate measures of cerebral atrophy or metabolism to partial out the influence of such impairments on performance in emotion recognition tasks. Furthermore, we cannot rule out the possibility that these deficits were compounded by other cognitive deficits, such as associative agnosia, a typical impairment in svPPA (Baugh, Desanghere, & Marotta, 2010). Consequently, in order to better delineate the role of cognitive impairments in emotion recognition, future research should investigate the formal association between emotion recognition on the one hand, and stimulus recognition (i.e. gnosia) on the other hand. More importantly, further research is also needed to explore the formal association between emotion recognition and semantic knowledge related to emotional stimuli.

In sum, this study is the first to examine the recognition of emotions from a broad range of stimuli in the same group of individuals with svPPA. It adds a crucial dimension to the literature by suggesting that semantic knowledge is involved in the recognition of basic emotions and emotional valence, and by asserting that this role may vary according to stimulus type and emotion category. However, more work remains to be done to fully understand the functional role of semantic memory in the recognition of emotional valence and basic emotions conveyed by different types of stimuli.

Conflicts of interest

None declared.

Acknowledgments

The authors thank Nathalie Bier, Ph.D., from the *Centre de recherche de l'Institut universitaire de gériatrie de Montréal* (CR-IUGM), who helped our team in recruiting individuals with svPPA. C.H. was supported by a salary award from the *Fonds de recherche du Québec – Santé* (26809). M-P.T. was supported by a scholarship from the *Centre thématique de recherche en neurosciences* (CTRN). Data collection and participant testing were partially supported by funds granted to M.A.W. by the *Fonds de recherche du Québec- Société et culture* (FRQ-SC), grant number: FRQ-SC 2013-NP-168556. The authors also thank Noémie Ouellet and Ariane Tosti, from the *Centre de recherche de l'Institut universitaire en santé mentale de Québec*, for their contribution in the neuropsychological assessment of individuals with svPPA. Finally, we thank Gabrielle Couturier for her significant contribution in the administration of experimental tasks to control participants.

References

- Adolphs, R. (2002a). Neural systems for recognizing emotion. *Current Opinion in Neurobiology*, 12(2), 169-177.
- Adolphs, R. (2002b). Recognizing emotion from facial expressions: Psychological and neurological mechanisms. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, 1(1), 21-62.
- Adolphs, R., Damasio, H., & Tranel, D. (2002). Neural systems for recognition of emotional prosody: A 3-D lesion study. *Emotion*, 2(1), 23-51.
- Adolphs, R., Tranel, D., & Damasio, A. R. (2003). Dissociable neural systems for recognizing emotions. *Brain and Cognition*, 52(1), 61-69.
- American Psychiatric Association. (2000). *DSM-IV-TR: Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (4^e éd., text rév.). Washington, DC: Author.
- Bak, T. H., & Hodges, J. R. (2003). Kissing and dancing—a test to distinguish the lexical and conceptual contributions to noun/verb and action/object dissociation. Preliminary results in patients with frontotemporal dementia. *Journal of Neurolinguistics*, 16, 169-181.
- Barrett, L. F., Lindquist, K. A., & Gendron, M. (2007). Language as context for the perception of emotion. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(8), 327-332.
- Barrett, L. F., Mesquita, B., Ochsner, K. N., & Gross, J. J. (2007). The experience of emotion. *Annual Review of Psychology*, 58, 373-403.
- Batty, M., & Taylor, M. J. (2003). Early processing of the six basic facial emotional expressions. *Cognitive Brain Research*, 17(3), 613-620.
- Baugh, L. A., Desanghere, L., & Marotta, J. J. (2010). Agnosia. Dans G. Koob, M. Le Moal, & R. F. Thompson (Éds), *Encyclopedia of behavioral Neuroscience* (pp. 27-33). London, UK: Elsevier eBooks.
- Binder, J. R., & Desai, R. H. (2011). The neurobiology of semantic memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 15(11), 527-536.
- Binder, J. R., Desai, R. H., Graves, W. W., & Conant, L. L. (2009). Where is the semantic system? A critical review and meta-analysis of 120 functional neuroimaging studies. *Cerebral Cortex*, 19(12), 2767-2796.
- Bruce, V., & Young, A. (1986). Understanding face recognition. *British Journal of Psychology*, 77(3), 305-327.

- Calder, A. J., Lawrence, A. D., & Young, A. W. (2001). Neuropsychology of fear and loathing. *Nature Reviews Neuroscience*, 2, 352-363.
- Calder, A. J., Young, A. W., Keane, J., & Dean, M. (2000). Configural information in facial expression perception. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 26(2), 527-551.
- Chan, D., Fox, N. C., Scahill, R. I., Crum, W. R., Whitwell, J. L., Leschziner, G., ... Rossor, M. N. (2001). Patterns of temporal lobe atrophy in semantic dementia and Alzheimer's disease. *Annals of Neurology*, 49(4), 433-442.
- Cottrell, G. W., Dailey, M. N., Padgett, C., & Adolphs, R. (2001). Is all face processing holistic? Dans M. Wenger & J. Townsend (Éds), *Computational, geometric, and process perspectives on facial cognition: Contexts and challenges* (pp. 347-396). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Du, S., & Martinez, A. M. (2011). The resolution of facial expressions of emotion. *Journal of Vision*, 11(13), 24-24.
- Du, S., & Martinez, A. M. (2013). Wait, are you sad or angry? Large exposure time differences required for the categorization of facial expressions of emotion. *Journal of Vision*, 13(4). doi: 10.1167/13.4.13
- Ekman, P., & Cordaro, D. (2011). What is meant by calling emotions basic. *Emotion Review*, 3(4), 364-370.
- Ekman, P., & Friesen, W. V. (1976). Measuring facial movement. *Journal of Environmental Psychology*, 1(1), 56-75.
- Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). "Mini-mental state": A practical method for grading the cognitive state of individuals for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12(3), 189-198.
- Gorno-Tempini, M. L., Hillis, A. E., Weintraub, S., Kertesz, A., Mendez, M., Cappa, S. F., ... Grossman, M. (2011). Classification of primary progressive aphasia and its variants. *Neurology*, 76(11), 1006-1014.
- Haxby, J. V., Hoffman, E. A., & Gobbini, M. I. (2000). The distributed human neural system for face perception. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(6), 223-233.
- Hodges, J. R., Graham, N., & Patterson, K. (1995). Charting the progression in semantic dementia: Implications for the organization of semantic memory. *Memory*, 3(3-4), 463-495.
- Hodges, J. R., Patterson, K., Oxbury, S., & Funnell, E. (1992). Semantic dementia. *Brain*, 115(6), 1783-1806.

- Howard, D., & Patterson, K. (1992). *Pyramids and Palm Trees: A test of semantic access from pictures and words*. Bury St Edmunds, UK: Thames Valley Test Company.
- Hsieh, S., Hornberger, M., Piguet, O., & Hodges, J. R. (2012). Brain correlates of musical and facial emotion recognition: Evidence from the dementias. *Neuropsychologia*, 50(8), 1814-1822.
- Joanette, Y., Ska, B., & Côté, H. (2004). *Protocole Montréal d'Évaluation de la Communication*. Isbergues, France : Ortho Édition.
- Johnstone, T., Van Reekum, C. M., Oakes, T. R., & Davidson, R. J. (2006). The voice of emotion: An fMRI study of neural responses to angry and happy vocal expressions. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 1(3), 242-249.
- Kaplan, E. F., Goodglass, H., & Weintraub, S. (1983). *The Boston Naming test* (2nd ed.). Philadelphia: Lea & Febiger.
- Kumfor, F., Irish, M., Hodges, J. R., & Piguet, O. (2013). Discrete neural correlates for the recognition of negative emotions: insights from frontotemporal dementia. *PLoS One*, 8(6), e67457.
- Kumfor, F., Irish, M., Hodges, J. R., & Piguet, O. (2014). Frontal and temporal lobe contributions to emotional enhancement of memory in behavioral-variant frontotemporal dementia and Alzheimer's disease. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 8(225), 1-13.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (2008). *International Affective Picture System (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual*. Technical Report A-8. University of Florida, Gainesville, FL.
- Lee, S. J., Lee, H. K., Kweon, Y. S., Lee, C. T., & Lee, K. U. (2009). The impact of executive function on emotion recognition and emotion experience in patients with schizophrenia. *Psychiatry Investigation*, 6(3), 156-162.
- Levenson, R. W. (2011). Basic emotion questions. *Emotion Review*, 3(4), 379-386.
- Lindquist, K. A. (2013). Emotions emerge from more basic psychological ingredients: A modern psychological constructionist model. *Emotion Review*, 5(4), 356-368.
- Lindquist, K. A., & Barrett, L. F. (2012). A functional architecture of the human brain: Insights from the science of emotion. *Trends in Cognitive Sciences*, 16, 533-540.
- Lindquist, K. A., Gendron, M., Barrett, L. F., & Dickerson, B. C. (2014). Emotion perception, but not affect perception, is impaired with semantic memory loss. *Emotion*, 14(2), 375-387.

- Macoir, J., Berubé-Lalancette, S., Wilson, M. A., Laforce, R. Jr., Hudon, C., Gravel, P., Duchesne, S., & Monetta, L. (2016). When the Wedding March becomes sad: Semantic memory impairment for music in the semantic variant of primary progressive aphasia. *Neurocase*, 22(6), 486-495.
- Macoir, J., Beaudoin, C., & Bluteau, J. (2008). *Le test de dénomination d'images de Québec : TDQ-60*. Québec : Université Laval.
- Markham, R., & Adams, K. (1992). The effect of type of task on children's identification of facial expressions. *Journal of Nonverbal Behavior*, 16(1), 21-39.
- Maurage, P., Joassin, F., Philippot, P., & Campanella, S. (2007). A validated battery of vocal emotional expressions. *Neuropsychological Trends*, 2(1), 63-74.
- Miller, L. A., Hsieh, S., Lah, S., Savage, S., Hodges, J. R., & Piguet, O. (2012). One size does not fit all: Face emotion processing impairments in semantic dementia, behavioural-variant frontotemporal dementia and Alzheimer's disease are mediated by distinct cognitive deficits. *Behavioural Neurology*, 25(1), 53-60.
- Morneau-Sévigny, F., Pouliot, J., Presseau, S., Ratté, M.-H., Tremblay, M.-P., Macoir, J., & Hudon, C. (2014). Validation de stimuli prosodiques émotionnels chez les Franco-québécois de 50 à 80 ans. *Canadian Journal on Aging*, 33(2), 111-122.
- Nasreddine, Z. S., Phillips, N. A., Bédirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I., ... Chertkow, H. (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: A brief screening tool for mild cognitive impairment. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(4), 695-699.
- Nook, E. C., Lindquist, K. A., & Zaki, J. (2015). A new look at emotion perception: Concepts speed and shape facial emotion recognition. *Emotion*, 15(5), 569-578.
- Omar, R., Hailstone, J. C., Warren, J. E., Crutch, S. J., & Warren, J. D. (2010). The cognitive organization of music knowledge: A clinical analysis. *Brain*, 133(4), 1200-1213.
- Patterson, K., Nestor, P. J., & Rogers, T. T. (2007). Where do you know what you know? The representation of semantic knowledge in the human brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 8(12), 976-987.
- Reitan, R. M., & Wolfson, D. (1985). *The Halstead-Reitan Neuropsychological Test Battery: Therapy and clinical interpretation*. Tucson, AZ: Neuropsychological Press.
- Rey, A. (1941). L'examen psychologique dans les cas d'encéphalopathie traumatique. *Archives de psychologie*, 28, 215-285.
- Riddoch, M. J., & Humphreys, G. W. (1993). *Birmingham Object Recognition Battery*. Hove, England: Erlbaum.

- Rogers, T. T., Lambon Ralph, M. A., Hodges, J. R., & Patterson, K. (2004). Natural selection: The impact of semantic impairment on lexical and object decision. *Cognitive Neuropsychology*, *21*(2-4), 331-352.
- Rosen, H. J., Pace-Savitsky, K., Perry, R. J., Kramer, J. H., Miller, B. L., & Levenson, R. W. (2004). Recognition of emotion in the frontal and temporal variants of frontotemporal dementia. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, *17*(4), 277-281.
- Rosen, H. J., Perry, R. J., Murphy, J., Kramer, J. H., Mychack, P., Schuff, N., ... Miller, B. L. (2002). Emotion comprehension in the temporal variant of frontotemporal dementia. *Brain*, *125*(10), 2286-2295.
- Russell, J. A., & Paris, F. A. (1994). Do children acquire concepts for complex emotions abruptly? *International Journal of Behavioral Development*, *17*(2), 349-365.
- Sabatinelli, D., Fortune, E. E., Li, Q., Siddiqui, A., Krafft, C., Oliver, W. T., ... Jeffries, J. (2011). Emotional perception: Meta-analyses of face and natural scene processing. *Neuroimage*, *54*(3), 2524-2533.
- Scherer, K. R., Banse, R., Wallbot, H. G., & Goldbeck, T (1991). Vocal cues in emotion encoding and decoding. *Motivation and Emotion*, *15*(2), 123-148.
- Schupp, H. T., Junghöfer, M., Weike, A. I., & Hamm, A. O. (2004). The selective processing of briefly presented affective pictures: An ERP analysis. *Psychophysiology*, *41*(3), 441-449.
- Slavova, V., Sahli, H., & Verhelst, W. (2009). Multimodal emotion recognition – More cognitive machines. Dans L. Fernando de Mingo Lopez, J. Castellanos, K. Markov, K. Ivanova, & I. Mitov (Éds), *New trends in intelligent technologies: Supplement to International Journal "Information Technologies and Knowledge" Volume 3*. (pp. 70-78). (International Book Series Information Science & Computing; No. 14). Sofia: ITHEA. Vancouver.
- Tulving, E. (1972). Episodic and semantic memory. In E. Tulving & W. Donaldson (Eds), *Organization of memory* (pp. 381-403). New York: Academic Press.
- Vytal, K., & Hamann, S. (2010). Neuroimaging support for discrete neural correlates of basic emotions: A voxel-based meta-analysis. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *22*(12), 2864-2885.
- Wechsler, D. (2008). *Wechsler Adult Intelligence Scale–Fourth Edition (WAIS–IV)*. San Antonio, TX: NCS Pearson.
- Widen, S. C., & Russell, J. A. (2003). A closer look at preschoolers' freely produced labels for facial expressions. *Developmental Psychology*, *39*(1), 114-128.

- Widen, S. C., & Russell, J. A. (2008). Children acquire emotion categories gradually. *Cognitive Development, 23*(2), 291-312.
- Wildgruber, D., Ethofer, T., Grandjean, D., & Kreifelts, B. (2009). A cerebral network model of speech prosody comprehension. *International Journal of Speech-Language Pathology, 11*(4), 277-281.

Chapitre 3.

Role of semantic memory in the recognition of emotional valence and basic emotions conveyed by words and music

Tremblay, M-P.^{1,2}, Hudon, C.^{1,2}, Laforce, R. Jr^{4,5}, Wilson, M.A.^{2,3}, Macoir, J.^{2,3}

¹ École de psychologie, Université Laval, Québec (QC), Canada

² Centre de recherche de l'Institut universitaire en santé mentale de Québec, Québec (QC),
Canada

³ Département de réadaptation, Université Laval, Québec, (QC), Canada

⁴ Clinique interdisciplinaire de mémoire du CHU de Québec, Québec, (QC), Canada

⁵ Faculté de médecine, Université Laval, Québec (QC), Canada

Corresponding author: Joël Macoir, Faculté de médecine, Département de réadaptation, Université Laval, Pavillon Ferdinand-Vandry, Québec (Québec) G1V 0A6, Canada. Tel.: +1 418 656 2131 (ext. 12190); Fax: +1 418 656 5476; email: joel.macoir@fmed.ulaval.ca

Résumé

Des études suggèrent que la mémoire sémantique est sollicitée dans la reconnaissance des émotions. Toutefois, son rôle dans la reconnaissance de la valence émotionnelle et des émotions de base demeure controversé. Ainsi, l'objectif de cette étude vise à clarifier le rôle de la mémoire sémantique dans la reconnaissance de la valence émotionnelle véhiculée par des mots et des émotions de base évoquées par des extraits musicaux. Pour ce faire, dix personnes atteintes de la variante sémantique de l'aphasie primaire progressive (vsAPP) et 33 sujets contrôles ont été recrutés. Deux expériences ont été réalisées. Dans la première, les participants ont réalisé trois tâches expérimentales évaluant le traitement lexical et le traitement sémantique des mots, d'une part, et la reconnaissance de la valence émotionnelle véhiculée par ces mots, d'autre part. Les résultats ont montré que la reconnaissance de la valence émotionnelle véhiculée par les mots était dépendante du traitement lexical, mais non du traitement sémantique de ces mots. Dans la deuxième expérience, les participants ont réalisé trois tâches expérimentales évaluant la reconnaissance d'extraits musicaux, la capacité à associer les extraits musicaux à des concepts sémantiques, et la reconnaissance des émotions de base évoquées par ces extraits musicaux. Les résultats ont montré que la reconnaissance des émotions de base évoquées par les extraits musicaux était tributaire de la reconnaissance des extraits musicaux, mais non de la capacité à associer ces extraits musicaux à des concepts. En résumé, les résultats suggèrent que l'accès aux informations sémantiques relatives aux mots et aux extraits musicaux n'est pas requis pour reconnaître la valence émotionnelle évoquée par les mots et les émotions de base évoquées par les extraits musicaux. Ces résultats contribuent à raffiner les modèles sur le traitement des mots et de la musique, de même qu'à une meilleure compréhension du rôle de la mémoire sémantique dans le traitement des émotions.

