



HAL
open science

L'émergence d'un sens émotionnel dans l'interaction du contenu verbal et prosodique

Virginie Beaucousin

► **To cite this version:**

Virginie Beaucousin. L'émergence d'un sens émotionnel dans l'interaction du contenu verbal et prosodique. Neurosciences. Université de Rouen Normandie, 2019. tel-03426507

HAL Id: tel-03426507

<https://hal.science/tel-03426507>

Submitted on 26 Aug 2022

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License



Normandie Université

HABILITATION à DIRIGER des RECHERCHES

Spécialité Psychologie et Neurosciences

Préparée au sein de l'Université de Rouen Normandie

L'émergence d'un sens émotionnel dans l'interaction du contenu verbal et prosodique

Synthèse scientifique

Présentée et soutenue par

Virginie BEAUCOUSIN

Le 25 novembre 2019

HDR soutenue publiquement le (date de soutenance) devant le jury composé de

M. Frédéric ISEL	PU, Université Paris Nanterre	Rapporteur
Mme Laurence TACONNAT	PU, Université de Poitiers	Rapporteur
M. Didier GRANDJEAN	Pr associé, Université de Genève	Rapporteur
M. Nicolas POIREL	PU, Université Paris Descartes	Examineur
Mme Laurence CONTY	PU, Université Paris Nanterre	Garant scientifique
M. Daniel MELLIER	PU, Université Rouen Normandie	Garant institutionnel

Table des matières

Table des matières	1
Synthèse scientifique	3
I. Avant-propos : Positionnement épistémologique	4
II. Introduction	18
III. Emergence d'un sens émotionnel : variabilité d'utilisation des indices verbaux et prosodiques dans le jugement émotionnel de phrases	24
1. Cadre théorique et contribution scientifique	24
a. Etude Corpus : Construction du matériel expérimental et biais de valence	31
b. Etude corpus : Emergence d'un sens émotionnel et variabilité interindividuelle	36
c. Conclusion sur l'étude corpus	38
2. Contextualisation et faits marquants de l'étude corpus	39
a. Encadrements et lieu de réalisation du travail	39
b. Communications	39
IV. Altération de l'émergence d'un sens émotionnel dans les pathologies de la communication ?	39
1. Emergence d'un sens émotionnel dans la maladie d'Alzheimer	40
a. Cadre théorique et contribution scientifique : étude ALCOM	42
b. Contextualisation et faits marquants de l'étude ALCOM	48
2. Emergence d'un sens émotionnel dans la schizophrénie	49
a. Cadre théorique et contribution scientifique : étude SKYPROVERB	50
b. Contextualisation et faits marquants de l'étude SKYPROVERB	56
3. Synthèse : perception, évaluation et traitement sémantique du contenu émotionnel dans des pathologies de la communication	57
V. L'intelligence émotionnelle en action : effet de l'émergence du sens émotionnel sur d'autres fonctions cognitives	58
1. Contexte dépendant du stimulus : sens émotionnel et perception des visages	59
a. Contexte théorique et contribution scientifique	59
b. Faits marquants	61
2. Contexte interne : sens émotionnel et traitement local/global	62
a. Contexte interne évoqué dans la même modalité	62
b. Faits marquants	67

3. Synthèse _____	68
VI. Discussion générale et perspectives _____	68
1. Comment mieux prendre en compte l'expérience vécue des participants au cours des protocoles de recherche ? _____	75
2. Couplage entre expérience vécue et signal physiologique complexe _____	77
3. Perspectives cliniques _____	80
4. Conclusion _____	81
VII. Références bibliographiques _____	81
Annexes _____	94
I. Listes des tables _____	95
II. Listes des figures _____	96
III. Glossaire des acronymes _____	98

Synthèse scientifique

The [...] categories of « emotion », « cognition », and « perception » reflect subjective distinctions rather than distinctions in kind (p.11, Feldman Barrett, 2011).

I. Avant-propos : Positionnement épistémologique

Avant de présenter mes travaux, je commencerai par me présenter. A l'instar de Francisco Varela, je me définis comme une « biologiste des phénomènes cognitifs » (p.9, Varela, Bitbol, Cohen-Varela, Dupuy, & Petitot, 2017). En effet, je cherche à comprendre le lien entre le fonctionnement biologique des êtres humains et les comportements qu'ils produisent. J'entends par comportements le produit des activités cognitives au sens large du terme, allant des fonctions de « bas niveau », comme l'attention et la perception, aux plus complexes, comme le raisonnement. Cette définition inclut donc les processus émotionnels qui m'intéressent plus particulièrement. Tout comme Lisa Feldman Barrett, je ne fais donc pas de distinction entre cognition et émotion (Feldman Barrett, 2011).

Cette description de ma question de recherche s'applique également au projet des neurosciences cognitives. Cependant, le terme neurosciences cognitives suppose une centration sur le fonctionnement cérébral. Bien que cela n'exclue en rien l'intérêt porté aux interactions avec l'ensemble du corps et de l'environnement, il est fortement connoté chez la plupart des collègues que j'ai rencontrés : si on étudie le cerveau, on ne s'intéresse pas à l'environnement des individus. C'est pourquoi, j'ai décidé de changer ma manière de me définir dans le milieu académique, même si cette « case » n'existe pas institutionnellement ! En effet, nous verrons plus loin que rentrer dans une case peut parfois engendrer des difficultés et des incompréhensions, voire empêcher tout dialogue constructif.

La formation initiale en biologie m'a permis d'appréhender le fonctionnement du corps dans son ensemble (système nerveux y compris) de la molécule à l'organe essentiellement (Figure 1). Ce n'est qu'en année de maîtrise que j'ai pleinement découvert avec Jean Caston¹ qu'il était possible de s'intéresser à l'homme en tant qu'« unité bio-psycho-sociale » (p.14, Caston, 1993). Si, au fil de mon cursus, je considérais que mon travail en tant qu'étudiant était de faire des liens entre les différents niveaux d'organisation de l'homme, c'est grâce à Jean que j'ai pu découvrir l'étude du comportement d'un individu dans son environnement. Ses premiers cours, puis le stage de recherche dans son équipe, m'ont définitivement convaincue que c'est ce sur quoi je voulais travailler. Alors que son départ à la retraite ne m'a pas permis de continuer l'étude du comportement des rongeurs, son enseignement a marqué pour moi l'importance de considérer tous les niveaux d'organisation de l'homme dans mes travaux de recherche à venir. Bien entendu mon objectif n'est pas de faire véritablement des neurosciences intégratives (discipline dont l'objet serait d'intégrer les différents niveaux de compréhension du vivant, Monier, 2018), mais au moins de poursuivre des recherches intégrant des

¹ † Professeur de psychophysiologie à l'université de Rouen. Directeur du laboratoire de physiologie sensorielle jusqu'en 1996 puis directeur adjoint du laboratoire de Psychologie et Neurosciences.

mesures à trois niveaux d'organisation : le niveau social « réduit » (en adoptant des situations les plus écologiques possibles, cf chapitre IV p.39), le niveau de l'organisme (cf chapitre III p.24) et le niveau organique (assez peu développé dans ce manuscrit car encore en cours, cf chapitre VI.2 p.77).

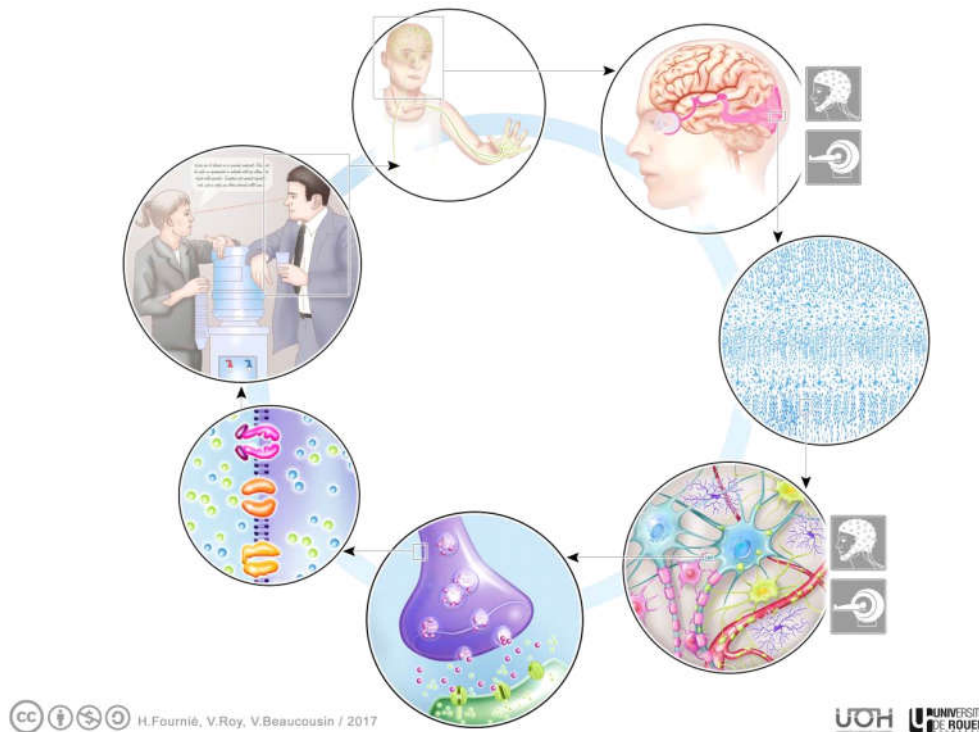


Figure 1. Les niveaux d'organisation de l'homme

Cette roue symbolise les interactions entre les différents niveaux d'organisation de l'homme du plus intégré (niveau social) au plus élémentaire (niveau moléculaire) en passant par le niveau de l'organisme (l'homme qui tend la main, vu en transparence le trajet du système sensori-moteur), le niveau organique (vue transparente de l'encéphale à l'intérieur du crâne), le niveau des réseaux cérébraux (dessin d'une image en microscopie optique de l'organisation corticale en couches cellulaires), le niveau cellulaire (neurones en bleu, oligodendrocytes en rose, astrocytes en vert, microglie en violet et un vaisseau sanguin), et le niveau synaptique (bouton présynaptique en violet avec des vésicules contenant le neurotransmetteur en rose, l'élément post-synaptique avec les récepteurs chimio-dépendant en vert). Cette image est le fruit de la collaboration avec Vincent Roy, MCF en neurosciences cognitives de l'université de Rouen Normandie, et Hélène Fournier, graphiste médicale, dans le cadre d'un projet pédagogique financé par l'UOH (cf partie 1, chapitre **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** p.**Erreur ! Signet non défini.**). UOH : université ouverte des humanités.

Si personne ne nie l'existence de ces niveaux d'organisation, les interactions qui existent entre eux ne sont pas toujours prises en compte dans la réflexion des chercheurs (le cercle bleu sur le fond de la Figure 1). Pourtant il existe de nombreux travaux sur le lien entre ces différents niveaux d'organisation (j'entends des mesures à différents niveaux d'organisation et non des études qui ne mesurent qu'un seul niveau et en infèrent l'activité des autres niveaux). Par exemple, qui n'a jamais pesté parce qu'il attrapait souvent la grippe au moment des examens universitaires ? Les défenses immunitaires sont plus faibles en périodes de stress (évaluées par l'intermédiaire de questionnaires) qu'en dehors de ces périodes (Kiecolt-Glaser et al., 1984). D'ailleurs, les mécanismes neuro-immuns en jeu lors de ces manifestations psychologiques du stress commencent à être bien identifiés (Trakhtenberg & Goldberg, 2011). Prenons un autre exemple sur la relation inverse entre le corps et l'esprit : la glycémie peut

influencer le jugement d'une personne. En effet, les juges sont plus indulgents dans leur verdict après la pause déjeuner qu'avant (Danziger, Levav, & Avnaim-Pesso, 2011). En tant qu'enseignant, il faudrait donc faire attention aux moments de la journée au cours desquels nous corrigeons nos copies.

Il faut également rester prudent vis-à-vis des études qui montrent des interactions entre les différents niveaux d'organisation. La tentation est grande de dire que ces interactions sont des relations de cause à effet. Cela conduit souvent à des erreurs méréologiques (« cerveau social », « les neurones pensent ») qui, si elles sont « acceptables » comme raccourci de pensée à l'oral, peuvent avoir des conséquences à l'écrit sur l'inférence par les lecteurs avertis de votre propre positionnement théorique. Par ailleurs, il est d'autant plus important d'être prudent dans le cadre de l'enseignement et/ou la vulgarisation pour éviter d'induire des représentations « erronées » du public (s'il existe un « cerveau social » qui pense, alors l'appellation « cerveau entérique » suggère qu'on « pense » avec nos intestins alors que les neurones intestinaux assurent le péristaltisme, c'est-à-dire le transit intestinal). Le sens des interactions ici évoquées n'est pas une relation causale univoque. Il convient de considérer ces interactions comme des mécanismes circulaires, s'influençant mutuellement.

Ce problème récurrent vient-il de la définition du terme d'interaction ? La réponse à cette question conduit inévitablement à poser une autre question épistémologique : comment décrire la relation entre le corps et l'esprit ? Si l'on ne peut considérer que le corps émerge² de l'esprit, l'inverse est tout aussi vrai (Karlsson, 2010; Monier, 2018). Il serait plus juste de considérer que l'esprit émerge de l'interaction des différents constituants du corps (cerveau, cœur...), tout comme l'activité cérébrale émerge de l'interaction de l'activité de ses constituants (neurones, cellules gliales, vaisseau sanguin...). Esprit et cerveau ont tous les deux des propriétés émergentes. Ils forment ainsi une même entité mais vue sous un angle différent (Monier, 2018) : dans un cas la recherche concerne les causes du fonctionnement cognitif, dans l'autre celles du fonctionnement de la matière vivante.

Pourquoi alors envisager que les questions posées par les études sur le fonctionnement cérébral ne sont pas du même ordre que celles posées par les études portant sur le niveau cognitif ? Est-ce que comprendre le fonctionnement du cerveau permet de mieux comprendre le niveau cognitif ? Autrement dit : est-ce que les neurosciences cognitives ont quelque chose à dire sur la relation corps/esprit ? Les relations entre les niveaux d'organisation représentent, en réalité, ce que les enactionnistes appellent le « gouffre explicatif » (p.23, Varela et al., 2017 ; cercle bleu clair sur la Figure 1 p.5). Ce terme de gouffre explicatif représente l'impasse dans laquelle nous sommes (actuellement ?)

² Prendre le terme émergence ici bien dans le sens que l'esprit auto-organise le corps. Pour plus de détails sur l'auto-organisation/émergence et comportement, je renvoie le lecteur à l'ouvrage du même nom (Theraulaz & Spitz, 1997).

pour comprendre comment chaque niveau « agit » sur les autres. Cette impasse est toujours d'actualité y compris pour des organismes simples comme le *Caenorhabditis elegans*³. Si chacun des niveaux d'organisation de ce petit ver est bien défini structurellement et fonctionnellement, il n'en reste pas moins que les chercheurs sont incapables de comprendre comment ce ver bouge, c'est-à-dire quelles sont les causes du mouvement à tous les niveaux d'organisation (Comment / Why / Erklärung). Les chercheurs échouent à comprendre aussi quelle est la fonction de ce ver dans la nature (c'est-à-dire à répondre à la question du pourquoi / Versteherung / What, Varela, 1989; Krakauer, Ghazanfar, Gomez-Marin, Maclver, & Poeppel, 2017). Cet exemple illustre comment l'étude du fonctionnement cérébral peut induire un biais épistémologique : la question du *how* l'emporte souvent sur celle du *why* et du *what* (Krakauer et al., 2017; Marr, 2010). *C. elegans* bouge grâce à la contraction de ces anneaux (*how*) mais la mobilité d'un être vivant peut-être atteinte par d'autres moyens (ex. battement des ailes chez les oiseaux). Personne ne sait encore pourquoi *C. elegans* possèdent des anneaux (*why*). A l'écrit (comme à l'oral), résoudre la question du *how* masque l'incapacité à répondre aux deux autres questions. La citation suivante de Kahneman pose parfaitement le problème actuel :

« *When faced with a difficult question, we often answer an easier one instead, usually without noticing the substitution* » (p.12, Kahneman, 2012).

Prenons un autre exemple chez l'homme pour bien comprendre l'enjeu du type de questions auxquelles la science tente d'apporter des réponses : nous connaissons l'impact de la phénylcétonurie⁴ sur tous les niveaux d'organisation de l'homme, sans pour autant pouvoir distinguer clairement les causes des conséquences de ces différents dysfonctionnements et surtout pourquoi certaines personnes peuvent développer cette pathologie. Cette approche fonctionnelle et non de recherche des causalités⁵ est la plus présente dans la littérature en neurosciences cognitives. Faute de mieux, les résultats sont rapportés avec des mots-valises comme « refléter, révéler »... (Krakauer et al., 2017). Cependant leur utilisation ne doit pas laisser penser que l'activité cérébrale observée cause le comportement, mais qu'elle sert simplement à présenter des résultats sans suggérer que ce sont des relations causales qui sont mises en évidence. Pourquoi cette confusion entre causalité et relation fonctionnelle est-elle si fréquente au-delà des interprétations lexicales des « mots-valises » ? Est-ce un problème de définition des concepts théoriques ou une limitation méthodologique et technique ?

³ Un modèle animal très utilisé en génétique.

⁴ Maladie génétique dont le dépistage est systématiquement proposé dans les maternités en France. Pour plus d'information, voir p.588, *Cerveau et comportement* : Kolb, B. & Whishaw, I. (2002). Editeur : De Boeck

⁵ Seules la stimulation magnétique transcrânienne ou l'optogénétique permettent de répondre aux questions de causalité entre activité cérébrale et comportement.

Comme nous l'avons vu plus haut, le problème théorique pourrait provenir de la persistance en science du dualisme corps / esprit. En psychologie en France, ce dualisme serait admis par près de 40% des enseignants-chercheurs en psychologie clinique (12/30) mais seulement 4% en neurosciences (1/30, Ripoll, 2018)⁶. Ce dualisme, cher à Descartes, est présent en science mais reste pourtant limitant : « *Les théories existantes, en science, sont parfois des obstacles cognitifs à l'élaboration de nouvelles hypothèses, même quand la science en question est en pleine transformation* » (Kuhn, 1983 cité par Dubois, sous presse).

Pour essayer de comprendre cette limitation théorique, prenons l'exemple de la définition du vivant. Au cours de ma formation, on ne m'a jamais donné de définition de ce qu'est le vivant et pourtant c'est bien l'objet d'étude par excellence de la biologie. Le dualisme est souvent utilisé pour tenter de répondre : le vivant est « tout ce qui n'est pas du domaine du non-vivant ». Pour autant, cette définition n'est pas satisfaisante puisqu'elle amène inévitablement à la question de ce qu'est le non-vivant. Pour contrer cette limitation liée au dualisme, les tentatives pour répertorier les organismes vivants restent les plus fructueuses, mais l'exhaustivité n'est pas possible (de nouvelles espèces sont encore découvertes tous les jours⁷). Ces listes du vivant, appelées également classifications, sont organisées à partir des attributs du vivant. Ils semblent plus opérationnels mais à chaque fois des contre-exemples émergent (exemple avec la découverte des grands virus nucléocytoplasmiques⁸). C'est d'ailleurs cette question qui a poussé Francisco Varela, et son mentor de l'époque Humberto Maturana, à proposer le concept d'*autopoïèse* pour donner une définition plus opérante du vivant car ce concept repose sur la définition de fonctions-clés qui permet de distinguer le vivant du non-vivant⁹ (Maturana & Varela, 1994; Varela et al., 2017).

Pour revenir à la question de départ à savoir « est-ce que les neurosciences ont quelque chose à dire ou à proposer quant à la question de la relation corps-esprit ? », on peut admettre une réponse en partie positive. En effet, comme nous le verrons plus loin, des travaux d'application des neurosciences cognitives ont permis de comprendre que le cerveau seul n'est pas suffisant pour comprendre l'homme. Mais la réponse n'est qu'« en partie » positive car seules, sans dialogue avec d'autres disciplines des sciences cognitives, les neurosciences ne pourront pas y parvenir. Les activités mentales peuvent être considérées comme une propriété émergente d'un agent (un corps en incluant

⁶ Un grand merci à mon collègue et « co-bureautier » Bruno Vivicorsi pour m'avoir fait découvrir cette enquête intéressante et pour la présenter à tous les étudiants en master psychologie à l'université Rouen Normandie.

⁷ <https://www.planetoscope.com/Faune/1693-decouvertes-de-nouvelles-especes-dans-le-monde.html>

⁸ Une classification longtemps utilisée était la présence d'ADN pour considérer qu'un élément était vivant. La découverte des premiers grands virus nucléocytoplasmiques a fait voler en éclat cette classification.

⁹ La synthèse de composants internes et l'auto-assemblage d'une « membrane » qui assurent les fonctions d'autoproduction et du maintien de l'identité.

son système nerveux) dans son environnement (Glannon, 2009; Maturana & Varela, 1994; Piaget, 1936)¹⁰ : les activités mentales sont 1- incarnées, c'est-à-dire le fruit de l'activité de la matière cérébrale en constante interaction avec le corps ; 2- situées dans un environnement social et naturel. En ce sens, si l'activité cérébrale est indéniablement nécessaire à la production des activités mentales (Karlsson, 2010), elle n'est pas suffisante (Glannon, 2009). Mais devons-nous nécessairement passer par la définition d'une dualité corps / esprit (ou si l'on préfère une trinité cerveau / corps / environnement Glannon, 2009) pour aborder la compréhension du comportement humain ? Pour sortir de ce débat dualiste, Francisco Varela a proposé de considérer non plus les deux (ou 3) entités de cette relation mais de considérer que l'un n'est rien sans l'autre, que les deux objets sont en perpétuelles interactions. Il serait alors vain de vouloir considérer l'un sans l'autre. Nous aurions face à nous non plus une dualité mais plutôt une trinité : esprit, corps/environnement et le domaine d'interaction des deux (pour une mise en équation de cette relation, voir Varela et al., 2017).

Pour illustrer ces débats passionnés depuis Descartes et ce qu'apporte la proposition de Varela, je reprendrais l'exemple - que j'utilise dans mes cours - de la légende indienne de Sita et la déesse Kâlî¹¹ : Si nous pouvions « greffer » une tête (avec son cerveau) sur un autre corps à quelle personne aurions-nous affaire ? A la personne qui a « fourni » la tête ou à celle qui a « fourni » le corps ? En adoptant la position d'une trinité, la réponse est ni l'une ni l'autre, nous aurions affaire à une nouvelle personne : de ce nouvel agent émergerait de nouveaux comportements. Ce positionnement théorique intéressant ne doit pourtant pas faire oublier l'existence du fossé explicatif qui n'est pas comblé lorsque l'on étudie le comportement humain. Comme l'écrit Daniel Andler¹², il faut conserver « *une attitude combinant la méfiance à l'égard de toute hypothèse divisant le réel en deux régions et la confiance dans la capacité humaine à le connaître* » pour continuer à avancer (cité par Monier, 2018).

J'ai dit plus haut que des problèmes méthodologiques et techniques pouvaient également laisser penser que les chercheurs en neurosciences cognitives « réduisent » l'activité mentale à l'activité cérébrale. En effet, la confusion peut provenir de la démarche expérimentale la plus utilisée dans le domaine à savoir l'approche fonctionnelle. L'objectif est - d'essayer - d'observer la cooccurrence d'une activité cérébrale spécifique lors de processus cognitifs évoqués expérimentalement. Ce

¹⁰ On notera que Piaget a débuté sa carrière comme biologiste, spécialiste de malacologie. Voir Piaget, J. (1918). *Introduction à la malacologie valaisanne*. Thèse de doctorat. Université de Neuchâtel, Suisse. http://www.fondationjeanpiaget.ch/fjp/site/ModuleFJP001/index_gen_page.php?IDPAGE=232&IDMODULE=38

¹¹ Sita est mariée à un marchand riche mais est amoureuse d'un jeune forgeron. Ces deux hommes se connaissent bien et décident de se trancher la tête pour régler cette histoire. En découvrant ces suicides, Sita demande à la déesse Kâlî de ressusciter les deux hommes. La déesse lui propose alors de replacer les têtes sur les corps, mais Sita inverse les têtes et les corps. La question est qui est l'amant qui est le mari ?

¹² P.13 dans Andler, D. (2016). *La silhouette de l'humain : quelle place pour le naturalisme dans le monde d'aujourd'hui ?* Paris : Gallimard.

réductionnisme que je qualifierai de méthodologique, n'implique pas forcément un réductionnisme théorique (Monier, 2018). En effet, en France, moins de 4% des enseignants-chercheurs intervenant en psychologie pour enseigner les neurosciences (1 sur 30) se réclament d'un matérialisme fort, c'est-à-dire d'un réductionnisme théorique (Ripoll, 2018).

La démarche expérimentale la plus répandue en neurosciences cognitives repose sur une opérationnalisation des situations provoquant les processus cognitifs à étudier. Pour l'heure, cette opérationnalisation induit une forme de réductionnisme. Le réductionnisme s'entend comme l'étude du fonctionnement des constituants d'un système complexe pour comprendre le fonctionnement de ce système (Sapolsky & Balt, 1996). Par exemple, pour comprendre comment une personne peut communiquer les émotions qu'elle ressent à une autre, on peut demander à des participants de juger de l'intensité/valence émotionnelle d'énoncés enregistrés préalablement : ici on ne s'intéresse qu'à un composant (une personne) pour essayer de comprendre une relation de communication *a priori* dyadique.

Ce réductionnisme a conduit et conduit toujours certains à un positionnement (théorique donc non vérifiable) naturaliste ou physicaliste stricte, c'est-à-dire qu'ils considèrent qu'un jour il sera possible d'expliquer le fonctionnement humain par une loi générale (au sens de loi telle qu'utilisée en physique, mais cette loi n'est pas encore décrite¹³). Les processus biocognitifs ont été et sont toujours parfois décrits sous la forme d'équation mathématique (parfois aussi simple que des additions)¹⁴. De ce point de vue, la variabilité observée dans les mesures est considérée comme du « bruit » lié aux instruments de mesure. D'où la course effrénée aux équipements de plus en plus précis et complexes – et très coûteux d'ailleurs – ce qui conduit à des choix politiques discutables mais en réalité peu discutés (Frégnac, 2018).

Bien entendu, ce positionnement physicaliste strict n'est pas le positionnement de tous les chercheurs en neurosciences cognitives (heureusement, il concernerait moins de 4% des enseignants-

¹³ « Nous entendons par naturalisme, de manière restrictive, la thèse philosophique selon laquelle toutes les sciences doivent et peuvent viser à traiter de leurs objets respectifs à la manière des sciences de la nature, car ces objets appartiennent nécessairement à l'ordre de la nature ; et par naturalisation les programmes de recherche en cours visant à rendre compte du mental et du social en les considérant uniquement sous leurs aspects naturels, ou encore en les traitant comme des objets naturels. Ces programmes sont largement inclus dans les sciences cognitives et dans la biologie évolutionniste, ou en dérivent directement. Un corollaire du naturalisme ainsi conçu, qu'on peut aussi prendre comme sa thèse centrale, est que les sciences sont appelées à une unification, par-delà la division traditionnelle entre sciences de la nature et sciences de l'esprit (de l'homme et de la société) » (Andler, 2011, p16)

¹⁴ Mais ce réductionnisme strict est désormais compensable par l'approche des systèmes complexes par exemple. Dans ces approches le « bruit » est considéré comme une propriété émergente des systèmes étudiés. Voir les conférences de R. Sapolsky « 21. Chaos and Reductionism » :

<https://www.youtube.com/watch?v=njf8jwEGRo>

chercheurs en neurosciences qui enseignent dans des cursus de psychologie en France, Ripoll, 2018). Mais il n'en reste pas moins qu'il est encore présent et qu'une discussion (qui commence à dater, certes) me semble nécessaire et intéressante sur cette notion de variabilité / bruit (d'autant que nous en reparlerons dans le chapitre III p.24), à savoir que la variabilité est probablement intrinsèque aux agents étudiés et pas uniquement liée aux instruments de mesure. C'est la conclusion de la méta-analyse, de Robert Sapolsky et de son étudiant de l'époque Steven Balt (1996), sur le niveau de variabilité observé dans différents champs disciplinaires s'attachant à comprendre différents niveaux d'organisation. En adoptant une position naturaliste/physicaliste stricte, le réductionnisme conduit à considérer que plus le niveau d'organisation est complexe (*i.e.* s'approchant du niveau social) moins les recherches menées à ce niveau sont réductrices mais plus elles vont conduire à des mesures variables (*i.e.* difficulté à contrôler les variables parasites, terme consacré en psychologie ; ou les facteurs environnementaux, terme consacré en biologie). Autrement dit, les études au niveau « simple » cellulaire ou moléculaire produiraient des résultats moins variables que les études au niveau d'un organisme. Ce n'est absolument pas ce qui est observé (Figure 2) : quel que soit le niveau d'organisation étudié, la variabilité est comparable même en ne considérant que les études les plus citées dans la littérature (donc les plus influentes dans le domaine).