Abstract

The main goal of this study was to investigate the role of semantic memory in the recognition of emotional valence conveyed by words and basic emotions conveyed by music. Ten individuals presenting with the semantic variant of primary progressive aphasia and 33 healthy volunteers were recruited. In a first experiment, participants were administered three tasks assessing the lexical and semantic processing of words, and the recognition of emotional valence conveyed by these words. Results revealed that the recognition of emotional valence is dependent on the lexical, but not on the semantic processing of words. In a second experiment, participants completed three tasks assessing the recognition of musical excerpts, the ability to associate these musical excerpts with semantic concepts, and the recognition of basic emotions conveyed by these musical excerpts. Results showed that the recognition of basic emotions depends on the recognition of musical excerpts, but not on the ability to associate musical excerpts with semantic concepts. Taken together, these results suggest that the activation of semantic information related to words and musical excerpts is not required for the recognition of emotional valence conveyed by words and basic emotions conveyed by musical excerpts. Such findings have important implications for theoretical models of words and music processing, and contributes to a better understanding of the role of semantic memory in emotion processing.

Introduction

Semantic memory refers to all acquired declarative knowledge about the world, such as facts and concepts (Tulving, 1972). Most of everyday cognitive activities rely on this extensive store of knowledge, including verbal and non-verbal communication, the recognition and use of objects, and reasoning (Binder & Desai, 2011). There is also mounting evidence supporting the contribution of semantic memory in emotion processing (e.g., Barrett, 2011; Lindquist, 2013; Nook, Lindquist, & Zaki, 2015; Olson, Plotzker, & Ezzyat, 2007). However, still little is known about the role of semantic knowledge in emotion recognition.

Research conducted with individuals presenting with the semantic variant of primary progressive aphasia (svPPA) have contributed to shape our understanding of the role of semantic memory in emotion recognition. This neurodegenerative disorder is characterized by a gradual and selective loss of semantic memory as a result of circumscribed degeneration of the anterior temporal lobes (ATL; Gorno-Tempini et al., 2011). In this respect, a few studies documented deficits in the recognition of basic emotions conveyed by facial expressions or music in these individuals (e.g., Hsieh, Hornberger, Piguet, & Hodges, 2012; Lindquist, Gendron, Barrett, & Dickerson, 2014; Miller et al., 2012; Omar, Hailstone, Warren, Crutch, & Warren, 2010; Rosen et al., 2002, 2004). However, the neural and cognitive mechanisms underlying such deficits remain unclear. In a study conducted on nine individuals with svPPA, Rosen et al. (2002) showed that deficits in the recognition of facial expressions were correlated with atrophy of the amygdala and orbitofrontal cortex, which are involved in emotion processing, but not that of the ATL. Moreover, Miller et al. (2012) showed that deficits in the recognition of facial expressions in svPPA were related to both semantic memory deficits and a primary disturbance in emotion processing. Finally, Lindquist et al. (2014) addressed the ability of three subjects with svPPA to sort pictures of facial expressions into “meaningful” emotion categories. Findings revealed that participants tended to sort pictures into valence categories, indicating that they were no longer able to make meaning of emotional expressions as instances of basic emotions, a deficit related to their semantic memory loss. Taken together, findings from studies conducted in individuals with svPPA suggested that semantic memory is involved in emotion recognition, but the extent of its contribution

remains elusive. Therefore, research is still needed to clarify the role of semantic knowledge in emotion recognition. To do so, one should examine the formal association between the semantic processing of a stimulus, on one hand, and the ability to recognize the emotion conveyed by such stimulus, on the other hand.

Written words and musical excerpts represent suitable means to address this issue, since both stimuli can convey emotions and semantic information. With regard to words, theoretical models suggest that visual word processing draws on stages of perceptual (i.e., visual perception of line forms), lexical (i.e., orthographic representations), and semantic (i.e., meaning of concepts) processing (e.g., Coltheart, Rastle, Perry, Langdon, & Ziegler, 2001). Nonetheless, such models do not include the processing of emotional information conveyed by written words. Some studies using event-related potentials (ERP) have addressed the influence of emotional valence of written words on brain potentials (for reviews, see Citron, 2012 and Palazova, 2014). However, these studies yielded inconsistent findings regarding the functional locus of emotion effects in the stream of word recognition. Therefore, whether emotional valence should be seen as a lexical or as a semantic factor remains a contested issue (Palazova, 2014). Besides, no study has assessed the recognition of emotional valence conveyed by words in individuals with selective semantic memory loss. As such, research on this topic is still needed.

With respect to music, Peretz and Coltheart (2003) have proposed a theoretical model in which musical information is processed through the activation of several cognitive modules. Within this framework, input modules, whose functions are to process specific features of music (e.g., mode, tempo), send their outputs to 1) an emotion expression analysis module, which underlies emotion recognition, and 2) a musical lexicon encompassing all the melodies to which one has been exposed over lifetime, which underlies music recognition. In parallel, the emotion analysis module sends its outputs to the musical lexicon and hence, contributes to the recognition of familiar melodies. Following recognition, information associated with familiar tunes (e.g., name of song, composer, or related memories) is retrieved in associative memory. Thus, Peretz and Coltheart assume that emotion recognition relies on processing of perceptual features and therefore, does not depend on the retrieval of acquired knowledge related to music. However, studies conducted in individuals with svPPA revealed a disturbance in the

recognition of basic emotions conveyed by music (Hsieh et al., 2012; Omar et al., 2010). A few studies also suggested that these people showed deficits in the recognition of familiar melodies (Hsieh, Hornberger, Piguet, & Hodges, 2011; Omar et al., 2010), although some studies provided contradictory findings (Hailstone, Omar, & Warren, 2009; Weinstein et al., 2011). As yet, no study has investigated the association between the recognition of basic emotions conveyed by musical excerpts and semantic knowledge related to musical excerpts in these people. Thus, more work is needed to understand the role of semantic memory in the recognition of basic emotions conveyed by music.

In the present study, we investigated the formal association between the recognition of emotional valence conveyed by words and basic emotions conveyed by musical excerpts, on the one hand, and semantic knowledge related to words and musical excerpts, on the other hand. In a first experiment, we assessed the ability of individuals with svPPA to: 1) recognize words, 2) associate words with semantic concepts, and 3) recognize emotional valence conveyed by words. In a second experiment, we assessed the ability of these individuals to: 1) recognize musical excerpts, 2) associate musical excerpts with semantic concepts, and 3) recognize basic emotions conveyed by musical excerpts.

Methods

Participants

Ten individuals with svPPA (8 men and 2 women), with a mean age of 65.2 years ($SD = 7.9$) and a mean education level of 17.0 years ($SD = 4.9$) participated in this study. They were recruited from the *Clinique interdisciplinaire de mémoire du Centre hospitalier universitaire de Québec* ($n = 8$), and the *Centre de recherche de l'Institut universitaire de gériatrie de Montréal* (CRIUGM; $n = 2$). Participants with svPPA were diagnosed using Gorno-Tempini et al.'s (2011) criteria and underwent structural brain imaging in order to confirm probable clinical diagnosis. They all showed atrophy of the ATL, as indicated by visual inspection of brain images (predominant left ATL atrophy, $n = 6$; bilateral ATL atrophy, $n = 4$). Also, 33 control participants (27 men and 6 women), with a mean age of 66.5 years ($SD = 7.8$) and a mean education level of 16.2 years ($SD = 3.1$), were recruited at the *Centre de recherche de l'Institut universitaire en santé mentale de Québec* (CRIUSMQ). Control participants scored above the standard cut-off ($\geq 26/30$) on the

Montreal Cognitive Assessment (MoCA; Nasreddine et al., 2005), suggesting no cognitive impairment.

Control and svPPA participants who reported a history of cerebrovascular disease, current diagnosis of major depression, a history of psychiatric disorder according to DSM-IV-TR criteria (American Psychiatric Association, 2000), a neurological condition (except svPPA), traumatic brain injury, untreated medical or metabolic condition (e.g., diabetes, hypothyroidism), uncorrected hearing and vision problems, or medication with central nervous system side effects, were excluded from the study. All participants provided written informed consent. Participants also received financial compensation to defray travel and parking expenses (20 CAD). The research protocol was approved by the local Research Ethics Boards.

Neuropsychological Assessment

All individuals with svPPA were administered a standard neuropsychological battery including tests of general cognitive functioning (MoCA; Mini Mental State Examination, Folstein, Folstein, & McHugh, 1975), visuoconstructional abilities and executive functions (Copy of the Rey-Osterrieth Complex Figure – ROCF, Rey, 1941; Trail Making Test A and B – TMT-A; TMT-B, Reitan & Wolfson, 1985), visual episodic memory (3- and 20-min recall of the ROCF), working memory (Digit Span subtest from the Wechsler Adult Intelligence Scale, 4th edition – WAIS-IV, Wechsler, 2008), language and semantic memory (Boston Naming test; Kaplan, Goodglass, & Weintraub, 1983; Letter and Category Fluency subtests from the *Protocole Montréal d'Évaluation de la Communication*, Joannette, Ska, & Côté, 2004; Test de Dénomination de Québec, TDQ-60, Macoir, Beaudoin, & Bluteau, 2008; Pyramids and Palm Trees test, Howard & Patterson, 1992; Kissing and Dancing test – KDT, Bak & Hodges, 2003; Object decision subtest from the Birmingham Object Recognition Battery – BORB, Riddoch & Humphreys, 1993), and visuospatial and perceptual abilities (Size-match subtest from the BORB). Participants' performances on neuropsychological tests were compared to normative data when available or to a subgroup of control participants' performance ($n = 11$).

Experiment 1. Role of semantic memory in the recognition of emotional valence conveyed by words

In the first experiment, we addressed the role of semantic memory in the recognition of emotional valence conveyed by words. More specifically, we measured the formal association between the recognition of words and the recognition of their emotional valence, on one hand, and the formal association between the semantic processing of words and the recognition of their emotional valence, on the other hand.

Materials

Forty French words were chosen from a set of 866 words normalized for concreteness, subjective frequency, and emotional valence (Bonin et al., 2003). Words were selected according to the five-point rating scale 1 (from 1 "very unpleasant" to 5 "very pleasant") described in Bonin et al. to represent positive (e.g., *dolphin* and *family*) and negative (e.g., *coffin* and *stretcher*) emotional valence. Words were selected as positive if their mean valence rating was above 4 ($M = 4.34$, $SD = 0.23$), and negative words were selected if their mean valence rating was below 2 ($M = 1.49$, $SD = 0.25$). Twenty words were chosen to represent each valence category. Valence ratings were significantly different between positive and negative words, $t(38) = 37.79$, $p < .001$. Concreteness ratings were equivalent for positive ($M = 4.32$, $SD = 0.63$) and negative ($M = 4.56$, $SD = 0.52$) words, $t(38) = 1.32$, $p = .195$. Moreover, subjective frequency ratings did not differ between positive ($M = 2.94$, $SD = 0.86$) and negative ($M = 2.55$, $SD = 0.68$) words, $t(38) = 1.57$, $p = .126$. Finally, forty pseudowords were created by transposing or substituting at least two phonemes of each target word.

Procedure

All participants were administered three successive computerized experimental tasks designed to assess: 1) the recognition of words, 2) the semantic processing of words, and 3) the recognition of emotional valence conveyed by words. The number of errors was recorded for each experimental task. While feedback on response accuracy was provided for practice items, no feedback was provided during experimental tasks. One should note

that a few participants did not complete all experimental tasks (e.g., a few participants with svPPA found some tasks too difficult and refused to complete them).

Recognition of words. The ability to recognize words was assessed with a classical lexical decision task requiring the activation of word representations in the orthographic lexicon. Each of the 40 words and 40 pseudowords was presented one at a time in a random order using E-Prime 2.0 software (Psychology Software Tools, Pittsburgh, PA). Items were centered on the screen. For each item, participants were asked to indicate whether the stimulus was a real word (by pressing the letter F on the keyboard) or not (by pressing the letter J). Three items (one word and two pseudowords) that were not shown in the main series were used to provide an initial practice trial.

Semantic processing of words. The semantic processing of words was assessed with a written word-to-written word matching task. Each of the 40 words was presented one at a time in a random order using E-Prime 2.0 software. All words were centered at the top of the screen, and were presented with two additional words (a target and a distracter), presented underneath (one on the right-side, one on the left-side of the screen). Each of the 40 words was presented twice: once with words sharing similar semantic properties (e.g., *cookie* presented with *pudding* and *meat*), and once with words corresponding to associated semantic concepts (e.g., *cookie* presented with *chocolate* and *carrot*). Target items consisted of words that were more strongly related to the top word according to meaning (e.g., *cookie* being more strongly related to *chocolate* than to *carrot*). For each triplet, participants were asked to decide which of the words (target vs. distracter) could best be matched to the top word according to meaning (by pressing the letter F on the keyboard for the word presented on left, and the letter J for the word presented on right). Three items that were not shown in the main series were used to provide an initial practice trial.

Recognition of emotional valence from words. The aim of this task was to assess the recognition of emotional valence conveyed by written words. Each of the 40 words was presented one at a time in a pseudo-random order (i.e., the same label or the same valence

could not be presented more than twice in a row) using E-Prime 2.0 software. Each word was presented twice with a valence label (positive or negative) written below on the screen: once with the correct answer (e.g., positive), once with the wrong answer (e.g., negative). For each item, participants had to indicate if they agreed (by pressing the letter F on the keyboard) or disagreed (by pressing the letter J) with the proposed label. Three items that were not shown in the main series were used to provide an initial practice trial.

Statistical Analyses

Independent-samples t-tests were conducted to compare the number of errors between individuals with svPPA and control participants on the tasks assessing the recognition and the semantic processing of words. Moreover, a factorial analysis of variance (ANOVA) was conducted with group (svPPA, controls) as a between-subject factor and valence category (positive, negative) as an intra-subject factor. The dependent variable was the number of errors. All statistical analyses were performed using SPSS v.24.0 software for Macintosh and the alpha level was set at $p < .05$.

To investigate the formal association between the recognition of words and the recognition of emotional valence conveyed by words, performances were carefully examined for each subject with svPPA. First, for each individual, the recognized and unrecognized words were separated. For instance, if one identified the item *cookie* as a real word, this was considered as a recognized word. In contrast, if one failed to identify the item *bus* as a real word, this was considered as an unrecognized word. Then, the ability to identify emotional valence conveyed by the recognized and unrecognized words was examined for each subject. Performances were compared in terms of percentages of errors (Figure 2A). A similar procedure was used to investigate the association between the semantic processing of words and the recognition of emotional valence conveyed by words (Figure 2B). Besides, a third procedure was used to investigate the association between the semantic processing of words and the recognition of emotional valence conveyed by words, using initially recognized words only (Figure 2C). In all cases, the mean percentages of errors were statistically compared using t tests for dependent samples. One should note that the procedures and analyses depicted in Figure 2 were carried out in participants with svPPA only, since control participants did not show difficulties with the recognition of

words (mean number of errors = 2.58) or with the association of words with semantic concepts (mean number of errors = 5.16).

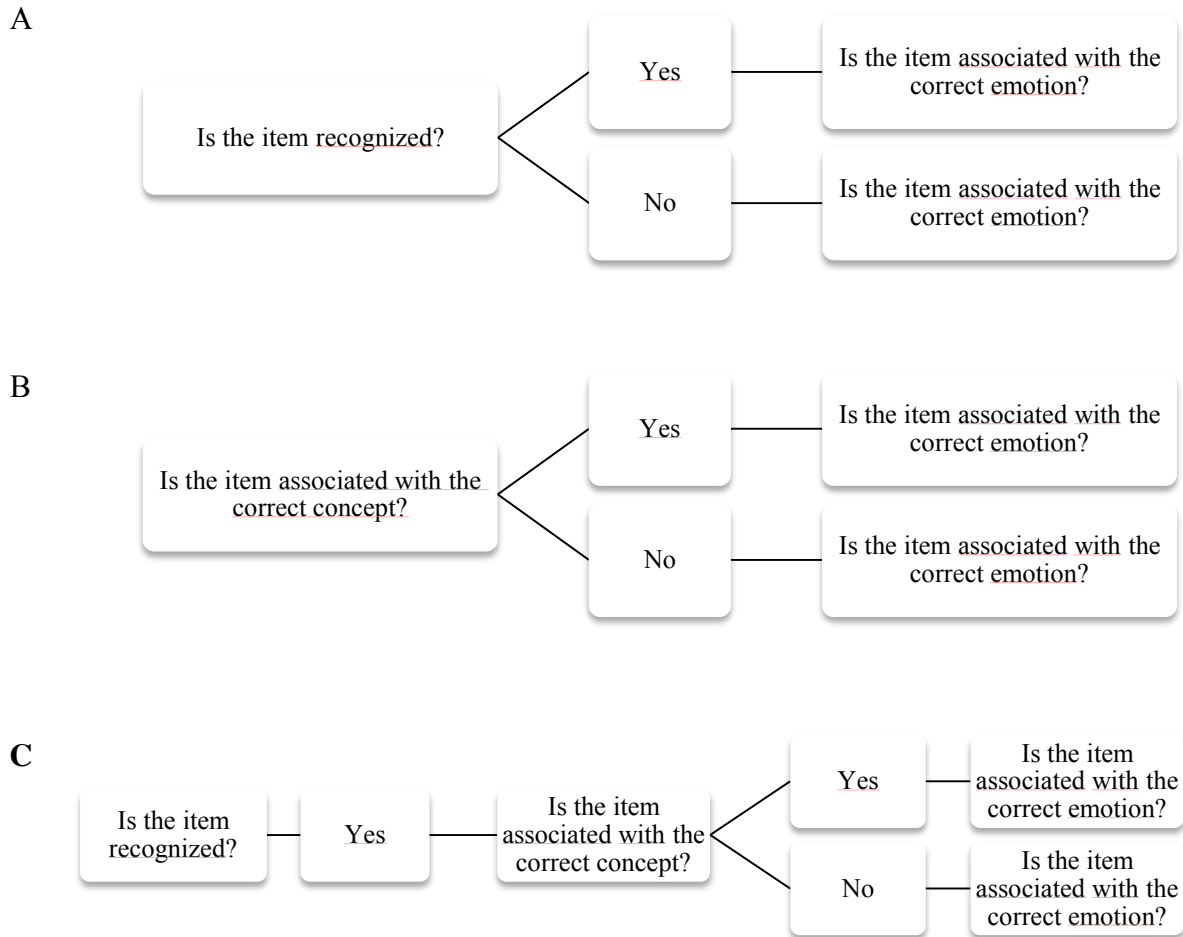


Figure 2. A. Procedure used to address the association between the recognition of items and the recognition of their emotional content. B. Procedure used to address the association between semantic knowledge about items and the recognition of the emotional content of the items. C. Procedure used to address the association between semantic knowledge about items and the identification of the emotional content of the items, using initially recognized items only.

Results

Participants' characteristics. Sociodemographic data of individuals with svPPA and performance of both svPPA and control groups on neuropsychological tests are reported in Table 4. There were no significant group differences on sociodemographic variables. As shown in Table 4, significant group differences were observed on the general cognitive screening test. Significant group differences were also found on tests assessing language

and semantic memory, executive functions, and visual episodic memory. Individuals with svPPA performed worse than control participants on all these measures.

In individuals with svPPA, analyses of variance ANOVA revealed no significant differences on neuropsychological tests between individuals presenting with predominant left ($n = 6$) and those presenting with bilateral ATL atrophy ($n = 4$), except on the formal fluency test, in which individuals with predominant left ATL atrophy ($M = 7.7$, $SD = 2.5$) performed worse than those with bilateral ATL atrophy ($M = 12.0$, $SD = 2.4$; $F = 7.31$, $p = .027$). Performance on neuropsychological tests were not significantly correlated with disease duration, except for the TMT-B, $r = -.67$, $p = .048$, in which longer disease duration was associated with poorer performance.

Experimental tasks. On the task assessing the recognition of words, individuals with svPPA made significantly more errors ($M = 26.50$, $SD = 14.18$) than control participants ($M = 2.58$, $SD = 2.90$), $t(9) = 5.30$, $p < .001$. The Levene's test indicated unequal variances ($F = 52.05$, $p < .001$), so degrees of freedom were adjusted from 39 to 9. On the task assessing the semantic processing of words, individuals with svPPA made significantly more errors ($M = 41.56$, $SD = 10.54$) than control participants ($M = 5.33$, $SD = 3.42$), $t(8) = 10.16$, $p < .001$. Again, the Levene's test indicated unequal variances ($F = 18.37$, $p < .001$) and accordingly, degrees of freedom were adjusted from 40 to 8.

On the task assessing the recognition of emotional valence conveyed by words, the analysis revealed main effects of Group, $F(1, 76) = 13.56$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .151$, and Valence, $F(1, 76) = 19.56$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .205$. These effects indicated that individuals with svPPA made more errors ($M = 28.25$, $SD = 6.23$) than control participants ($M = 17.06$, $SD = 8.94$) and that overall more errors were made for negative ($M = 12.03$, $ET = 6.38$) than for positive ($M = 7.28$, $ET = 5.54$) words. These main effects were further qualified by a significant interaction between Group and Valence, $F(1, 76) = 4.67$, $p = .034$, $\eta_p^2 = .06$. Analyses of simple main effects indicated that individuals with svPPA made significantly more errors than control participants for negative ($p < .001$, $\eta_p^2 = .18$), but not positive ($p = .285$, $\eta_p^2 = .02$), emotional valence (Table 5).

Table 4. Demographics and neuropsychological data

	svPPA (n = 10)											Controls (n = 11)		F	p
	MF	MC	NH	JM	MH	VR	MHS	LT	JC	JR	M(SD)	M(SD)			
<i>Sociodemographic variables</i>															
Sex	F	M	M	M	M	M	M	F	M	M	-	-	.02	.900	
Age (years)	72	54	79	58	61	73	61	68	67	59	65.2 (7.9)	66.6 (7.8)	.23	.637	
Education (years)	12	15	19	24	24	12	18	16	20	10	17.0 (4.9)	16.2 (3.1)	.43	.516	
ATL atrophy	L	L	B	B	B	L	L	B	L	L	-	-	-	-	
Duration (years)	7	10	9	8	5	10	8	5	-	2	7.1 (2.7)	-	-	-	
<i>General cognitive screening</i>															
MoCA (/30)	24	19*	20*	23*	21*	15*	15*	18*	19*	20*	19.4 (2.9)	26.5 (2.0)	42.66	<.001	
<i>Attention and executive functions</i>															
DS forward	6	7	5	6	6	7	5	6	6	7	6.1 (.7)	6.5 (1.1)	1.12	.303	
DS backward	6	6	4	4	5	4	4	4	2*	5	4.4 (1.2)	4.5 (1.3)	0.01	.921	
ROCF copy (/36)	32	32	29.5	26	34	29.5	29.5	36	30	31.5	32.0 (2.6)	33.2 (2.8)	1.09	.311	
TMT A	36	23	58	43	45	80*	53*	50*	52*	52*	49.2 (14.8)	36.4 (11.1)	5.10	.036	
TMT B	99	41	90	101*	97	137*	104*	96*	134*	233*	113.2 (49.5)	71.6 (18.5)	6.75	.018	
<i>Visual episodic memory</i>															
ROCF 3-min (/36)	5.5	13	12.5	16.5	2*	10	10	9	27	13	11.9 (6.7)	20.1 (6.9)	7.70	.012	
ROCF 20-min (/36)	-	-	-	15	2*	15	8	11	27	13	13.0 (6.3)	20.7 (5.6)	8.73	.008	
<i>Visuospatial abilities</i>															
BORB length (/30)	21*	25	28	29	27	28	26	25	27	26	26.2 (2.3)	27.5 (0.9)	3.32	.084	
<i>Language and semantic memory</i>															
TDQ-60 (/60)	38*	29*	37*	18*	25*	4*	16*	31*	38*	32*	26.8 (11.2)	56.6 (1.4)	77.57	<.001	
KDT (/52)	38*	42*	37*	-	44	35*	40*	37*	39*	35*	38.7 (5.9)	40.0 (3.6)	22.63	<.001	
Formal fluency	9	6*	14	14	11	9	7*	9	11	4*	9.4 (3.2)	24.7 (10.6)	19.16	<.001	
Semantic fluency	16	6*	6*	6*	4*	1*	8*	14*	3*	7*	7.1 (4.7)	24.7 (5.3)	64.82	<.001	
PPT1 (/52)	42*	37*	37*	37*	40*	7*	29*	22*	39*	35*	32.5 (10.7)	49.8 (1.6)	28.20	<.001	
BORB B (/32)	26	26	25*	-	-	-	19*	20*	30	-	24.3 (3.1)	29.8 (1.8)	25.29	<.001	

Note. ATL = Anterior Temporal Lobe; ATL atrophy: L = Left predominant, B = Bilateral. MoCA: Montreal Cognitive Assessment; DS = Digit span; ROCF: Rey-Osterrieth Complex Figure; TMT: Trail Making Test; BORB: Birmingham Object Recognition Battery; TDQ-60: Test de Dénomination de Québec, 60 items; KDT: Kissing and dancing test; PPT1: Pyramids and Palm Trees Test.

*Performance is -2.00 standard deviations below the mean or performance below the cut-off according to normative data or control group. - = Data not available

Table 5. Mean numbers of errors (SD) in individuals with svPPA and control participants on the task assessing the recognition of emotional valence conveyed by words

	svPPA (<i>n</i> = 8)	Controls (<i>n</i> = 32)		
	Mean number of errors (SD)		<i>F</i>	<i>p</i>
Positive (/40)	9.13 (5.52)	6.81 (5.53)	1.159	.285
Negative (/40)	19.13 (4.67)	10.25 (5.48)	17.068	<.001

Note. svPPA = semantic variant of primary progressive aphasia, SD = standard deviation

When comparing performance of individuals with svPPA on the task assessing the recognition of emotional valence between recognized and unrecognized words, mean percentages of errors were lower for recognized ($M = 48.01$, $SD = 9.54$) than for unrecognized ($M = 69.34$, $SD = 25.48$) words, $t(7) = 3.16$ $p = .016$. However, percentages were comparable between words that were correctly ($M = 48.81$, $SD = 10.26$) and incorrectly ($M = 56.66$, $SD = 17.67$) associated with semantic concepts, $t(7) = 1.164$, $p = .282$. Finally, when only recognized words were considered, mean percentages of errors were comparable between words that were correctly ($M = 46.01$, $SD = 10.12$) and incorrectly ($M = 48.78$, $SD = 16.07$) associated with semantic concepts, $t(7) = .373$, $p = .720$.

Discussion

This experiment was designed to investigate the role of semantic memory in the recognition of emotional valence conveyed by words. More specifically, we addressed the ability of individuals with svPPA to: 1) recognize words, 2) associate words with semantic concepts, and 3) recognize emotional valence conveyed by words. In sum, results indicated that individuals with svPPA showed impaired retrieval of lexical and semantic representations of words, which is consistent with the clinical presentation of svPPA (Rogers, Lambon Ralph, Hodges, & Patterson, 2004). Furthermore, results revealed that individuals with svPPA show deficits in the recognition of negative emotional valence conveyed by words. These results are consistent with a few studies documenting deficits in the recognition of negative facial expressions in these people (e.g., Rosen et

al., 2002, 2004). However, to the best of our knowledge, yet no study had examined the recognition of emotional valence conveyed by words in individuals with selective semantic memory loss.

Of particular interest, we investigated the formal association between the recognition of emotional valence conveyed by words, on one hand, and the lexical and semantic processing of words, on the other hand. Results evidenced that performance in the recognition of emotional valence conveyed by words in individuals with svPPA was better for recognized than for unrecognized words. In contrast, performance was comparable for words that were correctly or incorrectly associated with semantic concepts, even when analyses were performed on recognized words only. Altogether, these findings suggest that the recognition of emotional valence conveyed by words relies on the retrieval of lexical, but not semantic, representations of words. In other words, our results suggest that one has to recognize a word to be able to identify its emotional valence, while the activation of its complete meaning does not appear to be required.

Several theoretical models have been developed to account for the cognitive processes underlying visual word processing (e.g., Coltheart et al., 2001). However, in none of them was the processing of emotional valence incorporated. ERP studies revealed two components in response to the emotional valence of words: the early posterior negativity (EPN) and the late positive complex (LPC). On one hand, the EPN peaks between 200 and 300 ms after stimulus onset and has an occipito-temporal scalp distribution (Herbert, Junghofer, & Kissler, 2008; Kissler, Herbert, Peyk, & Junghofer, 2007). This stage of processing has been associated with the activation of word representations in the orthographic lexicon, suggesting that emotional valence and lexical representations can be activated in parallel (Citron, 2012; Kissler, Assadollahi, & Herbert, 2006). The EPN is believed to reflect attention orientation processes to intrinsically relevant stimuli. On the other hand, the LPC peaks between 350 and 800 ms after stimulus onset and has a centro-parietal scalp distribution. This component has been associated with the retrieval of word's meaning and semantic information. The LPC is thought to represent more controlled, explicit cognitive processing of emotional valence (Citron, 2012).

A few hypotheses have been proposed to account for the representation of emotional valence within the linguistic system. First, to account for the lexical locus of emotion

effects, it has been suggested that emotional valence was represented as a part of lexical representations (Hofmann, Kuchinke, Tamm, Vo, & Jacobs, 2009; Scott, O'Donnell, Leuthold, & Sereno, 2009). Namely, it has been proposed that a permanent connection (i.e., emotional tagging) could be established based on recurrent associations between emotional valence and word form. Thus, immediately following the presentation of word form, the emotional valence would be available, without requiring the retrieval of semantic information related to the concept. Second, according to Palazova (2014): "An alternative would be feedback processing from fast accessed semantic representations of words. Emotional valence may be the first retrieved semantic feature of a word (Palazova, Sommer, & Schacht, 2013), and therefore may exert facilitating feedback influence on the lexical level without emotion being represented as a part of lexical representations" (p. 2). In fact, Palazova et al. (2013) examined the time course of valence effects within concrete and abstract verbs in a classical lexical decision task. Word concreteness describes the extent to which a word refers to features of objects that can be experienced by the senses (e.g., vision, audition), and is a factor that is assumed to be semantic. Findings from Palazova et al. revealed that valence effects occurred earlier during the processing of concrete than abstract verbs, indicating that valence effects are a consequence of the retrieval of semantic representations. However, concreteness effects occurred after the start of main effects of emotional valence. As such, the authors suggested that although emotional valence and concreteness effects are part of words' semantic processing, emotional valence is processed prior to concreteness. In other words, Palazova et al. asserted that emotional valence would be a semantic feature, possibly the first one to be retrieved from semantic memory. Finally, to account for the semantic locus of emotion effect, some authors suggested that emotional valence was represented as a part of semantic representations (Kissler et al., 2007; Schacht & Sommer, 2009). In fact, it has been suggested that valence effects at the semantic stage of processing would reflect the retrieval of semantic representations of words. Results from the present study contribute to the debate by suggesting that the recognition of emotional valence relies on the retrieval of lexical, but not semantic, representations of words. Put differently, the activation of semantic representations of words is not a prerequisite to the recognition of emotional valence conveyed by words. As such, our findings support the assumptions that emotional

valence is part of the representations encoded at the lexical level or is rather encoded at the semantic level. In this latter case, valence would correspond to a superordinate feature of emotion that could be activated independently of other semantic information. Such a pattern of deficit would parallel what was repeatedly observed in svPPA (i.e. preservation of superordinate features vs. impairment of categorical and specific features). However, the exact level of representation remains an open debate.

One should note that individuals with svPPA showed deficits in the recognition of negative, but not positive, emotional valence conveyed by words. A possible explanation for this finding could be that the recognition of words' negative valence more strongly relies on brain areas involved in emotion processing compared to words' positive valence. In fact, in addition to atrophy within the ATL, individuals with svPPA typically show deterioration within brain areas including the amygdala, fusiform gyrus, and superior, middle and inferior temporal gyri (Chan et al., 2001; Czarnecki et al., 2008). Interestingly, Kensinger and Schacter (2006) revealed that processing of negative words was associated with greater activity in the superior temporal gyrus when compared to positive words. The superior temporal gyrus has been involved in the processing of facial expressions (Batty & Taylor, 2003; Narumoto, Okada, Sadato, Fukui, & Yonekura, 2001) and vocalizations (Mitchell, Elliott, Barry, Cruttenden, & Woodruff, 2003), in the identification of objects displaying goal-directed motion (Schultz, Imamizu, Kawato, & Frith, 2004), in processing of complex social information (Adolphs, 2003), and in response to dynamic audiovisual emotional cues (Robins, Hunyadi, & Schultz, 2009). This suggests that the superior temporal gyrus plays a central role in different aspects of social cognition, including emotion processing. However, more research is needed to understand the functional cognitive processes underlying the recognition of positive and negative words.

Experiment 2. The role of semantic knowledge in the recognition of basic emotions using musical excerpts

In the second experiment, we addressed the role of semantic knowledge in the recognition of basic emotions. In view of that, we measured the association between the recognition of musical excerpts and the recognition of basic emotions conveyed by these excerpts, on the one hand, and the association between semantic knowledge related to a

subset of musical excerpts and the recognition of basic emotions conveyed by these excerpts, on the other hand.