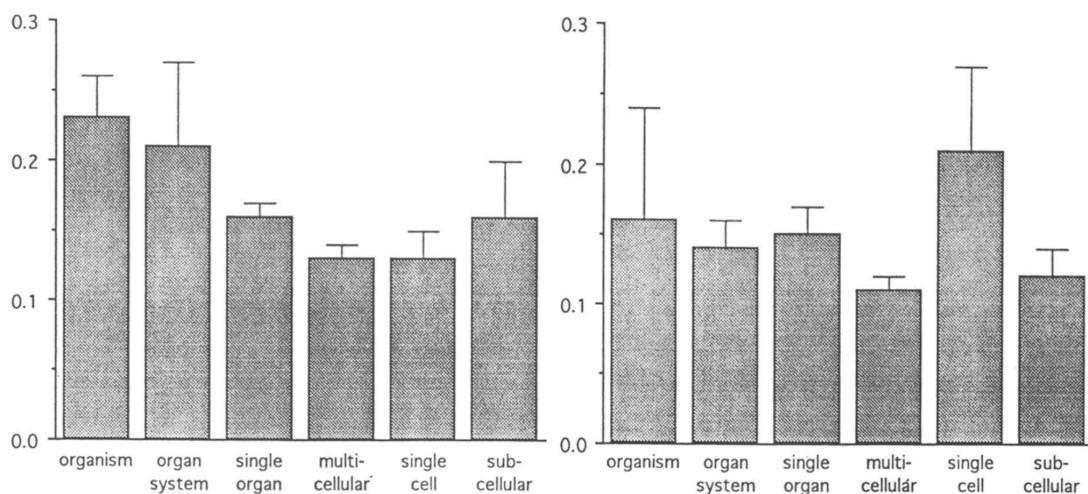


Figure 2. Variabilité des effets de la testostérone quel que soit le niveau d'organisation étudié (Sapolsky & Balt, 1996)

Le coefficient moyen de variabilité (moyenne des erreurs standard à la moyenne) est représenté en fonction du niveau d'organisation étudié du plus complexe comme le niveau de l'organisme (organism) qui s'intéresse au niveau cognitif de l'homme (questionnaires, études comportementales...), au plus simple comme le niveau moléculaire (sub-cellular). La variabilité obtenue par des études à différents niveaux intermédiaires est présentée : le niveau organique (organ system) qui s'intéresse au mesure du taux sérique de testostérone (impact sur l'ensemble des organes), le niveau d'un organe (single organ) pour lequel on mesure le taux de testostérone et ses dérivés, le niveau multicellulaire (multi-cellular) s'intéresse aux cultures cellulaires in vitro, le niveau de la cellule (single cell) concerne des études qui permettent de définir les niveaux de concentration des métabolites de la testostérone dans une seule cellule. **[Gauche]** Ce graphique présente ces résultats pour toutes les études incluses dans la méta-analyse. **[Droite]** Ce graphique a été obtenu à partir des données des études les plus influentes à l'époque (1^{er} quartile des études en fonction du nombre de citations). Que l'on s'intéresse à la cellule ou à la cognition de l'organisme dans son ensemble, il n'y a pas de différence significative entre les niveaux de variabilité observés. Selon Robert Sapolsky, cela démontre que l'hégémonie de certaines disciplines n'a plus lieu d'être et que chaque discipline est complémentaire. Le combat n'est pas encore terminé.

De ce travail, et des travaux qu’il a mené depuis, Robert Sapolsky conclut que le « réductionnisme [strict] ne fonctionne pas pour les systèmes biologiques »¹⁵. En revanche, la démarche expérimentale implique un réductionnisme méthodologique : nous utilisons une ou plusieurs mesures pour expliquer un comportement complexe. Afin de montrer que ce réductionnisme méthodologique n’est pas un réductionnisme théorique, il est important de rendre explicite les limites inhérentes aux méthodes utilisées afin de cerner le réductionnisme qu’elles induisent (Krakauer et al., 2017). C’est pourquoi dans chaque chapitre de ce manuscrit, je prendrai le soin de décrire les limites des techniques utilisées. Cela m’apparaît d’autant plus fondamental aujourd’hui que depuis quelques années les neurosciences cognitives sont souvent pointées du doigt pour l’usage abusif d’un « pouvoir explicatif », ce que l’on nomme le « neuro-réductionnisme » (Anichini, 2017; McCabe & Castel, 2008; Weisberg, Keil, Goodstein, Rawson, & Gray, 2008). Les courants du « neuroscepticisme » se nourrissent d’un discours parfois « extrême » sur le neuro-réductionnisme (pour une analyse détaillée des courants du neuroscepticisme, voir l’ouvrage du même nom, Forest, 2014). Ils considèrent que, pour les neuroscientifiques, comprendre le cerveau est nécessaire et suffisant pour comprendre l’Homme (position éliminativiste qui représente moins de 4% des enseignants-chercheurs en neurosciences intervenant dans un cursus de psychologie alors que 20% des collègues en psychologie clinique et 10% en psychologie cognitive pensent qu’une position matérialiste est éliminativiste, Ripoll, 2018).

Si le réductionnisme existe pour toutes les méthodes expérimentales comme par exemple la psychologie expérimentale (Cursan, 2018; Gould, 1997), il n’en reste pas moins que les neurosciences ont une influence importante dans nos sociétés à cause, probablement, du phénomène de « neuro-réalisme » (Weisberg et al., 2008) : les techniques d’imagerie montrent l’activité cérébrale concomitante à des activités mentales (approche fonctionnelle). Il est facile donc de tomber dans le piège du « neuro-réalisme » en affirmant que le cerveau produit ces activités. Chacun peut être influencé par ce « neuro-réalisme » mais ce biais est d’autant plus présent chez les étudiants¹⁶ (Weisberg et al., 2008), probablement parce que les raccourcis à l’oral l’encourage ou parce qu’à l’écrit les subtilités de langage induites par l’utilisation de mots-valises ne sont pas explicites. La formation aux neurosciences est donc importante pour savoir ce que l’on peut dire sur les résultats qu’elles produisent ou pour comprendre les limites des méthodes neuroscientifiques (par exemple dans le milieu judiciaire, Oullier, 2012).

¹⁵Titre d’une de ses conférences disponibles en ligne “Reductionism doesn't work in biological systems” : <https://www.youtube.com/watch?v=OS6SL4JosrQ>

¹⁶ Notre collègue Bruno Vivicorsi a fait passer le questionnaire de Thierry Ripoll aux étudiants du master 1 psychologie de l’université de Rouen Normandie en 2018. Prêt de 14% des étudiants du parcours neuropsychologie cognitive et 22% des étudiants du parcours psychologie du développement se réclament d’un positionnement éliminativiste.

Heureusement, en tant qu'expert, un biais inverse à celui rencontré chez les étudiants est observé avec une plus grande méfiance lorsqu'un fait semble UNIQUEMENT confirmer par des données d'imagerie (Weisberg et al., 2008). À ce titre, Denis Forest écrit que les neuroscientifiques sont les premiers neurosceptiques (Forest, 2014)¹⁷. Cette méfiance à l'encontre des données d'imagerie a probablement été exacerbée dans la communauté par la publication d'un certain nombre d'articles sur les dérives statistiques des méthodes d'imagerie (Bennett, Baird, Miller, & Wolford, 2012; Vul, Harris, Winkielman, & Pashler, 2009; Ioannidis, 2005; pour la psychologie voir Cumming, 2014). Ce courant « salvateur » a permis de repenser les limites de l'imagerie et de leur pouvoir « explicatif » (Le Bihan, 2018). Qu'est-ce qui a conduit à cette dérive statistique ? La culture des résultats (Anichini, 2017), la pression à la publication (Ioannidis, 2014), etc. Je ne rentrerai pas dans ce débat ici. Je préfère limiter mon propos à la stratégie que j'ai adoptée pour limiter ce réductionnisme dans mes travaux de recherche. Modestement, j'essaie de multiplier le type de mesures recueillies suivant le principe de triangulation des méthodes emboîtées (Campbell & Fiske, 1959; Denzin, 1978). Plus qu'un vœu pieux de transdisciplinarité, multiplier les méthodes et/ou les mesures m'apparaît comme une façon de limiter le réductionnisme de la démarche expérimentale. La multiplication des mesures et leur confrontation est utilisée couramment en neurosciences cognitives de manière plus ou moins approfondie. Par exemple dans le cadre du travail de thèse, j'ai confronté les données d'imagerie et les données subjectives (compte-rendu des stratégies mise en œuvre par les participants pour résoudre la tâche). Cela a permis de prendre en compte les processus de théorie de l'esprit (comme « se mettre à la place » du locuteur) dans la compréhension du discours émotionnel (Beaucousin et al., 2006). Grâce à Laurence Conty, j'ai pu observer que ces confrontations pouvaient pousser plus loin la réflexion sur le comportement humain : en évaluant les relations entre des mesures comportementales et physiologiques périphériques, nous avons montré qu'un contexte environnemental pouvait conduire à une meilleure adéquation entre ces deux types d'observations du comportement humain (Baltazar et al., 2014). Les participants étaient plus conscients de la réaction physiologique de leur corps et donc de sa contribution aux processus évaluatifs subjectifs (effet réflexif du contact par le regard, pour un peu plus de détails sur cette étude cf chapitre V p.58).

Cependant, ce piège du « neuro-réalisme » conduit à voir fleurir dans la presse grand public de plus en plus de titre du style « L'imagerie cérébrale dévoile nos pensées »¹⁸. Pourquoi ce fleurissement ? Cela est sans doute lié aux avancées spectaculaires des dernières années. Sans vous faire l'affront de vous présenter les « teasers » que nous utilisons pour sensibiliser les étudiants en 1^{ière} année de

¹⁷ Voir la présentation de son ouvrage par Denis Forest : <https://www.youtube.com/watch?v=3usKUsiypk4>

¹⁸ Voir cette émission de vulgarisation en réponse à ces titres racoleurs de la presse grand public [L'imagerie cérébrale dévoilera-t-elle un jour nos pensées ?](#)

psychologie à l'intérêt des neurosciences cognitives pour leurs études, je liste ici quelques travaux de neurosciences cognitives qui m'ont le plus marquée ces dernières années :

1. compensation de déficits perceptifs : des malvoyants qui peuvent récupérer une certaine perception visuelle grâce à des rétines artificielles (Zrenner et al., 2011) ;
2. compensation de déficits moteurs : homme-machine qui permettent à une personne atteinte d'une paralysie de retrouver une certaine autonomie motrice (avec l'EEG, Contreras-Vidal, Presacco, Agashe, & Paek, 2012; avec l'IRM anatomique, Hochberg et al., 2012) ;
3. compensation de la neurodégénérescence : l'implantation d'électrodes profondes pour compenser la neurodégénérescence de la maladie de Parkinson (Benabid, Pollak, Louveau, Henry, & de Rougemont, 1987) ;
4. compensation des déficits de communication : une forme de communication simplifiée par l'intermédiaire d'une IRM ou un EEG avec des patients avec un *Lock-in syndrom* (Owen et al., 2006; Monti et al., 2010).

Je voudrais terminer cette liste en évoquant les travaux qui tentent de décrypter l'activité cérébrale pour construire des images liées aux activités mentales des personnes qui perçoivent des films (Nishimoto et al., 2011) ou des sons produits par d'autres personnes qui lisent des mots (Pasley et al., 2012). Les résultats peuvent paraître époustouffants lorsque l'image/le son obtenu(e) après traitement est placé(e) à côté de celle perçue par le participant. En revanche, l'impression est tout à fait différente lorsque l'image/le son décrypté(e) est présenté avant, seul(e) (Figure 3) : les personnes peinent à décrire ce qui est représenté. Il ne faut pas oublier que ces travaux sont basés sur un apprentissage à partir d'une base de données de vidéos fournies (celles de l'expérience) au préalable aux algorithmes. Sans évoquer les limites techniques qui sont en perpétuelles évolutions, il est important de garder à l'esprit que ces algorithmes sont construits par des individus et que des choix sont opérés tout au long de la création de ces algorithmes qui vont influencer les résultats obtenus (Mille, sous presse). Par exemple, les algorithmes de détection de visages sur des vidéos ne peuvent faire la différence entre l'image d'une personne présente physiquement et la présence d'une affiche avec un visage (pas de présence physique de la personne). Si ces algorithmes vont devenir de plus en plus précis et « efficaces » (c'est-à-dire répondre aux attentes du créateur du logiciel), il n'en demeure pas moins que nous sommes loin – et heureusement - de pouvoir évoquer le vécu / le ressenti de la personne. Gageons avec d'autres, que cela ne sera pas possible dans la mesure où l'activité mentale n'est pas seulement dans le cerveau mais le fruit d'une interaction entre un agent et son environnement (Glannon, 2009; Karlsson, 2010).

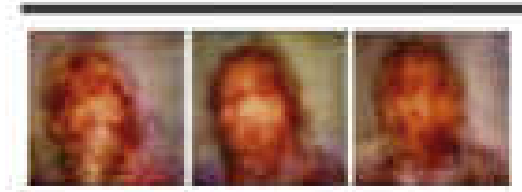


Figure 3. Reconstruction d'une image à partir de l'activité cérébrale évoquée par le visionnage d'une vidéo (Nishimoto et al., 2011)

Devinez ce que la personne était en train de voir lorsqu'elle regardait cette vidéo ? Un ovale, un visage. Voilà ce que les étudiants répondent quand je présente cette image lors de mon cours sur le neuro-réductionnisme. En réalité, il s'agit du visage d'un enfant lors d'une consultation médicale. Une main au premier plan lui installe un stéthoscope autour du cou (cf vidéo visionnée, Nishimoto et al., 2011). Cette reconstruction est réalisée à partir de l'activité hémodynamique enregistrée sous IRM.

Pourquoi prendre ce pari qui pourrait paraître risqué à certains ? Pour se rapprocher de mon objet de recherche (la perception des émotions), prenons le cas de personnes avec une paraplégie : elles sont tout à fait capables de ressentir des émotions alors que la communication entre le corps et le cerveau est interrompue. Mais il n'en demeure pas moins que, 4 ans après leur accident, elles rapportent que ces émotions sont différentes de celles qu'elles ont éprouvées avant leur accident (Lundqvist, Siösteen, Blomstrand, Lind, & Sullivan, 1991). Donc, le ressenti émotionnel n'est pas le fruit uniquement du cerveau mais bien du fonctionnement d'un individu dans un environnement. L'intégrité du corps ayant été modifiée, le vécu de la personne a évolué.

Malgré ces progrès fabuleux, nous n'arrivons toujours pas à expliquer comment des « anomalies » plus ou moins importantes (par exemple 70% du volume total intra-crânial rempli de liquide céphalo-rachidien, Figure 4) peuvent conduire à un fonctionnement qui reste proche de la norme (Quotient intellectuel autour de 75, Feuillet, Dufour, & Pelletier, 2007). Si l'argument souvent avancé reste que face à des données biologiques nous n'avons pas de loi universelle pour comprendre les processus permettant leur émergence (ou pas encore selon certains), il n'en reste pas moins que même dans les sciences dites exactes, comme en électronique, il n'est pas toujours possible de comprendre comment les éléments fondamentaux comme des transistors fonctionnent ensemble pour faire émerger une activité électrique particulière (Jonas & Kording, 2017). Le tout n'est pas la somme des parties. C'est pourquoi un réductionnisme théorique n'est pas à mon sens tenable en neurosciences cognitives.

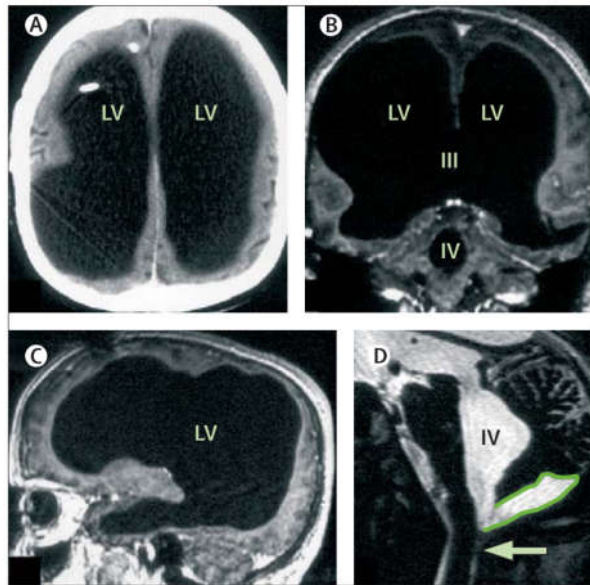


Figure 4. Elargissement ventriculaire massif chez un patient avec un fonctionnement cognitif dans la norme (Feuillet et al., 2007)

Les zones en noire correspondent aux ventricules remplis de liquide céphalo-rachidien. Le patient présente un quotient intellectuel (QI) de 75, dont 84 au QI verbal et 70 au QI de performance. Il est marié, a des enfants et travaille dans le secteur public français. A. CT scan, B., C. et D. IRM anatomique. LV : ventricule latéral, III : 3^{ème} ventricule, IV : 4^{ème} ventricule. Flèche : foramen de Magendie. La fosse postérieure est surlignée sur D.

Est-ce pour autant que les neuroscientifiques doivent être cantonnés au rôle de « techniciens », et que les réflexions théoriques soient « laissées » aux psychologues ? Les collègues ne l'énoncent pas aussi clairement mais beaucoup de propositions que j'ai reçues dans ma carrière étaient présentées comme la possibilité de mettre mes compétences techniques (maîtrise des méthodes neuroscientifiques) au service de leurs questions de recherche. Si au début de ma carrière, je voyais là l'opportunité de m'ouvrir à d'autres domaines de recherche, je me suis rendue compte rapidement qu'investir pleinement une nouvelle thématique est coûteuse en temps. Et ce temps, nous ne l'avons pas en tant qu'enseignant-chercheur ! Et quand bien même nous l'aurions, si dès le départ nos connaissances théoriques ne peuvent contribuer significativement à la mise en place d'une collaboration, ce déséquilibre rend la collaboration ponctuelle et insatisfaisante. Ce déséquilibre est d'autant plus accentué que les collègues sont souvent victimes d'un réductionnisme théorique vis-à-vis des mesures neuroscientifiques auquel je n'adhère pas du tout. C'est justement le neuroscepticisme extrême décrite chez les neuroscientifiques.

Pour finir, il reste à battre en brèche une idée assez répandue selon laquelle les neuroscientifiques sont athéoriques. Ce n'est pas parce que la plupart des publications en neurosciences sont courtes que la théorie est inexistante : il est vrai que le positionnement théorique n'est pas explicité mais les introductions présentent des modèles cognitifs à interroger. Ces modèles s'inscrivent dans un paradigme identifiable par les spécialistes du domaine (*e.g.* cognitivisme, connexionnisme, enactionnisme). Les recherches menées ne visent pas à questionner ces théories, mais à valider des

modèles. Lorsque les preuves scientifiques s’accumulent à l’encontre des modèles issus d’une théorie, alors la théorie est discutée et des alternatives peuvent être proposées. Cela se fait par d’autres formats d’écriture et dans des supports de publication en général différents de ceux présentant des données expérimentales. Il en est ainsi de cette publication présentant une théorie sur le fonctionnement neural alternative au connexionnisme (Varela, Lachaux, Rodriguez, & Martinerie, 2001).

En conclusion de cet avant-propos, les recherches en neurosciences cognitives ne doivent pas négliger l’observation du comportement pour comprendre l’homme. Des mesures neurophysiologiques sans mesures comportementales me semblent tout à fait stériles pour comprendre l’homme. Si comme toutes les méthodes expérimentales, l’observation du comportement (mesures comportementales, questionnaire post-expérimental) conduit à une forme de réductionnisme, la complémentarité des mesures devraient limiter le réductionnisme des interprétations. Par ailleurs, il me semble important de garder à l’esprit l’exemple récent de « l’ère du tout génétique » qui a baigné toute ma formation de biologiste : le décryptage complet du génome humain n’a pas conduit comme tel à des avancées majeures pour la découverte de traitement curatif des pathologies neurologiques par exemple. En effet, décrypter le code génétique d’un individu ne peut pas conduire à la compréhension du code génétique de tous les individus. Utiliser des méthodes neuroscientifiques en oubliant l’apport des données comportementales ne peut donc pas suffire pour comprendre l’homme :

“If we look far into the future of our science, what will it mean to say we ‘understand’ the mechanism of behaviour? The obvious answer is what may be called the neurophysiologist’s nirvana: the complete wiring diagram of the nervous system of a species, every synapse labelled as excitatory or inhibitory; presumably, also a graph, for each axon, of nerve impulses as a function of time during the course of each behaviour pattern. Real understanding will only come from distillation of general principles at a higher level, to parallel for example the great principles of genetics — particulate inheritance, continuity of germ-line and non-inheritance of acquired characteristics, dominance, linkage, mutation, and so on. It seems possible that at higher levels some important principles may be anticipated from behavioural evidence alone. The major principles of genetics were all inferred from external evidence long before the internal molecular structure of the gene was even seriously thought about.” (Dawkins, 1976, p.7–8, cité par Krakauer et al., 2017).

C’est pour cette raison que je ne présenterai pas ou peu de données neurophysiologiques dans ce manuscrit qui mettra plutôt en avant les données comportementales qui m’ont permis de faire évoluer le modèle sous-tendant l’ensemble de mes travaux de recherche.

II. Introduction

L'objectif de ce dossier est de faire le point sur l'état du « champ d'ignorance » (Merton, 1987) que mes travaux ont jusqu'ici contribué à construire. Ainsi, je vais présenter les questions que mes travaux ont délimité (cf chapitres III p.24, IV p.39, et V p.58) et les problèmes qu'ils ont permis de formuler. Ces problèmes constitueront le projet de cette demande d'habilitation à diriger des recherches (HDR, VI p.68).

J'ai commencé à travailler en 2003 sur la perception de la prosodie émotionnelle lors de l'écoute de phrases. Nathalie Tzourio-Mazoyer (ma directrice de thèse) m'avait demandé de construire une tâche langagière avec des stimuli incluant une prosodie émotionnelle pour induire une latéralisation hémisphérique droite. Je me suis très vite intéressée à l'interaction entre contenu verbal et contenu prosodique dans la compréhension de phrase émotionnelle. La collaboration avec Anne Lacheret (linguiste co-directrice de ma thèse) a conduit à la conclusion que la latéralisation hémisphérique dépendait de l'intégrité du contenu verbal en association à la prosodie émotionnelle (Beaucousin et al., 2006). A l'issue de ces travaux de thèse, je me suis interrogée sur la préséance du contenu verbal sur le contenu prosodique dans la communication émotionnelle. Cependant ce questionnement s'est peu à peu transformé pour aujourd'hui s'orienter vers la question de l'émergence d'un sens émotionnel dans l'interaction du contenu verbal et prosodique. Ce « glissement » sémantique traduit chez moi un changement de représentation des processus mis en jeu lors de la communication orale émotionnelle. Alors que cette réflexion s'inscrit tout à fait dans un modèle constructiviste des émotions (Feldman Barrett, 2011), la formalisation de ce modèle ne m'a guidée que pour la rédaction de ce dossier d'HDR. Ainsi si des liens sont évidents entre ce modèle et mes travaux de recherche, je ne l'ai expressément lu qu'à la fin de l'année 2018. Cela justifie le caractère peu conventionnel du manuscrit qui propose de retracer mon cheminement de pensée plutôt que la description d'un cadre théorique précis. Toutefois pour pallier ce caractère peu conventionnel, je vais décrire ici ce modèle constructiviste (Conceptual Act Model, CAM, Feldman Barrett, 2011) après avoir décrit les deux autres grands types de modèles qui influencent toujours fortement la recherche sur les émotions (Belzung, 2010; pour une revue plus exhaustive de la dimension historique, voir Feldman Barrett, 2011).

Le modèle le plus ancien, et le plus présent dans la communauté, est celui de la catégorisation émotionnelle. Selon ce modèle, les émotions pourraient se découper en plusieurs émotions primaires (peur, joie, colère...) qui, à leur tour, pourraient donner lieu à des émotions secondaires (soumission, amour..., Ekman, 1992; Panksepp, 1982; Plutchik, 1958). Ces émotions primaires seraient innées, universelles et présenteraient une fonction adaptative (Belzung, 2010) puisque l'expression comportementale de ces émotions primaires se retrouveraient chez certaines espèces d'animaux non-humains (par exemple la joie chez le rat, Panksepp, 2005). Un des problèmes principaux allant à

l'encontre de ce type de modèle est la diversité des listes de ces émotions primaires, allant de 6 (Ekman, 1992) à 8 selon les auteurs (Plutchik, 1958) : par exemple la surprise est considérée par certains comme une émotion primaire et pas par d'autres. Par ailleurs, il n'existe pas non plus de consensus sur l'association entre ces émotions primaires et un pattern physiologique spécifique. Si pour des émotions à fort pouvoir d'activation, il est possible de définir des paramètres acoustiques produits par des activations du tractus vocal (ex : frayeur, Scherer, 2003), une telle concordance entre étiquette verbale et réaction musculaire faciale n'existe pas pour la plupart des émotions primaires même en prenant en compte l'activation et l'inhibition de plusieurs muscles faciaux (Van Boxtel, 2010).

C'est suite à ces critiques que les modèles dit d'*appraisal*¹⁹ ont été développés comme des modèles alternatifs naturalistes (Schachter & Singer, 1962; Grandjean, Sander, & Scherer, 2008; pour une revue plus exhaustive des modèles voir Feldman Barrett, 2011). Selon ces modèles, les différentes émotions sont bien « définies » au niveau du corps et du cerveau. L'émotion serait donc un événement psychologique / mental qui résulterait de plusieurs autres processus élémentaires (Component Process Model, Grandjean et al., 2008). Ces modèles sont extrêmes riches et complets et offrent un cadre idéal pour mener des recherches sur les émotions (Grandjean et al., 2008). Cependant un des points centraux de ces modèles réside dans le fait de considérer que « *l'émotion est automatiquement amorcée par une interprétation « sémantique » de la situation* » (traduction personnelle, Feldman Barrett, 2011, p. 2). Si l'on pousse le raisonnement jusqu'au bout, les patients avec une pathologie de la communication impliquant un trouble du traitement sémantique ne pourraient pas ressentir d'émotions. Or ce n'est pas tout à fait le cas. Des travaux montrent que les patients atteints de la maladie d'Alzheimer sont capables d'exprimer des émotions (Small, Huxtable, & Walsh, 2010). Et nous verrons plus loin que les patients atteints de schizophrénie ou de la maladie d'Alzheimer à un stade débutant à modéré sont encore capables de détecter des émotions dans le discours oral de la même façon que les personnes sans trouble (respectivement Brazo, Beaucousin, Lecardeur, Razafimandimby, & Dollfus, 2014; Beaucousin et al., submitted ; cf chapitre IV p.39).

Le 3^{ème} type correspond aux modèles constructivistes. L'émotion est ici considérée comme un état mental et non un élément psychique. Les émotions sont des états mentaux très variables qui émergent de processus physiologiques et psychologiques élémentaires (Feldman Barrett, 2011). Ainsi plutôt que de chercher une classification émotionnelle, Lisa Feldman Barrett incite les chercheurs en sciences affectives à étudier pourquoi les émotions émergent (question *what* c'est-à-dire définir quelle est la fonction des émotions). Pour cela, il convient de revoir la manière d'étudier les réponses émotionnelles

¹⁹ Appraisal = évaluation subjective continue et récursive des événements quant à leur pertinence pour soi, conduisant à la mise en place de stratégies individuelles de coping (Grandjean, Sander, & Scherer, 2008)

en se basant sur une approche dimensionnelle comme celle proposée par le modèle *circumplex* (Russell & Feldman Barrett, 1999). Les émotions peuvent être décrites selon :

- leur valence allant du positif (ex : joie) au négatif (ex : tristesse) le long d'un continuum
- leur intensité (*arousal*) allant d'une forte intensité (ex : frayeur) à une faible intensité (ex : calme).