Materials

Eighty-one musical excerpts were selected from an original list comprising 94 extracts without lyrics, created by Macoir et al. (2016). The musical stimuli were of short duration (18 to 23 seconds) and consisted in famous melodies of French or French-Quebec folk songs, Christmas tunes, and other familiar melodies (e.g., famous movie soundtracks). They were selected following initial validation in Quebec-French individuals with no musical training ($n = 30$) (Morneau-Sévigny et al., 2013). The musical excerpts were selected if at least 70% of the participants in the validation study associated it with 1) the correct semantic concept and 2) the correct emotion category. Forty-one excerpts were representative of seven semantic concepts: children (8), funerals (8), wedding (2), birthday (2), circus (6), military (7), and Christmas (8). Forty excerpts were representative of three basic emotions: happiness (16), sadness (15), anger and fear (9). Anger and fear were grouped for the analyses given that they are often not well differentiated when conveyed by musical excerpts (e.g., Paquette, Peretz, & Belin, 2013). Among stimuli described above, 13 musical excerpts were representative of both a semantic concept (anniversary $n = 1$, circus $n = 3$, funerals $n = 7$, Christmas $n = 2$) and a basic emotion (happiness $n = 6$, sadness $n = 7$). For example, the excerpt "Happy Birthday" typically represented the emotion of happiness and was associated with the concept of anniversary.

Procedure

All participants were administered three successive computerized tasks assessing 1) the recognition of musical excerpts, 2) the ability to associate musical excerpts with concepts, and 3) the recognition of basic emotions conveyed by musical excerpts. The number of errors was recorded for each experimental task, except for the task assessing the recognition of musical excerpts, in which the number of recognized musical excerpts was recorded. While feedback on response accuracy was provided for practice items, no feedback was provided during experimental tasks. One should note that a few participants did not complete all experimental tasks, for the same reasons mentioned in the first experiment.

Recognition of musical excerpts. To assess the recognition of musical excerpts, the 81 stimuli were presented one at a time in a random order using iTunes software for Windows®. For each of them, participants were asked to indicate orally whether or not the musical excerpt was known to them. Two musical excerpts that were not played in the main series were used to provide an initial practice trial.

Association of music with concepts. The activation of semantic information associated with musical excerpts was assessed with a music-to-semantic concept matching task. Forty-one musical excerpts that could be associated with semantic concepts were presented one at a time in a predetermined sequence using iTunes software. Each item was presented with a list four concepts (a target and three distracters) written on screen (one on the top left, one on the top right, one on the bottom left, and one on the bottom right) using Microsoft PowerPoint for Windows. Based on the similarity in music style, two of the three distractors were semantically distant from the target and one was semantically close to it. For example, for an excerpt corresponding to the concept of circus, the two semantically distant distractors referred to the concepts of wedding and funeral, and the semantically close distractor corresponded to the concept of military. For each musical excerpt, participants were asked to indicate orally the written word corresponding to the musical excerpt. Two excerpts that were not played in the main series were used to provide an initial practice trial.

Recognition of basic emotions from music. The aim of this task was to assess the recognition of basic emotions conveyed by musical excerpts. Forty-one musical excerpts that could be associated with basic emotions were presented one at a time in a pseudo-random order (i.e., the same label or the same emotion could not be presented more than two times in a row) using E-Prime 2.0 software. Each item was presented twice with a basic emotion label written on the screen (happiness, sadness, anger, or fear): once with the correct answer (e.g., happiness), once with a wrong answer randomly chosen among the other possible choices (e.g., sadness or anger or fear). For each item, participants had to respond if they agreed (by pressing the letter F on the keyboard) or disagreed (by pressing

the letter J) with the proposed label. Three musical excerpts that were not played in the main experimental list were used to provide an initial practice trial.

Statistical Analyses

Statistical analyses were identical to those of the first experiment.

Results

Participants' characteristics. Participants were identical to those of the first experiment.

Experimental tasks. Analyses showed that individuals with svPPA ($M = 39.00$, $SD = 20.18$) and control participants ($M = 48.78$, $SD = 9.63$) recognized comparable numbers of musical excerpts, $t(10) = 1.48$, $p = .169$. The Levene's test indicated unequal variances ($F = 7.20$, $p = .011$), so degrees of freedom were adjusted from 40 to 10. On the task assessing the semantic processing of musical excerpts, subjects with svPPA made significantly more errors ($M = 19.62$, $SD = 5.07$) than control participants ($M = 3.68$, $SD = 3.20$), $t(8) = 8.48$, $p < .001$. Again, the Levene's test indicated unequal variances ($F = 4.038$, $p = .052$), so degrees of freedom were adjusted from 38 to 8.

On the task assessing the recognition of emotional valence conveyed by musical excerpts, the analysis yielded a main effect of Group, $F(1, 162) = 97.38$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .375$, with individuals with svPPA making more errors ($M = 20.56$, $SD = 5.08$) than control participants ($M = 8.94$, $SD = 4.02$). There was also a main effect of Emotion, $F(2, 162) = 64.71$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .444$, revealing that happiness ($M = 1.62$, $SD = 2.05$), anger and fear ($M = 2.44$, $SD = 1.45$) were generally better recognized than sadness ($M = 4.93$, $SD = 3.78$). These main effects were further qualified by a significant interaction between Group and Emotion, $F(2, 162) = 27.60$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .35$. Analyses of simple main effects indicated that individuals with svPPA made significantly more errors than control participants for happiness ($p = .001$, $\eta_p^2 = .06$), sadness ($p < .001$, $\eta_p^2 = .41$), and anger/fear ($p = .018$, $\eta_p^2 = .03$) (Table 6).

Table 6. Mean numbers of errors (SD) in individuals with svPPA and control participants on the task assessing the recognition of basic emotions conveyed by musical excerpts

	svPPA (<i>n</i> = 9)	Controls (<i>n</i> = 33)	<i>F</i>	<i>p</i>
	Mean number of errors (SD)			
Happiness (32)	3.33 (3.16)	1.15 (1.35)	10.552	.001
Sadness (30)	10.56 (3.25)	3.39 (2.08)	113.69	<.001
Anger/Fear (18)	6.56 (0.68)	4.39 (0.56)	5.725	.018

Note. svPPA = semantic variant of primary progressive aphasia, SD = standard deviation

When comparing performance of individuals with svPPA on the task assessing the recognition of basic between recognized and unrecognized musical excerpts, mean percentages of errors were lower for recognized ($M = 32.0$, $SD = 9.24$) than for unrecognized ($M = 55.4$, $SD = 18.19$) excerpts, $t(8) = 3.297$, $p = .011$. However, percentages were comparable for excerpts that were correctly associated with a semantic concept ($M = 45.25$, $SD = 22.03$) and those that were incorrectly associated with a concept ($M = 34.34$, $SD = 18.89$), $t(8) = 1.088$, $p = .308$. Finally, when only recognized musical excerpts were considered, mean percentages of errors were comparable between musical excerpts that were correctly ($M = 33.96$, $SD = 24.85$) and incorrectly ($M = 30.94$, $SD = 19.62$) associated with semantic concepts, $t(7) = .250$, $p = .810$.

Discussion

This experiment aimed to address the role of semantic memory in the recognition of basic emotions using musical excerpts. More specifically, we assessed the ability of individuals with svPPA to: 1) recognize musical excerpts, 2) associate musical excerpts with semantic concepts, and 3) recognize basic emotions conveyed by musical excerpts. Findings revealed that subjects with svPPA show preserved ability to recognize musical stimuli. This is consistent with a few previous studies, which demonstrated that individuals with svPPA show preserved recognition of familiar songs (Hailstone et al., 2009; Omar et al., 2010; Weinstein et al., 2011). Findings also revealed that individuals with svPPA show impaired ability to associate musical excerpts with semantic concepts. This is consistent

with the gradual loss of semantic memory in svPPA (Rogers et al., 2004). To the best of our knowledge, this study is the first to address the ability to associate musical excerpts with semantic concepts in individuals with svPPA. Finally, results from the present study revealed that individuals with svPPA show difficulties in the recognition of all basic emotions conveyed by musical excerpts. This is consistent with previous works, which documented deficits in the recognition of all basic emotions conveyed by musical excerpts in individuals with svPPA (Hsieh et al., 2012; Omar et al., 2010).

In particular, we investigated the formal association between the recognition of basic emotions and the ability to recognize musical excerpts. We also addressed the formal association between the recognition of basic emotions and the ability to associate musical excerpts with semantic concepts. Results evidenced that performance of individuals with svPPA in the recognition of basic emotions conveyed by musical stimuli was better for recognized than for unrecognized musical excerpts. In contrast, performance was comparable for excerpts that were correctly or incorrectly associated with semantic concepts. Taken together, these findings suggest that the recognition of basic emotions conveyed by musical excerpts relies on the recognition of melodies, but not on the retrieval of semantic information associated with these melodies. In other words, our results suggest that one has to recognize a musical excerpt to be able to recognize the basic emotion conveyed by that musical excerpt. However, the activation of related semantic information does not seem to be required to recognize a basic emotion in a melody.

According to the functional architecture of music processing proposed by Peretz and Coltheart (2003), input modules for pitch and temporal analysis send their outputs to 1) an emotion expression analysis module, and 2) a musical lexicon. These two modules underlie emotion recognition and the recognition of familiar tunes, respectively. In parallel, but independently, the emotion expression analysis module sends its outputs to the musical lexicon and hence, supports the recognition of familiar melodies. Then, information associated with familiar melodies is retrieved in associative memory. Results from the present study are not in line with this theoretical model. In fact, Peretz and Coltheart assume that a unidirectional connection links the emotion expression analysis module to the musical lexicon. However, results from the present study suggest that the musical lexicon sends its outputs to the emotion expression analysis module and therefore,

contributes to the recognition of emotions conveyed by music. Therefore, the present study proposes a bidirectional connection between the emotion expression analysis module and the musical lexicon. This would be consistent with a previous neuroimaging study in which brain areas involved in emotion processing were more activated for familiar than for unfamiliar musical excerpts, suggesting that the recognition of musical excerpts is of crucial importance in emotion processing (Pereira et al., 2011).

However, it is important to emphasize that in the present study, only 13 stimuli were used to measure the association between the recognition of basic emotions conveyed musical excerpts and semantic knowledge associated to those excerpts. Indeed, very few melodies or songs can convey both semantic knowledge and emotions. Thus, this could have resulted in a decrease in statistical power. As such, further studies are needed to replicate the present findings.

Conclusion

The main goal of this study was to investigate the role of semantic memory in emotion recognition. Findings suggested that the retrieval of specific semantic information related to words does not play a significant role in the recognition of emotional valence conveyed by words. Similarly, findings evidenced that the retrieval of semantic information associated with musical excerpts does not play a central role in the recognition of basic emotions conveyed by musical excerpts. However, findings revealed that the recognition of words and musical excerpts are essential to the recognition of emotional valence conveyed by words and basic emotions conveyed by musical excerpts. As such, it appears that emotion recognition relies on semantic memory. However, the activation of acquired semantic information related to emotional stimuli is not required for the recognition of emotions conveyed by such stimuli.

To the best of our knowledge, this study is the first one to address the formal association between emotion recognition, on the one hand, and knowledge related to the emotional stimuli, on the other hand. The innovative methodology used in this study contributes to clarifying existing theoretical models on emotion processing. More specifically, findings from the present study have important implications for theoretical models on words and music processing, and allows for a better understanding of the role of

semantic memory in the recognition of emotional valence conveyed by words and basic emotions conveyed by musical excerpts.

Conflicts of interest

None declared.

Acknowledgments

The authors thank Nathalie Bier, Ph.D., from the *Centre de recherche de l'Institut universitaire de gériatrie de Montréal (CR-IUGM)*, who helped our team recruiting individuals with svPPA. Moreover, C.H. was supported by salary awards from the *Fonds de recherche du Québec – Santé* (22420 and 26809). M-P.T. was also supported by a scholarship from the *Centre thématique de recherche en neurosciences (CTRN)*. Moreover, we would like to thank Noémie Ouellet and Ariane Tosti, from the *Centre de recherche de l'Institut universitaire en santé mentale de Québec* for their contribution in the neuropsychological assessment of individuals with svPPA. Finally, we thank Gabrielle Couturier for her significant contribution in the administration of experimental tasks in control participants.

References

- Adolphs, R. (2003). Cognitive neuroscience of human social behaviour. *Nature Reviews Neuroscience*, 4(3), 165-178.
- American Psychiatric Association. (2000). DSM-IV-TR: *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (4^e éd., text rév.). Washington, DC: Author.
- Bak, T. H., & Hodges, J. R. (2003). Kissing and dancing—a test to distinguish the lexical and conceptual contributions to noun/verb and action/object dissociation. Preliminary results in patients with frontotemporal dementia. *Journal of Neurolinguistics*, 16, 169-181.
- Barrett, L. F. (2011). Constructing emotion. *Psihologijske Teme*, 20(3), 359-380.
- Batty, M., & Taylor, M. J. (2003). Early processing of the six basic facial emotional expressions. *Cognitive Brain Research*, 17(3), 613-620.
- Binder, J. R., & Desai, R. H. (2011). The neurobiology of semantic memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 15(11), 527-536.
- Bonin, P., Méot, A., Aubert, L. F., Malardier, N., Niedenthal, P. M., & Capelle-Toczek, M. C. (2003). Normes de concrétude, de valeur d'imagerie, de fréquence subjective et de valence émotionnelle pour 866 mots. *L'année psychologique*, 103(4), 655-694.
- Chan, D., Fox, N. C., Scahill, R. I., Crum, W. R., Whitwell, J. L., Leschziner, G., ... Rossor, M. N. (2001). Patterns of temporal lobe atrophy in semantic dementia and Alzheimer's disease. *Annals of Neurology*, 49(4), 433-442.
- Citron, F. M. (2012). Neural correlates of written emotion word processing: A review of recent electrophysiological and hemodynamic neuroimaging studies. *Brain and Language*, 122(3), 211-226.
- Coltheart, M., Rastle, K., Perry, C., Langdon, R., & Ziegler, J. (2001). DRC: A dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud. *Psychological Review*, 108(1), 204-256.
- Czarnecki, K., Duffy, J. R., Nehl, C. R., Cross, S. A., Molano, J. R., Jack, C. R., ... Boeve, B. F. (2008). Very early semantic dementia with progressive temporal lobe atrophy: An 8-year longitudinal study. *Archives of Neurology*, 65(12), 1659-1663.
- Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). "Mini-mental state": A practical method for grading the cognitive state of individuals for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12(3), 189-198.

- Gorno-Tempini, M. L., Hillis, A. E., Weintraub, S., Kertesz, A., Mendez, M., Cappa, S. F., ... Grossman, M. (2011). Classification of primary progressive aphasia and its variants. *Neurology*, *76*(11), 1006-1014.
- Hailstone, J. C., Omar, R., & Warren, J. D. (2009). Relatively preserved knowledge of music in semantic dementia. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, *80*(7), 808-809.
- Herbert, C., Junghofer, M., & Kissler, J. (2008). Event related potentials to emotional adjectives during reading. *Psychophysiology*, *45*(3), 487-498.
- Hofmann, M. J., Kuchinke, L., Tamm, S., Vo, M. L.-H., & Jacobs, A. M. (2009). Affective processing within 1/10th of a second: High arousal is necessary for early facilitative processing of negative but not positive words. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *9*(4), 389-397.
- Howard, D., & Patterson, K. (1992). *Pyramids and Palm Trees: A test of semantic access from pictures and words*. Bury St Edmunds, UK: Thames Valley Test Company.
- Hsieh, S., Hornberger, M., Piguet, O., & Hodges, J. R. (2011). Neural basis of music knowledge: Evidence from the dementias. *Brain*, *134*(9), 2523-2534.
- Hsieh, S., Hornberger, M., Piguet, O., & Hodges, J. R. (2012). Brain correlates of musical and facial emotion recognition: Evidence from the dementias. *Neuropsychologia*, *50*(8), 1814-1822.
- Joanette, Y., Ska, B., & Côté, H. (2004). *Protocole Montréal d'Évaluation de la Communication*. Isbergues, France : Ortho Édition.
- Kaplan, E. F., Goodglass, H., & Weintraub, S. (1983). *The Boston Naming test* (2nd ed.). Philadelphia: Lea & Febiger.
- Kensinger, E. A., & Schacter, D. L. (2006). Processing emotional pictures and words: Effects of valence and arousal. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *6*(2), 110-126.
- Kissler, J., Assadollahi, R., & Herbert, C. (2006). Emotional and semantic networks in visual word processing: insights from ERP studies. *Progress in Brain Research*, *156*, 147-183.
- Kissler J., Herbert C., Peyk P., & Junghofer M. (2007). Buzzwords: Early cortical responses to emotional words during reading. *Psychological Science*, *18*(6), 475-480.
- Lindquist, K. A. (2013). Emotions emerge from more basic psychological ingredients: A modern psychological constructionist model. *Emotion Review*, *5*(4), 356-368.