Bien entendu, ces dimensions peuvent être croisées. Les émotions (sous forme d'étiquette verbale) peuvent être représentées dans les différents quadrants (valence positive et intensité faible comme le fait d'être calme, ou valence négative et intensité forte comme la colère, Figure 5). Cette représentation dimensionnelle est un meilleur prédicteur du taux de reconnaissances des émotions orales à partir des paramètres acoustiques que la catégorisation émotionnelle (Cespedes-Guevara & Eerola, 2018).

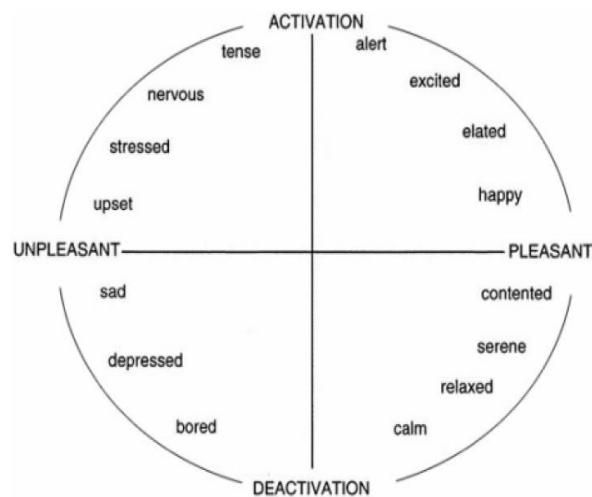


Figure 5. Modèle circumplex (Russell & Feldman Barrett, 1999)

Les étiquettes verbales émotionnelles sont représentées selon leur valence (axe abscisse allant du plaisant / positif au déplaisant / négatif) et leur intensité émotionnelle (axe des ordonnées allant d'un état d'activation / intensité forte à un état de désactivation / intensité faible).

Dans ce modèle *circumplex*, l'étiquetage verbal est toujours présent, mais les réponses émotionnelles doivent être comprises autrement qu'à travers des catégories bornées. Le modèle constructiviste le plus avancé reste sans doute le *Conceptual act model* (CAM, Feldman Barrett, 2011). Selon ce modèle, les réponses émotionnelles sont des épisodes qui dépendent d'un contexte et qui émergent de la combinaison de processus psychologiques et physiologiques élémentaires. Ce ne sont pas des processus, ni des modules cérébraux : ce sont des perceptions qui correspondent à des états cérébraux. L'émergence de ces états mentaux est extrêmement rapide et induit des changements du *central affect* ou état interne de la personne. Ainsi, une même étiquette verbale émotionnelle peut représenter différents états internes (par exemple, la colère peut être une colère froide comme

l'irritation ou une colère chaude comme la rage, Scherer, 2003). A l'inverse une personne peut décrire son état interne avec deux mots émotionnels différents (ex : colère et peur). Ainsi, l'étiquetage émotionnel ne serait pas un processus naturel mais dépendrait, en partie du moins, du contexte socio-culturel.

L'état émotionnel interne résulte donc de l'intégration en continu des informations extérieures (événements) et internes comme des altérations neurophysiologiques (Rudrauf, Lutz, Cosmelli, Lachaux, & Le Van Quyen, 2003; Varela et al., 2001) et viscérales (Damasio, 2001). Comme nous le verrons plus loin (*cf* chapitre V p.58), les modifications de cet état interne pourraient enclencher prioritairement des processus attentionnels et d'apprentissage (Bruck, Kreifelts, & Wildgruber, 2011; Pourtois, Schettino, & Vuilleumier, 2012; Wieser & Brosch, 2012).

Ce modèle conceptuellement séduisant pose tout de même question par rapport au vécu de la personne (Feldman Barrett, 2011). En effet, chacun fait tous les jours l'expérience d'émotions qu'ils peuvent étiqueter : par exemple, décrire à une autre personne l'émotion qu'une situation a évoquée chez soi en utilisant justement des catégories émotionnelles. Cependant, il reste impossible d'identifier la signature acoustique et/ou physiologique d'un état émotionnel. D'après Lisa Feldman Barrett, cela tient au fait que l'état affectif interne serait en arrière-plan de la conscience : les émotions seraient vécues comme des propriétés émergentes du monde conduisant rapidement à un comportement. Les processus psychologiques élémentaires ne sont pas spécifiques aux émotions (comme l'intégration des modifications physiologiques par exemple) mais participent à leur émergence comme ils participent à l'émergence de tous les moments psychologiques²⁰ (pour une définition plus détaillée, voir Rudrauf et al., 2003; pour leur mesure voir Varela et al., 2001). L'état mental interne fait appel au système conceptuel/sémantique donc au traitement sémantique (je l'appellerai parfois le système sémantique dans le reste du manuscrit car ce terme est le plus fréquemment utilisé dans les publications citées. Pour autant, il n'est fait aucune différence entre système sémantique et système conceptuel) : « l'universalité » subjective (expérientiel/vécu) des émotions proviendrait de l'utilisation d'un système conceptuel/sémantique co-construit au sein de nos sociétés. Ce système conceptuel/sémantique aurait permis de construire des « prototypes » d'émotions qui n'existent pas forcément dans l'expérience individuelle (les catégories émotionnelles décrites par les modèles précédents). Ces « prototypes » représentent une moyenne des expériences vécues et véhiculées dans nos sociétés, par exemple dans les dessins animés, les films, *etc* (Cespedes-Guevara & Eerola, 2018).

²⁰ Un moment psychologique est un « moment dense de synthèse dans le courant de la conscience, dans lequel des contenus spécifiques apparaissent d'une durée incompressible » (de l'ordre d'une seconde). Ces moments « apparaissent dans un espace unitaire (espace mental cognitif unifié), sont transitoires, incorporés, et peuvent être déclenchés par des événements endogènes » (traduction personnelle, Rudrauf, Lutz, Cosmelli, Lachaux, & Le Van Quyen, 2003, p. 46)

Ces catégories prototypiques restent très utiles pour communiquer avec les autres et peuvent induire des comportements biologiquement adaptés (ex : avoir peur des serpents peut déclencher les mécanismes nécessaires à la fuite rapide lors d'une rencontre « fortuite »). Elles sont donc incorporées.

Pour conclure sur le modèle CAM, le système conceptuel/sémantique permettrait l'émergence d'une valeur attribuée à nos propres expériences dans le monde (Di Paolo, Rohde, & De Jaegher, 2010), de prédire des actions possibles et de communiquer avec l'autre (Feldman Barrett, Mesquita, & Gendron, 2011). En fonction de l'environnement (externe et interne à l'individu), il pourrait donc également « bloquer » le traitement sémantique des informations émotionnelles et conduire à des pathologies affectant la sphère émotionnelle (ex : schizophrénie, cf chapitre IV p.39).

La suite de ce manuscrit présente, dans un premier temps, des travaux qui ont porté sur la variation de la composante comportementale et subjective en fonction de l'interaction d'un contenu verbal et prosodique au niveau de l'individu (ou organisme, cf chapitre III p.24). Je montrerai en quoi j'ai pu enrichir ces dernières années le modèle neurolinguistique de la compréhension de la prosodie émotionnelle développé au cours de ma thèse de doctorat (Figure 6). En adoptant l'approche constructiviste du *Conceptuel Act Model*, ces travaux m'ont permis d'envisager non pas la question de l'importance relative (ou préséance) des indices prosodiques par rapport aux indices verbaux mais plutôt de comprendre la complémentarité des deux types d'indices pour l'émergence d'un sens émotionnel. En effet, nous verrons que cette préséance est fonction des individus et des situations de communication.

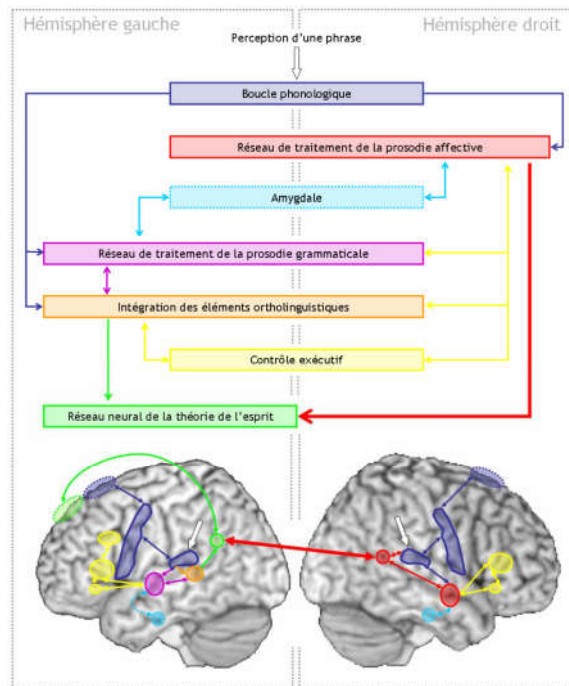


Figure 6. Ancien modèle neurolinguistique de la compréhension de la phrase émotionnelle (Beaucousin, 2006)

Pour représenter ce modèle, en haut sont données les principales fonctions cognitives mises en jeu par l'interlocuteur, en bas sont représentées les bases neurales de ces fonctions (cf légende sur la figure).

Cette approche constructiviste m'a également permis d'aborder autrement les troubles de la communication émotionnelle dans la maladie d'Alzheimer et la schizophrénie (cf chapitre IV p.39).

L'opportunité de travailler auprès de patients atteints de la maladie d'Alzheimer m'a été offerte par la collaboration riche et fructueuse avec Laurence Conty et son équipe dans le cadre du projet ANR ALCOM que nous avons co-porté (pour une présentation du projet ANR, cf partie 1, chapitre **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, p.**Erreur ! Signet non défini.**). L'intérêt pour la schizophrénie est le fruit du travail entrepris lors de mon post-doctorat avec Marie-Renée Turbelin et Perrine Brazo à l'université de Caen Normandie et par la collaboration en cours avec la psychiatre Mouna Trabelsi et la neuropsychologue Caroline Mangematin de l'hôpital de jour de Cergy Pontoise. Nous avons pu mettre en évidence que les patients atteints de la maladie d'Alzheimer ou de schizophrénie restent capables de détecter les indices véhiculés par la prosodie émotionnelle et de s'en servir pour évaluer l'intensité/valence émotionnelle de phrases, malgré des troubles du traitement sémantique (respectivement, Beaucousin et al., submitted; Brazo et al., 2014).

Enfin nous verrons comment la composante cognitive peut être influencée par un contexte émotionnel évoqué par l'interaction verbal / prosodique (niveau social « réduit », cf chapitre V p.58).

Dans un premier temps, j'évoquerai des travaux sur l'impact précoce d'un contexte émotionnel sur la reconnaissance des visages mené avec Shasha Morel et Nathalie George (Morel, Beaucousin, Perrin,

& George, 2012). Nous avons montré que dès 50 msec la trace neurale d'un visage était modifiée si ce visage avait été préalablement perçu en association à un contexte émotionnel. Ces résultats ont conduit à inclure dans le projet ANR ALCOM des expériences complémentaires pour savoir si cette modification de l'activité cérébrale pouvait se manifester au niveau comportemental dans la maladie d'Alzheimer (pour une présentation du projet ANR, cf partie 1, chapitre **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, p.**Erreur ! Signet non défini.**). En effet, Laurence Conty m'a offert l'opportunité de montrer qu'il est possible d'augmenter les performances à une tâche de reconnaissance si un visage a été préalablement perçu dans un contexte émotionnel (Lopis, Baltazar, Geronikola, Beaucousin, & Conty, 2017).

Dans un second temps, je présenterai les travaux sur l'effet d'un contexte émotionnel sur l'attention visuo-spatial, fruit d'une collaboration avec une équipe de recherche de l'université Paris Descartes. Ainsi, un contexte émotionnel évoqué par des images émotionnelles peut modifier les stratégies visuo-spatiales chez l'enfant d'âge scolaire (Poirel, Cassotti, Beaucousin, Pineau, & Houde, 2011). Il a un impact sur les étapes précoces du traitement visuo-spatial chez l'adulte (Poirel, Simon, Cassotti, Houdé, & Beaucousin, submitted). A ce jour, la réplification comportementale de cet effet avec un contexte auditif émotionnel est en cours. Les résultats préliminaires montrent également que l'effet comportemental observé chez l'enfant est également présent chez des adultes jeunes et encore plus présent chez les personnes de plus de 65 ans sans trouble cognitif et chez des personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer à un stade débutant voire modéré (projet ANR ALCOM, pour une présentation cf partie 1, chapitre **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, p.**Erreur ! Signet non défini.**).

III. Emergence d'un sens émotionnel : variabilité d'utilisation des indices verbaux et prosodiques dans le jugement émotionnel de phrases

1. Cadre théorique et contribution scientifique

Mon premier « chantier » de thèse a été la création d'un corpus de phrases pour étudier la latéralisation hémisphérique de la prosodie émotionnelle. L'idée était d'utiliser la méthode soustractive en imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) afin de pouvoir observer la latéralisation de la perception de la prosodie émotionnelle dans un contexte d'énonciation porteur de sens. En effet, les travaux d'imagerie précédents avaient tous adoptés les stratégies de minimisation du contenu verbal. L'objectif de cette minimisation était de maximiser le traitement de la prosodie émotionnelle sans contamination par le traitement sémantique du contenu verbal (pour une revue critique voir : Beaucousin et al., 2006; Beaucousin, Turbelin, & Tzourio-Mazoyer, 2007). Cette approche

tout à fait originale à l'époque faisait suite aux travaux pionniers de Elliott D. Ross sur l'aprosodie (incapacité à produire et/ou comprendre la prosodie émotionnelle, Ross, 2000). Son premier modèle neurolinguistique reposait sur la conception d'une double dissociation entre traitement du contenu verbal (sous-tendu²¹ par l'activité de l'hémisphère gauche) et traitement du contenu prosodique (sous-tendu par l'activité de l'hémisphère droit, Ross, 1981).

Elliott Ross a créé une batterie d'évaluation de l'aprosodie (*Aprosodia Battery*) basée sur des stimuli dont la complexité du contenu verbal varie (Ross, 2000) : du plus simple comme l'utilisation d'onomatopée (des phrases produites avec que des « aaaaaaaaaah ») au plus complexe avec des phrases dont le contenu verbal est neutre (par la suite appelé stimuli inconsistants verbaux). Ces stimuli ont servis dans les premiers travaux d'imagerie qui ont suivi (George et al., 1996; Grandjean et al., 2005; Kotz et al., 2003; Wildgruber, Pihan, Ackermann, Erb, & Grodd, 2002). Toutefois ces travaux n'ont pas réussi à valider les prédictions du modèle de Elliott Ross avec ce type de stimuli. Ils ont indiqué que la perception de la prosodie émotionnelle induit une activation de la partie supérieure et postérieure du lobe temporal droit (Ross, Thompson, & Yenkosky, 1997). Nous sommes les premiers à avoir réussi à réconcilier les résultats de la neuropsychologie et la neuroimagerie, en démontrant que le traitement de la prosodie émotionnelle produit bien chez le participant sans trouble cognitif une latéralisation hémisphérique droite au niveau de la partie supéro-postérieure du lobe temporal droit (Beaucousin et al., 2007). Pour obtenir ce résultat, nous avons utilisé des stimuli qui évoquaient une émotion à la fois par le contenu verbal et le contenu prosodique (ce type de stimuli n'est pas utilisés dans *l'aprosodia battery*). Ces résultats d'imagerie ont été obtenus par la méthode soustractive : les activations acquises lors de l'écoute de phrases aux contenus verbal et prosodique émotionnels congruents ont été soustraites aux activations observées lors de l'écoute de stimuli émotionnels mais sans prosodie (stimuli inconsistants verbaux, utilisés entre autres dans *l'aprosodia battery*). Nous en avons conclu que tenter de minimiser le traitement sémantique en utilisant des stimuli dépourvus ou pauvres en contenu verbal comme l'on fait les études d'imagerie précédentes induisait justement un traitement sémantique : les participants devaient rechercher un sens à ces stimuli dépourvus ou pauvres en contenu verbal donc non évocateurs de sens (Beaucousin et al., 2007).

Suite à ces premiers travaux, j'ai commencé à me poser la question de la préséance du contenu verbal sur la prosodie émotionnelle dans la perception du sens émotionnel véhiculé par le discours oral. D'un point de vue phylogénétique, le protolangage pourrait avoir été une forme de communication sans contenu verbal correspondant uniquement à des nuances intonatives comme la prosodie (Falk, 2004; Locke, 2005). Ce protolangage aurait ensuite évolué grâce à une complexification

²¹ Un premier mot-valise (cf discussion dans l'Avant-propos p.27)

croissante de la syntaxe et de la sémantique. Dès le siècle des lumières, Rousseau remarqua que la préséance de la prosodie aurait diminuée au profit du contenu verbal des modes de communication orale (Rousseau, 1781). Actuellement, la position dominante dans la littérature considère que le contenu verbal prévaut sur la prosodie pour identifier le contenu émotionnel (Kotz & Paulmann, 2007). Mais cela implique-t-il que nous pouvons réellement nous passer de prosodie émotionnelle pour communiquer efficacement ? Si nous pouvions vraiment négliger la prosodie émotionnelle, pourquoi serait-elle toujours autant présente dans les échanges quotidiens ? Les études de cas de Elliott Ross montrent clairement la prosodie émotionnelle est indispensable (Ross, 2000). L'aprosodie conduit à des difficultés dans les relations interpersonnelles qui peuvent conduire à des modifications dramatiques dans la vie des patients sur le plan professionnel et personnel (Mehrabian, 1972).

Pourquoi alors s'accorde-t-on sur une préséance du contenu verbal sur le contenu prosodique tout en affirmant qu'elle est nécessaire mais non suffisante à la compréhension du contenu émotionnel du discours (Beaucousin et al., 2007). Je pense qu'une ambiguïté persiste sur la place du traitement sémantique dans l'accès au sens véhiculé par la prosodie émotionnelle. Dans la plupart des études sur le langage, il est impliqué dans le traitement du contenu verbal mais la place d'autres indices porteurs de sens n'est jamais prise en compte. Les auteurs vont d'ailleurs jusqu'à parler de contenu sémantique pour parler du contenu verbal (voir par exemple dans Kotz & Paulmann, 2007), comme si la prosodie ne pouvait influencer le traitement sémantique ou cela uniquement à la marge. Nous avons aussi alimenté cette confusion dans la première publication issue de mes travaux de thèse (Beaucousin et al., 2006). Cependant, la transition vers l'utilisation du terme contenu verbal plutôt que contenu sémantique est rapidement arrivée dans mes écrits (Beaucousin et al., 2007), parce que cette confusion entre traitement sémantique et traitement du contenu verbal conduit à un biais dans les modèles de traitement de la prosodie émotionnelle (pour le modèle dominant de la perception de la prosodie émotionnelle dans la communauté voir Schirmer & Kotz, 2006; pour un modèle alternatif de la production à la perception de la prosodie émotionnelle voir Wright, Saxena, Sheppard, & Hillis, 2018) : le traitement sémantique est toujours placé comme une étape particulière liée au traitement du contenu verbal. Il permettrait d'intégrer les informations extraites des analyses du signal acoustique de la prosodie émotionnelle mais n'est jamais envisagé comme pouvant faire émerger un sens véhiculé par la prosodie émotionnelle seule.

Cette conception modulaire et hiérarchique pose problème conceptuellement. Grâce aux discussions sur mes travaux de recherche, Hadrien Simon, philosophe, m'a proposé d'intégrer un groupe de travail sur la « méthode des concepts » qu'il a créé pour nous et avec nous (Simon, Beaucousin, Lebreton, & Lepillé, 2013). Nous nous sommes rencontrés à plusieurs reprises entre 2012 et 2014. Ces réunions de travail m'ont permis d'identifier l'influence de plusieurs champs disciplinaires

sur ma manière d’envisager la place du traitement sémantique (neurosciences cognitives, sciences du langage, science de l’ingénieur, Figure 7). Ces réflexions, poursuivies en dehors de ce cadre de travail interdisciplinaire, m’ont amenée aujourd’hui à envisager que le traitement sémantique intervient dans l’étape de formalisation d’une réponse comportementale à un stimulus véhiculant des informations émotionnelles. Il est nécessaire à l’émergence d’un sens propre pour les informations véhiculées par la prosodie émotionnelle. Nous pouvons même aller plus loin, comme Anne Lacheret qui a été co-directrice de ma thèse, en affirmant que la prosodie émotionnelle peut contraindre le traitement sémantique et toutes les étapes de traitement de la communication (Lacheret-Dujour, 2015). Si le traitement sémantique peut être contraint par le contenu prosodique et le contenu verbal, alors la question de la présence du contenu verbal systématique pouvait être reformulée. Ces résultats n’étaient-ils pas liés aux contraintes que les modèles imposaient sur la construction des paradigmes expérimentaux ? Autrement dit, si on laisse le choix à un participant de choisir les indices émotionnels sur lesquels baser son jugement, choisira-t-il toujours le contenu verbal plutôt que le contenu prosodique ?

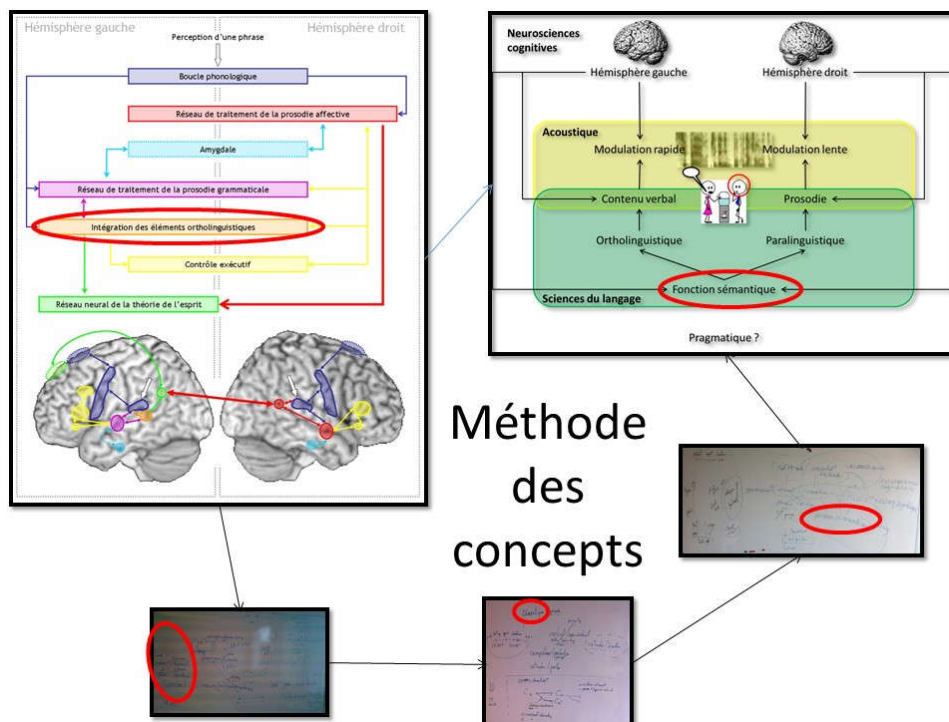


Figure 7. Méthode des concepts appliquée à mes travaux de recherche (Simon et al., 2013)

A partir du modèle neurolinguistique (encart haut gauche) et des plusieurs séances de travail (3 encarts en bas), j’ai pu revoir la place du traitement sémantique (cercle rouge) dans mon modèle neurolinguistique du traitement de la prosodie émotionnelle (encart haut droit). Si au départ, je considérais le traitement sémantique comme un processus indépendant du traitement de la prosodie émotionnelle, j’ai pu reconsidérer sa place comme centrale dans le traitement de la prosodie et du contenu verbal.

Forte de ce constat, quatre éléments ont constitué la feuille de route de construction des stimuli et des protocoles de recherches que j'ai utilisés par la suite pour étudier l'interaction entre contenu verbal et contenu prosodique dans l'émergence du sens émotionnel de phrases.

Le premier élément concerne le type de stimuli à construire pour étudier les stratégies individuelles d'émergence d'un sens émotionnel. Contrairement aux stimuli utilisés dans les études en imagerie et en neuropsychologie (voir par exemple une des études qui évoquent cette préséance, Kotz & Paulmann, 2007), nous avons construit des stimuli véhiculant une information émotionnelle via le contenu verbal uniquement (stimuli inconsistants verbaux) ou via le contenu prosodique uniquement (stimuli inconsistants prosodiques) ou via les deux (stimuli congruents émotionnels, Table 1). Si la préséance du contenu verbal est observée sur le contenu prosodique, alors :

1. Les stimuli inconsistants verbaux (V) seront jugés comme plus émotionnels que les stimuli inconsistants prosodiques (P)
2. Les stimuli inconsistants verbaux (V) seront jugés comme aussi émotionnels que les stimuli congruents émotionnels (C)
3. Les stimuli inconsistants prosodiques (P) seront jugés comme aussi émotionnels que (ou plutôt n'évoquant pas d'émotion comme) les stimuli congruents sans émotion (CO).

		Contenu verbal (V)		
		+	0	-
Contenu prosodique (P)	+	C+	P+	∅
	0	V+	CO	V-
	-	∅	P-	C-

Table 1. Contenu verbal et prosodique des 7 types de stimuli

C+: phrases congruentes avec un contenu verbal et prosodique positif - V+: phrases inconsistantes avec un contenu verbal positif et une prosodie sans émotion - P+: phrases inconsistantes avec un contenu verbal sans émotion et une prosodie positif - CO : phrases congruentes avec un contenu verbal et prosodique sans émotion - P-: phrases inconsistantes avec un contenu verbal sans émotion et une prosodie négatif - V-: phrases inconsistantes avec un contenu verbal positif et une prosodie sans émotion - C+: phrases congruentes avec un contenu verbal et prosodique négatif.

Le 2^{ème} élément concerne l'aspect écologique des situations de communication expérimentale (cf chapitre I p.4). Les stimuli devaient évoquer des situations de communication les plus proches possibles de la vie quotidienne. En effet, lors d'un échange interpersonnel, il n'y a pas de phrases sans contexte énonciatif. Tout comme nous l'avons vu précédemment, tous nos échanges ne sont pas dénués de contenu verbal. Il semblait donc intéressant d'introduire un contexte même limité d'énonciation. Nous avons donc inséré dans la construction des stimuli un *incipit*²². L'objectif de ces

²² L'*incipit* représente les premiers mots ou premières notes d'un manuscrit ou d'une partition de musique. Je remercie ici Valéna Delval, étudiante de Master 1 de psychologie que j'ai encadrée avec Valérie Millox pour

incipits était de fournir un contexte d'énonciation, c'est-à-dire un élément capable de générer un contexte à partir des stimuli (Feldman Barrett et al., 2011). Ce type de contexte limité est souvent utilisé (mais coupé) lors de la phase d'enregistrement des stimuli pour permettre aux acteurs de « plaquer » la prosodie la plus congruente au contenu verbal (Grichkovtsova, Lacheret, Morel, Beaucousin, & Tzourio-Mazoyer, 2007). L'introduction de ces *incipits* devaient donc permettre aux participants d'utiliser plus facilement leur expérience préalable : en amorçant un contexte à la situation décrite dans les stimuli, ils pourraient plus facilement faire appel à leurs propres expériences comme le font les acteurs qui produisent des stimuli contextualisés. Cette dimension expérientielle est centrale pour l'émergence d'un sens émotionnel d'après le Conceptuel Act Model (Feldman Barrett, 2011).

Le 3^{ème} élément concernait l'ordre de présentation des stimuli. En effet, Sonjå Kotz, Martin Meyer et Silke Paulmann ont montré que la manière de présenter des stimuli peut influencer les résultats obtenus en IRMf (Kotz, Meyer, & Paulmann, 2006). Malheureusement, elle et ses co-auteurs n'ont pas discuté ni présenté les résultats comportementaux de leurs études. Cependant, compte-tenu des effets d'ordre de présentation des stimuli sur les réponses comportementales mis en évidence pendant ma thèse (Figure 8), si des stimuli inconsistants (*i.e.* contenu verbal neutre avec un contenu prosodique émotionnel) sont présentés parmi des stimuli congruents (*i.e.* contenus verbal et prosodique émotionnellement congruents), leur contenu émotionnel pourrait être mieux perçus et donc évalués comme émotionnels. En effet, nous avons vu dans l'introduction l'importance primordiale du contexte sur le décodage d'un événement (Feldman Barrett, Lindquist, & Gendron, 2007; Wieser & Brosch, 2012). L'expérience préalable des participants et les conditions expérimentales peuvent largement modifier les réponses des participants dans le sens où ils génèrent et permettent d'extraire des régularités statistiques (Feldman Barrett et al., 2011). S'il est illusoire de vouloir contrôler l'expérience préalable des participants (qui ont au moins 18 ans dans les protocoles que j'ai menés), en revanche les réponses au cours des essais peuvent évoluer en fonction des essais précédents car ils forment un contexte. Ce contexte représente une expérience préalable avec parfois une confrontation à des indices émotionnels véhiculés par le contenu verbal seul (stimuli inconsistants verbaux) ou des indices véhiculés par la prosodie émotionnelle seule (stimuli inconsistants prosodiques) ou les indices sont évoqués par le contenu verbal et la prosodie (stimuli congruents). Il est donc important de mélanger aléatoirement les différents types de stimuli au cours d'une expérience afin de confronter les participants à tous les indices possibles sans induire une préférence

son mémoire de recherche entre 2014-2015. C'est elle qui nous a suggéré l'emploi de ce mot qui traduit bien notre intention dans la construction des stimuli.

par une présentation en bloc. Les participants à une expérience sont donc (plus) libres de choisir les indices qui leur semblent les plus pertinents pour réaliser une tâche.

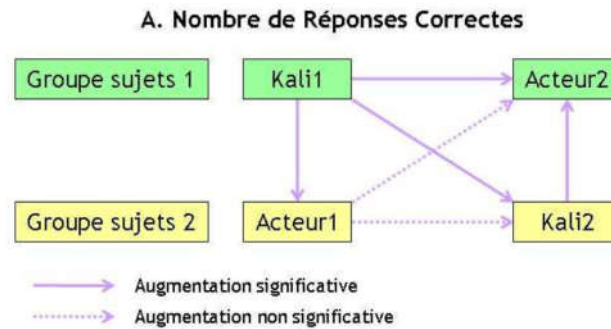


Figure 8. Synthèse des résultats comportementaux sur l'effet d'ordre de présentation de différents stimuli lors d'une tâche de classification émotionnelle (adaptée du manuscrit de thèse, Beaucousin, 2006)

Le groupe de participants n°1 a suivi l'ordre de passation suivant : classification des phrases inconsistantes, c'est-à-dire au contenu verbal émotionnelle produites par Kali, une voix de synthèse produisant sans prosodie émotionnelle (Kali1, en vert) puis classification des phrases congruentes lues par les acteurs avec une prosodie émotionnelle congruente au contenu verbal (Acteur2, vert). Le groupe de participants n°2 a débuté la session par la classification des phrases congruentes (Acteur1, en jaune) puis la classification des phrases inconsistantes (Kali2, en jaune). Le sens d'augmentation du nombre de Réponses Correctes (RC) entre deux tâches de classification émotionnelle est représenté par une flèche, en trait plein lorsqu'elle est significative (test de t), en pointillé pour une augmentation non significative (NS). Les flèches montrent donc le sens de l'amélioration des performances d'une session à l'autre. En prenant l'exemple des phrases inconsistantes, la présentation après des phrases congruentes (Kali 2) améliorent les performances de classification par rapport aux phrases inconsistantes présentées en premier (Kali 1). Cet effet d'ordre inter-sujet n'est pas présent pour les phrases congruentes (Acteur 1 / Acteur 2) et ne peut donc pas être expliqué par un effet sujet.

Enfin, le 4^{ème} élément concernait la tâche à réaliser par les participants. En effet, la tâche la plus classiquement utilisée est la catégorisation émotionnelle, c'est-à-dire demander aux participants de choisir une étiquette verbale parmi plusieurs proposées (choix forcés, Beaucousin et al., 2006). En notant systématiquement les remarques post-expérimentales des participants rencontrés lors de mes travaux de thèse (*i.e.* dans un questionnaire post-expérimentale standardisé), j'ai souvent entendu des remarques sur le fait que la catégorisation est en règle générale facile mais parfois (pour certains items en particulier) plusieurs étiquettes émotionnelles étaient possibles et ce malgré les différentes étapes préalables pour sélectionner des stimuli non ambigus en amont des protocoles (sélection des stimuli catégorisés de la même manière par au moins 70% des « évaluateurs » naïfs). Autrement dit, un choix multiple permettrait de mieux rendre compte de l'évaluation subjective des participants. Ce problème évoqué « naïvement²³ » par les participants va dans le sens du débat théorique entre les approches catégorielles/*appraisal* et les approches constructivistes dans la communauté des chercheurs en sciences affectives comme nous l'avons vu dans l'introduction (paragraphe II, p.18) : est-ce que la sémantisation des émotions est un prérequis au traitement des stimuli émotionnels ? Bien qu'à l'époque je n'avais pas connaissance des approches constructivistes, offrir la possibilité de faire un

²³ J'utilise le terme naïf non pas avec une connotation péjorative mais bien dans un sens plus noble qui renvoie à l'expérience vécue par les participants en dehors de toute connaissance théorique.

choix multiple m'apparaissait comme plus coûteux à mettre en œuvre pour les participants. De plus, y compris avec des choix multiples, les catégories choisies devaient être en nombre limité pour que la tâche soit réalisable. Ces choix n'auraient jamais pu satisfaire toutes les analyses subjectives individuelles. Dans tous les cas, une tâche de catégorisation fait largement appel au système conceptuel/sémantique. J'ai donc opté pour une tâche de jugement de l'intensité et de la valence émotionnelle (en une échelle de type *Likert* unique allant de -5 à +5, Likert, 1932) qui devait moins solliciter le système conceptuel qu'une tâche de catégorisation. Ce choix méthodologique et théorique nous a donc amené à construire des stimuli qui évoquaient une valence plutôt qu'une catégorie émotionnelle particulière.

Les réflexions autour de ces 4 éléments s'inscrivaient également dans une perspective clinique. Le 2^{ème} volet de mes travaux de recherche correspondait en effet à la compréhension des déficits émotionnels rapportés dans la maladie d'Alzheimer (Horley, Reid, & Burnham, 2010) et la schizophrénie (Edwards, Jackson, & Pattison, 2002). C'est pourquoi il me semblait important de construire un corpus de stimuli et une tâche qui ne feraient pas (trop) appel au système conceptuel/sémantique.

Ainsi pour pouvoir étudier les stratégies individuelles d'utilisation des indices prosodiques et verbaux émotionnelles, nous avons construit des stimuli évoquant une émotion positive, négative ou pas d'émotion. Ces stimuli pouvaient véhiculer une émotion via le contenu verbal et/ou le contenu prosodique. Afin de permettre aux participants de mobiliser leur expérience préalable, nous avons ajouté un contexte énonciatif aux stimuli grâce aux *incipits*. Lors de la phase expérimentale, les différents types de stimuli (congruents et inconsistants) étaient présentés de manière semi-aléatoire (autant de stimuli de chaque type par blocs de présentation) afin de faciliter l'utilisation à la fois des indices verbaux et prosodiques sans « contraindre » explicitement le participant à utiliser certains indices. Enfin, les participants étaient invités à donner une évaluation de la dimension de valence et d'intensité des stimuli grâce à une échelle de type *Likert* unique.

a. Etude Corpus : Construction du matériel expérimental et biais de valence

Ces 4 éléments ont donc constitué la feuille de route pour la création d'un corpus de stimuli. Notre première étape a donc été de construire un corpus de 225 stimuli écrits (Geronikola et al., 2013). Ces stimuli correspondaient à des phrases simples avec un *incipit*. Le contenu verbal évoqué une émotion positive (76 phrases), sans émotion (79) ou une émotion négative (70). Nous avons demandé à 230 personnes adultes jeunes de juger de l'intensité/valence émotionnelle de ces phrases à l'écrit en utilisant une échelle de type *Likert* allant de -5 (très négatif) à +5 (très positif). A partir de cette première évaluation du matériel, nous avons retenu 197 stimuli : nous avons écarté des stimuli dont

l'intensité émotionnelle moyenne évaluée était différente de la valence choisie lors de la construction du matériel. Pour cela, nous avons borné l'intensité émotionnelle moyenne des stimuli de la condition sans émotion entre +1,5 et -1,5. Les stimuli positifs devaient donc avoir obtenu une intensité moyenne supérieure à 1,5 et les négatifs une intensité inférieure à -1,5. Au final aucun stimulus ne présentait la même intensité émotionnelle que ceux des deux autres conditions (ce qui correspondait à 69 stimuli positifs, 79 sans émotion ou 49 négatifs). Nos trois types de stimuli se distinguaient ainsi par leur intensité émotionnelle (Figure 9).

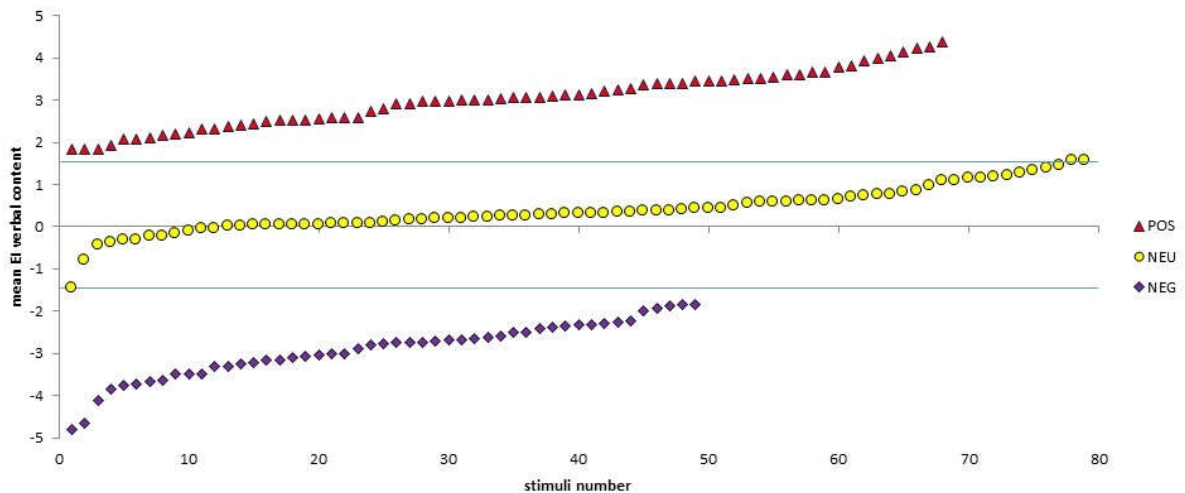


Figure 9. Etude Corpus. Graphique représentant l'estimation de l'intensité/valence émotionnelle moyenne des stimuli écrits

Les phrases ont été construites avec un contenu verbal positif (POS, triangles rouges), sans émotion (NEU, cercles jaunes) ou négatif (NEG, losanges violets). Chaque symbole correspond à l'intensité émotionnelle moyenne d'un stimulus suite à l'évaluation par 230 participants sur une échelle de type *Likert* allant de -5 à +5.

Dans un 2^{ème} temps, ces phrases sélectionnées ont été enregistrées par des acteurs professionnels avec soit une prosodie congruente au contenu verbal soit inconsistante (c'est-à-dire sans valence émotionnelle pour la prosodie lorsque le contenu verbal est émotionnel ou avec une prosodie émotionnelle si le contenu verbal est sans émotion). Nous avons ensuite demandé à 42 personnes d'évaluer la valence et l'intensité des enregistrements sonores afin de sélectionner les 7 types de stimuli (à partir d'une seule échelle de type *Likert* allant de -5 à +5, Table 1 p.28).

A partir des 197 stimuli sonores évalués, nous avons sélectionné 140 stimuli dont l'intensité/valence émotionnelle représente l'intensité émotionnelle moyenne du type de stimuli auxquels il appartenait (20 par types de stimuli, Figure 10, graphique de gauche) tout en maintenant un équilibre entre les formes subjectives, la fréquence lexicale du mot principal de la phrase, le nombre de stimuli produit par chaque acteur... Cette méthode d'exclusion des stimuli les plus éloignés de la moyenne (que l'on pourrait considérer comme des *outliers* si elle avait été l'unique contrainte à la

sélection), nous a permis de sélectionner les stimuli qui correspondaient le mieux aux différents types de stimuli enregistrés.

En reprenant nos hypothèses initiales, les résultats obtenus dans cette dernière phase de validation des stimuli montrent que (Figure 10, graphique de gauche) :

1. Les stimuli inconsistants verbaux (V) étaient jugés comme moins émotionnels que les stimuli congruents émotionnels (C) quelle que soit leur valence. Tous les paramètres étant équivalents par ailleurs, la prosodie accompagnant les stimuli congruents émotionnels a conduit à une évaluation différente des stimuli inconsistants verbaux. Le sens émergerait bien dans ce cas de l'intégration des deux indices émotionnels : le contenu verbal n'exercerait donc pas de présence sur l'analyse sémantique par rapport à la prosodie émotionnelle.

Pour la comparaison des stimuli inconsistants un biais de valence a été observé :

2. Les stimuli inconsistants verbaux négatifs (V-) ont été jugés comme plus émotionnels que les stimuli inconsistants prosodiques négatifs (P-). Pour les stimuli positifs aucune différence notable n'a été observée.
3. Les stimuli inconsistants prosodiques négatifs (P-) ont été jugés comme aussi émotionnels que (ou plutôt n'évoquant pas d'émotion comme) les stimuli congruents sans émotion (CO). En revanche les stimuli positifs inconsistants prosodiques ont été jugés comme plus émotionnels que la condition sans émotion.

Nous pouvons conclure de ces deux résultats que la prosodie émotionnelle positive peut véhiculer et être perçue comme émotionnelle par elle-même chez nos participants. Mais ce n'est pas le cas pour la prosodie négative seule. En revanche, la prosodie négative participe comme attendu avec le contenu verbal négatif à l'évaluation du contenu émotionnel des stimuli.

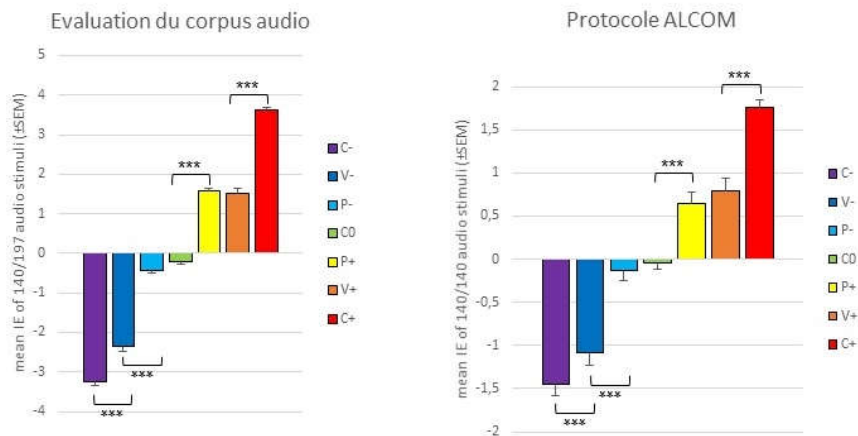


Figure 10. Etude corpus : Graphiques représentant l'estimation de l'intensité/valence émotionnelle moyenne des stimuli sonores

Les phrases ont été enregistrées par des acteurs professionnels avec une prosodie émotionnelle congruente ou inconsistante avec le contenu verbal. **[Gauche]** L'évaluation par 20 personnes de 197 phrases à partir d'une échelle allant -5 à +5. **[Droite]** L'évaluation par 23 personnes de 140 phrases à partir d'une échelle allant de -2 à +2. C+: phrases congruentes avec un contenu verbal et prosodique positif (rouge) - V+: phrases inconsistantes avec un contenu verbal positif et une prosodie sans émotion (orange) - P+: phrases inconsistantes avec un contenu verbal sans émotion et une prosodie positif (jaune) - C0: phrases congruentes avec un contenu verbal et prosodique sans émotion (vert) - P-: phrases inconsistantes avec un contenu verbal sans émotion et une prosodie négatif (bleu ciel) - V-: phrases inconsistantes avec un contenu verbal positif et une prosodie sans émotion (bleu foncé) – C-: phrases congruentes avec un contenu verbal et prosodique négatif (violet).

Ce biais de valence n'est pas lié à un biais de sélection des stimuli dans la mesure où nous avons pris la précaution de sélectionner des stimuli qui représentaient la tendance centrale de chaque catégorie de stimuli²⁴. Cela pourrait plutôt correspondre à un biais de construction des stimuli, notamment au niveau de l'enregistrement des stimuli. Nous avons fait appel à 8 acteurs différents, ayant suivi des formations artistiques différentes afin d'éviter un biais dans le style prosodique (Scherer, 2003; pour une discussion sur les biais expérimentaux liés aux choix des stimuli voir Feldman Barrett et al., 2011). Cependant pour des raisons de disponibilité et de faisabilité par les acteurs, une moitié des stimuli inconsistants prosodiques positifs était produits par des acteurs différents de ceux ayant produits les stimuli inconsistants prosodiques négatifs. Pour l'autre moitié, les mêmes acteurs ont enregistré les stimuli inconsistants prosodiques assurant ainsi une homogénéité des styles prosodiques pour la moitié des stimuli sélectionnés. Une analyse supplémentaire nous a permis d'écarter définitivement ce biais : il n'y a pas de différences d'intensité émotionnelle entre les acteurs prononçant les stimuli inconsistants prosodiques ($F(2,16) = 0,2, p < 0,05$).

Le biais de valence n'a, à ma connaissance, jamais été étudié en tant que tel. Notons toutefois qu'un biais de positivité a déjà été observé au niveau du vocabulaire quelle que soit la langue ou la fréquence d'utilisation des mots (Dodds et al., 2015). Pourquoi les recherches en sciences affectives ne font pas référence à ce biais chez les participants jeunes ? L'approche catégorielle, adoptée par les travaux sur la perception de la prosodie émotionnelle notamment, repose sur un biais de valence aux plans des émotions primaires qui sont le plus étudiées. En effet, les études basées sur l'approche catégorielle présente elle-même un biais de valence dans le choix des catégories émotionnelles évoquées (souvent une émotion positive pour deux émotions négatives, Hoekert, Kahn, Pijnenborg, & Aleman, 2007). Il est donc difficile de conclure sur un biais de valence en raison d'un déséquilibre dans la construction des protocoles. En effet, une moins bonne reconnaissance observée pour les émotions négatives par rapport à l'émotion positive peut être liée à une confusion entre ces catégories proches (Bänziger, Grandjean, Bernard, Klasmeyer, & Scherer, 2002). A ce titre, les émotions négatives sont plus proches entre elles que des émotions positives quelle que soit la taxonomie adoptée (cf par exemple, Figure 5.

²⁴ Nous avons sélectionné d'autres stimuli pour un autre protocole en suivant le principe de la tendance centrale mais en équilibrant différemment les autres facteurs : un même biais de valence a été observé.

Modèle circumplex (Russell & Feldman Barrett, 1999) p.20). Malgré tout, ce biais de valence est souvent observé et discuté de manière informelle dans la communauté des chercheurs en Sciences Affectives²⁵.

Un autre biais possible concerne l'échantillon de participants. Pour contourner ce problème, nous avons examiné les résultats obtenus par un autre groupe de 23 participants inclus dans le cadre de l'étude sur la maladie d'Alzheimer (Beaucousin et al., submitted, mais voir aussi un autre groupe de participants jeunes sans trouble cognitif, cf chapitre IV.2.a p.50). Cette étude comportait un groupe contrôle de participants jeunes répondants au même critère d'inclusion que ceux de l'étude d'évaluation du corpus (Figure 10, graphique de droite). Même si le jugement n'a été recueilli qu'à partir d'une échelle allant de -2 à +2, le profil est globalement identique entre les deux évaluations à première vue (test des « yeux ouverts », Cumming, 2014)²⁶. Les tendances moyennes des réponses aux différents types de stimuli sont similaires entre les deux groupes de participants. Mais des différences légères entre types de stimuli peuvent être observées par exemple entre les catégories inconsistantes positives. Une étude de comparaison en inter-groupe dans des protocoles identiques sera nécessaire afin d'explorer cette différence.

Pour conclure, ces travaux montrent à l'évidence que la prosodie contribue à l'émergence d'un sens émotionnel avec le contenu verbal. Utiliser uniquement des stimuli inconsistants en comparaison à une condition sans émotion pourrait donc conduire, par exemple, à l'interprétation des résultats en terme de déficit de détection de la prosodie négative. Or l'ajout d'une condition congruente montre clairement que l'interaction verbal et prosodique mène les participants à une évaluation différente de celle fournie pour les stimuli inconsistants verbaux : même les participants sans trouble cognitif n'utilisent pas forcément la prosodie négative quand elle est seule à véhiculer de l'émotion mais en revanche ils bénéficient de sa présence en interaction avec le contenu verbal. Ils sont capables de la détecter et de baser, en partie, leur jugement sur les indices émotionnels véhiculés. Ainsi, ces travaux montrent que le choix du type de stimulus utilisé pour évaluer le jugement de la prosodie émotionnelle est important notamment pour l'évaluation d'un déficit dans les pathologies de la communication (cf. chapitre IV p.39). Avant de pouvoir discuter pleinement de ce type d'évaluation dans les pathologies, il reste une question fondamentale à laquelle nous n'avons pas encore répondu : ces résultats obtenus

²⁵ Je fais référence ici à des discussions informelles lors des réunions de la société de psychophysologie et de neurosciences cognitives.

²⁶ Le test des yeux ouverts consiste à comparer le chevauchement entre les bras des barres d'erreur. Si le bras d'une barre d'erreur obtenue dans une condition recouvre la moyenne d'une autre condition, alors il y a peu de chance qu'une analyse statistique dévoile une différence significative.

à partir de l'observation des moyennes de groupe de participants reflètent-ils les profils individuels des participants ?

b. Etude corpus : Emergence d'un sens émotionnel et variabilité interindividuelle

Comme nous l'avons vu dans l'avant-propos (p.4), l'approche catégorielle des émotions pourrait conduire à évaluer des expériences émotionnelles prototypiques, c'est pourquoi nous avons choisi une approche dimensionnelle dans nos protocoles. Mais si nous avons pris le soin de faciliter l'expression de l'expérience subjective des participants, il nous faut aller jusqu'au bout de la démarche et vérifier que les résultats moyens reflètent les stratégies individuelles des participants. Il est donc important de vérifier :

1. que le biais de valence observé sur ces résultats moyens reflètent un ou plusieurs profils individuels de réponses à la tâche. Il faut alors procéder à une analyse de profil des réponses des participants pour déterminer si certains participants présentent un profil de réponse similaire au profil moyen et s'il n'existe pas d'autres profils de réponse dans notre échantillon de la population.
2. que ces résultats de profil individuel ne dépendent pas de la mesure réalisée. Il convient pour se faire de confronter les résultats obtenus avec ceux issus d'un autre type de mesure. Nous avons choisi d'explorer les stratégies de réalisation de la tâche décrites par les participants eux-mêmes à travers un questionnaire post-expérimental. Ce type de mesure est plus proche de l'expérience vécue des participants que les données comportementales (réponse à la tâche de jugement de valence/intensité).

Pour atteindre ces deux objectifs, nous repartirons des résultats du groupe de participants sans trouble cognitif inclus dans du protocole de jugement de l'intensité/valence émotionnelle d'enregistrements sonores portant sur la maladie d'Alzheimer (Beaucousin et al., submitted).

Dans un premier temps, à partir des réponses comportementales individuelles lors de la tâche de jugement de l'intensité/valence des stimuli, nous avons établi des profils de réponses en estimant le nombre de participants ayant fourni des réponses similaires aux différents types de stimuli. Le premier profil correspondait à celui des participants ayant jugé les conditions congruentes comme plus intenses que les conditions inconsistantes quelle que soit la valence. Ce profil inclut tous les participants. Ce premier résultat confirme que le contenu verbal et le prosodique ont bien participé à l'émergence d'un sens émotionnel différent de celui qui a émergé des conditions inconsistantes pour tous les participants. Ce premier profil conforte pleinement les résultats moyens.

Le deuxième profil correspondait aux participants ayant jugé le contenu émotionnel verbal négatif seul comme plus intense que le contenu prosodique seul. Encore une fois, ce profil inclut tous les participants et confirme les résultats moyens. En revanche, il n'a pas été possible d'identifier un profil unique pour les conditions inconsistantes positives. Nous avons observé deux profils distincts : à peu près la moitié des participants ont jugé le contenu prosodique seul comme plus émotionnel que le contenu verbal (48% orange, graphique de gauche, Figure 11). L'autre moitié des participants restaient sur une présence du contenu verbal sur le contenu prosodique pour les stimuli inconsistants positifs (53%, bleu graphique de gauche, Figure 11). Ainsi les résultats moyens pour les conditions inconsistantes ne reflètent pas tout à fait les profils individuels de réponses en ce qui concerne les stimuli à valence positive.

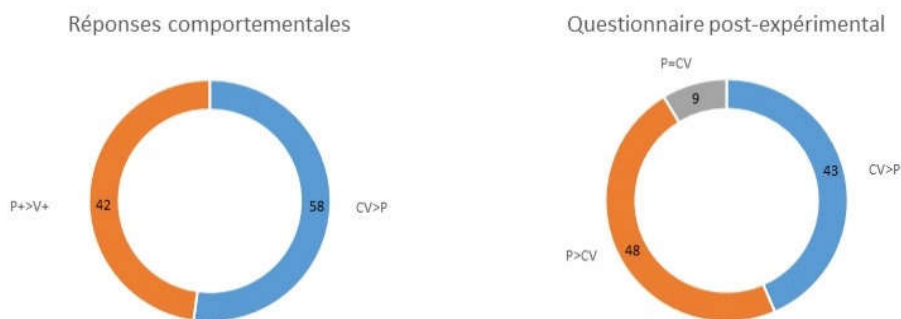


Figure 11. Etude corpus : Pourcentage de participants jeunes sans trouble cognitif utilisant préférentiellement le contenu verbal ou le contenu prosodique lors d'une tâche de jugement de l'intensité/valence émotionnelle

[Gauche] Le graphique représente le pourcentage de participants dont les réponses comportementales aux stimuli inconsistants sont plus intenses en présence d'un contenu émotionnel verbal seul (CV) qu'en présence d'un contenu prosodique seul (P, bleu). L'autre moitié des participants jugent plus intense les stimuli à contenu prosodique seul par rapport au contenu verbal seul mais uniquement pour les stimuli positifs (P+>V+, orange). **[Droite]** Le graphique représente les réponses au questionnaire post-expérimental. Si une tendance similaire est observée, la question de l'effet de valence n'a pas été posée. Nous pouvons noter que contrairement aux réponses comportementales 8% des participants rapportent avoir utilisé autant la prosodie que le contenu verbal pour répondre.

Dans un deuxième temps, nous avons cherché si ces profils de réponses comportementales correspondaient aux profils de réponses au questionnaire post-expérimental (graphique de droite, Figure 11). Au cours du questionnaire post-expérimental, les participants devaient dire s'ils avaient utilisé le contenu verbal et le contenu prosodique (entre autre indice). S'ils répondaient oui, ils devaient indiquer dans l'ordre les indices qu'ils ont le plus utilisé et estimer la contribution de ces indices à leur réponse sur une échelle allant de 0 à 10. Tous les participants rapportaient bien avoir utilisé le contenu verbal et le contenu prosodique pour résoudre la tâche. Comme pour les réponses comportementales, 48% des participants estiment avoir plus utilisé le contenu prosodique que le contenu verbal. En revanche, seuls 43% estiment avoir plus utilisé le contenu verbal que le contenu prosodique. Or d'après les réponses comportementales, c'est près de 53% qui ont jugé le contenu verbal seul comme plus émotionnel que le contenu prosodique. Cependant ces questions ne permettaient pas de faire une distinction entre les types de stimuli et en particulier la valence. Ceci

peut expliquer cette légère discordance entre les réponses comportementales à la tâche d'intérêt et le questionnaire post-expérimental.