- Lindquist, K. A., Gendron, M., Barrett, L. F., & Dickerson, B. C. (2014). Emotion perception, but not affect perception, is impaired with semantic memory loss. *Emotion, 14*(2), 375-387.
- Macoir, J., Bérubé-Lalancette, S., Wilson, M., Laforce, R. Jr., Hudon, C., Gravel, P., ... Monetta, L. (2016). When the Wedding March becomes sad: Semantic memory impairment for music in the semantic variant of primary progressive aphasia. *Neurocase, 22*(6), 486-495.
- Macoir, J., Beaudoin, C., & Bluteau, J. (2008). *Le test de dénomination d'images de Québec : TDQ-60*. Québec : Université Laval.
- Miller, L. A., Hsieh, S., Lah, S., Savage, S., Hodges, J. R., & Piguet, O. (2012). One size does not fit all: Face emotion processing impairments in semantic dementia, behavioural-variant frontotemporal dementia and Alzheimer's disease are mediated by distinct cognitive deficits. *Behavioural Neurology, 25*(1), 53-60.
- Mitchell, R. L., Elliott, R., Barry, M., Cruttenden, A., & Woodruff, P. W. (2003). The neural response to emotional prosody, as revealed by functional magnetic resonance imaging. *Neuropsychologia, 41*(10), 1410-1421.
- Morneau-Sévigny, F., Pouliot, J., Presseau, S., Ratté., M.-H., Tremblay, M.-P., Bérubé-Lalancette, S., ... Hudon, C. (2013, Mars). Reconnaissance d'émotions et de concepts dans des stimuli prosodiques ou musicaux : validation chez les 50-80 ans. Affiche présentée au congrès annuel de la Société Québécoise pour la Recherche en Psychologie, Saguenay. Résumé repéré à <http://www.sqrp.ca/print.php?p=101&id=1232>.
- Narumoto, J., Okada, T., Sadato, N., Fukui, K., & Yonekura, Y. (2001). Attention to emotion modulates fMRI activity in human right superior temporal sulcus. *Cognitive Brain Research, 12*(2), 225-231.
- Nasreddine, Z. S., Phillips, N. A., Bédirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I., ... Chertkow, H. (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: A brief screening tool for mild cognitive impairment. *Journal of the American Geriatrics Society, 53*(4), 695-699.
- Nook, E. C., Lindquist, K. A., & Zaki, J. (2015). A new look at emotion perception: Concepts speed and shape facial emotion recognition. *Emotion, 15*(5), 569-578.
- Olson, I. R., Plotzker, A., & Ezzyat, Y. (2007). The enigmatic temporal pole: A review of findings on social and emotional processing. *Brain, 130*(7), 1718-1731.
- Omar, R., Hailstone, J. C., Warren, J. E., Crutch, S. J., & Warren, J. D. (2010). The cognitive organization of music knowledge: A clinical analysis. *Brain, 133*(4), 1200-1213.

- Palazova, M. (2014). Where are emotions in words? Functional localization of valence effects in visual word recognition. *Frontiers in Psychology*, 5. doi: 10.3389/fpsyg.2014.01105
- Palazova, M., Sommer, W., & Schacht, A. (2013). Interplay of emotional valence and concreteness in word processing: An event-related potential study with verbs. *Brain and Language*, 125(3), 264-271.
- Paquette, S., Peretz, I., & Belin, P. (2013). The “Musical Emotional Bursts”: A validated set of musical affect bursts to investigate auditory affective processing. *Frontiers in Psychology*, 4(509), 1-7. doi: 10.3389/fpsyg.2013.00509
- Pereira, C. S., Teixeira, J., Figueiredo, P., Xavier, J., Castro, S. L., & Brattico, E. (2011). Music and emotions in the brain: Familiarity matters. *PloS one*, 6, e27241.
- Peretz, I., & Coltheart, M. (2003). Modularity of music processing. *Nature Neuroscience*, 6(7), 688-691.
- Reitan, R. M., & Wolfson, D. (1985). *The Halstead–Reitan Neuropsychological Test Battery: Therapy and clinical interpretation*. Tucson, AZ: Neuropsychological Press.
- Rey, A. (1941). L'examen psychologique dans les cas d'encéphalopathie traumatique. *Archives de psychologie*, 28, 215-285.
- Riddoch, M. J., & Humphreys, G. W. (1993). *Birmingham Object Recognition Battery*. Hove, England: Erlbaum.
- Robins, D. L., Hunyadi, E., & Schultz, R. T. (2009). Superior temporal activation in response to dynamic audiovisual emotional cues. *Brain and Cognition*, 69(2), 269-278.
- Rogers, T. T., Lambon Ralph, M. A., Hodges, J. R., & Patterson, K. (2004). Natural selection: The impact of semantic impairment on lexical and object decision. *Cognitive Neuropsychology*, 21(2-4), 331-352.
- Rosen, H. J., Pace-Savitsky, K., Perry, R. J., Kramer, J. H., Miller, B. L., & Levenson, R. W. (2004). Recognition of emotion in the frontal and temporal variants of frontotemporal dementia. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 17(4), 277-281.
- Rosen, H. J., Perry, R. J., Murphy, J., Kramer, J. H., Mychack, P., Schuff, N., ... Miller, B. L. (2002). Emotion comprehension in the temporal variant of frontotemporal dementia. *Brain*, 125(10), 2286-2295.
- Schacht, A., & Sommer, W. (2009). Emotions in word and face processing: Early and late cortical responses. *Brain and cognition*, 69(3), 538-550.

- Schultz, J., Imamizu, H., Kawato, M., & Frith, C. D. (2004). Activation of the human superior temporal gyrus during observation of goal attribution by intentional objects. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *16*(10), 1695-1705.
- Scott, G. G., O'Donnell, P. J., Leuthold, H., & Sereno, S. C. (2009). Early emotion word processing: Evidence from event-related potentials. *Biological Psychology*, *80*(1), 95-104.
- Tulving, E. (1972). Episodic and semantic memory. In E. Tulving & W. Donaldson (Eds), *Organization of memory* (pp. 381-403). New York: Academic Press.
- Wechsler, D. (2008). *Wechsler Adult Intelligence Scale—Fourth Edition (WAIS–IV)*. San Antonio, TX: NCS Pearson.
- Weinstein, J., Koenig, P., Gunawardena, D., McMillan, C., Bonner, M., & Grossman, M. (2011). Preserved musical semantic memory in semantic dementia. *Archives of Neurology*, *68*(2), 248-250.

Chapitre 4.

Discussion générale et conclusion

La mémoire sémantique comprend l'ensemble de nos connaissances générales sur le monde et est impliquée dans plusieurs activités cognitives, incluant la compréhension et la production du langage, la reconnaissance et l'utilisation des objets et la récupération des souvenirs (Binder & Desai, 2011). Des travaux suggèrent qu'elle soit aussi sollicitée dans le traitement des émotions (p.ex., Lindquist, 2013; Nook et al., 2015; Olson et al., 2007). Le rôle de la mémoire sémantique dans la reconnaissance de la valence émotionnelle et des émotions de base véhiculées par différents stimuli demeure cependant controversé. Ainsi, la présente thèse avait pour objectif de clarifier ce débat. Pour ce faire, la reconnaissance des émotions a été examinée auprès de 10 personnes atteintes de la vsAPP, une maladie neurodégénérative qui se distingue par une détérioration progressive et relativement isolée des connaissances sémantiques. En effet, la vsAPP est un modèle idéal pour étudier le rôle de la mémoire sémantique dans la reconnaissance des émotions puisque les personnes qui en sont atteintes présentent une altération de la mémoire sémantique tandis que les autres fonctions cognitives demeurent relativement préservées, du moins dans les stades initiaux de la maladie (Gorno-Tempini et al., 2011). Plus précisément, deux études expérimentales, dans lesquelles des méthodologies distinctes ont été utilisées, ont été réalisées. Les sections suivantes comprennent un rappel des objectifs et des résultats des deux études, ainsi qu'une interprétation des résultats. Les contributions théoriques et cliniques sont aussi soulignées. Enfin, les forces et les limites de la thèse, ainsi que des pistes de recherches futures, sont proposées.

Étude 1

Résumé des résultats de l'étude 1

La première étude avait pour objectif de clarifier le rôle de la mémoire sémantique dans la reconnaissance de la valence émotionnelle et des émotions de base véhiculées par plusieurs stimuli. Pour ce faire, la performance de 10 personnes atteintes de la vsAPP et de 33 participants contrôles a été comparée dans trois tâches évaluant la reconnaissance 1) des

émotions de base évoquées par des visages expressifs, 2) des extraits prosodiques, et 3) de la valence émotionnelle évoquée par des scènes visuelles.

Les analyses de variance à plan factoriel ont révélé que le nombre d'erreurs était plus élevé chez les personnes atteintes de la vsAPP que chez les participants contrôles pour 1) l'ensemble des émotions de base évoquées par les visages expressifs, excepté la joie et la surprise; 2) l'ensemble des émotions de base évoquées par les extraits prosodiques; et 3) les valences positive et négative véhiculées par les photographies de scènes visuelles. De plus, les analyses de covariance ont montré que les difficultés n'étaient pas expliquées par des déficits sur le plan des fonctions exécutives. Aussi, les analyses de corrélation ont montré que les performances aux tâches de reconnaissance des émotions de base et de la valence émotionnelle étaient associées aux atteintes sémantiques.

Discussion générale sur les résultats de l'étude 1

La première étude a révélé qu'une atteinte isolée de la mémoire sémantique chez les personnes atteintes de la vsAPP était associée à des difficultés dans la reconnaissance de la valence émotionnelle et des émotions de base, ce qui suggère que la mémoire sémantique occupe un rôle central dans ces processus. Cependant, les personnes atteintes de la vsAPP étaient en mesure de reconnaître la joie et la surprise évoquées par les visages expressifs, ce qui indique que la mémoire sémantique est différemment impliquée dans la reconnaissance des émotions, selon le stimulus employé et l'émotion véhiculée.

Pour appuyer ces propositions, des travaux montrent que les processus cognitifs qui sous-tendent la reconnaissance des émotions varient selon la nature du stimulus employé. Notamment, une méta-analyse portant sur 157 études en neuroimagerie fonctionnelle révèle que comparativement aux expressions faciales, la reconnaissance des émotions véhiculées par des scènes visuelles est associée à des activations cérébrales plus largement distribuées (Sabatinelli et al., 2011). Les auteurs rapportent que contrairement aux visages expressifs, les scènes visuelles impliquent des objets et des personnes, ce qui requiert des processus de reconnaissance et une analyse de l'interaction entre les différents éléments qui composent

la scène. En ce sens, ils supposent que comparativement aux visages expressifs, les scènes visuelles représentent des stimuli plus complexes sur le plan perceptuel et de la sémantique. De plus, une revue d'Adolphs (2002a) indique que les émotions évoquées par des visages expressifs sont reconnues plus facilement et plus rapidement que celles véhiculées par des extraits prosodiques. En effet, l'auteur rapporte que le traitement des extraits prosodiques repose sur l'analyse de caractéristiques acoustiques complexes, comme la hauteur, la durée et l'intensité. Par ailleurs, une étude de Mannava (2012) révèle que la reconnaissance des émotions véhiculées en modalité auditive est plus complexe et plus sensible aux effets du vieillissement que le traitement des émotions véhiculées en modalité visuelle.

Également, des recherches montrent que les mécanismes cognitifs qui sous-tendent la reconnaissance des émotions varient selon l'émotion véhiculée. En effet, Adolphs (2002b) suggère que la reconnaissance de la joie véhiculée par des visages expressifs implique des processus cognitifs différents de ceux impliqués dans la reconnaissance des autres émotions de base. Plus précisément, l'auteur suggère que la reconnaissance de la joie repose sur la perception d'une seule caractéristique du visage, le sourire, alors que la discrimination des autres émotions nécessite des informations additionnelles sur la configuration spatiale des caractéristiques du visage. Ceci est en accord avec les patrons de mouvements du visage documentés pour chaque émotion de base dans le *Facial Action Coding System* (Ekman & Friesen, 1978). En effet, ce système de cotation des mouvements du visage indique que la joie est associée à des caractéristiques expressives distinctes, tandis que les autres émotions partagent plusieurs caractéristiques entre elles. En ce sens, comparativement aux émotions négatives, la joie constitue une émotion plus saillante. Des recherches ont aussi révélé des patrons de reconnaissance similaires pour la joie et la surprise (p.ex., Batty & Taylor, 2003; Du & Martinez, 2011, 2013). À ce jour, aucune étude n'a porté sur les processus cognitifs qui sous-tendent le traitement des différentes émotions de base évoquées par d'autres types de stimulus, comme les extraits prosodiques.

En résumé, les déficits de la reconnaissance des émotions chez les personnes atteintes de la vsAPP sont cohérents avec la complexité des stimuli, ce qui laisse envisager que la mémoire sémantique soit principalement sollicitée lors du traitement de stimuli

émotionnels complexes. En effet, il est possible d'évoquer l'hypothèse selon laquelle lors du traitement de stimuli émotionnels complexes, des processus cognitifs de haut niveau, dont la mémoire sémantique, sont requis pour soutenir la reconnaissance des émotions. Ceci serait d'ailleurs cohérent avec les propositions de Wildgruber et al. (2009), qui suggèrent qu'en présence d'ambiguïté lors du traitement d'extraits prosodiques, la mémoire pourrait être sollicitée afin de déterminer la signification du stimulus. Ces conclusions sont toutefois spéculatives et des études évaluant l'influence de la complexité des stimuli sur la reconnaissance des émotions sont nécessaires pour appuyer cette hypothèse. Entre autres, il serait intéressant d'examiner la performance de personnes atteintes de la vsAPP dans des tâches impliquant différents niveaux de complexité des stimuli.

Les résultats de la première étude sont en accord avec ceux d'études antérieures ayant révélé que les personnes atteintes de la vsAPP ont des difficultés dans la reconnaissance des émotions évoquées par des visages expressifs qui sont plus importantes, voire limitées, pour les émotions négatives (Rosen et al., 2002, 2004). Cependant, il s'agit de la première étude à examiner la reconnaissance des émotions de base évoquées par des extraits prosodiques et de la valence émotionnelle véhiculée par des photographies de scènes visuelles auprès de cette population clinique. Ainsi, cette étude propose des conclusions novatrices en ce qui concerne l'étendue des troubles de la reconnaissance des émotions chez les personnes atteintes de la vsAPP.

À ce jour, une seule étude a documenté les capacités de reconnaissance de la valence émotionnelle chez des personnes atteintes de la vsAPP. En effet, Lindquist et al. (2014) ont demandé à trois personnes atteintes de la vsAPP de trier des photographies de visages expressifs dans des catégories de leur choix, en fonction de ce qu'elles considéraient être des catégories émotionnelles distinctes. Les auteurs ont démontré que malgré des habiletés visuoperceptuelles et des fonctions exécutives préservées, les participants avaient tendance à trier les photographies en piles correspondant aux valences positive et négative, mais non aux émotions de base. Ils ont alors inféré que les personnes atteintes de la vsAPP étaient en mesure de distinguer les valences positive et négative, mais qu'ils n'étaient pas capables de

discriminer les différentes émotions de base; un déficit attribué aux troubles de la mémoire sémantique.

Les résultats de l'étude de Lindquist et al. (2014) ne sont pas en accord avec ceux de la première étude, qui montrent que les personnes atteintes de la vsAPP présentent des déficits dans la reconnaissance de la valence émotionnelle véhiculée par des photographies de scènes visuelles. Néanmoins, il importe de souligner que des stimuli différents ont été employés dans les deux études. Ainsi, il est possible de supposer que cette incohérence soit en partie attribuable au rôle variable de la mémoire sémantique dans la reconnaissance des émotions véhiculées par les visages expressifs et les scènes visuelles. Afin de vérifier cette hypothèse, des travaux comparant systématiquement les capacités de reconnaissance de la valence émotionnelle évoquée par des visages expressifs et des scènes visuelles pourraient être réalisés.

Contributions théoriques aux modèles de la reconnaissance des émotions

Les conclusions de la première étude apportent des clarifications au débat théorique entourant la contribution de la mémoire sémantique dans la reconnaissance de la valence émotionnelle et des émotions de base. En effet, les modèles actuels s'opposent à ce sujet. En bref, les théories des émotions de base supposent que la reconnaissance des émotions de base est universelle et innée et donc, requière peu ou pas de traitement sémantique (Ekman & Cordaro, 2011). Les théories constructivistes psychologiques, pour leur part, supposent que la perception de la valence émotionnelle et des émotions de base repose sur l'accès aux connaissances acquises au sujet des émotions (Barrett, 2011; Lindquist, 2013).

Les résultats de la première étude suggèrent que la mémoire sémantique joue un rôle central dans la reconnaissance des émotions de base et de la valence émotionnelle. En ce sens, les résultats ne sont pas cohérents avec les théories des émotions de base, qui suggère que la reconnaissance des émotions de base soit innée. En effet, bien qu'elles n'aient pas été élaborées pour rendre compte des processus cognitifs impliqués dans la reconnaissance des émotions, ces théories supposent qu'aucun traitement sémantique ne soit nécessaire à la

reconnaissance des émotions de base. Néanmoins, ces théories ont été élaborées sur la base de l'étude des expressions faciales (Ekman, 1972). En ce sens, il est possible de supposer que les émotions évoquées par les extraits prosodiques et les scènes visuelles ne soient pas aussi innées et universelles que celles évoquées par les expressions faciales, ce qui serait d'ailleurs cohérent avec une étude de Thompson et Balkwill (2006), qui démontre que le traitement de la prosodie émotionnelle repose à la fois sur des indices universels et propres à une culture donnée.