Cet écart pourrait s'expliquer par le fait que 9% des participants rapportent avoir utilisé autant le contenu verbal que le contenu prosodique au cours de la tâche alors que nous n'avons pas retrouvé ce type de stratégie dans les réponses comportementales. N'ayant pas abordé la distinction de la valence ni des types de stimuli dans le questionnaire post-expérimental, il est difficile de conclure sur la nature de cette légère différence entre réponses comportementales et questionnaire post-expérimental. Ce dernier résultat mérite d'être reproduit et approfondi avant publication (*cf* les perspectives dans le chapitre VI.1 p.75).

c. Conclusion sur l'étude corpus

En définitive, la préséance du contenu verbal sur le traitement sémantique sous-tendant la construction des protocoles d'évaluation de la prosodie émotionnelle en science cognitive a conduit à négliger l'importance de l'interaction du verbal et du prosodique (Kotz & Paulmann, 2007; Schwartz & Pell, 2012). Depuis cette préséance a été remise en cause en linguistique : si l'analyse sémantique contraint la mise en place d'une prosodie émotionnelle lors de l'élocution, de nombreux exemples montrent que la prosodie émotionnelle guide le décodage sémantique du discours tout comme le contenu verbal (Lacheret-Dujour, 2015). Prosodie et contenu verbal sont entremêlés dans la communication verbale orale. Ils contraignent tous les deux le traitement sémantique. Nous avons de ce fait construit un nouveau corpus en considérant que le contenu verbal et le contenu prosodique interagissent pour la construction d'un sens. Ce type de protocole nous a ainsi permis de montrer que la construction d'un sens émotionnel diffère en fonction de la présence ou non de prosodie congruente avec le contenu verbal puisque les réponses des participants aux situations congruentes différaient bien de celles obtenues dans des situations inconsistantes verbales.

De plus dissocier expérimentalement prosodie et contenu verbal conduit à des situations plus coûteuses pour les participants (Beaucousin et al., 2006, 2007; Brazo et al., 2014). En effet, un allongement des temps de réponses en situation inconsistante par rapport aux situations congruentes pourrait refléter une difficulté pour les participants à mettre en place leur propre stratégie d'évaluation. Or nous venons de voir quelles peuvent varier d'un individu à un autre. En laissant, une plus grande liberté aux participants dans le choix des stratégies à adopter pour résoudre la tâche, nous avons pu observer que des différences individuelles peuvent être masquées avec une approche par les valeurs moyennes. En effet, si des travaux antérieurs ont conclu à une préséance du contenu verbal sur le contenu prosodique dans l'évaluation du discours émotionnel (Kotz & Paulmann, 2007; Schwartz & Pell, 2012), nous avons montré que cela n'était pas vérifié chez tous les participants. Au contraire,

certaines privilégient les contenus prosodiques car, selon une participante, la prosodie peut être plus difficilement modifiée pour contraindre le message véhiculé, contrairement au contenu verbal. Il est vrai que certains paramètres acoustiques comme le timbre ne sont pas contrôlables (Bänziger et al., 2002). Cette variabilité est donc importante à prendre en compte lorsque l'on s'intéresse à la compréhension des pathologies de la communication.

2. Contextualisation et faits marquants de l'étude corpus

Cette section des faits marquants (disponible pour chaque chapitre) rapporte des éléments quantitatifs (certes critiquables à bien des égards) qui reflètent la dimension collective du travail mené au fil des collaborations, encadrements, partenariats institutionnels engagés dans le cadre de cette première partie de mes travaux de recherche. Elle précise les sources de financements obtenus qui ont permis de ne pas « entamer » les crédits récurrents des laboratoires où j'ai travaillé. Elle se termine par la valorisation des résultats par les publications et quand cela n'est pas encore le cas par des communications.

a. Encadrements et lieu de réalisation du travail

Ce travail colossal a été réalisé lors de mes premières années de recrutement à l'université Paris 8. Il n'aurait jamais pu être conduit sans l'aide précieuse de Valérie Millox, doctorante qui a débuté en master, Nikoletta Geronikola, ingénieure d'études à l'époque, ainsi que Rémi, Mélissa, Safina, Philippe, Sofia et enfin Valena, étudiant(e)s de master 1 et master 2 (cf partie 1, **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** p.**Erreur ! Signet non défini.**).

b. Communications

Trois communications affichées dans des congrès internationaux (Beaucousin et al., 2012; Geronikola et al., 2013; Millox, Geronikola, Picq, & Beaucousin, 2013) + 1 article en cours de rédaction (cf. volume 2)

IV. Altération de l'émergence d'un sens émotionnel dans les pathologies de la communication ?

Les travaux que j'ai réalisés chez le participant jeune sans trouble cognitif reste fondamentaux mais sont guidés depuis ma thèse par un questionnement sur les pathologies de la communication. En effet, mieux comprendre le fonctionnement « normal » et sa variabilité devrait permettre de penser des interventions pour modifier la relation entre son environnement et la personne qui se plaint de difficulté relationnelle avec les autres et *vice-versa* (Glannon, 2009). Dans ce chapitre, nous étudierons comment la personne perçoit son environnement (pour la relation inverse cf chapitre V p.58). Bien

entendu, les résultats de ces travaux ne pourront être mis en application qu'à travers de futures collaborations avec les institutions et associations qui accueillent les patients. Si un certain nombre de partenariats sont en cours de formalisation (*cf* partie 1, chapitre **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** p.**Erreur ! Signet non défini.**), il n'en reste pas moins que nous sommes loin d'une recherche translationnelle. Ce projet ambitieux prendra encore du temps avant d'être pleinement efficace. Il n'en reste pas moins que les formations des futurs psychologues, dans lesquelles je suis intervenue et dans lesquelles j'interviens encore (*cf* partie 1, chapitre **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, p.**Erreur ! Signet non défini.**), devrait permettre une diffusion, plus ou moins locale²⁷, des résultats de mes recherches.

Dans le chapitre précédent, j'ai décrit la construction d'une nouvelle procédure expérimentale qui devait permettre d'évaluer les stratégies mises en place dans les pathologies de la communication pour faire émerger un sens émotionnel à partir du discours oral. Mon objectif est ici de présenter ces travaux entrepris dans le champ de la schizophrénie et de la maladie d'Alzheimer. Une majorité de la littérature conclut à un déficit de la perception de la prosodie émotionnelle dans ces deux pathologies (pour une revue voir respectivement, Edwards et al., 2002; Horley et al., 2010). Cependant, des travaux récents montrent que certaines compétences émotionnelles seraient préservées dans ces pathologies (respectivement, Roux, Christophe, & Passerieux, 2010; Small et al., 2010). Je commencerai par présenter ma contribution à la compréhension de la maladie d'Alzheimer et mes motivations à m'intéresser à cette pathologie avant de faire de même pour la schizophrénie.

1. Emergence d'un sens émotionnel dans la maladie d'Alzheimer

Pourquoi me suis-je intéressée à la maladie d'Alzheimer ? Je pourrais dire que la compréhension des déficits dans la maladie d'Alzheimer était en vogue au début de ma carrière d'enseignant-chercheur avec différents plans nationaux comme celui sur les maladies neurodégénératives de 2014-19²⁸. Sans dénier le fait que la mise en place de telles actions facilite l'obtention de financement, comme beaucoup de personnes, j'ai été interloquée par les témoignages de patients et de leur entourage sur les effets bénéfiques de la musique²⁹. Malgré les écueils méthodologiques de ces interventions, une revue récente de la littérature montre que les thérapies par la musique ont un effet bénéfique sur les troubles cognitifs et psycho-comportementaux dans la maladie d'Alzheimer (agitation, anxiété, dépression, Guetin et al., 2013). En particulier, l'écoute de musique facilite

²⁷ Les enquêtes de suivi des étudiants après leur sortie de l'université de Rouen Normandie montrent que 20% des étudiants diplômés d'un master 2 de psychologie en 2015-16 exercent en dehors de la Normandie, c'est-à-dire ailleurs en France et à l'étranger. Les résultats de l'enquête sont disponibles ici : <http://formation-ve.univ-rouen.fr/devenir-et-insertion-des-diplomes-de-master-611027.kjsp?RH=1385375856091>

²⁸ <https://www.gouvernement.fr/action/le-plan-maladies-neuro-degeneratives-2014-2019>

²⁹ Par exemple : https://www.youtube.com/watch?time_continue=4&v=fyZQf0p73QM

l'expression d'émotions chez des patients à un stage léger voire modéré de la maladie. Avec l'avancement de la maladie, seule la communication non-verbale serait stimulée par l'écoute de musiques liées à l'expérience individuelle du patient. Cette stimulation faciliterait les relations entre le patient et son entourage (au sens familial, amical et soignant, Guetin et al., 2013). Ce point est particulièrement intéressant dès lors qu'on sait que, dès les premiers stades de la maladie, les interactions sociales diminuent drastiquement au fur et à mesure de l'apparition des symptômes (Naglie et al., 2011).

Mais quel lien peut-on faire entre musique et langage émotionnel ? La première question à se poser est : est-ce que prosodie et musique sont traitées de la même manière³⁰ ? La musique et le langage partageraient en effet des processus cognitifs et cérébraux communs (Cespedes-Guevara & Eerola, 2018; Escoffier, Zhong, Schirmer, & Qiu, 2013). Si l'on considère les mélodies musicales, Mireille Besson et Danièle Schön ont montré que les étapes de traitement acoustique de bas niveau, ainsi que le traitement syntaxique sont proches, voire similaires (Besson & Schon, 2001). En revanche l'intégration sémantique des indices véhiculés diffère entre les deux (Barraza, Chavez, & Rodríguez, 2016; Besson & Schon, 2001). Pourtant, les thérapies par la musique montrent une certaine efficacité pour la fluidification du discours chez des patients présentant une aphasie non fluente (Tomaino, 2012). Ces résultats dépendent notamment d'un travail orienté vers le traitement de la prosodie. De plus, des cas combinant une amusie et une aprosodie de production plaident en faveur de processus communs entre musique et prosodie (Murayama, Kashiwagi, Kashiwagi, & Mimura, 2004). Par ailleurs, des travaux montrent que l'expertise musicale augmente la sensibilité aux indices prosodiques émotionnels (Besson, Schon, Moreno, Santos, & Magne, 2007; Moreno et al., 2008; Pinheiro, Vasconcelos, Dias, Arrais, & Gonçalves, 2015; Santos, Joly-Pottuz, Moreno, Habib, & Besson, 2007; Schon et al., 2008). Les points communs entre musique et langage (et donc prosodie) résideraient, selon certains auteurs, dans la capacité à communiquer et/ou induire des émotions primaires (Besson & Schon, 2001; Guetin et al., 2013)³¹. Pour d'autres, la musique pourrait *afforder*³² un contenu émotionnel (Cespedes-Guevara & Eerola, 2018). Si tel est le cas, pourquoi la prosodie ne le pourrait-elle pas, si leur traitement est similaire ? Il me semblait donc intéressant de re-questionner la

³⁰ Nous ne pouvons pas nous permettre de suivre textuellement l'adage populaire qui définit la prosodie comme la mélodie du langage.

³¹ Voir par exemple la réponse émotionnelle cérébrale de Oliver Sacks à l'écoute de Jean-Sébastien Bach: <https://www.youtube.com/watch?v=ks92VxMSaAk>

³² Le terme *afforder* doit être compris ici comme une mise à disposition d'un sens émotionnel à partir des expériences passées et de l'état émotionnel de l'interlocuteur ainsi que du contexte (Cespedes-Guevara & Eerola, 2018).

perception de la prosodie émotionnelle dans la maladie d'Alzheimer car elle pourrait constituer un puissant vecteur d'un contenu émotionnel pour ces patients.

a. Cadre théorique et contribution scientifique : étude ALCOM

Les raisons du retrait social observé précocement dans cette pathologie sont souvent mises sur le compte de la perception par les patients d'une connotation négative de la pathologie par la société (« 2018 Alzheimer's disease facts and figures », 2018). Ce retrait social peut également être expliqué par des difficultés pour les patients à communiquer avec les autres. De manière surprenante, la cognition sociale a été très peu étudiée dans la maladie d'Alzheimer. Hormis la compréhension du langage et la reconnaissance faciale émotionnelle (respectivement, Caramelli, Mansur, & Nitrini, 1998; Cadieux & Greve, 1997), les autres éléments non verbaux de la communication n'ont fait l'objet que de peu d'études. Pourtant l'étude du traitement des indices non-verbaux de la communication chez les patients est importante puisque ce sont ces indices qui structurent et organisent les interactions interpersonnelles (Baltazar & Conty, 2016; Beaucousin et al., 2006).

Nous avons vu dans le chapitre précédent que la prosodie et le contenu verbal contribuent à l'émergence d'un sens émotionnel chez des participants jeunes sans trouble cognitif. Qu'en est-il dans le cadre de la maladie d'Alzheimer ?

Le traitement sémantique des mots émotionnels semble préservé dans cette pathologie (Hsieh et al., 2012; Martin & Fedio, 1983) : les patients accèderaient bien au sens émotionnel du contenu verbal. Concernant la prosodie émotionnelle, un travail original a montré que le succès à engager une conversation avec un patient dépendait de la présence de prosodie émotionnelle congruente au discours (Small et al., 2010). Autrement dit, les patients percevraient bien la prosodie émotionnelle dans ce contexte conversationnel. Pourtant les données de la littérature sur la perception de la prosodie émotionnelle dans la maladie d'Alzheimer divergent. En effet, la majorité des études montre un déficit de perception (Roberts, Ingram, Lamar, & Green, 1996; Testa, Beatty, Gleason, Orbelo, & Ross, 2001; Bucks & Radford, 2004; Taler, Baum, Chertkow, & Saumier, 2008; Horley et al., 2010; Costa, de Souza, & Mulholland, 2011; Templier et al., 2015; Amlerová et al., 2017). Mais quelques travaux plaident en faveur d'une certaine préservation de l'accès au sens émotionnel grâce à la prosodie émotionnelle (Cadieux & Greve, 1997; Cadieux, Greve, & Hale, 1994; Koff, Zaitchik, Montepare, & Albert, 1999; Drapeau, Gosselin, Gagnon, Peretz, & Lorrain, 2009). Comme déjà évoqué pour le participant jeune sans trouble cognitif, cette divergence pourrait s'expliquer par des différences méthodologiques. Après avoir vérifié que des biais d'échantillonnage entre ces études n'expliquaient pas ces divergences, ce qui n'est pas le cas (Beaucousin et al., submitted), nous avons choisi d'utiliser le protocole que j'ai décrit précédemment pour quatre raisons (cf chapitre III.1 p.24) :

- 1- Le type de stimuli utilisé : Sous l'influence du modèle neurolinguistique de double dissociation de la compréhension du contenu verbal et de la prosodie émotionnelle de Elliott Ross (Ross, 2000), plusieurs études sur la maladie d'Alzheimer ont utilisé les sous-tests de *l'Aprosodia Battery* où les stimuli sont dépourvus de contenu verbal émotionnel (Amlerová et al., 2017; Bucks & Radford, 2004; Cadieux & Greve, 1997; Costa et al., 2011; Templier et al., 2015; Testa et al., 2001) ou bien il n'y a pas de contenu verbal du tout (méthode de filtrage des stimuli, Taler et al., 2008). Considérant que les échanges quotidiens présentent toujours un contenu verbal et prosodique, éventuellement pas toujours congruent ou inconsistant (Scherer, 2003), ce biais de construction d'un contexte expérimental doit être évité (Feldman Barrett et al., 2011). Or nous venons de voir que l'identification du contenu émotionnel à partir d'un contenu prosodique uniquement n'est pas si facile chez les participants jeunes sans trouble cognitif (Beaucousin et al., 2006). Pour évaluer la perception de la prosodie émotionnelle dans la maladie d'Alzheimer, il faut donc choisir un protocole qui permette de mettre en évidence facilement la contribution de la prosodie à l'émergence d'un sens émotionnel.
- 2- Le mode de présentation des stimuli : quand les auteurs ont utilisé des stimuli congruents, ils ne les ont jamais présentés parmi des stimuli inconsistants. Utiliser uniquement des stimuli congruents pose inévitablement la question de l'ambiguïté entre l'utilisation du contenu verbal pour répondre (Drapeau et al., 2009; Koff et al., 1999). L'utilisation seule des stimuli inconsistants pose, pour sa part, la question de la saillance perceptive de la prosodie même si la consigne explicite sa détection (Roberts et al., 1996; Testa et al., 2001; Bucks & Radford, 2004; Taler et al., 2008; Horley et al., 2010; Costa et al., 2011; Templier et al., 2015; Amlerová et al., 2017). Nous avons vu dans le chapitre précédent que présenter aléatoirement les stimuli permettait de rendre les différents indices présents plus saillants pour contribuer à l'émergence d'un sens émotionnel. De plus cela facilite la mise en place des stratégies individuelles.
- 3- Le type de tâche proposé aux participants : les tâches de catégorisation émotionnelle conduisent à l'engagement important du traitement sémantique (Russell & Feldman Barrett, 1999) qui est par ailleurs rapidement atteint dans la maladie d'Alzheimer (Dubois et al., 2007). Cependant, nous avons vu plus haut que le traitement du contenu verbal émotionnel est préservé dans la maladie d'Alzheimer (Hsieh et al., 2012; Martin & Fedio, 1983). Ces études ont utilisé soit une tâche basée sur une approche dimensionnelle des émotions (évaluation de la valence, Martin & Fedio, 1983) soit une tâche impliquant un traitement sémantique minimal (tâche des synonymes, Hsieh et al., 2012). Il est donc important de choisir une tâche de jugement de l'intensité/valence émotionnelle pour l'étude de la maladie d'Alzheimer dans la

mesure où ce type d'évaluation reposerait plus sur les dimensions de l'état affectif interne et solliciterait moins le traitement sémantique (Feldman Barrett, 2011).

- 4- L'utilisation de consignes orientant explicitement vers la détection de la prosodie émotionnelle : comme nous l'avons vu (*cf* chapitre III.1 p.24), cela peut aller à l'encontre des stratégies « naturelles » des participants et mettre les participants en difficulté. Les patients présentent des compétences préservées de traitement implicite des émotions, alors qu'un déficit est observé dans le cas de tâche explicite (Garcia-Rodriguez, Fusari, Rodriguez, Hernandez, & Ellgring, 2009). Ainsi, une tâche n'explicitant pas de stratégie devrait être moins coûteuse pour les patients.

En utilisant le protocole décrit dans le chapitre précédent, nous avons proposé à des participants de juger l'intensité/valence émotionnelle d'enregistrements sonores avec une échelle de type *Likert* graduée de -2 à +2 (Beaucousin et al., submitted). Nous avons inclus des participants jeunes (24 ± 3.4^{33} ans) et âgés sans trouble cognitif ($73,5 \pm 6$ ans) ainsi que des patients ayant reçu un diagnostic de maladie d'Alzheimer probable à un stade léger à modéré ($83,5 \pm 6$ ans). Nos résultats, en cours de publication, montrent que : même si les patients ont jugé les enregistrements sonores plus positivement en moyenne que les contrôles âgés et jeunes sans trouble cognitif, ils présentent un profil de réponses similaires aux autres groupes en fonction du type de stimuli (Figure 12). Les patients ont jugé les stimuli congruents émotionnels comme plus intenses que les stimuli inconsistants. Ainsi comme les participants jeunes et les âgés sans trouble cognitif, les patients étaient capables de faire émerger un sens émotionnel à partir du contenu verbal et prosodique. De plus, pour tous les groupes de participants, les stimuli inconsistants prosodiques positifs (*i.e.* condition P+, véhiculant un contenu émotionnel positif via la prosodie uniquement) ont bien été jugés comme plus positifs que les stimuli congruents sans émotion (*i.e.* condition C0, neutre au niveau verbal et prosodique). En revanche, les stimuli inconsistants prosodiques négatifs (*i.e.* condition P-) n'ont pas été jugés différemment par rapport aux stimuli congruents sans émotion (*i.e.* condition C0). Ainsi l'utilisation des seuls stimuli inconsistant prosodique dans un protocole peut donc bien être problématique pour l'évaluation de la détection de la prosodie émotionnelle dans la maladie d'Alzheimer. En effet, si les patients jugent la prosodie émotionnelle négative comme véhiculant autant d'intensité émotionnelle que la prosodie sans émotion, cela peut conduire à la conclusion d'un déficit de traitement de la prosodie émotionnelle négative. Or les patients (comme les autres participants) jugent les phrases inconsistantes verbales négatives comme moins intenses que les phrases congruentes négatives, indiquant ainsi que l'ajout de la prosodie négative a bien modifié leur jugement émotionnel. Ces résultats démontrent donc l'intérêt

³³ Moyenne \pm écart-type

d'utiliser plusieurs types de stimuli pour évaluer le traitement de la prosodie émotionnelle, en particulier dans l'étude des maladies neurodégénératives.

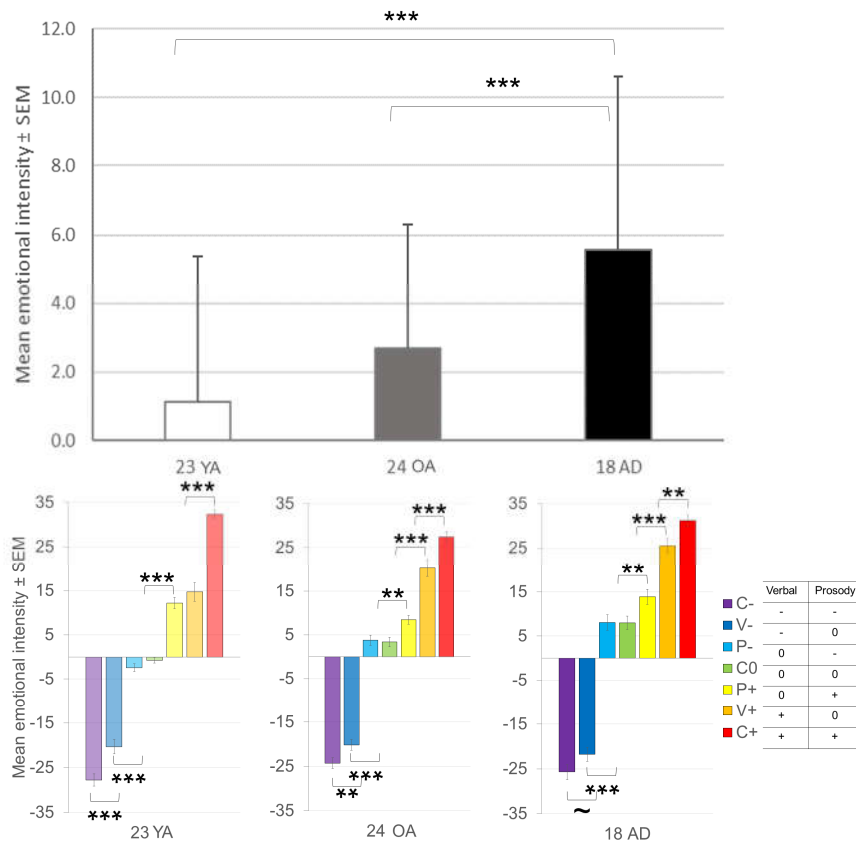


Figure 12. Etude ALCOM : effet groupe sur l'intensité émotionnelle moyenne entre les types de stimuli (Beaucousin et al., submitted)

[Haut] L'intensité émotionnelle moyenne obtenue chez 23 adultes jeunes (YA, barre blanche), 24 adultes âgés sans trouble cognitif (OA, barre grise) et 18 patients avec une maladie d'Alzheimer (AD, barre noire). [Bas] L'intensité émotionnelle moyenne est donnée pour les 7 types de stimuli pour chaque groupe (à gauche les jeunes, au milieu âgés sans TC, à droite, les patients). Les barres d'erreur correspondent à l'erreur standard à la moyenne (SEM). ~ for p = .05, * for p < .05, ** for p < .01, *** for p < .001. C+: phrases congruentes avec un contenu verbal et prosodique positif (rouge) - V+: phrases inconsistantes avec un contenu verbal positif et une prosodie sans émotion (orange) - P+: phrases inconsistantes avec un contenu verbal sans émotion et une prosodie positif (jaune) - C0: phrases congruentes avec un contenu verbal et prosodique sans émotion (vert) - P-: phrases inconsistantes avec un contenu verbal sans émotion et une prosodie négatif (bleu ciel) - V-: phrases inconsistantes avec un contenu verbal positif et une prosodie sans émotion (bleu foncé) - C-: phrases congruentes avec un contenu verbal et prosodique négatif (violet).

Tout comme nous l'avons vu chez les participants jeunes, ces données moyennes cachent des différences interindividuelles. Nous avons vu dans le chapitre précédent qu'à peu près la moitié des participants jeunes sans trouble cognitif se basait plus sur la prosodie émotionnelle positive que sur le contenu verbal pour juger l'intensité/valence émotionnelle d'enregistrements sonores. Cette stratégie n'a par contre été rencontrée que chez 10% des participants âgés sans trouble cognitif et les patients (graphique de gauche, Figure 13). La contribution de la prosodie émotionnelle à l'émergence du sens serait émoussée donc chez la plupart des personnes âgées avec ou sans maladie d'Alzheimer. Mais cela ne signifie pas qu'elle n'est plus détectée, ni même inutilisée pour l'évaluation : en effet, plus de 85% des âgés ont jugé comme plus intenses des stimuli congruents émotionnels que des stimuli

inconsistants quelle que soit la valence des stimuli. Le pourcentage atteint 100% chez les âgés sans trouble cognitif et 95% chez les patients lorsque l'on ne considère que la valence positive. Autrement dit, seul un patient sur les 18 recrutés dans notre protocole n'a pas utilisé la prosodie émotionnelle quelle que soit sa valence émotionnelle. Ce qui est étonnant, c'est que ce patient a tout de même rapporté au cours du questionnaire post-expérimental avoir utilisé l'intonation au cours de la tâche. Il est tout à fait possible que la manière de poser les questions au cours du questionnaire ait induit un biais de désirabilité chez cette personne, l'encourageant à répondre ce qu'il pense être la réponse attendue sans que cela reflète son expérience vécue. Ce décalage entre réponse à la tâche et au questionnaire post-expérimental est également présent pour les autres groupes. Il provient probablement de la non-prise en compte de la dimension de valence dans la questionnaire comme nous l'avons évoqué dans le chapitre précédent (graphique de gauche, Figure 13).

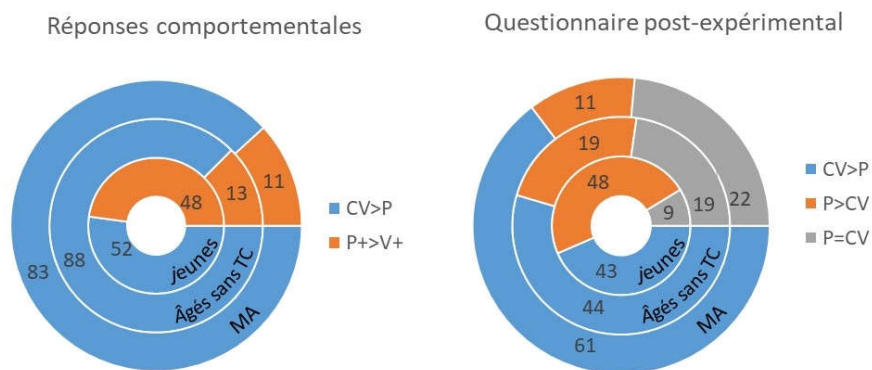


Figure 13. Etude ALCOM : Pourcentage de participants utilisant préférentiellement le contenu verbal ou le contenu prosodique

[Gauche] Ce graphique représente le pourcentage de participants dont les réponses comportementales aux stimuli inconsistants sont plus intenses en présence d'un contenu émotionnel verbal seul qu'en présence d'un contenu prosodique seul (bleu). L'autre moitié des participants jugent plus intense les stimuli à contenu prosodique seul par rapport au contenu verbal seul mais uniquement pour les stimuli positifs (orange). Les participants jeunes sans trouble cognitif correspondent à la **couronne intérieure** (jeunes), les participants âgés sans trouble cognitif (âgés sans TC) la **couronne du milieu** et les patients atteints de la maladie d'Alzheimer (MA) la **couronne extérieure**. [Droite] Le graphique représente les réponses au questionnaire post-expérimental. Si une tendance similaire est observée, la question de l'effet de valence n'a pas été posée. Nous pouvons noter que contrairement aux réponses comportementales 8% des participants rapportent avoir utilisé autant la prosodie que le contenu verbal pour répondre.