De plus, les résultats de cette étude ne sont pas totalement en accord avec les théories constructivistes psychologiques, qui suggèrent que la reconnaissance de la valence émotionnelle soit plus basique et donc, requiert moins de connaissances, comparativement à la reconnaissance des émotions de base. Néanmoins, il faut souligner que l'étude de validation réalisée par Lindquist et al. (2014) a utilisé des visages expressifs uniquement. En effet, rappelons que cette étude a documenté une préservation de la capacité à discriminer les valences positive et négative chez trois personnes atteintes de la vsAPP dans une tâche de tri de cartes. Sur la base des résultats de la première étude, il est possible de supposer que les participants de l'étude de Lindquist et al. étaient simplement en mesure de reconnaître la joie, alors qu'ils n'étaient pas en mesure de reconnaître les autres émotions de base. Également, selon les théories constructivistes psychologiques, les personnes atteintes de la vsAPP ne devraient pas être en mesure de distinguer les émotions faisant référence à la même valence émotionnelle (c.-à-d., joie versus surprise, colère versus peur). Toutefois, la première étude indique que les personnes atteintes de la vsAPP sont en mesure de reconnaître la joie et la surprise, mais non les émotions négatives, ce qui contredit les postulats de ces modèles. Par conséquent, les résultats de la première étude apportent une contribution aux théories constructivistes psychologiques en proposant que la mémoire sémantique soit sollicitée d'une façon importante dans la reconnaissance de la valence émotionnelle, mais que cette contribution puisse varier selon le stimulus employé.

La vsAPP comme modèle d'altération de la mémoire sémantique

La vsAPP constitue un modèle intéressant pour étudier la mémoire sémantique et son implication dans divers processus cognitifs, dont la reconnaissance des émotions. En effet,

elle se distingue par une atteinte progressive et isolée de la mémoire sémantique, alors que les autres fonctions cognitives, incluant l'attention, la mémoire épisodique et les habiletés perceptuelles, sont préservées, du moins dans les premiers stades. Toutefois, l'évolution de la maladie s'associe à la détérioration progressive des aires temporales adjacentes aux LTA et frontales, de même qu'à l'apparition d'autres problèmes cognitifs, notamment sur le plan des fonctions exécutives et de la mémoire épisodique. Ainsi, outre dans les premiers stades de la maladie, il est possible que les performances aux tâches de reconnaissance des émotions soient influencées non seulement par les déficits en mémoire sémantique, mais aussi par d'autres altérations cognitives. Par conséquent, les études qui emploient la vsAPP comme modèle d'altération de la mémoire sémantique doivent tenir compte de la présence de ces altérations.

Notamment, d'autres méthodes doivent être employées afin d'isoler la contribution de la mémoire sémantique dans la reconnaissance des émotions. En effet, même dans les premiers stades de la maladie, les personnes atteintes de la vsAPP peuvent présenter des déficits touchant d'autres domaines cognitifs, dont les gnosies visuelles. En ce sens, il est possible que les performances aux tâches de reconnaissance des émotions soient modulées par ces déficits. Par ailleurs, la vsAPP est associée non seulement à l'atrophie des aires cérébrales supportant la mémoire sémantique, mais aussi à celle des régions dédiées au traitement des émotions, incluant l'amygdale et le gyrus fusiforme antérieur (Chan et al., 2001). Ainsi, l'étude des liens formels entre la reconnaissance des émotions et la mémoire sémantique permettrait de mieux comprendre les liens entre ces processus. En résumé, bien que la vsAPP représente un modèle intéressant pour étudier la contribution de la mémoire sémantique dans différents processus cognitifs, il est important de demeurer prudent dans l'interprétation des résultats.

Étude 2

Résumé des résultats de l'étude 2

La deuxième étude avait pour objectif d'explorer le rôle de la mémoire sémantique dans la reconnaissance de la valence émotionnelle et des émotions de base. Pour ce faire, la performance de 10 personnes atteintes de la vsAPP et de 33 participants contrôles a été

comparée dans deux tâches évaluant la reconnaissance de la valence émotionnelle évoquée par des mots et la reconnaissance des émotions de base évoquées par des extraits musicaux. Par ailleurs, les liens formels ont été examinés entre la reconnaissance des émotions et les connaissances associées aux stimuli émotionnels. Dans ce contexte, deux expériences ont été réalisées

Résumé des résultats de l'expérience 1. Dans une première expérience, la performance des personnes atteintes de la vsAPP et des participants contrôles a été comparée dans trois tâches portant sur les mêmes mots et évaluant : 1) le traitement lexical; 2) le traitement sémantique; et 3) la reconnaissance de la valence émotionnelle. Les résultats des tests *t* pour échantillons indépendants ont montré que le nombre d'erreurs était plus élevé chez les personnes atteintes de la vsAPP que chez les participants contrôles aux tâches évaluant le traitement lexical et sémantique des mots. De plus, les analyses de variance à plan factoriel ont montré que le nombre d'erreurs à la tâche de reconnaissance de la valence émotionnelle véhiculée par les mots était plus élevé chez les personnes atteintes de la vsAPP que chez les participants contrôles pour les mots à valence négative, alors qu'il était comparable dans les deux groupes en ce qui concerne les mots à valence positive.

Afin d'étudier les liens formels entre la reconnaissance de la valence émotionnelle et le traitement lexical des mots, la performance des personnes atteintes de la vsAPP à la tâche de reconnaissance de la valence émotionnelle a été mise en lien avec leur capacité à activer les représentations lexicales des mots. Un test *t* pour échantillons dépendants a montré que le pourcentage d'erreurs à la tâche de reconnaissance de la valence émotionnelle était plus élevé pour les mots non connus que pour les mots connus. Également, afin d'étudier les liens formels entre la reconnaissance de la valence émotionnelle et le traitement sémantique des mots, la performance des personnes atteintes de la vsAPP à la tâche de reconnaissance de la valence émotionnelle a été mise en lien avec leur capacité à activer les représentations sémantiques des mots. Un test *t* pour échantillons dépendants a révélé que le pourcentage d'erreurs à la tâche de reconnaissance de la valence émotionnelle ne différait pas entre les mots correctement associés à des concepts sémantiques et les mots incorrectement associés

à des concepts sémantiques. Aussi, un autre test *t* a révélé un résultat similaire lorsque les mots initialement reconnus uniquement étaient considérés.

Discussion générale sur les résultats de l'expérience 1. La première expérience a révélé que les personnes atteintes de la vsAPP présentaient des difficultés dans le traitement lexical et sémantique des mots, ce qui est cohérent avec le tableau clinique de la vsAPP (Gorno-Tempini et al., 2011). Également, cette expérience a révélé que les personnes atteintes de la vsAPP présentaient des déficits de la reconnaissance de la valence émotionnelle négative véhiculée par des mots. Par ailleurs, les résultats ont révélé que la reconnaissance de la valence des mots était dépendante du traitement lexical, mais non sémantique, des mots.

Cette expérience est la première à s'intéresser aux capacités de reconnaissance de la valence émotionnelle véhiculée par des mots chez les personnes atteintes de la vsAPP. Elle est également la première à mesurer les liens formels entre la reconnaissance de la valence émotionnelle et le traitement lexical et sémantique des mots. En ce sens, elle propose des conclusions novatrices non seulement quant aux déficits de la reconnaissance des émotions chez les personnes atteintes de la vsAPP, mais également en ce qui concerne le rôle de la mémoire sémantique dans le traitement des mots.

En ce qui a trait à la reconnaissance des émotions, les résultats de la cette expérience sont relativement en accord avec ceux d'études antérieures ayant révélé que les personnes atteintes de la vsAPP présentent des déficits dans la reconnaissance des émotions à valence négative (Rosen et al., 2002, 2004), bien que celles-ci aient porté sur des visages expressifs. Également, des études ont révélé que comparativement aux mots positifs, la reconnaissance des mots à valence négative reposait davantage sur les aires cérébrales qui sous-tendent le traitement des émotions. En effet, en plus de l'atrophie des LTA, les personnes atteintes de la vsAPP présentent une atrophie de l'amygdale, du gyrus fusiforme et des gyri temporaux supérieur, moyen et inférieur (p.ex., Chan et al., 2001). À cet égard, Kensinger et Schacter (2006) ont montré que comparativement aux mots positifs, le traitement des mots à valence

négative était associé à une activité plus importante du gyrus temporal supérieur. Cette aire a été associée au traitement des expressions faciales et d'informations sociales complexes (p.ex., Adolphs, 2003; Batty & Taylor, 2003), entre autres. Ces éléments suggèrent que le gyrus temporal supérieur joue un rôle central dans différents aspects de la cognition sociale, dont le traitement des émotions. Cependant, des études demeurent nécessaires pour mieux comprendre les processus cognitifs impliqués dans le traitement des mots à valence positive et négative, respectivement.

Contributions théoriques aux modèles du traitement des mots. Les résultats de cette expérience permettent de raffiner les modèles sur le traitement des mots. En effet, les modèles psycholinguistiques suggèrent que la compréhension des mots écrits repose sur un nombre d'étapes séquentielles, incluant un traitement perceptuel, lexical et sémantique (Coltheart, Rastle, Perry, Langdon, & Ziegler, 2001). Cependant, aucun de ces modèles ne réfère à l'influence de la valence émotionnelle. En ce sens, il demeure difficile de déterminer si la valence émotionnelle constitue un facteur influençant le traitement lexical ou sémantique des mots. Pour explorer la question, des recherches antérieures ont employé des potentiels d'action. Sur la base du décours temporel de l'activité cérébrale lors du traitement des mots écrits, ces recherches ont montré que le traitement de la valence émotionnelle avait lieu au même moment que le traitement lexical, soit autour de 200 à 300 ms après la présentation du stimulus (Keuper et al., 2014). D'autres études ont aussi révélé un effet du traitement de la valence émotionnelle sur l'activité cérébrale autour de 350 à 800 ms après la présentation du stimulus, ce qui a été associé au traitement sémantique des mots (Kissler, Herbert, Peyk, & Junghofer, 2007). Les résultats de ces études demeurent donc contradictoires en ce qui a trait à l'influence du traitement de la valence émotionnelle des mots sur l'activité cérébrale.

Sur la base des résultats des études ayant employé des potentiels d'action, quelques hypothèses ont été formulées pour rendre compte de la représentation de la valence au sein du système linguistique. D'abord, certains auteurs ont proposé que la valence émotionnelle soit représentée dans le système lexical (p.ex., Keuper et al., 2014). En effet, ces auteurs ont proposé qu'un lien permanent soit créé sur la base de l'association récurrente entre la

valence émotionnelle et la forme visuelle des mots. Ce lien permettrait ainsi d'accéder à la valence émotionnelle d'un mot immédiatement suivant sa présentation, sans avoir recours à l'activation des informations sémantiques reliées. De plus, certains auteurs ont suggéré que la valence émotionnelle soit représentée dans le système sémantique (p.ex., Kissler et al., 2007). Plus précisément, ces auteurs ont proposé que l'effet du traitement de la valence à l'étape du traitement sémantique des mots reflète l'activation du sens des concepts. Enfin, des chercheurs ont proposé que la valence émotionnelle soit une caractéristique sémantique, possiblement la première à être activée lors de la lecture des mots (p.ex., Palazova, Sommer, & Schacht, 2013). En effet, pour expliquer que l'effet du traitement de la valence ait lieu au même moment que le traitement lexical, ces chercheurs ont proposé que l'activation des propriétés sémantiques émotionnelles accélère le traitement des mots, sans pour autant que la valence ne soit représentée dans le système lexical (voir Palazova, 2014 pour une revue de ces hypothèses).

Les résultats de la première expérience permettent de clarifier ce débat. En effet, ces résultats montrent que l'activation des représentations sémantiques n'est pas un prérequis à la reconnaissance de la valence émotionnelle véhiculée par les mots. En ce sens, ils ne sont pas en accord avec l'hypothèse selon laquelle le traitement de la valence émotionnelle des mots repose sur l'activation du sens des concepts. Les résultats sont plutôt cohérents avec les hypothèses selon lesquelles la valence émotionnelle est soit représentée dans le système lexical, ou en tant que propriété sémantique pouvant être activée d'une façon préférentielle. Néanmoins, le niveau de traitement exact demeure à clarifier.

Résumé des résultats de l'expérience 2. Dans une deuxième expérience, une procédure analogue à celle de la première a été utilisée. La performance des personnes atteintes de la vsAPP et des participants contrôles a été comparée dans trois tâches portant sur les mêmes extraits musicaux et évaluant : 1) la reconnaissance des extraits; 2) l'activation d'informations sémantiques reliées aux extraits; et 3) la reconnaissance des émotions de base (joie, colère, tristesse et peur) véhiculées par ces extraits. Des tests *t* pour échantillons indépendants ont révélé que le nombre d'extraits reconnus était comparable entre les deux groupes, tandis que le nombre d'erreurs était plus élevé chez les personnes

atteintes de la vsAPP que chez les participants contrôles à la tâche évaluant la capacité à activer des informations sémantiques associées aux extraits. De plus, l'analyse de variance à plan factoriel a révélé que le nombre d'erreurs était plus élevé chez les personnes atteintes de la vsAPP que chez les participants contrôles à la tâche évaluant la reconnaissance des émotions de base et ce, pour toutes les émotions.

Afin d'examiner les liens formels entre la reconnaissance des émotions de base et la reconnaissance d'un extrait musical, la performance des personnes atteintes de la vsAPP à la tâche de reconnaissance des émotions a été mise en lien avec la capacité à reconnaître les extraits musicaux. Un test *t* pour échantillons dépendants a démontré que le pourcentage d'erreurs à la tâche de reconnaissance des émotions de base était plus élevé pour les extraits musicaux non reconnus que pour les extraits reconnus. Également, afin d'explorer les liens entre la reconnaissance des émotions de base et l'activation d'informations sémantiques associés aux extraits musicaux, la performance des personnes atteintes de la vsAPP à la tâche de reconnaissance des émotions de base a été mise en lien avec la capacité à associer les extraits musicaux à des concepts sémantiques. Un test *t* pour échantillons dépendants a révélé que le pourcentage d'erreurs à la tâche de reconnaissance des émotions de base ne différait pas entre les extraits musicaux correctement associés à des concepts sémantiques et les extraits musicaux incorrectement associés à des concepts sémantiques. De plus, un autre test *t* a révélé un résultat similaire lorsque les extraits musicaux initialement reconnus uniquement étaient considérés.

Discussion générale sur les résultats de l'expérience 2. La deuxième expérience a révélé que les personnes atteintes de la vsAPP avaient une capacité préservée à reconnaître les extraits musicaux, ce qui est en accord avec des travaux antérieurs ayant montré que ces individus sont en mesure de reconnaître les chansons et les mélodies familières (Hailstone, Omar, & Warren, 2009; Omar et al., 2010; Weinstein et al., 2011). Cette expérience a aussi révélé que les personnes atteintes de la vsAPP présentaient des difficultés dans l'activation d'informations sémantiques relatives aux extraits musicaux. À ce jour, aucune recherche n'avait porté sur cette question. Néanmoins, ces résultats sont compatibles avec les difficultés d'activation des représentations sémantiques dans la vsAPP (Gorno-Tempini et

al., 2011). De plus, cette expérience a révélé que les personnes atteintes de la vsAPP avaient des difficultés dans la reconnaissance de toutes les émotions de base évoquées par les extraits musicaux, ce qui est en accord avec les résultats d'études ayant révélé que ces sujets présentent des déficits dans la reconnaissance des émotions évoquées par les extraits musicaux qui touchent à la fois les émotions positives et négatives (Hsieh et al., 2012; Omar et al., 2010). Par ailleurs, les résultats ont montré que la reconnaissance des émotions de base était dépendante de la reconnaissance des extraits musicaux, mais non de l'activation d'informations sémantiques en lien avec les extraits musicaux. À ce jour, aucune étude ne s'est penchée sur ce lien. Ainsi, cette expérience propose des conclusions intéressantes concernant le rôle de la mémoire sémantique dans le traitement de la musique.

Contributions théoriques au modèle de Peretz et Coltheart (2003). Les résultats de cette expérience peuvent être interprétés à la lumière du modèle de traitement cognitif de la musique proposé par Peretz et Coltheart (2003). Brièvement, ce modèle propose que la musique soit traitée par l'activation de plusieurs modules cognitifs spécialisés, dont les modules responsables de l'analyse des caractéristiques perceptuelles, de la reconnaissance des extraits musicaux dans un « lexique musical », du traitement des émotions et de l'activation des connaissances relatives aux extraits en mémoire associative. Les résultats de la thèse montrent que les personnes atteintes de la vsAPP sont en mesure de reconnaître les extraits musicaux. En ce sens, ils ne présentent pas d'altération du lexique musical. Également, les résultats révèlent que les personnes atteintes de la vsAPP ont des difficultés de reconnaissance des émotions de base véhiculées par la musique. Autrement dit, ils présentent une atteinte du module responsable de l'analyse des émotions. Enfin, les personnes atteintes de la vsAPP présentent une difficulté à activer les informations relatives aux extraits musicaux, ce qui témoigne d'une altération de la mémoire associative.

Par ailleurs, en mesurant les liens formels entre la reconnaissance des extraits et la capacité à associer les extraits à des concepts sémantiques, d'une part, et la reconnaissance des émotions, d'autre part, les résultats de cette expérience permettent de raffiner le modèle de Peretz et Coltheart (2003). En effet, ce modèle propose un lien unidirectionnel, allant du module dédié à l'analyse des émotions vers le lexique musical. Cependant, les résultats de

la thèse montrent que le traitement des émotions dépend de la reconnaissance de l'extrait musical. En ce sens, ces résultats suggèrent que le traitement des émotions évoquées par la musique requiert l'activation préalable, ou la reconnaissance, de l'extrait au sein du lexique musical. Ainsi, les résultats ajoutent une dimension intéressante à au modèle de Peretz et Coltheart, en proposant l'existence d'un lien bidirectionnel entre le module dédié au traitement des émotions et le lexique musical. De plus, les résultats de cette expérience corroborent les postulats de ce modèle quant à l'implication de la mémoire sémantique dans le traitement des émotions. En effet, ce modèle propose que les informations sémantiques associées aux extraits puissent être activées en mémoire associative, suivant l'activation de cet extrait au sein du lexique musical. Autrement dit, il propose un lien unidirectionnel, allant du lexique musical à la mémoire associative. Les résultats de la deuxième expérience appuient cette affirmation en révélant que l'activation d'informations sémantiques reliées aux extraits en mémoire associative n'est pas un prérequis au traitement des émotions.

Étude des liens formels entre la mémoire sémantique et les émotions. D'une façon générale, l'étude des liens formels entre la reconnaissance des émotions et les connaissances sémantiques relatives aux stimuli émotionnels représente une approche novatrice dans l'étude de la reconnaissance des émotions. En effet, les travaux antérieurs ayant porté sur la question ont essentiellement examiné les performances de personnes atteintes de la vsAPP dans des tâches de reconnaissance des émotions. En objectivant une altération de la reconnaissance des émotions, ces études ont alors inféré que la mémoire sémantique avait un rôle central dans la reconnaissance des émotions. Cependant, pour des raisons élaborées précédemment, cette méthode ne permet pas d'isoler la contribution de la mémoire sémantique dans le processus de reconnaissance des émotions.

L'approche employée dans la deuxième étude permet d'isoler cette contribution, ce qui procure un apport substantiel à la littérature. Notamment, cette méthodologie permet de contribuer d'une manière directe aux théories sur le traitement des mots et de la musique en précisant le rôle des connaissances sémantiques relatives aux mots et aux extraits musicaux dans la reconnaissance des émotions évoquées par ces stimuli. Toutefois, les résultats issus de la deuxième étude ne peuvent pas se généraliser aux autres stimuli, comme les visages

expressifs ou les extraits prosodiques. En effet, les résultats de la première étude suggèrent que la mémoire sémantique occupe un rôle variable dans la reconnaissance des émotions, selon le stimulus employé et l'émotion véhiculée. Ainsi, des travaux demeurent nécessaires pour mesurer les liens formels entre la reconnaissance des émotions et les connaissances sémantiques relatives à différents stimuli émotionnels.

Contributions théoriques aux modèles de la mémoire sémantique

Dans l'ensemble, les résultats de la thèse indiquent que les personnes atteintes de la vsAPP présentent des difficultés dans la reconnaissance de la valence émotionnelle et des émotions de base. Plus précisément, les résultats montrent que ces individus présentent des difficultés dans la reconnaissance des valences à la fois positive et négative évoquées par des photographies de scènes visuelles, et de la valence négative véhiculée par des mots. De plus, les résultats révèlent que ces individus ont des déficits dans la reconnaissance des émotions de base évoquées par des extraits prosodiques et des extraits musicaux, mais que les déficits touchent uniquement les émotions de base négatives évoquées par des visages expressifs. Ces résultats suggèrent que la reconnaissance de la valence émotionnelle et des émotions de base repose sur la mémoire sémantique. Par ailleurs, les résultats montrent que la performance aux tâches de reconnaissance de la valence émotionnelle véhiculée par des mots et des émotions de base évoquées par des extraits musicaux n'est pas dépendante de l'activation des représentations sémantiques associées aux mots et aux extraits musicaux, mais qu'elle dépend de la reconnaissance des mots et des extraits. En ce sens, ces résultats indiquent que l'activation des représentations sémantiques relatives aux mots et aux extraits musicaux n'est pas un prérequis à la reconnaissance de la valence émotionnelle véhiculée par les mots et des émotions de base évoquées par les extraits musicaux. Ces conclusions permettent de raffiner les modèles de la mémoire sémantique, notamment ceux de Patterson et al. (2007) et de Binder et Desai (2011), qui figurent parmi les modèles plus dominants présentement.

Le modèle de Patterson et al. (2007) suggère que les connaissances soient stockées au sein de plusieurs systèmes modalité-spécifiques, en charge du traitement des propriétés sensori-motrices et linguistiques, ainsi que par une zone de convergence unique, localisée

dans les LTA, dont le rôle consiste à intégrer l'information en provenance de ces systèmes. Par ailleurs, ce modèle suggère que les systèmes soient indépendants les uns des autres et qu'ils communiquent entre eux par l'entremise des LTA. Le modèle neuroanatomique de Binder et Desai (2011), pour sa part, suggère que les connaissances soient représentées au sein de systèmes largement distribués, responsables du traitement des propriétés sensori-motrices et émotionnelles, de même que par des zones de convergence, localisées dans les aires temporo-pariétales, dédiées à l'intégration de l'information en provenance d'au moins deux de ces systèmes. À la différence du modèle de Patterson et al., ce modèle suppose l'existence d'un système émotionnel. Il suggère aussi que les LTA soient non pas impliqués dans l'intégration de l'information en provenance des différents systèmes, mais plutôt dans le traitement des propriétés émotionnelles relatives au concept.

Les résultats de la thèse montrent que la mémoire sémantique occupe un rôle central dans la reconnaissance des émotions, mais que l'activation du sens d'un concept ne soit pas nécessaire à la reconnaissance des émotions. Autrement dit, les résultats suggèrent que les connaissances soient en partie définies par un système émotionnel, lequel peut être activé indépendamment du sens d'un concept, c'est-à-dire de l'ensemble des autres systèmes. Ces résultats sont principalement en accord avec le modèle de Binder et Desai (2011). En effet, Patterson et al. (2007) ne proposent pas l'existence d'un système émotionnel. De plus, les auteurs supposent que les systèmes communiquent par une zone de convergence unique localisée dans les LTA. L'activation des propriétés motrices permettrait donc l'activation de l'ensemble des propriétés sémantiques dans les LTA, ce qui permettrait alors l'activation des propriétés sensorielles et linguistiques. À l'inverse, Binder et Desai suggèrent l'existence d'un système émotionnel. Ils proposent aussi que les systèmes communiquent par des zones de convergence, localisées dans les aires temporo-pariétales, dont le rôle vise à intégrer l'information en provenance d'au moins deux systèmes. En ce sens, l'activation des propriétés émotionnelles ne requiert pas nécessairement l'accès au sens d'un concept.

D'après Binder et Desai (2011), les LTA seraient impliqués dans le traitement des propriétés émotionnelles. En montrant des difficultés dans la reconnaissance des émotions chez des personnes présentant une atrophie relativement circonscrite des LTA, les résultats

de la thèse ne permettent pas de statuer quant au rôle des LTA dans la reconnaissance des émotions. En effet, il demeure difficile de déterminer si les LTA ont un rôle primaire dans le traitement des émotions, ou s'ils sont indirectement impliqués dans la reconnaissance des émotions par leur rôle dans la mémoire sémantique. Cependant, une revue de Olson et al. (2007) soulève une hypothèse intéressante et suggère que « la fonction des lobes temporaux antérieurs consiste à lier les réponses émotionnelles à des stimuli sensoriels. Les fonctions mnésiques de cette région permettraient de stocker les liens perception-émotion, formant la base de la mémoire sémantique individuelle (traduction libre, p. 1727) ». Cette hypothèse est intéressante puisqu'elle permet de réconcilier les hypothèses de Patterson et al. (2007) et de Binder et Desai. En effet, elle propose que les LTA soient non seulement impliqués dans le traitement des émotions, mais aussi dans le couplage des informations en provenance des divers systèmes. Toutefois, des études en neuroimagerie sont nécessaires afin de préciser la contribution des LTA dans la reconnaissance des émotions.

Enfin, quelques modèles ont été proposés afin de rendre compte de l'organisation des concepts émotionnels en mémoire (Bower, 1981; Widen & Russell, 2003). Notamment, en étudiant l'acquisition des concepts émotionnels chez des enfants d'âge préscolaire, Widen et Russell (2003) ont développé un modèle dans lequel les connaissances émotionnelles sont organisées sur trois niveaux d'abstraction de l'information : 1) un niveau superordonné, qui réfère à des catégories émotionnelles génériques (p.ex., positif, négatif); 2) un niveau basique, qui comprend les émotions de base (p.ex., joie, tristesse, peur); et 3) un niveau subordonné, qui fait référence à des catégories émotionnelles plus spécifiques (p.ex., rage, choc, indignation). Sur la base de ce modèle, il serait attendu que les personnes atteintes de la vsAPP aient des difficultés plus importantes dans la reconnaissance des émotions de base que de la valence émotionnelle. En effet, ces personnes présentent une perte graduelle des connaissances sémantiques, allant des concepts les plus spécifiques (p.ex., écureuil, cactus, scie) aux plus généraux (p.ex., animal, plante, outil; Hodges, Patterson, Oxbury, & Funnell, 1992). D'une manière similaire, ils devraient présenter une perte progressive des concepts émotionnels, allant des concepts les plus spécifiques (p.ex., joie, tristesse, colère) aux plus généraux (p.ex., positif, négatif).

Les résultats de la thèse sont inconsistants à cet égard. En effet, les résultats de la première étude montrent que les personnes atteintes de la vsAPP présentent des déficits dans la reconnaissance de la valence émotionnelle véhiculée par des scènes visuelles et des émotions de base évoquées par des visages expressifs et des extraits prosodiques. De plus, les résultats de la deuxième étude montrent que ces individus ont des difficultés dans la reconnaissance de la valence négative véhiculée par des mots et de toutes des émotions de base évoquées par des extraits musicaux. Il faut toutefois préciser que les stimuli employés pour évaluer la reconnaissance de la valence émotionnelle et des émotions de base étaient différents. À cet égard, les résultats de la thèse soutiennent une implication variable de la mémoire sémantique dans la reconnaissance des émotions selon le matériel employé pour étudier la question. Par conséquent, l'utilisation de différents stimuli ne permet pas de tirer des conclusions valides quant à l'organisation des concepts émotionnels. Pour ce faire, des travaux devront comparer la reconnaissance de la valence émotionnelle et des émotions de base évoquées par les mêmes stimuli chez les personnes atteintes de la vsAPP. De plus, des études longitudinales examinant la diminution progressive des capacités de reconnaissance des émotions chez les personnes atteintes de la vsAPP pourraient être intéressantes afin de valider cette hypothèse.

Contributions cliniques

Les résultats de la thèse contribuent à clarifier le portrait clinique de la vsAPP. En effet, les résultats montrent que les personnes atteintes de la vsAPP présentent des déficits de la reconnaissance des émotions qui touchent l'ensemble des stimuli et ce, peu importe la modalité d'entrée de l'information. En ce sens, il s'agit d'une caractéristique centrale de la pathologie. Présentement, le diagnostic clinique de la vsAPP repose principalement sur la présence de troubles de la dénomination et la détérioration des connaissances sémantiques à l'évaluation cognitive. Cependant, il est possible de supposer que l'inclusion d'un critère portant sur les capacités de reconnaissance des émotions puisse contribuer à raffiner le diagnostic. Notamment, Diehl-Schmid et al. (2007) ont proposé l'utilisation d'un test de reconnaissance des expressions faciales dans le diagnostic différentiel des dégénérescences lobaires fronto-temporales. En ce sens, l'étude de la reconnaissance des émotions dans les maladies neurodégénératives semble un domaine de recherche prometteur afin de supporter

le diagnostic différentiel. À cet effet, des études comparant les capacités de reconnaissance des émotions chez des personnes atteintes des différentes variantes de l'aphasie primaire progressive pourraient être pertinentes afin de vérifier s'il existe des profils de troubles de la reconnaissance des émotions distincts chez ces individus. À ce jour, aucune étude portant sur ce sujet n'a été réalisée.

Par ailleurs, les troubles de la reconnaissance des émotions ont été mis en lien avec une altération du fonctionnement psychosocial auprès de personnes atteintes du VIH, d'un trouble cognitif léger et de la schizophrénie, entre autres (Hooker & Park, 2002; McCade et al., 2013). À cet égard, des interventions ont été développées dans le but d'améliorer les capacités de reconnaissance des émotions chez les personnes atteintes de la schizophrénie. Ces interventions ont d'ailleurs révélé leur efficacité dans l'amélioration du fonctionnement psychosocial de cette population clinique (Frommann, Streit, & Wölwer, 2003; Russel, Chu, & Phillips, 2006). À l'heure actuelle, aucune intervention n'a été élaborée afin d'améliorer ou de soutenir le déclin des capacités de reconnaissance des émotions chez les personnes atteintes de la vsAPP. Cependant, il est possible de supposer que des interventions ciblant ces habiletés puissent améliorer ou limiter le déclin du fonctionnement psychosocial de ces individus. En ce sens, des recherches pourraient vérifier l'efficacité d'interventions ciblant les capacités de reconnaissance des émotions chez les personnes atteintes de la vsAPP. Il est notamment possible d'évoquer l'intervention de Frommann et al. (2003), qui porte sur l'entraînement des capacités de reconnaissance des expressions faciales. Cette intervention inclut un entraînement des habiletés de discrimination des caractéristiques du visage, dont les mouvements des lèvres ou le froncement des sourcils. Plus précisément, elle repose sur l'apprentissage des caractéristiques prototypiques du visage et sur l'analyse de celles-ci en une série d'étapes successives. Elle inclut par la suite l'application de cet apprentissage en contexte écologique (p.ex., prise de décision rapide, reconnaissance des émotions de faible intensité).

Forces et limites de la thèse

Les deux études de la thèse ont exploré les capacités de reconnaissance des émotions de base véhiculées par des visages expressifs, des extraits prosodiques et la musique, ainsi

que les capacités de reconnaissance de la valence émotionnelle évoquée par des mots et des scènes visuelles chez les personnes atteintes de la vsAPP. À l'heure actuelle, la plupart des études réalisées auprès de ces individus avaient porté sur la reconnaissance des émotions de base véhiculées par des visages expressifs, deux études avaient porté sur la reconnaissance des émotions véhiculées par la musique, et une seule avait porté sur la reconnaissance des émotions véhiculées par des visages expressifs et la musique. Également, une seule étude a permis de documenter les capacités de reconnaissance de la valence émotionnelle véhiculée par des visages expressifs chez ces individus. En ce sens, cette étude est la plus complète à ce jour. À cet égard, l'utilisation de plusieurs stimuli a non seulement permis d'étayer les déficits de la reconnaissance des émotions chez les personnes atteintes de la vsAPP, mais également de révéler un rôle variable de la mémoire sémantique dans la reconnaissance des émotions en fonction du stimulus employé et de l'émotion véhiculée. Aucune étude n'avait évoqué cette hypothèse. Cette thèse apporte donc des clarifications au débat concernant le rôle de la mémoire sémantique dans la reconnaissance des émotions, et contribue à raffiner les modèles théoriques de la reconnaissance des émotions.

Par ailleurs, la deuxième étude a mesuré les liens entre la mémoire sémantique et la reconnaissance des émotions en employant deux types de stimulus. À ce jour, aucune étude n'avait exploré cette association. En ce sens, cette étude a permis de mieux comprendre les processus qui sous-tendent le traitement de la valence émotionnelle véhiculée par des mots et des émotions de base évoquées par des extraits musicaux. Elle a aussi permis d'apporter une contribution aux théories sur le traitement des mots et de la musique. D'une manière plus générale, cette étude a permis de formuler des hypothèses permettant de raffiner les modèles de la mémoire sémantique.