Pour conclure, notre protocole expérimental a permis de mettre en évidence une préservation de l'émergence d'un sens émotionnel à partir du contenu verbal et de la prosodie émotionnelle y compris dans le vieillissement normal et pathologique. Des différences liées à l'âge sont avérées mais ce biais de positivité dépend plus des individus que de la pathologie. En effet, le biais est également présent bien que de manière moins marquée chez les participants jeunes. En dépit de cette différence marginale, la prosodie contribuerait bien à l'émergence d'un sens émotionnel chez les personnes âgées avec ou sans maladie d'Alzheimer. La perception de la prosodie n'est donc pas déficitaire dans la pathologie.

Si le déclin des compétences sociales dans la maladie d'Alzheimer évolue dans le sens inverse des étapes du développement (Castelli et al., 2011), il n'est pas étonnant qu'au cours des stades légers à modérés comme chez les patients que nous avons inclus, la perception de la prosodie émotionnelle soit préservée. En effet, la prosodie émotionnelle est un indice perçu très tôt au cours du développement (dès le dernier trimestre de la grossesse, Querleu, Renard, Versyp, Paris-Delrue, & Crepin, 1988). De plus, le mode de communication avec les nourrissons repose sur l'exagération de la prosodie émotionnelle (Monnot, Foley, & Ross, 2005). La prosodie émotionnelle véhiculerait bien les intentions de communication et notamment l'état émotionnel du locuteur autant dans le discours dirigé vers l'enfant que le discours dirigé vers l'adulte (Fernald, 1989). Nos résultats semblent donc aller dans le sens de cette hypothèse d'évolution des symptômes.

De plus, la prosodie émotionnelle induit une contagion émotionnelle chez l'adulte (Hietanen, Surakka, & Linnankoski, 1998), faisant de la prosodie émotionnelle un excellent candidat comme vecteur d'un sens émotionnel. Dans le cadre de la maladie d'Alzheimer, la prosodie émotionnelle des aidants favorise l'engagement des patients dans les échanges oraux (Small et al., 2010). Mais il faut être attentif à ajuster la prosodie émotionnelle au contenu verbal. La prosodie doit être accentuée sans exagération comme elle l'est dans le discours dirigé vers les enfants (parlé-bébé ou *motherese*). On parle parfois de parler-âgé (*elderly-speaking*) pour décrire cette forme de prosodie exagérée dirigée vers les âgés. Les patients et les âgées considèrent d'ailleurs cette forme de langage comme infantilisant et elle tend à induire un retrait social (Small et al., 2010). Moduler émotionnellement sa voix de manière congruente au contenu verbal apparaît donc comme une manière efficace d'engager la conversation avec les patients.

Même si le nombre de participants à inclure dans le type de protocole que nous avons utilisé pour mettre en évidence une différence est estimée à 14 par groupe (Brazo et al., 2014), il n'en demeure pas moins qu'un biais d'échantillonnage peut toujours expliquer nos résultats (*i.e.* recrutement des patients dans un hôpital de jour privé). Il conviendrait de mener des études de réplication (Ioannidis, 2014). Par ailleurs, ce protocole reste encore lourd à mettre en œuvre pour les participants âgés : même si la tâche dure 20 minutes en moyenne, le nombre d'essais (140) reste trop important pour envisager une utilisation comme un test d'évaluation clinique de la perception des indices émotionnels (*cf* pour les perspectives cliniques chapitre VI.3 p.80) ou comme moyen de remédiation à la communication.

Par ailleurs, une question fondamentale subsiste avant d'entreprendre les réflexions sur la prise en charge des patients, notamment de savoir si ces compétences mises en évidence en laboratoire sont transférables en vie quotidienne. En effet, en tant qu'investigateur, j'ai pu remarquer que les

personnes âgées présentent un plus fort investissement dans les tâches par rapport aux participants jeunes. Leur motivation extrinsèque (aider à l'avancée de la recherche, à la réalisation des mémoires des étudiants...) est très forte. Néanmoins, cette motivation peut conduire à des biais de désirabilité sociale : « je réponds ce que je pense être ce qu'on attend de moi ». Alors que ce biais peut être très marqué dans les réponses au questionnaire expérimental, la consigne n'étant pas explicite sur ce point, ce biais devrait être moins marqué dans la tâche expérimentale. Toutefois, un phénomène de compensation d'un trouble plus ou moins léger pourrait être masqué par ce biais de désirabilité. En vie quotidienne, il n'est pas certain que ce biais soit aussi important. La mise en place d'une prise en charge ou d'un dispositif d'évaluation nécessitera une évaluation rigoureuse de ces effets d'émergence d'un sens émotionnel à partir de l'interaction verbal/prosodique en vie quotidienne.

b. Contextualisation et faits marquants de l'étude ALCOM³⁴

Ce travail a été réalisé lors de mes dernières années à l'université Paris 8. Il a pu être achevés grâce aux :

Collaborations

- Pr Laurence CONTY, Unité de Recherche DysCo, Université Paris Nanterre (contrat ANR ALCOM, ACL1, ACL3)
- Pr Jean-Luc Picq, LPN, Université Paris 8 (contrat ANR ALCOM, ACL3)
- Pr Jérôme BLIN, Neurologue responsable de la Clinique de la mémoire à Paris, Ancien Interne des Hôpitaux de Paris (www.clinique-memoire.com/, Contrat ANR)

Encadrements

Nikoletta Geronikola en tant qu'ingénieure d'études ainsi que 4 étudiants de master 1 : Rémi, Mélissa, Sofia et Valéna (*cf* partie 1, **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** p.**Erreur ! Signet non défini.**).

Partenariats institutionnels

- Centre Local d'information et de Coordination (CLIC) Sillage de Saint Denis – responsable Mme Song
- Centre Local d'information et de Coordination des aînés de Rouen (CLIC) – responsable Mme Petit Renaud

³⁴ Cette section des faits marquants (disponible pour chaque chapitre) rapporte des éléments quantitatifs (certes critiquables à bien des égards) qui reflètent la dimension collective du travail mené au fil des collaborations, encadrements, partenariats institutionnels engagés dans le cadre de cette première partie de mes travaux de recherche. Elle précise les sources de financements obtenus qui ont permis de ne pas « entamer » les crédits récurrents des laboratoires où j'ai travaillé. Elle se termine par la valorisation des résultats par les publications et quand cela n'est pas encore le cas par des communications.

Autorisations réglementaires

- CPP Ile de France X : 02/06/2015, n°02-2015 + prolongation avec mise en conformité au RGPD du 11/10/2018 n°02(2)-2015
- ANSM (n°150035B-31)
- CNIL (n°1874045v0)

Publications

1 publication internationale à comité de lecture (Baltazar et al., 2014) + 1 publication soumise (cf. volume 2)

2. Emergence d'un sens émotionnel dans la schizophrénie

La schizophrénie se caractérise, entre autre, par des difficultés de communication (Savla, Vella, Armstrong, Penn, & Twamley, 2013), notamment une désorganisation du langage, qui entrave les échanges oraux avec les autres (Castro & Pearson, 2011; Dickey et al., 2010). Je me suis intéressée à la schizophrénie grâce à des rencontres fructueuses au cours de ma carrière. Pendant ma thèse, j'ai eu la chance de travailler avec Marie-Renée Turbelin, psychologue clinicienne, Perrine Brazo et Pascal Delamillieure, tous deux psychiatres au CHU de Caen. Engagés tous les trois dans le suivi et la prise en charge des patients, ils m'ont communiqué l'envie de mieux comprendre les troubles de la communication émotionnelle rencontrés dans cette pathologie (Edwards et al., 2002; Hoekert et al., 2007). Le service de psychiatrie dirigé par Sonia Dollfus dans lequel ils travaillaient est très impliqué dans la recherche fondamentale sur cette pathologie mais également dans le volet clinique de la remédiation des troubles de la communication (Lecardeur, Stip, & Champagne-Lavau, 2010). Notre collaboration, au cours de mon post-doctorat, a ouvert l'opportunité de contribuer empiriquement à la compréhension des troubles du langage émotionnel dans la phase de rémission de la schizophrénie (Brazo et al., 2014).

Après mon recrutement à l'université Paris 8, j'ai pu poursuivre des travaux de recherche sur la schizophrénie grâce à Valérie Millox et à son tuteur de terrain Caroline Mangematin, neuropsychologue. Leur persévérance a permis de mettre en place un contrat de collaboration avec l'hôpital René Dubos à Cergy Pontoise, par l'intermédiaire du service de recherche clinique dirigé par Maryline Delattre. Ce contrat a ouvert les portes de l'hôpital de jour de Mounia Trabelsi, psychiatre. Si les inclusions ne sont pas encore tout à fait terminées du fait des critères qualitatifs exigés, le nombre minimum de participants requis est atteint pour évaluer les différences entre patients et participants sans schizophrénie.

a. Cadre théorique et contribution scientifique : étude SKYPROVERB

Le déficit émotionnel dans la schizophrénie est bien documenté notamment sur la perception des expressions faciales émotionnelles. Certains auteurs présentent ce dernier déficit comme un déficit général des processus émotionnels (Edwards et al., 2002). En raison des troubles langagiers et émotionnels observés dans la schizophrénie, quelques auteurs se sont intéressés à la perception de la prosodie émotionnelle dans cette pathologie. A ce jour, la majorité des études montrent un déficit de perception de la prosodie émotionnelle (pour une revue voir Edwards et al., 2002; Hoekert et al., 2007). Ce déficit serait présent dès les premiers épisodes de la maladie (Edwards, Pattison, Jackson, & Wales, 2001; Kucharska-Pietura, David, Masiak, & Phillips, 2005) et ne dépendrait pas des traitements médicamenteux puisque des patients sans traitement présentent le même type de déficit (Roux et al., 2010).

Cependant, la question du déficit de perception de la prosodie émotionnelle dans la schizophrénie a été relancé par Paul Roux et l'équipe de Christine Passerieux (Roux et al., 2010). La présence de prosodie émotionnelle a modifié les réponses comportementales des patients lors d'une tâche n'impliquant pas une évaluation explicite de la prosodie émotionnelle. Les auteurs ont utilisé une tâche de jugement de la valence émotionnelle du contenu verbal d'adjectifs avec un contenu verbal émotionnel congruent ou incongruent avec la valence de la prosodie. Or, les patients ont fait plus d'erreurs que les participants sans trouble cognitif. Cette modification des réponses des patients en présence de prosodie incongruente suggère que la détection de la prosodie émotionnelle était préservée. En effet, la prosodie a permis de créer une interférence lors du jugement émotionnel du contenu verbal.

Avec Perrine Brazo et l'équipe de Sonia Dollfus, nous avons montré que la présence de prosodie émotionnelle pouvait faciliter la catégorisation de stimuli émotionnels (Brazo et al., 2014). Même si les performances des patients étaient moins bonnes que celles des participants sans schizophrénie, l'ajout de prosodie émotionnelle leur permettait d'améliorer leur performance lors d'une tâche de catégorisation en comparaison avec une condition où seule le contenu verbal est émotionnel (Figure 14). Cet effet facilitateur était plus marqué chez les patients que chez les participants sans schizophrénie.

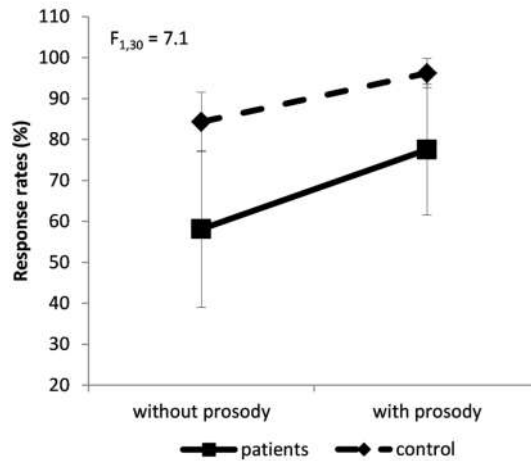


Figure 14. Effet facilitateur de la prosodie émotionnelle sur une tâche de catégorisation émotionnelle dans la schizophrénie (Brazo et al., 2014).

Ce graphique présente le pourcentage de réponses correctes (% \pm écart-type) lors d'une tâche de catégorisation émotionnelle de phrases à contenu verbal émotionnel en fonction de la présence de prosodie émotionnelle (stimuli congruent appelé « *with prosody* » ou inconsistant verbaux, appelé ici « *without prosody* ») pour un groupe de 16 patients atteints de schizophrénie (patients, trait plein) et 16 participants sans schizophrénie (control, trait en pointillé). L'analyse de variance montre une interaction groupe par prosodie significative ($F_{1,30}=7.1$, $p<0.05$) : les patients améliorent leur performance lorsque les stimuli présentent un contenu verbal et prosodique congruent par rapport aux stimuli au contenu verbal émotionnel sans prosodie. Cet effet facilitateur est présent chez les participants sans schizophrénie, même s'il est moins marqué.

Ainsi le traitement implicite de la prosodie émotionnelle serait préservé, dans une certaine mesure, chez les patients atteints de schizophrénie (Brazo et al., 2014; Roux et al., 2010). Mais ces deux études ne permettent pas de savoir si l'émergence d'un sens émotionnel est déficitaire chez les patients ? En effet, les patients présentent dans les deux études des performances différentes de celles obtenues par les participants sans schizophrénie. Ces différences peuvent-elles s'expliquer par un déficit du traitement sémantique (émotionnel ou non) ou peut-on considérer que les patients présentent des expériences émotionnelles différentes de celles des participants contrôles ?

Le traitement sémantique non émotionnel est déficitaire dans la schizophrénie (Condray, van Kammen, Steinhauer, Kasperek, & Yao, 1995). Le déficit de la compréhension du langage est même considéré comme un marqueur trait de la maladie car cette altération se retrouve chez l'entourage familial (Condray, Steinhauer, & Goldstein, 1992). Il ne semble pas dépendre du type de traitement (Condray et al., 1995) ni des capacités cognitives des patients (Condray, Steinhauer, van Kammen, & Kasperek, 1996). En revanche, la question de l'atteinte spécifique du traitement sémantique du contenu émotionnel reste posée. Il est difficile d'y répondre pour plusieurs raisons. En premier lieu, si l'on considère que le traitement de la prosodie émotionnelle peut être atteint, les tâches proposées aux patients ne permettent pas de comparer les conditions impliquant un traitement sémantique sur le contenu verbal émotionnel seul : la majorité des études sur le traitement de la prosodie émotionnelle ne propose pas de conditions inconsistantes verbales (pour une revue des articles avant

2002, voir Edwards et al., 2002; pour une revue des articles avant 2007, voir Hoekert et al., 2007; Bach, Buxtorf, Grandjean, & Strik, 2009; Bach, Herdener, et al., 2009; Bozikas et al., 2006; Dickey et al., 2010; Leitman et al., 2005, 2007; Pijnenborg, Withaar, Bosch, & Brouwer, 2007; Ross et al., 2001). Les autres études ayant utilisé ce type de stimuli n'ont, soit pas fourni les performances obtenues avec ce type de stimuli (Scholten, Aleman, & Kahn, 2008), soit pas utilisé de tâche contrôle, c'est-à-dire une condition sans émotion au niveau du contenu verbal et prosodique (Brazo et al., 2014). Par ailleurs, les stimuli inconsistants verbaux seuls ne favorisent pas la saillance perceptive de la prosodie émotionnelle. Or environ la moitié des individus sans trouble cognitif n'accordent pas d'attention particulière à la prosodie émotionnelle, en particulier pour la valence négative (cf chapitre III.1 p.24). Dans ces conditions, il est difficile de conclure à un déficit dans la schizophrénie dans la mesure où ce type de stimuli peut placer les patients dans une situation déjà compliquée à résoudre pour des personnes sans trouble cognitif. Ainsi, la présentation de stimuli congruents et inconsistants au sein d'un protocole événementiel pourrait permettre de s'affranchir de ces difficultés en rendant saillant les différents indices véhiculant un contenu émotionnel.

La deuxième raison concerne l'utilisation de tâche de catégorisation. La méta-analyse de Marjolijn Hoekert indique les protocoles utilisés s'inscrivent tous dans une perspective catégorielle (Hoekert et al., 2007). Les participants ont tous été confrontés à une tâche de catégorisation émotionnelle. Jane Edwards fait d'ailleurs très justement remarquer que le choix des catégories émotionnelles n'est jamais justifié dans les articles et que ces catégories changent d'un article à l'autre (Edwards et al., 2002). Tout comme pour la perception des expressions faciales, ces choix ne permettent pas de savoir s'il existe un déficit général de perception des émotions chez l'autre ou si cela concerne certaines catégories émotionnelles, comme cela a été suggéré pour les émotions négatives (Bozikas et al., 2006; Edwards et al., 2001; Murphy & Cutting, 1990). En adoptant une approche dimensionnelle des émotions, il est possible de décrire nos expériences émotionnelles en terme de valence et d'intensité (Feldman Barrett, 2011; Russell & Feldman Barrett, 1999). La valence et l'intensité sont même considérées comme des attributs élémentaires des états émotionnels tandis que la catégorisation émotionnelle fait appel à un traitement sémantique de plus haut niveau. A partir de ce modèle dimensionnel, des travaux ont montré que les patients atteints de schizophrénie sont capables d'évaluer des mots émotionnels en terme de valence et d'intensité (Kring, Barrett, & Gard, 2003). Cette évaluation est similaire à celle de participants sans schizophrénie même s'ils utilisent autant la valence et l'intensité tandis que les participants sans schizophrénie s'appuient plus sur l'intensité que sur la valence pour évaluer les mots (Figure 15). Ces résultats semblent plaider en faveur d'une évaluation des expériences émotionnelles qui ne diffèrent pas avec la schizophrénie. Ainsi en proposant aux participants une évaluation selon ces dimensions émotionnelles de stimuli avec un contenu verbal et

prosodique, le traitement sémantique serait moins sollicité permettant ainsi de savoir si le déficit émotionnel observé dans la schizophrénie repose sur des expériences émotionnelles différentes ou bien s'il est lié à un déficit de traitement sémantique de haut niveau. Par ailleurs, il sera également possible de répondre à la question d'un déficit spécifique des émotions négatives (Kring et al., 2003) en construisant des stimuli évoquant des émotions positives ou négatives ou sans émotion.

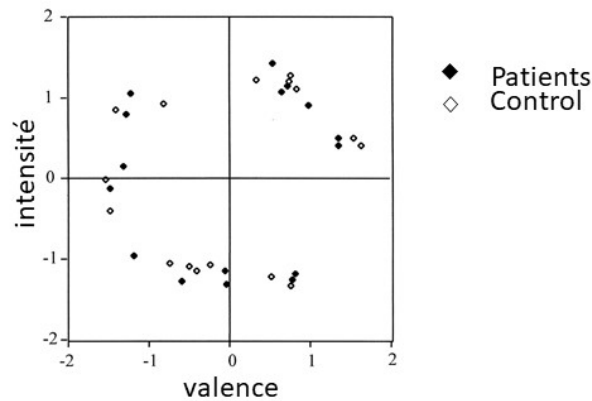


Figure 15. Évaluation émotionnelle multi-dimensionnelle dans la schizophrénie (adapté de Kring et al., 2003)

Les patients atteints de schizophrénie (patients) évaluent le contenu verbal émotionnel selon deux dimensions qui semblent équivalentes à celles de participants sans schizophrénie (control) même si quelques différences apparaissent.

Enfin, Jane Edwards a pointé une dernière difficulté posée par les protocoles catégoriels utilisés pour étudier la perception de la prosodie émotionnelle dans la schizophrénie. Dans la plupart des études, les stimuli utilisés étaient courts allant de la syllabe au mot entier (Bach, Buxtorf, et al., 2009; Bach, Herdener, et al., 2009; Castro & Pearson, 2011; Ross et al., 2001; Roux et al., 2010). Le temps de présentation de ces stimuli court interroge sur la quantité d'information émotionnelle réellement véhiculée pour des patients avec des troubles attentionnels. Par ailleurs, ce type de stimuli ne correspond pas aux conditions d'échange au quotidien : nous ne nous exprimons pas par mots isolés (sauf contexte exceptionnel, comme un mauvais réveil par exemple). Malgré les difficultés de mémoire des patients, la présentation de stimuli plus longs, véhiculant donc plus d'informations émotionnelles, apparaît plus propice pour contourner les difficultés attentionnelles. Dans tous les cas, ce type de stimuli contenant plus d'information devrait favoriser la clarté du discours ce qui reste essentiel à prendre en compte dans le cadre de la schizophrénie (Bach, Buxtorf, et al., 2009). Contrairement à ce que nous avons vu dans les chapitres précédents, l'idée ici n'était pas forcément de créer un contexte d'énonciation dans la mesure où les patients ne semblent pas toujours en mesure de le prendre en compte dans leur comportement (Mellet et al., 2006). Dans le cadre du protocole que nous proposons, il s'agissait de permettre aux patients d'accéder à l'information émotionnelle quasiment tout au long de la présentation du stimulus. C'est pourquoi le niveau de la phrase semble un bon compromis entre le niveau du mot, trop court et le niveau du texte trop long.

Ce protocole a permis de montrer que les patients évaluent de la même manière les stimuli émotionnels que de jeunes adultes³⁵ sans troubles cognitifs appariés en genre, âge et niveau socio-éducatif (Figure 16³⁶). Les patients semblent bien juger les stimuli congruents émotionnels différemment des stimuli inconsistants, confirmant ainsi que la perception de la prosodie émotionnelle est bien préservée dans la schizophrénie lorsqu'un traitement implicite est proposé avec un faible investissement du système sémantique.

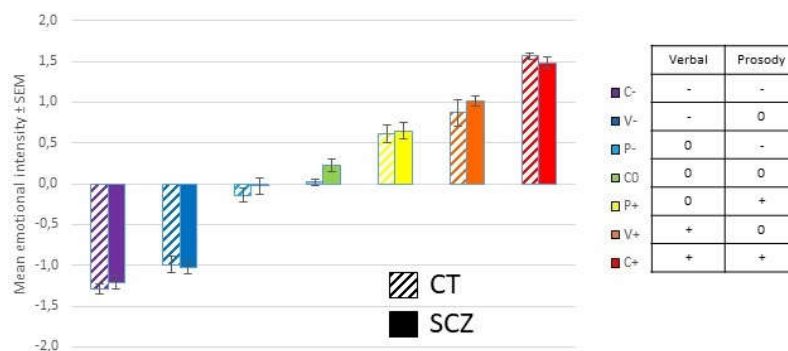


Figure 16. Etude SKYPROVERB : L'effet groupe sur l'intensité émotionnelle moyenne entre les types de stimuli

L'intensité émotionnelle moyenne obtenue chez 18 adultes jeunes sans trouble cognitif (CT, barres hachurées) et 16 patients atteints de schizophrénie (SCZ, barres couleur pleine). L'intensité émotionnelle moyenne est donnée pour les 7 types de stimuli pour chaque groupe. Les barres d'erreur correspondent à l'erreur standard à la moyenne (SEM). C+: phrases congruentes avec un contenu verbal et prosodique positif (rouge) - V+: phrases inconsistantes avec un contenu verbal positif et une prosodie sans émotion (orange) - P+: phrases inconsistantes avec un contenu verbal sans émotion et une prosodie positif (jaune) - C0: phrases congruentes avec un contenu verbal et prosodique sans émotion (vert) - P-: phrases inconsistantes avec un contenu verbal sans émotion et une prosodie négatif (bleu ciel) - V-: phrases inconsistantes avec un contenu verbal positif et une prosodie sans émotion (bleu foncé) - C-: phrases congruentes avec un contenu verbal et prosodique négatif (violet).

Le biais de positivité des conditions inconsistantes a également été retrouvé : la prosodie positive seule semble être mieux détectée que la prosodie négative seule. Ainsi l'utilisation de stimuli inconsistant prosodiques seuls peut également être problématique dans la schizophrénie. De plus ce résultat confirme ce que nous avons observé avec Perrine Brazo (Figure 17) : tout comme les patients, la prosodie négative n'est pas évaluée par des participants contrôles (Brazo et al., 2014). Le biais de positivité observé dans l'étude de patients avec maladie d'Alzheimer est donc aussi présent chez les patients atteints de schizophrénie (cf chapitre 1.a p.42).

³⁵ Groupe indépendant de l'étude sur la maladie d'Alzheimer

³⁶ Les inclusions n'étant pas terminées les analyses statistiques n'ont pas pu être effectuées. Je vous propose donc un test « des yeux ouverts », c'est-à-dire de regarder les résultats de la Figure 18 et de vous servir des barres d'erreur comme une estimation des résultats statistiques (Cumming, 2014).

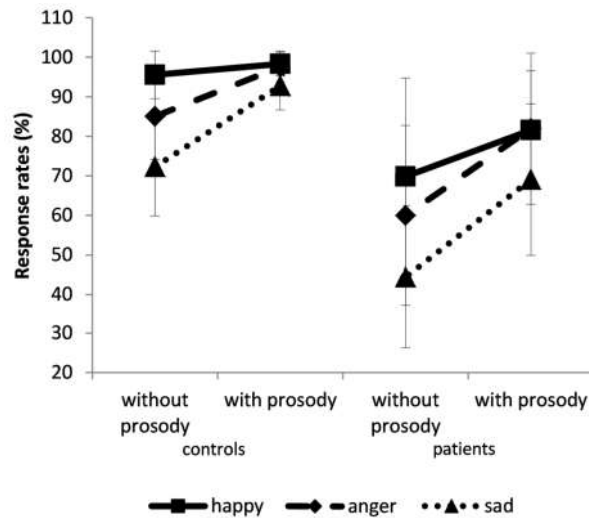


FIGURE 3 | Percentage of response rate (±SD). The results are given for the control (left panel) and patient groups (right panel) for sentences spoken with or without prosody. Solid line for happy, dashed line for anger, and dotted line for sadness.

Figure 17. Résultats de l'étude Perrine Brazo et collaborateurs sur la schizophrénie de (2014)

Le graphique représente le pourcentage de bonnes réponses lors d'une tâche de classification émotionnelle de stimuli au contenu verbal émotionnel avec (*with prosody*) ou sans prosodie (*without prosody*), à gauche pour les participants contrôles (*controls*) et à droite pour les patients atteints de schizophrénie (*patients*). Les participants devaient classer les phrases en trois catégories : joie (*happy*), colère (*anger*), tristesse (*sad*). Les barres d'erreurs représentent l'écart-type.

Ces analyses moyennes reflètent-elles les stratégies individuelles ? L'étude des réponses au questionnaire post-expérimental n'a pas pu être réalisée car les inclusions n'étaient pas terminées au jour de la rédaction de ce manuscrit. En revanche, nous avons pu observer les stratégies individuelles sur les réponses comportementales puisque nous avons vu précédemment que ces réponses vont dans le sens des descriptions des expériences vécues (*cf* chapitre 1.a p.42). Les données montrent que, comme dans l'étude ALCOM sur la maladie d'Alzheimer, tous les participants jugent les stimuli congruents comme plus intenses que les stimuli inconsistants. Un taux plus important de participants que dans l'étude ALCOM ont jugé le contenu verbal seul comme plus intenses, en particulier les patients avec schizophrénie. Ceci allant dans le sens des résultats moyens. En revanche, 1/3 des participants environ jugeaient les stimuli avec une prosodie positive seule comme plus intense que les stimuli avec un contenu verbal positif seul. Il est donc tout à fait primordial de permettre aux participants de pouvoir utiliser les indices qui leur permettent de résoudre la tâche plus facilement afin de ne pas accroître les difficultés des patients et favoriser, lors d'une évaluation, la détection de compétences préservées.

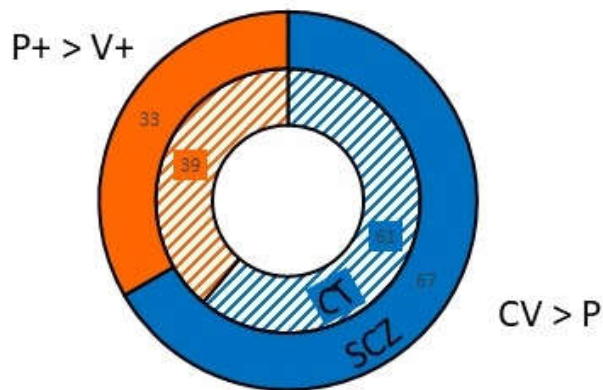


Figure 18. Etude SKYPROVERB : Pourcentage de participants utilisant préférentiellement le contenu verbal ou le contenu prosodique

Ce graphique représente le pourcentage de participants dont les réponses comportementales aux stimuli inconsistants sont plus élevées en présence d'un contenu émotionnel verbal seul qu'en présence d'un contenu prosodique seul (bleu). L'autre moitié des participants jugent plus intense les stimuli à contenu prosodique seul par rapport au contenu verbal seul mais uniquement pour les stimuli positifs (orange). Les participants jeunes sans trouble cognitif correspondent à la **couronne intérieure** hachurée (CT), et les patients atteints de schizophrénie (SCZ) la **couronne extérieure**.

En adoptant une approche dimensionnelle, nous avons pu montrer que les patients sont capables d'utiliser la prosodie émotionnelle pour faire émerger un sens émotionnel. Ce sens émotionnel est évalué différemment de celui évoqué par un contenu verbal seul ou un contenu prosodique seul. Au regard des choix méthodologiques opérés, les réponses indiquent que les patients prennent en compte et perçoivent la prosodie émotionnelle pour évaluer leur environnement émotionnel. Cependant, il ne faut pas négliger que les patients rapportent faire d'avantage d'expériences émotionnelles et notamment en ce qui concerne des expériences négatives (Kring et al., 2003). La question subsiste donc quant à la perception de l'émotion véhiculée par la prosodie en vie quotidienne chez les patients avec schizophrénie.

b. Contextualisation et faits marquants de l'étude SKYPROVERB³⁷

Ce travail entrepris à Paris 8 et en cours de finalisation à l'université de Rouen Normandie.

Collaborations

- Pr Perrine BRAZO, Département Universitaire de Psychiatrie, Centre Hospitalier Universitaire de Caen, UMR CNRS CEA 6301 (ACL2)

³⁷ Cette section des faits marquants (disponible pour chaque chapitre) rapporte des éléments quantitatifs (certes critiquables à bien des égards) qui reflètent la dimension collective du travail mené au fil des collaborations, encadrements, partenariats institutionnels engagés dans le cadre de cette première partie de mes travaux de recherche. Elle précise les sources de financements obtenus qui ont permis de ne pas « entamer » les crédits récurrents des laboratoires où j'ai travaillé. Elle se termine par la valorisation des résultats par les publications et quand cela n'est pas encore le cas par des communications.

- Dr Mouna TRABELSI, Psychiatre, Médecin chef de l'hôpital de jour René Dubos, Cergy-Pontoise

Encadrements

Valérie Millox en tant que doctorante ainsi que 2 étudiants jusqu'en master 1, Valéna et Maureen et 2 étudiantes jusqu'en master 2 Emmanuelle et Natacha (cf partie 1, **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** p.**Erreur ! Signet non défini.**).

Partenariat institutionnel

- Unité de recherche clinique de l'hôpital René Dubos, Cergy-Pontoise

Autorisations réglementaires

- CPP Ile de France X : 18/11/2015, n°37-2015 (avenant n°2 du 18/10/2017, avenant n°3 du 12/12/2018)
- ANSM : n°151447B-31
- CCTIRS : n°15-1031
- CNIL : n°916037
- déclaration sur clinicaltrials.gov : n°CHRD0814

Publications

1 publication internationale à comité de lecture (Brazo et al., 2014) + 1 communication orale dans un congrès national (Brazo, Beaucousin, Lecardeur, & Dollfus, 2013)

3. Synthèse : perception, évaluation et traitement sémantique du contenu émotionnel dans des pathologies de la communication

Les résultats de l'étude ALCOM et SKYPROVERB montrent que certaines fonctions sont préservées dans les pathologies de la communication que sont la maladie d'Alzheimer et la schizophrénie. Nous avons montré que le traitement sémantique de haut niveau intervenant dans les tâches de catégorisation est déficitaire dans ces deux pathologies, ce que les modèles dominants appellent l'étape cognitive (Schirmer & Kotz, 2006). En revanche, les étapes de perception sont préservées, et également une étape de traitement qui n'a pas été décrite jusqu'alors dans ce modèle, à savoir l'évaluation de la valence et de l'intensité émotionnelle, que nous pourrions appeler l'étape de traitement sémantique de bas niveau. Dans le modèle CPM, cette étape pourrait correspondre au processus d'évaluation de la pertinence comme l'étape « *intrinsic pleasantness* » (Grandjean et al., 2008). Ce type d'évaluation sémantique de bas niveau s'avère préservé dans ces pathologies. Elle permet aux patients d'extraire des informations émotionnelles du contenu verbal et prosodique, pour

induire l'émergence d'un sens émotionnel. Ce sens émotionnel émergent modifie les actions (*cf.* réponses comportementales) et le ressenti subjectif (*cf.* questionnaire post-expérimental).

En effet, lors de tâche nécessitant une détection implicite de la prosodie émotionnelle, la présence de prosodie émotionnelle modifie les réponses comportementales et l'expérience subjective des patients. Nous avons apporté une preuve que comme les participants tout venant, les patients présentent une « *emotional intelligence in action* » (Feldman Barrett, 2011). Ces résultats sont d'une importance capitale lorsqu'il s'agit d'envisager des pistes de prises en charge. Patients atteints de la maladie d'Alzheimer ou de schizophrénie pourraient donc être capables de mobiliser cette « intelligence » émotionnelle pour mieux s'adapter à leur environnement (Glannon, 2009). Mais cette adaptation peut également se penser conjointement et dans l'autre sens : l'environnement « social » pourrait s'adapter à leur capacité, ce que nous allons explorer dans le chapitre suivant.

V. L'intelligence émotionnelle en action : effet de l'émergence du sens émotionnel sur d'autres fonctions cognitives

Nous venons de voir comment le contenu émotionnel du discours peut modifier l'émergence du sens émotionnel pour l'individu, y compris dans le cadre de pathologie de la communication. Dans cette partie, nous allons aborder la question de savoir si l'émergence d'un sens émotionnel peut modifier d'autres processus cognitifs que le traitement sémantique de bas niveau. Autrement dit, est-ce que le sens émotionnel peut, en tant que contexte, modifier d'autres processus cognitifs ?

Nous devons d'abord définir ce que nous entendons par contexte. Il existe trois types de contextes (Feldman Barrett et al., 2011). Je n'évoque ici que les deux premiers qui ont fait l'objet de collaborations³⁸. Le premier contexte est celui lié à l'environnement (ou la stimulation dans le cadre expérimental). Il est appelé « contexte dépendant du stimulus ». Par exemple, nous avons pu montrer avec Laurence Conty et son équipe que la direction du regard d'un visage modifie le jugement d'une personne et la mémorisation de son visage (Lopis et al., 2017), ainsi que le jugement de l'intensité

³⁸ Le troisième contexte correspond à l'influence culturelle. En effet, l'approche catégorielle conditionne la manière d'envisager l'encodage et la compréhension du sens du visage (Feldman Barrett, Mesquita, & Gendron, 2011). Nous faisons l'expérience d'une labellisation catégorielle des stimuli émotionnels mais cela occulte notre manière d'envisager les processus internes qui ne nécessitent pas tous une sémantisation de l'expérience vécue. Des travaux récents montrent qu'il est possible de « déconstruire » temporairement l'influence culturelle en modifiant le style de réponses comportementales dans une tâche visuo-spatiale (Oyserman & Spike Wing-Sing, 2010). Nous pouvons donc envisager que nos regards de chercheurs puissent être modifiés.

émotionnelle d'images (Baltazar et al., 2014). En effet, un contexte de contact par le regard assure une meilleure corrélation entre évaluation subjective d'une image émotionnelle et les marqueurs physiologiques de son propre état interne. Nous verrons que ce contexte dépendant du stimulus évoqué par des stimuli langagiers émotionnels peut modifier la trace mnésique d'un visage et le jugement de la personne (*cf* chapitre 1 p.59).

Le second type de contexte correspond aux processus internes à la personne, appelé « contexte interne ». Nous verrons que la présentation d'un contexte émotionnel avant une tâche de traitement visuo-spatial peut modifier les réponses comportementales des participants à cette tâche (*cf* chapitre 2 p.62).

1. Contexte dépendant du stimulus : sens émotionnel et perception des visages

Au cours de ma dernière année de thèse, Nathalie George, DR CNRS, et Shasha Morel, doctorante en neurosciences cognitives à l'époque, m'ont invité à contribuer à un projet en magnétoencéphalographie qu'elles avaient initié pour étudier l'impact précoce d'un contexte émotionnel sur la reconnaissance des visages.

a. Contexte théorique et contribution scientifique

L'expression des émotions à partir du visage est un champ de recherche prolifique et qui a une longue histoire (pour une revue de la littérature voir George, 2013). Mais l'étude des effets contextuels émotionnels sur la perception du visage est plus récent (pour revue voir Wieser & Brosch, 2012). La plupart des travaux se sont intéressés aux expressions faciales émotionnelles mais très peu se sont tournés vers les indices émotionnels extérieurs aux visages. Pourtant ceux-ci peuvent modifier la manière dont les visages sont perçus, jugés et mémorisés.

Nous avons été les premières avec Nathalie George et Shasha Morel à explorer les modifications précoces de l'activité cérébrale au cours du traitement du visage après la présentation préalable du visage avec un contexte émotionnel extérieur (Morel et al., 2012). Pour cela, nous avons choisi d'utiliser un contexte langagier qui est considéré comme un contexte écologique car faisant partie de nos expériences quotidiennes (Feldman Barrett et al., 2007). Ce contexte émotionnel était évoqué par l'écoute de phrases émotionnelles avec un contenu verbal et prosodique congruent élaborées pendant ma thèse. Ce contexte n'est pas écologique puisque les visages étaient présentés de manière statique alors que les phrases étaient dynamiques. De plus afin d'explorer les effets précoces, Nathalie George et Shasha Morel ont choisi de recourir à la magnéto-encéphalographie (MEG) qui est une situation loin d'être écologique. Ce protocole nous a tout de même permis de montrer que le contexte émotionnel

évoqué lors d'une expérience préalable avec un visage contribue à modifier la trace mnésique précoce (autour de 50ms) lors de la 2^{ème} présentation de ce visage (Figure 19) : l'expérience préalable modifie bien l'activité cérébrale en réponse à un visage.

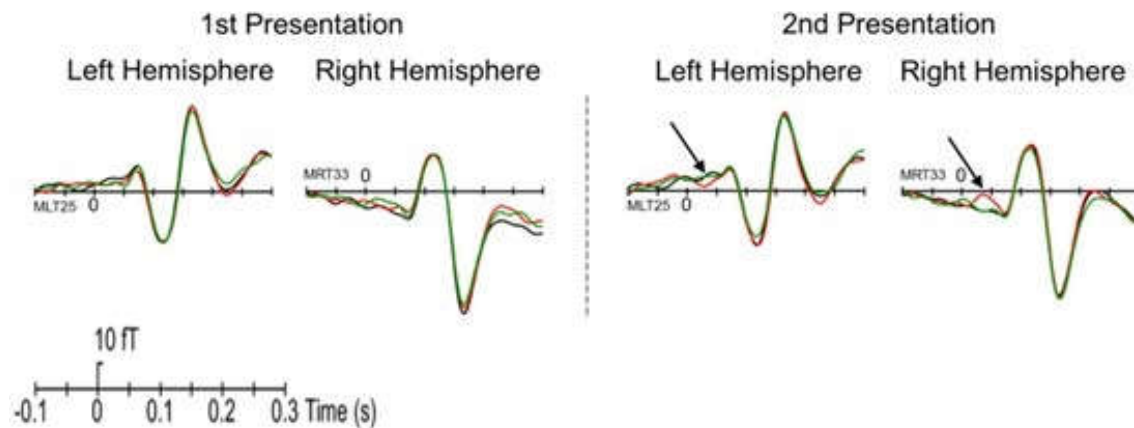


Figure 19. Effet d'un contexte émotionnel de joie sur la 2^{ème} présentation d'un visage (adapté de Morel et al., 2012)

[Graphiques de gauche] Lors de la première présentation (*1st presentation*), aucune modification des champs magnétiques évoqués par un visage n'est observée qu'il soit présenté avec une phrase émotionnelle évoquant la joie (rouge), la colère (noire) ou pas d'émotion (vert). **[Graphiques de droite]** les flèches indiquent une modification du signal évoqué par un visage lors de sa 2^{ème} présentation sans contexte (*2nd presentation*) dès 50 msec. Le nom des récepteurs magnétiques est indiqué à côté de chaque graphique

C'était également la première fois que des effets de contexte stimulus dépendant extrinsèque au visage était mis en évidence aussi précocement. En effet, jusqu'à ce travail il était admis que les processus émotionnels pouvaient modifier la perception de l'environnement visuel dès 100 msec après la présentation d'un stimulus (Galli, Feurra, & Viggiano, 2006; Pourtois et al., 2012; Wieser & Brosch, 2012). Mais ces étapes précoces induisent-elles un changement au niveau du comportement des individus ? La question reste importante dans le cadre de la discussion des limites inhérentes aux méthodes expérimentales. En effet, les contraintes expérimentales (nombre d'essais importants pour appliquer la méthode d'analyse en champs évoqués, le positionnement du participant dans une chaise avec un lourd dispositif pour disposer les magnétomètres autour de la tête, etc.) et les limites inhérentes au traitement du signal avant l'analyse ne permettent de montrer qu'une partie de l'activité cérébrale obtenue et cela en condition peu écologique. Afin de comprendre l'influence de ces modifications cérébrales sur le comportement de la personne, une piste possible est de mesurer directement le comportement de la personne.

Dans sa thèse, Shasha Morel a pu montrer, en reproduisant le protocole mais en dehors de la MEG, que cette expérience préalable modifie effectivement le jugement de l'humeur de la personne (Morel, 2009). Ces résultats nous ont conduites avec Laurence Conty à inclure dans le projet ANR ALCOM des expériences complémentaires pour savoir si cette modification cérébrale pouvait se manifester au plan comportemental. Des résultats préliminaires prometteurs montrent qu'il est possible d'augmenter les

performances à une tâche de reconnaissance surprise si le visage a été perçu dans un contexte émotionnel positif chez des personnes âgées.

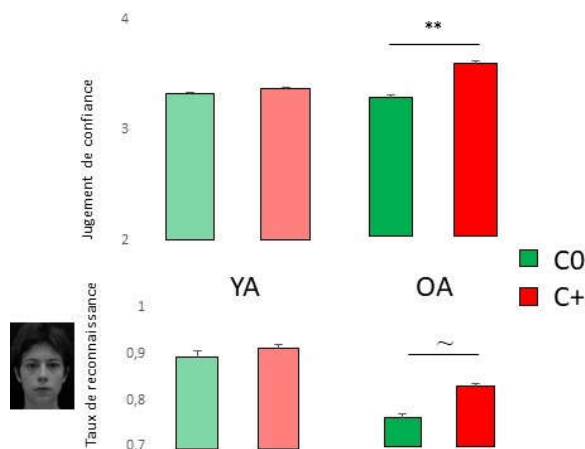


Figure 20. Effet d'un contexte positif sur le jugement et la reconnaissance d'une personne (adapté de la présentation orale, Lopis & Beaucousin, 2017)

Les personnes âgées (33, OA) sans trouble cognitif jugent les visages plus « digne de confiance » (graphique du haut) et les reconnaissent mieux (graphique du bas) lorsqu'ils ont été présentés préalablement avec une phrase évoquant un contenu émotionnel positif (prosodique et verbal, en rouge, C+) que dans un contexte sans émotion (en vert, C0). Cette différence n'est pas observée chez des adultes jeunes sans trouble cognitif (13, YA). Chaque barre représente la moyenne \pm erreur standard à la moyenne.

En cela nos résultats étendent les conclusions de la littérature. D'une part, nous montrons que le sens évoqué par un visage n'est pas seulement construit à partir du contexte immédiat de présentation (Feldman Barrett et al., 2011, p. 286). D'autre part, nos résultats montrent que ce n'est pas seulement le sens émotionnel évoqué par le visage qui est construit à partir du contexte mais également la valeur de ce visage pour l'individu. Cette valeur construite par le stimulus et son environnement vient modifier le jugement sur la personne.

b. Faits marquants³⁹

Collaborations

- Pr Laurence CONTY, Désirée LOPIS et Mathias BALTAZAR (Unité de Recherche DysCo, Université Paris Nanterre, contrat ANR ALCOM, ACL1, ACL3)
- Dr Nathalie GEORGE, SAN team UMR 7225 / UMR-S 1127, UPMC / CNRS / INSERM (ACL6)
- Dr Shasha MOREL, neuropsychologue, CHU Bretonneau, Tours (Contrat ANR – ACL6)

³⁹ Cette section des faits marquants (disponible pour chaque chapitre) rapporte des éléments quantitatifs (certes critiquables à bien des égards) qui reflètent la dimension collective du travail mené au fil des collaborations, encadrements, partenariats institutionnels engagés dans le cadre de cette première partie de mes travaux de recherche. Elle précise les sources de financements obtenus qui ont permis de ne pas « entamer » les crédits récurrents des laboratoires où j'ai travaillé. Elle se termine par la valorisation des résultats par les publications et quand cela n'est pas encore le cas par des communications.

Encadrements

Un co-encadrement d'une étudiante de master 1, Catherine (*cf* partie 1, **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** p.**Erreur ! Signet non défini.**).

Publications

2 publications internationales à comité de lecture (Lopis et al., 2017; Morel et al., 2012)

2. Contexte interne : sens émotionnel et traitement local/global

Grâce à Nicolas Poirel et des collègues de Paris Descartes, j'ai pu explorer les effets d'un contexte émotionnel sur le traitement visuo-spatial. Certes, les résultats ont été obtenus avec des images émotionnelles mais ils montrent tout de même que ce contexte peut modifier les stratégies visuo-spatiales chez l'enfant d'âge scolaire (Poirel et al., 2011) et qu'il a un impact sur les étapes précoces du traitement visuo-spatial chez l'adulte. Depuis, nous sommes sur le point de répliquer cet effet au niveau comportemental avec un contexte auditif émotionnel. Nos résultats préliminaires montrent que l'effet comportemental observé chez l'enfant semble également présent chez des adultes jeunes mais aussi chez les personnes âgées sans trouble cognitif et chez des personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer (étude menée dans le cadre du projet ALCOM).

a. Contexte interne évoqué dans la même modalité

Un contexte émotionnel peut augmenter le niveau d'attention alloué à un stimulus (Pourtois et al., 2012). De manière plus générale, le contexte émotionnel guide le traitement visuo-spatial de notre environnement (Feldman Barrett et al., 2007, 2011).

Notre environnement visuel peut être décrit au niveau d'une organisation globale (*i.e.* la forêt en reprenant l'exemple cher à David Navon) qui est elle-même composée d'éléments locaux (*i.e.*, les arbres). En utilisant des figures hiérarchisées (Figure 21), David Navon a montré que le niveau global est traité automatiquement et plus facilement par rapport au traitement des éléments locaux (voir l'étude princeps de Navon, 1977).

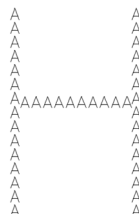


Figure 21. Exemple de figures hiérarchisées (adapté de Beaucousin et al., 2013)

Cette figure représente un « H » composé de plusieurs « A ».

Cependant, depuis les travaux princeps de David Navon, plusieurs études ont montré que la préférence pour le niveau global n'est pas aussi robuste que prévue : les conditions expérimentales peuvent diminuer voire faire disparaître cette préférence (l'angle visuel des stimuli, la quantité d'éléments locaux... Kimchi, 1992). Nous venons de voir que les processus émotionnels pouvaient modifier la perception de notre environnement visuel (Feldman Barrett et al., 2011; Galli et al., 2006; Morel et al., 2012; Pourtois et al., 2012; Vuilleumier, 2005). En particulier, les théories évolutionnistes proposent qu'un élément émotionnel dans une scène visuelle modifierait le champ attentionnel. Plus précisément, un élément émotionnel pourrait modifier la préférence globale. Pour certains auteurs, les émotions positives ressenties (par induction d'humeur positive, Basso, Schefft, Ris, & Dember, 1996; Gasper & Clore, 2002) ou perçues (Fredrickson & Branigan, 2005; Poirel et al., 2011; Tan, Jones, & Watson, 2009) facilitent la préférence globale (broaden-and-build theory, Fredrickson & Branigan, 2005; level-of-focus theory, Gasper & Clore, 2002). Pour d'autres, c'est la dimension d'intensité qui modifie la préférence globale (Noguchi, Takeuchi, & Sakai, 2002) : les émotions très intenses induiraient une diminution du champ attentionnel (Gable & Harmon-Jones, 2008; Harmon-Jones & Gable, 2009; Harmon-Jones, Gable, & Price, 2012; Noguchi et al., 2002). En confrontant les résultats de ces différents travaux, on peut conclure que les émotions positives peu intenses élargissent bien le champ attentionnel favorisant le traitement du niveau global.

Sachant que la préférence globale évolue avec l'âge (Poirel, Mellet, Houde, & Pineau, 2008), Nicolas Poirel a proposé d'étudier l'effet d'un contexte émotionnel sur la préférence globale au cours du développement (Poirel et al., 2011). Si avant l'âge de 8 ans, les réponses des enfants présentent un biais d'appariement des niveaux locaux de figures hiérarchisées, passé cet âge un biais en faveur de l'appariement des niveaux globaux est observé (Figure 22). En revanche, lorsqu'un contexte émotionnel positif est évoqué par des images ou des visages avant de réaliser des tâches d'appariement, le biais d'appariement local disparaît chez les enfants de 5 ans laissant place à un biais global. De plus, chez les enfants ayant manifesté un biais global après un contexte sans émotion, ce biais global a bien été augmenté par l'évocation d'un contexte émotionnel positif préalable. Ces résultats montrent donc qu'un contexte interne peut modifier le traitement visuo-attentionnel des enfants.

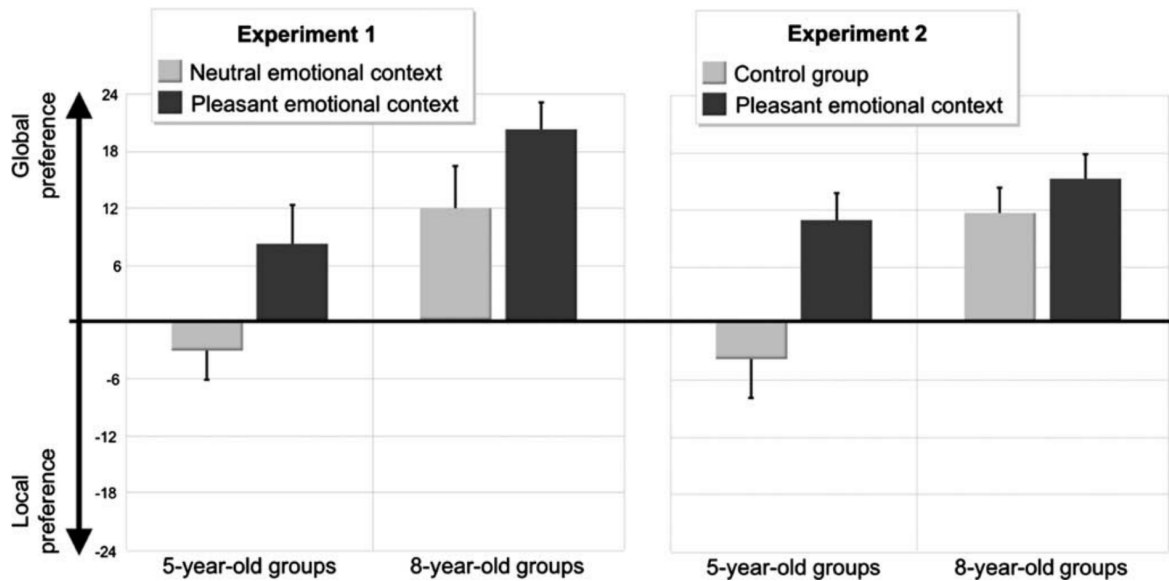


Figure 22. Effet du contexte émotionnel positif sur le biais local/global au cours du développement (adapté de Poirel et al., 2011)

Les enfants âgés de 5 ans montrent une préférence en faveur du traitement local dans un contexte neutre (barres grises, 5-year-old groups), alors que dès 8 ans une préférence pour le niveau global apparaît comme chez les adultes (barres grises, 8-year-old groups). En revanche, lorsque les enfants sont confrontés à un contexte émotionnel positif, à 5 ans on remarque un biais en faveur du niveau global, alors qu'à 8 ans la préférence globale augmente par rapport au contexte sans émotion (barres noires). [graphique de gauche] Dans l'expérience 1, le contexte est évoqué par des images de l'IAPS (International Affective Picture System, Lang, Bradley, & Cuthbert, 2008). [graphique de droite] Dans l'expérience 2, le contexte est évoqué par des visages extraits de la base de données NimStim (Tottenham et al., 2009).

Chez l'adulte, des études ont montré que la préférence globale peut être augmentée lorsque la personne est placée dans un contexte émotionnel positif (Fredrickson & Branigan, 2005; Tan et al., 2009). La question se pose alors de savoir à partir de quelles étapes de traitement le contexte émotionnel positif peut moduler l'activité cérébrale. En effet, un contexte émotionnel dépendant du stimulus permet un traitement visuel plus efficace d'un visage dès 100 msec après sa présentation (Galli et al., 2006; Pourtois et al., 2012; Wieser & Brosch, 2012) et même plus tôt (Morel et al., 2012; Stolarova, Keil, & Moratti, 2006). Afin de vérifier que cette modification précoce de l'activité cérébrale n'est pas spécifiquement liée au traitement des visages (Pourtois et al., 2012; Wieser & Brosch, 2012), nous avons construit un protocole en potentiel évoqué afin de vérifier que les étapes précoces du traitement visuo-spatial étaient modifiées pendant une tâche de détection de cible sur des figures hiérarchisées. La composante N1 était une cible privilégiée car son amplitude est sensible à la signification des stimuli (Beaucousin et al., 2011) et aux conflits perceptifs (Beaucousin et al., 2013). Cette composante semble donc perméable aux processus *top down*.

Contrairement à nos attentes, des effets du contexte n'ont pu être mesurés qu'à partir de la composante N2 (Figure 23). Cependant, nous sommes les premiers à montrer que ces effets sur d'autres fonctions cognitives sont aussi précoces (auparavant cette étude n'avait montré qu'un effet à partir de la P3, Hartikainen, Ogawa, & Knight, 2010). Cette différence par rapport aux études sur les

visages correspond sans doute à une différence dans le type de contexte évoqué : dans notre étude le contexte est évoqué en amont de la tâche induisant un contexte interne alors que pour les visages les contextes correspondent à des stimulations présentées en même temps que les visages (contexte stimulus dépendant, Wieser & Brosch, 2012).

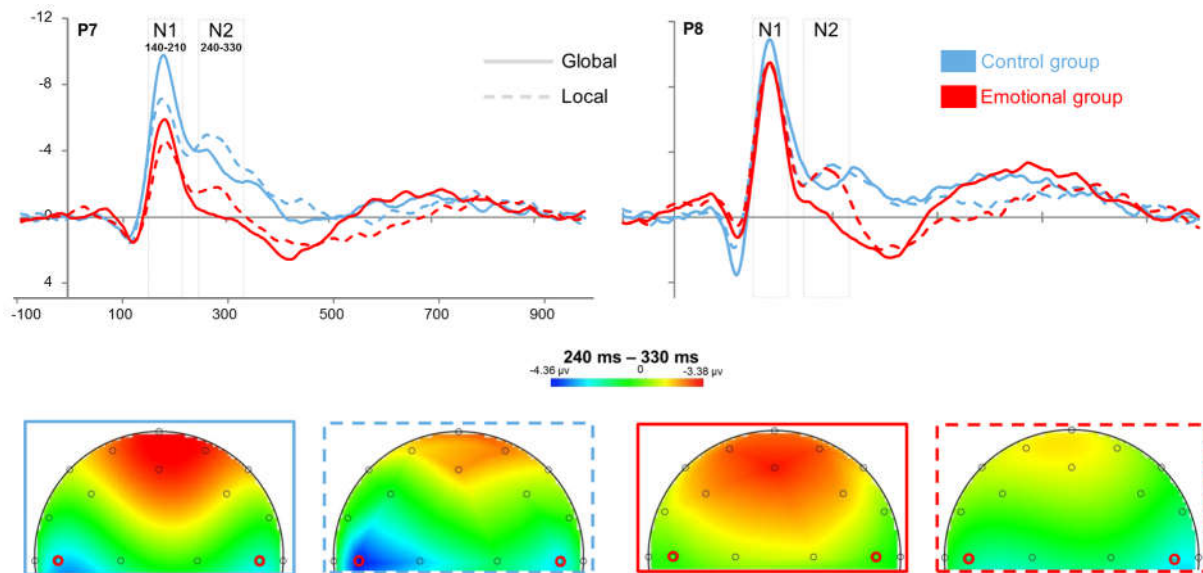


Figure 23. Effet d'un contexte émotionnel positif sur les étapes précoces du traitement visuo-spatial (adapté de Poirel et al., submitted)

Les participants ayant réalisés une tâche de détection de cible au niveau global (trait plein) dans un contexte émotionnel positif (en rouge, *emotional group*) évoqué par des images issues de l'IAPS (International Affective Picture System, Lang et al., 2008) présentent une amplitude de la composante N2 plus faible que les participants placés dans un contexte sans émotion (en bleu *control group*).