Néanmoins, malgré que le nombre de personnes atteintes de la vsAPP inclus dans les deux études soit comparable, voire supérieur, à celui des autres études, les performances de ces individus sont variables, ce qui a entraîné une perte de puissance statistique. Des études futures intégrant des mesures d'activation ou de volume cérébral pourraient néanmoins être pertinentes afin d'explorer les liens formels entre la reconnaissance des émotions évoquées par plusieurs stimuli et la sévérité des altérations cérébrales. De plus, rappelons les limites

liées à l'emploi de la vsAPP comme modèle d'altération de la mémoire sémantique. Aussi, rappelons celles quant à la généralisation des résultats concernant les liens formels entre les connaissances et la reconnaissance de la valence véhiculée par des mots et des émotions de base évoquées par la musique. Enfin, il importe de préciser que les liens formels entre la capacité à associer les extraits musicaux à des concepts et la reconnaissance des émotions évoquées par ces extraits ont été mesurés en employant 13 stimuli seulement. En effet, peu d'extraits musicaux véhiculent à la fois des informations sémantiques et des émotions. Des études sont donc nécessaires pour répliquer les résultats obtenus.

Conclusion générale

Dans l'ensemble, les résultats de la thèse suggèrent que la mémoire sémantique a un rôle central dans la reconnaissance de la valence émotionnelle et des émotions de base. Les résultats de la première étude suggèrent que la mémoire sémantique joue un rôle important dans la reconnaissance des émotions, mais que ce rôle varie selon l'émotion et le stimulus employé pour étudier la question. Plus précisément, les résultats suggèrent que la mémoire sémantique soit surtout sollicitée lors de la reconnaissance des émotions véhiculées par des stimuli émotionnels complexes. Autrement dit, lors du traitement de stimuli émotionnels complexes, des processus cognitifs de haut niveau seraient nécessaires afin de soutenir la reconnaissance des émotions. Les résultats de la deuxième étude, pour leur part, suggèrent que la reconnaissance de la valence émotionnelle véhiculée par les mots et des émotions de base évoquées par la musique requiert l'activation des représentations lexicales des mots et la reconnaissance de la mélodie dans le lexique musical, respectivement. L'activation d'informations sémantiques relatives aux mots et aux extraits musicaux ne serait toutefois pas essentielle à la reconnaissance des émotions. En conclusion, les résultats des deux études contribuent d'une manière substantielle aux connaissances actuelles. Ils permettent de soulever des hypothèses intéressantes quant au rôle de la mémoire sémantique dans la reconnaissance des émotions et ouvrent la voie à des recherches futures portant sur cette question.

Bibliographie générale

- Adolphs, R. (2002a). Neural systems for recognizing emotion. *Current Opinion in Neurobiology*, 12(2), 169-177.
- Adolphs, R. (2002b). Recognizing emotion from facial expressions: Psychological and neurological mechanisms. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, 1(1), 21-62.
- Adolphs, R. (2003). Cognitive neuroscience of human social behaviour. *Nature Reviews Neuroscience*, 4(3), 165-178.
- Barrett, L. F. (2011). Constructing emotion. *Psihologijske Teme*, 20(3), 359-380.
- Batty, M., & Taylor, M. J. (2003). Early processing of the six basic facial emotional expressions. *Cognitive Brain Research*, 17(3), 613-620.
- Binder, J. R., & Desai, R. H. (2011). The neurobiology of semantic memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 15(11), 527-536.
- Binder, J. R., Desai, R. H., Graves, W. W., & Conant, L. L. (2009). Where is the semantic system? A critical review and meta-analysis of 120 functional neuroimaging studies. *Cerebral Cortex*, 19(12), 2767-2796.
- Bower, G. H. (1981). Mood and memory. *American Psychologist*, 36(2), 129-148.
- Bowers, D., Blonder, L. X., & Heilman, K. M. (1991). *Florida Affect Battery, Experimental Edition*. Gainesville: University of Florida.
- Brambati, S. M., Rankin, K. P., Narvid, J., Seeley, W. W., Dean, D., Rosen, H. J., ... Gorno-Tempini, M. L. (2009). Atrophy progression in semantic dementia with asymmetric temporal involvement: A tensor-based morphometry study. *Neurobiology of Aging*, 30(1), 103-111.
- Bruce, V., & Young, A. (1986). Understanding face recognition. *British Journal of Psychology*, 77(3), 305-327.
- Calabria, M., Cotelli, M., Adenzato, M., Zanetti, O., & Miniussi, C. (2009). Empathy and emotion recognition in semantic dementia: A case report. *Brain and Cognition*, 70(3), 247-252.
- Caramazza, A. (2000). The organization of conceptual knowledge in the brain. Dans M. S. Gazzaniga (Éd), *The cognitive neurosciences* (2^e éd., pp. 1037-1046). Cambridge: MIT Press.

- Caramazza, A., Hillis, A. E., Rapp, B. C., & Romani, C. (1990). The multiple semantics hypothesis: Multiple confusions? *Cognitive Neuropsychology*, 7(3), 161-189.
- Carbonnel, S., Charnallet, A., & Moreaud, O. (2010). Organisation des connaissances sémantiques : des modèles classiques aux modèles non abstraits. *Revue de neuropsychologie*, 2(1), 22-30.
- Chan, D., Fox, N. C., Scahill, R. I., Crum, W. R., Whitwell, J. L., Leschziner, G., ... Rossor, M. N. (2001). Patterns of temporal lobe atrophy in semantic dementia and Alzheimer's disease. *Annals of Neurology*, 49(4), 433-442.
- Coccia, M., Bartolini, M., Luzzi, S., Provinciali, L., & Lambon Ralph, M. A. (2004). Semantic memory is an amodal, dynamic system: Evidence from the interaction of naming and object use in semantic dementia. *Cognitive Neuropsychology*, 21(5), 513-527.
- Cohen, N. J., & Squire, L. R. (1980). Preserved learning and retention of pattern-analyzing skill in amnesia: Dissociation of knowing how and knowing that. *Science*, 210(4466), 207-210.
- Collins, A. M., & Loftus, E. F. (1975). A spreading-activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, 82(6), 407-428.
- Collins, A. M., & Quillian, M. R. (1969). Retrieval time from semantic memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 8(2), 240-247.
- Coltheart, M. (1978). Lexical access in simple reading tasks. Dans G. Underwood (Éd.), *Strategies of information processing* (pp. 151-216). London: Academic Press.
- Coltheart, M., Rastle, K., Perry, C., Langdon, R., & Ziegler, J. (2001). DRC: A dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud. *Psychological Review*, 108(1), 204-256.
- Conrad, C. (1972). Cognitive economy in semantic memory. *Journal of Experimental Psychology*, 92(2), 149-154.
- Diehl-Schmid, J., Pohl, C., Ruprecht, C., Wagenpfeil, S., Foerstl, H., & Kurz, A. (2007). The Ekman 60 Faces Test as a diagnostic instrument in frontotemporal dementia. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 22(4), 459-464.
- Du, S., & Martinez, A. M. (2011). The resolution of facial expressions of emotion. *Journal of Vision*, 11(13), 1-24.
- Du, S., & Martinez, A. M. (2013). Wait, are you sad or angry? Large exposure time differences required for the categorization of facial expressions of emotion. *Journal of Vision*, 13(4). doi: 10.1167/13.4.13

- Ekman, P. (1972). Universals and cultural differences in facial expressions of emotion. Dans J. Cole (Éd.), *Nebraska Symposium on Motivation, 1971* (Vol. 19, pp. 169-222). Lincoln, NE: University of Nebraska Press.
- Ekman, P. (1992). An argument for basic emotions. *Cognition & Emotion*, 6(3-4), 169-200.
- Ekman, P. (1999). Facial expressions. Dans T. Dalgleish & M. Power (Éds), *Handbook of cognition and emotion* (pp. 301-320). New York, NY: Wiley.
- Ekman, P., & Cordaro, D. (2011). What is meant by calling emotions basic. *Emotion Review*, 3(4), 364-370.
- Ekman, P., & Friesen, W. V. (1976). Measuring facial movement. *Journal of Environmental Psychology*, 1(1), 56-75.
- Ekman, P., & Friesen, W. V. (1978). *Facial Action Coding System*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
- Eustache, F., & Desgranges, B. (2008). MNESIS: Towards the integration of current multisystem models of memory. *Neuropsychology Review*, 18(1), 53-69.
- Frommann, N., Streit, M., & Wölwer, W. (2003). Remediation of facial affect recognition impairments in patients with schizophrenia: A new training program. *Psychiatry Research*, 117(3), 281-284.
- Gorno-Tempini, M. L., Hillis, A. E., Weintraub, S., Kertesz, A., Mendez, M., Cappa, S. F., ... Grossman, M. (2011). Classification of primary progressive aphasia and its variants. *Neurology*, 76(11), 1006-1014.
- Grainger, J., & Holcomb, P. J. (2009). Watching the word go by: On the time-course of component processes in visual word recognition. *Language and Linguistics Compass*, 3(1), 128-156.
- Hailstone, J. C., Omar, R., & Warren, J. D. (2009). Relatively preserved knowledge of music in semantic dementia. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 80(7), 808-809.
- Haxby, J. V., Hoffman, E. A., & Gobbini, M. I. (2000). The distributed human neural system for face perception. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(6), 223-233.
- Hintzman, D. L. (1987). Recognition and recall in MINERVA 2: Analysis of the recognition failure paradigm. Dans P. Morris (Éd.), *Modelling cognition* (pp. 215-229). New York: John Wiley & Sons Ltd.
- Hodges, J. R., Patterson, K., Oxbury, S., & Funnell, E. (1992). Semantic dementia. *Brain*, 115(6), 1783-1806.

- Hooker, C., & Park, S. (2002). Emotion processing and its relationship to social functioning in schizophrenia patients. *Psychiatry Research*, *112*(1), 41-50.
- Hsieh, S., Hornberger, M., Piguet, O., & Hodges, J. R. (2012). Brain correlates of musical and facial emotion recognition: Evidence from the dementias. *Neuropsychologia*, *50*(8), 1814-1822.
- Humphreys, G. W., & Riddoch, M. J. (1987). *To see but not to see: A case study of visual agnosia*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Iaccarino, L., Crespi, C., Della Rosa, P. A., Catricalà, E., Guidi, L., Marcone, A., ... Perani, D. (2015). The semantic variant of primary progressive aphasia: Clinical and neuroimaging evidence in single subjects. *PloS one*, *10*(3), e0120197.
- Izard, C. E. (2011). Forms and functions of emotions: Matters of emotion – cognition interactions. *Emotion Review*, *3*(4), 371-378.
- Kensinger, E. A., & Schacter, D. L. (2006). Processing emotional pictures and words: Effects of valence and arousal. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *6*(2), 110-126.
- Keuper, K., Zwanzger, P., Nordt, M., Eden, A., Laeger, I., Zwitterlood, P., ... Dobel, C. (2014). How ‘love’ and ‘hate’ differ from ‘sleep’: Using combined electro/magnetoencephalographic data to reveal the sources of early cortical responses to emotional words. *Human Brain Mapping*, *35*(3), 875-888.
- Kissler, J., Herbert, C., Peyk, P., & Junghofer, M. (2007). Buzzwords: Early cortical responses to emotional words during reading. *Psychological Science*, *18*(6), 475-480.
- Levenson, R. W. (2011). Basic emotion questions. *Emotion Review*, *3*(4), 379-386.
- Lindquist, K. A. (2013). Emotions emerge from more basic psychological ingredients: A modern psychological constructionist model. *Emotion Review*, *5*(4), 356-368.
- Lindquist, K. A., Gendron, M., Barrett, L. F., & Dickerson, B. C. (2014). Emotion perception, but not affect perception, is impaired with semantic memory loss. *Emotion*, *14*(2), 375-387.
- Mannava, S. (2012). Age-related differences in emotion recognition ability: Visual and auditory modalities. *Vanderbilt Undergraduate Research Journal*, *8*, 1-5.
- McCade, D., Savage, G., Guastella, A., Hickie, I. B., Lewis, S. J., & Naismith, S. L. (2013). Emotion recognition in mild cognitive impairment relationship to psychosocial disability and caregiver burden. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*, *26*(3), 165-173.

- McClelland, J. L., & Rumelhart, D. E. (1985). Distributed memory and the representation of general and specific information. *Journal of Experimental Psychology: General*, *114*(2), 159-188.
- Miller, L. A., Hsieh, S., Lah, S., Savage, S., Hodges, J. R., & Piguet, O. (2012). One size does not fit all: Face emotion processing impairments in semantic dementia, behavioural-variant frontotemporal dementia and Alzheimer's disease are mediated by distinct cognitive deficits. *Behavioural Neurology*, *25*(1), 53-60.
- Nook, E. C., Lindquist, K. A., & Zaki, J. (2015). A new look at emotion perception: Concepts speed and shape facial emotion recognition. *Emotion*, *15*(5), 569-578.
- Olson, I. R., Plotzker, A., & Ezzyat, Y. (2007). The enigmatic temporal pole: A review of findings on social and emotional processing. *Brain*, *130*(7), 1718-1731.
- Omar, R., Hailstone, J. C., Warren, J. E., Crutch, S. J., & Warren, J. D. (2010). The cognitive organization of music knowledge: A clinical analysis. *Brain*, *133*(4), 1200-1213.
- Palazova, M. (2014). Where are emotions in words? Functional localization of valence effects in visual word recognition. *Frontiers in Psychology*, *5*(1105), 1-3. doi: 10.3389/fpsyg.2014.01105
- Palazova, M., Sommer, W., & Schacht, A. (2013). Interplay of emotional valence and concreteness in word processing: An event-related potential study with verbs. *Brain and Language*, *125*(3), 264-271.
- Patterson, K., Nestor, P. J., & Rogers, T. T. (2007). Where do you know what you know? The representation of semantic knowledge in the human brain. *Nature Reviews Neuroscience*, *8*(12), 976-987.
- Peretz, I., & Coltheart, M. (2003). Modularity of music processing. *Nature Neuroscience*, *6*(7), 688-691.
- Rosen, H. J., Pace-Savitsky, K., Perry, R. J., Kramer, J. H., Miller, B. L., & Levenson, R. W. (2004). Recognition of emotion in the frontal and temporal variants of frontotemporal dementia. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, *17*(4), 277-281.
- Rosen, H. J., Perry, R. J., Murphy, J., Kramer, J. H., Mychack, P., Schuff, N., ... Miller, B. L. (2002). Emotion comprehension in the temporal variant of frontotemporal dementia. *Brain*, *125*(10), 2286-2295.
- Russell, T. A., Chu, E., & Phillips, M. L. (2006). A pilot study to investigate the effectiveness of emotion recognition remediation in schizophrenia using the micro-expression training tool. *British Journal of Clinical Psychology*, *45*(4), 579-583.

- Sabatinelli, D., Fortune, E. E., Li, Q., Siddiqui, A., Krafft, C., Oliver, W. T., ... Jeffries, J. (2011). Emotional perception: Meta-analyses of face and natural scene processing. *Neuroimage*, *54*(3), 2524-2533.
- Samson, D., & Pillon, A. (2003). A case of impaired conceptual knowledge for fruit and vegetables. *Cognitive Neuropsychology*, *20*(3-6), 373-400.
- Smith, E. E., Shoben, E. J., & Rips, L. J. (1974). Structure and process in semantic memory: A featural model for semantic decisions. *Psychological Review*, *81*(3), 214-241.
- Squire, L. R., & Knowlton, B. J. (2000). The medial temporal lobe, the hippocampus, and the memory systems of the brain. Dans M. S. Gazzaniga (Éd.), *The new cognitive neurosciences* (2^e éd., pp. 765-780). Cambridge: MIT Press.
- Thompson, W., & Balkwill, L.-L. (2006). Decoding speech prosody in five languages. *Semiotica*, *158*(1-4), 407-424.
- Tottenham, N., Tanaka, J. W., Leon, A. C., McCarry, T., Nurse, M., Hare, T. A., ... Nelson, C. (2009). The NimStim set of facial expressions: Judgments from untrained research participants. *Psychiatry Research*, *168*(3), 242-249.
- Tulving, E. (1972). Episodic and semantic memory. Dans E. Tulving & W. Donaldson (Éds), *Organization of memory* (pp. 381-403). New York: Academic Press.
- Tulving, E. (2002). Episodic memory: From mind to brain. *Annual Review of Psychology*, *53*(1), 1-25.
- Tyler, L. K., Moss, H. E., Durrant-Peatfield, M. R., & Levy, J. P. (2000). Conceptual structure and the structure of concepts: A distributed account of category-specific deficits. *Brain and Language*, *75*(2), 195-231.
- Versace, N., Nevers, B., & Padovan, C. (2002). *La mémoire dans tous ses états*. Marseille : Solal.
- Warrington, E. K., & McCarthy, R. A. (1987). Categories of knowledge. *Brain*, *110*(5), 1273-1296.
- Warrington, E. K., & Shallice, T. (1984). Category specific semantic impairments. *Brain*, *107*(3), 829-853.
- Weinstein, J., Koenig, P., Gunawardena, D., McMillan, C., Bonner, M., & Grossman, M. (2011). Preserved musical semantic memory in semantic dementia. *Archives of Neurology*, *68*(2), 248-250.
- Widen, S. C., & Russell, J. A. (2003). A closer look at preschoolers' freely produced labels for facial expressions. *Developmental Psychology*, *39*(1), 114-128.

Wildgruber, D., Ethofer, T., Grandjean, D., & Kreifelts, B. (2009). A cerebral network model of speech prosody comprehension. *International Journal of Speech-Language Pathology*, *11*(4), 277-281.