Néanmoins, ces résultats électrophysiologiques encourageant ne s'accompagnent pas d'effets comportementaux du contexte. Les autres études électrophysiologiques abordant la problématique (inverse) d'un effet du traitement local/global sur l'évaluation de stimuli émotionnels ne présentent pas de résultats comportementaux sur la tâche local/global (Gable & Harmon-Jones, 2011; Harmon-Jones & Gable, 2009), ce qui rend difficile toute discussion sur cette absence d'effets comportementaux. Les réponses comportementales apparaissent plus tardivement que les composantes précoces et sont donc le résultat de nombreux processus cérébraux. Par ailleurs, les études en électrophysiologie nécessitent la présentation d'un très grand nombre de stimuli afin de réduire le rapport signal sur bruit. L'exposition à au moins 200 essais induit souvent un effet d'habituation pouvant masquer les effets d'intérêt. Nous sommes donc confrontés ici à une impasse méthodologique. Certes, une étude des premiers essais pourrait nous permettre de sortir de cette impasse mais, malheureusement, la variabilité interindividuelle observée est tout aussi limitante.

C'est en ce sens que nous avons donc construit un nouveau protocole comportemental afin de mieux comprendre la variabilité interindividuelle de la préférence globale et les effets de contexte

émotionnel. En effet, le contexte émotionnel positif pourrait induire une plus grande flexibilité des comportements des participants pour réaliser une tâche (Basso et al., 1996; Baumann & Kuhl, 2005). A partir d'une tâche d'appariement de figures hiérarchisées, les participants jeunes sans trouble cognitif présentaient une augmentation du biais global lorsqu'ils avaient été confrontés au préalable à un contexte positif évoqué par des phrases émotionnelles en comparaison à une condition n'évoquant pas d'émotion (Figure 24).

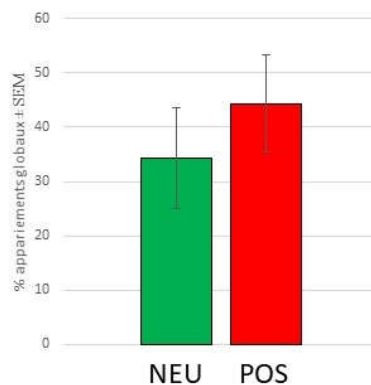


Figure 24. Effet d'un contexte émotionnel sur l'appariement global

Le graphique montre le pourcentage d'appariements globaux de 18 participants jeunes sans trouble cognitif après un contexte n'évoquant pas d'émotion (NEU, vert) ou après un contexte évoquant une émotion positive (POS, rouge). Les barres d'erreur représentant l'erreur standard à la moyenne (SEM).

Ces résultats de groupe masquent des disparités individuelles. En effet, si la majorité des participants va dans le sens d'un biais global en contexte sans émotion, les réponses de 13% des participants sont plus en faveur d'une préférence pour un appariement local. De plus, seule la moitié des participants ont augmenté leur nombre d'appariements globaux en contexte émotionnel positif (33% des participants n'ont montré aucun effet du contexte et 16% une diminution du biais global).

Un contexte interne émotionnel modifie donc le comportement de la plupart des individus. De plus, ces résultats montrent qu'un contexte émotionnel façonne la perception (Todd, Cunningham, Anderson, & Thompson, 2012). Il serait donc tout à fait intéressant d'explorer plus avant des pistes de remédiation cognitive dans la mesure où nous avons montré que des stimuli émotionnels peuvent évoquer un sens émotionnel chez des patients atteints de la maladie d'Alzheimer (cf chapitre IV.1 p. 40). Même si les premiers symptômes de la forme typique de la maladie d'Alzheimer concernent des troubles mnésiques (Dubois et al., 2007), une diminution des performances aux tests évaluant les compétences visuo-spatiales est souvent observée (Hahn-Barma & Guichart-Gomez, 2008). Les patients atteints de la maladie d'Alzheimer présenteraient une préférence globale moins marquée que des adultes jeunes sans trouble cognitif (Agnew, Phillips, & Pilz, 2016; Huff, Balota, Minear, Aschenbrenner, & Duchek, 2015; Matsumoto, Ohigashi, Fujimori, & Mori, 2000; Slavin, Mattingley,

Bradshaw, & Storey, 2002). Nous menons actuellement une étude de ce type avec des patients atteints de la maladie d'Alzheimer.

En somme, « le contexte est intrinsèquement impliqué dans les aspects les plus fondamentaux de la perception des objets » (traduction personnelle, Feldman Barrett et al., 2011, p. 289). Une question demeure : est-ce que ce contexte interne induit un changement de l'état affectif interne ? Une humeur positive induit également un biais en faveur du traitement du niveau global (Gasper & Clore, 2002) et d'autant plus si l'humeur de la personne est rendue pertinente pour résoudre la tâche (Gasper, 2004). De plus, induire une modification de l'humeur d'une personne en lui demandant de raconter des événements personnels (Baumann & Kuhl, 2005; Gasper & Clore, 2002) provoque les mêmes effets que présenter des images ou des mots (Tan et al., 2009). D'autres études seront nécessaires afin d'évaluer l'impact d'un contexte émotionnel positif sur l'état affectif interne.

b. Faits marquants⁴⁰

Collaborations

- Pr Nicolas POIREL, Pr Mathieu CASSOTTI, LaPsyDé, Université Paris Descartes
- Dr Grégory SIMON, ISTS, Université de Caen Normandie

Encadrements

Nikoletta Geronikola en tant qu'ingénieure d'études, grâce au suivi de Laura, Valentin, et Vincent jusqu'en master 1 et Morgane et Eloïse jusqu'en master 2 (*cf* partie 1, **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** p.**Erreur ! Signet non défini.**).

Financements

ANR JCJC ALCOM, BQR Paris 8, FDF LOGLOEMO

Publications

3 publications internationales à comité de lecture (Beaucousin et al., 2011, 2013; Poirel et al., 2011)

⁴⁰ Cette section des faits marquants (disponible pour chaque chapitre) rapporte des éléments quantitatifs (certes critiquables à bien des égards) qui reflètent la dimension collective du travail mené au fil des collaborations, encadrements, partenariats institutionnels engagés dans le cadre de cette première partie de mes travaux de recherche. Elle précise les sources de financements obtenus qui ont permis de ne pas « entamer » les crédits récurrents des laboratoires où j'ai travaillé. Elle se termine par la valorisation des résultats par les publications et quand cela n'est pas encore le cas par des communications.

3. Synthèse

Nos travaux montrent que « *le langage est lié aux connaissances sémantiques sur le monde qui sont dérivées de nos expériences préalables et qui sont ré-enactées pendant la perception* »⁴¹ (traduction personnelle, Feldman Barrett et al., 2007, p. 330). En effet, le langage émotionnel modifie les comportements des individus lors de la perception de scènes visuelles avec ou sans visage. Ces modifications peuvent apparaître en présence d'un contexte stimulus dépendant, c'est-à-dire lorsque le langage émotionnel est perçu pendant la présentation d'un stimulus, mais également en présence d'un contexte interne lorsque le langage émotionnel est présenté avant le stimulus. Ces résultats permettent d'ouvrir la voie vers une réflexion sur l'adaptabilité de l'environnement aux patients, mais posent tout de même la question de remédiation destinée à maintenir des fonctions cognitives sans plaintes des patients (démarches de prévention). Il convient donc d'orienter la réflexion vers des formes de remédiations « attrayantes ».

VI. Discussion générale et perspectives

Mes travaux de recherche, et notamment l'observation de la variabilité liée aux individus et aux contextes, m'ont amené à changer ma manière d'envisager l'expérience émotionnelle. Même si le modèle très avancé CPM ou le modèle CAM laissent une place importante à ces types de variabilité (Grandjean et al., 2008; Feldman Barrett, 2011), il m'apparaît compliqué de pleinement les modéliser dans l'un et l'autre. Grâce à des collègues comme Olivier Gapenne et les membres du comité de rédaction d'Intellectica, j'ai trouvé une voix vers une ré-orientation paradigmatique qui semble plus en adéquation avec mes observations du vécu des participants et mon expérience en tant que personne que je vais développer ci-après.

Au quotidien, nous faisons l'expérience d'une labellisation catégorielle des stimuli émotionnels. Cette expérience a induit directement le développement de l'approche catégorielle dans l'étude des émotions conditionnant ainsi notre manière de comprendre le sens véhiculés par différents types de stimuli (pour une discussion sur les visages, voir, Feldman Barrett et al., 2011). Cependant l'approche catégorielle occulte notre manière d'envisager les processus internes qui ne nécessitent pas forcément une sémantisation de l'expérience vécue. Il apparaît donc d'autant plus important de faire attention à la manière de présenter des résultats de recherche sur les émotions. Si l'utilisation de tâches de catégorisation émotionnelle induit nécessairement un traitement sémantique conduisant à la

⁴¹ “*Language is linked to conceptual knowledge about world that is derived from prior and that is re-enacted during perception*” (Feldman Barrett et al., 2007, p. 330)

compréhension d'un message émotionnel, les protocoles de jugement de l'intensité/valence émotionnelle que nous avons utilisés n'impliquent pas nécessairement un traitement sémantique, ou du moins pas un traitement aussi complexe qu'une catégorisation émotionnelle. La perception des stimuli émotionnels peut ainsi induire l'émergence d'un sens, au sens de valeur émotionnelle construit par l'agent en réponse aux modifications induites par l'environnement (Di Paolo et al., 2010, p. 45).

Ce traitement sémantique émotionnel participe en partie à l'émergence d'un sens tout comme les autres étapes de traitement de la prosodie et du contenu verbal (Feldman Barrett, 2011). Par exemple le traitement perceptif influence l'émergence du sens (Schirmer & Kotz, 2006) sans nécessairement conduire à une analyse sémantique. L'orientation attentionnelle vers les indices disponibles dans l'environnement, comme l'utilisation d'une consigne explicitant les indices à évaluer, peut moduler l'émergence du sens et favoriser la préséance d'un indice par rapport à l'autre. La mémoire, en contribuant à intégrer l'expérience préalable des participants, peut moduler la réponse des interlocuteurs (contexte interne à l'interlocuteur).

Dans le domaine de l'étude des pathologies de la communication, nous avons pu montrer, en envisageant la perception de stimuli émotionnels comme pouvant « afforder » un sens émotionnel, que l'émergence d'un sens émotionnel pouvait être préservée dans la maladie d'Alzheimer et la schizophrénie (ce concept d'affordance a été proposé pour la musique, Cespedes-Guevara & Eerola, 2018). Cette émergence d'un sens émotionnel conduit les patients à fournir des réponses comportementales très proches, voire similaires à celle de participant tout-venant.

Je considère donc que la prosodie émotionnelle, tout comme le contenu verbal, peut « afforder » un sens émotionnel. Ce positionnement nécessite de revoir la place de la prosodie et le contenu verbal dans le modèle neuro-cognitif envisagé à la fin de ma thèse (Figure 6). Si dès le début de ma carrière d'enseignant-chercheur, j'ai peu à peu délaissé la modélisation à partir des réseaux cérébraux pour me centrer sur les processus cognitifs, j'envisageais encore la compréhension du langage émotionnel selon une approche modulaire fodorienne où l'environnement et le locuteur ne sont pas distincts et sont pré-donnés (Figure 25). Cette conception supposait une analyse commune des situations d'interaction, laissant peu de place aux stratégies individuelles. Or nous avons vu que le jugement de phrases émotionnelles pouvait conduire à une variabilité interindividuelle dans les stratégies de résolution (cf chapitre III p.24). Selon la personne et son expérience vécue, la perception et la prise en compte d'informations de l'environnement diffèrent. Ces différences ont pu être observées au niveau des réponses comportementales mais également au plan de la description individuelle des stratégies de résolution.

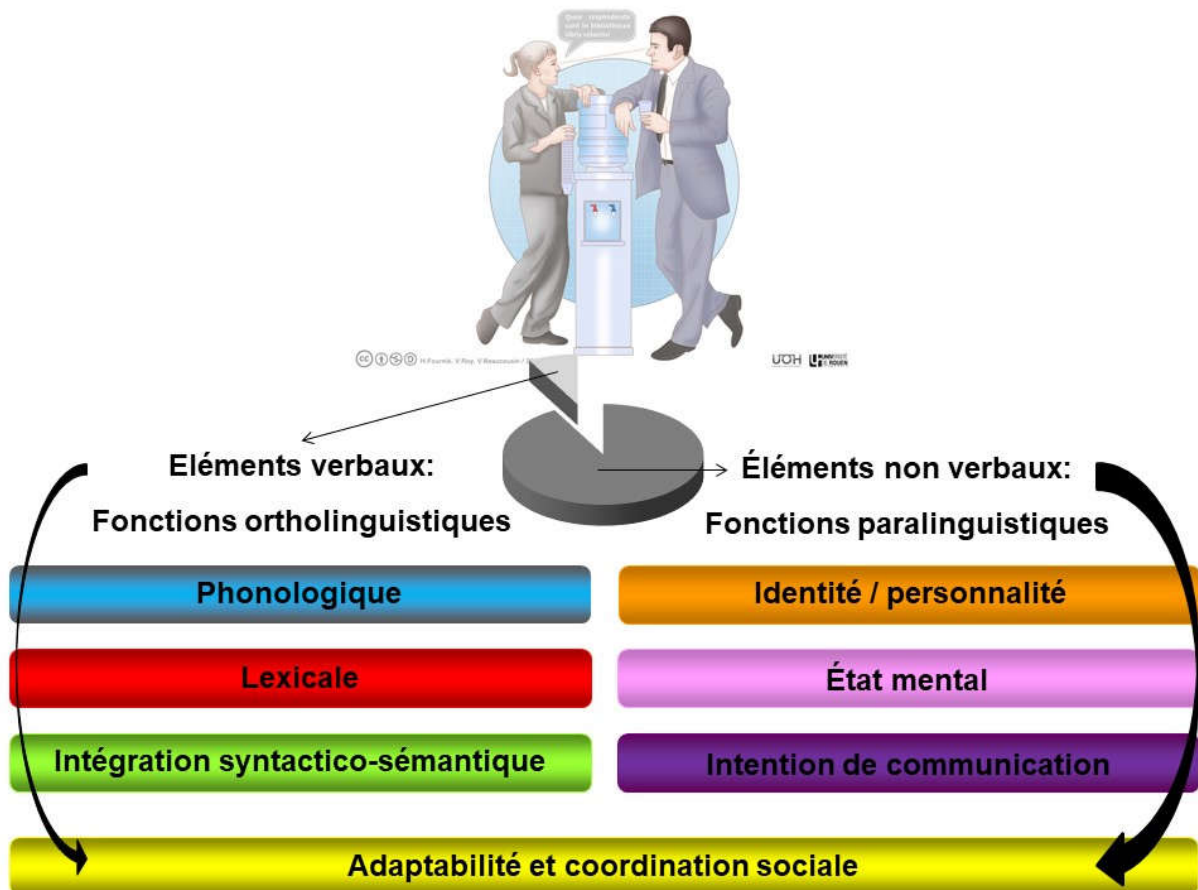


Figure 25. Processus cognitifs impliqués dans la compréhension du discours émotionnel

Lors d'une interaction entre deux personnes, l'interlocuteur perçoit des éléments verbaux et non verbaux (prosodie émotionnelle, expression du visage...). Les éléments verbaux seraient analysés grâce aux fonctions ortholinguistiques (phonologique, lexicale et l'intégration syntactico-sémantique). A partir des éléments non-verbaux, les fonctions paralinguistiques fourniraient à l'interlocuteur des informations sur l'identité, la personnalité, l'état mental et les intentions de communication du locuteur. En fonction de la situation, jusqu'à 95% des informations non verbales contribueraient à la compréhension du message du locuteur (Mehrabian, 1972) assurant ainsi une adaptabilité et une coordination sociale optimale (Beaucousin et al., 2007; George, Morel, & Conty, 2008).

Je ne prenais pas non plus en compte les effets de la perception d'un discours émotionnel sur d'autres fonctions cognitives. Nous avons pu montrer qu'un contexte émotionnel évoqué par des phrases émotionnelles pouvait modifier l'encodage et le jugement des visages préalablement perçus (cf chapitre V.1 p.59). Ces résultats suggèrent donc que lors d'une interaction sociale, l'encodage de l'expérience vécue va modifier les expériences ultérieures.

Ainsi nous pouvons considérer que la prosodie émotionnelle et le contenu verbal font partie d'un langage incarné au même titre que les gestes et les expressions faciales (Lacheret-Dujour, 2015). Ces deux types de contenus créent un contexte externe qui peut être pris en compte par l'interlocuteur dans sa quête interne d'un sens à ces perceptions/actions. L'émergence d'un sens émotionnel doit être considéré comme un processus continu et évolutif au cours de l'expérience. En effet, au cours de mes premières expériences de thèse, j'ai pu observer ce processus continu grâce notamment à Pierre-Yves Hervé. Lors d'une tâche de catégorisation (évaluation de mon corpus de thèse), il a décrit à voix

haute l'évolution dans le choix de sa réponse. Pour chaque enregistrement, la prise de décision pouvait aller jusqu'à 5 sec (très long quand 240 enregistrements doivent être évalués !). Ce n'était pas liée à une difficulté à prendre une décision mais l'importance pour lui de prendre en compte plusieurs éléments évoqués par ses expériences antérieures. Après cette expérience enrichissante, nous avons limité le temps de réponses des participants afin de recueillir leur première impression à l'évocation des stimuli. L'objectif était de limiter les processus cognitifs impliqués dans le cadre d'une étude à venir en imagerie cérébrale⁴² (Beaucousin et al., 2006) mais également de limiter les traitements de haut niveau pour des protocoles adaptable chez les patients (Brazo et al., 2014).

La méthode expérimentale nous a donc contraint à figer l'émergence du sens émotionnel à un instant donné. Il est donc important de garder à l'esprit cette limite de la méthode expérimentale lors de l'élaboration d'un modèle cognitif en n'omettant pas de mettre en avant soit le caractère figé au moment d'un état mental particulier (Varela et al., 2001) soit représenter le caractère évolutif et continu des processus. Afin de mettre en avant cette dimension dynamique des processus (Figure 26), je me suis donc tournée vers la représentation d'une entité autopoïétique (Maturana & Varela, 1994) et vers un modèles enactionniste de l'interaction sociale (Di Paolo et al., 2010).

⁴² Le temps de réponse limité est une contrainte méthodologique à l'utilisation des techniques d'imagerie. Le temps d'acquisition des activations cérébrales est plus long (1,5 à 3 sec) que l'évolution des moments psychologiques (1 sec, Rudrauf et al., 2003; Varela, Lachaux, Rodriguez, & Martinerie, 2001)

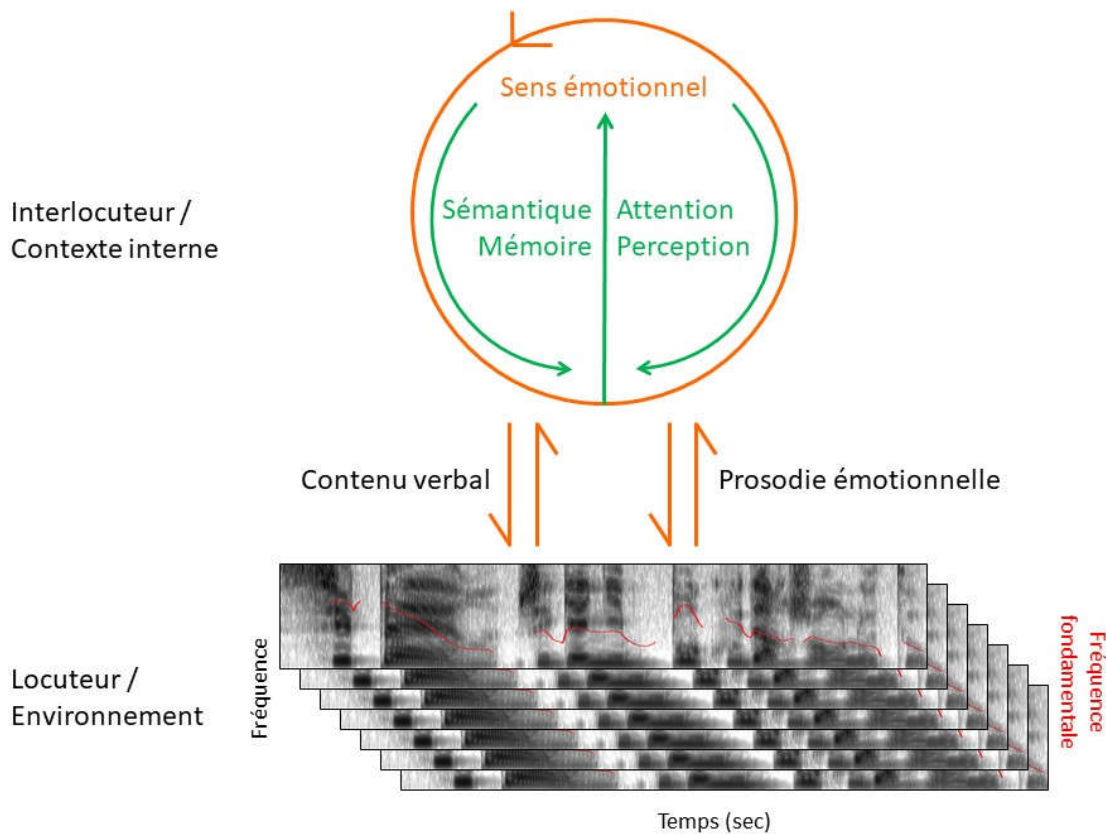


Figure 26. Modèle d'émergence du sens émotionnel à partir du contenu verbal et prosodique

Ce modèle s'inspire des représentations d'une entité autopoïétique (Maturana & Varela, 1994). En considérant l'interlocuteur comme une entité autonome, c'est-à-dire une entité capable d'autoproduction et de maintien de son identité malgré les perturbations engendrées par ses interactions avec son environnement (symbolisées par les flèches oranges à double sens, Varela, 1989). L'environnement est ici réduit à la production d'un langage oral par un locuteur véhiculé par des indices verbaux et prosodiques (représenté par le tracé de la fréquence et de la fréquence fondamentale du signal acoustique en fonction du temps). La perception de ces indices par l'interlocuteur va enclencher des processus internes comme le traitement sémantique, la mémoire, l'attention conduisant à l'émergence d'une valeur émotionnelle pour l'agent et donc produire un sens émotionnel (flèches vertes). Ces processus conduisent à l'émergence d'une valeur non pas de manière linéaire mais en perpétuelle interaction modifiant dynamiquement la valeur émergente (flèches vertes) et les processus eux-mêmes. Ces interactions dynamiques assurent une clôture opérationnelle de l'entité autonome conduisant à une fermeture organisationnelle qui assure le maintien de l'identité de l'entité (cercle orange) malgré les perturbations de l'environnement.

Indubitablement, mes travaux de recherche portent sur la compréhension de la dimension sociale de l'homme. Dans une perspective enactive, l'étude de la dimension sociale nécessite de s'intéresser à l'interaction et à la coordination entre deux ou plus agents (Di Paolo et al., 2010; Fantasia, De Jaegher, & Fasulo, 2014). L'interaction peut être envisagée comme un couplage entre un agent et un autre agent, ce dernier devant être considéré comme un élément de l'environnement du premier (Fantasia et al., 2014). Dans le cadre de mes travaux, cet autre agent (locuteur) est un élément de l'environnement statique. Ainsi, je ne remplis pas formellement la condition l'interdépendance mutuelle entre les 2 agents. Dans une perspective enactionniste, mes travaux se limitent donc à l'étude de la coordination individuelle (*one-sided coordination*) à l'autre et non pas à une coordination avec

l'autre (Di Paolo et al., 2010). En effet, une interaction nécessite une coordination, c'est-à-dire une cohérence (corrélation) entre les comportements des deux agents (Di Paolo et al., 2010).

Ainsi, dans le modèle que je propose, l'interlocuteur est bien considéré comme une entité autonome (autopoïétique), c'est-à-dire une entité capable d'autoproduction et de maintien de son identité malgré les perturbations engendrées par ses interactions avec son environnement (symbolisées par les flèches oranges à double sens, Varela, 1989). L'environnement est ici réduit à la production préalable d'un langage oral par un locuteur véhiculant des indices verbaux et prosodiques (représenté par le tracé de la fréquence et de la fréquence fondamentale du signal acoustique en fonction du temps). La perception de ces indices par l'interlocuteur va enclencher des processus internes comme un traitement sémantique plus ou moins complexe, la mémoire des expériences préalables, l'attention conduisant à l'émergence d'une valeur émotionnelle (flèches vertes). Le terme valeur ne doit pas être entendu ici uniquement comme un label verbal, mais comme « *l'étendue des modifications qui affecte la viabilité des processus internes à l'agent qui génèrent son identité* » (traduction personnelle, Di Paolo et al., 2010, p. 48). Donc dans mes travaux, afin de comprendre la valeur émotionnelle de l'environnement sonore, j'ai demandé aux participants d'explicitier le sens émotionnel perçu.

Cette valeur émotionnelle est le fruit d'un agent au centre des activités dans son propre monde (Rudrauf et al., 2003). Autrement dit, l'agent ne reçoit pas passivement des informations de son environnement pour en créer une représentation de ce monde. Il fait émerger un sens à partir des informations perçues par son corps à travers son comportement ce qui est appelé le *sens-making* (Di Paolo et al., 2010). Ce qui est central dans le concept de *sens-making*, c'est que l'agent transforme et non reçoit l'information du monde : il en acte son monde propre/*Umwelt*⁴³ (Di Paolo et al., 2010; Uexküll, 2004). Ainsi, une interaction sociale ne nécessite pas nécessaire l'inférence de l'état mental de l'autre, mais peut conduire à l'émergence de valeurs, d'intentions d'actions et des affects (Di Paolo et al., 2010, p. 70).

Ces processus conduisent à l'émergence d'une valeur non pas de manière linéaire mais en perpétuelle interaction modifiant dynamiquement la valeur émergente (flèches vertes) et les processus eux-mêmes. C'est pourquoi il est impossible de dissocier les différents mécanismes internes à l'œuvre. Nous ne pouvons que modifier l'environnement expérimental pour mettre en évidence une contribution évoquée de l'un ou l'autre de ces mécanismes. Ces interactions dynamiques assurent une clôture opérationnelle de l'entité autonome conduisant à une fermeture organisationnelle qui assure

⁴³ Pour une illustration du concept voir l'exemple à partir d'une chambre de l'*Umwelt* de l'homme, d'un chien et d'une mouche (Uexküll, 2004).

le maintien de l'identité de l'agent (cercle orange) malgré les perturbations de l'environnement. En effet, dans une perspective enactive, le maintien de l'identité ne signifie pas une immuabilité de l'identité, au contraire les processus internes et l'émergence du sens peuvent être modifiés par l'expérience (Di Paolo et al., 2010, p. 70). De plus, ces processus dynamiques internes assurent à la fois la prise en compte de régularités qui peuvent être observées au niveau d'un groupe de participant (émergence d'une étiquette verbale uniquement pour certains stimuli) mais également de changements imprévus qui conduisent à l'observation de la variabilité interindividuelle (Di Paolo et al., 2010).

Ce n'est pas directement ancré dans mes résultats mais c'est bien une conception paradigmatique qui va contraindre l'opérationnalisation de mes travaux de recherche à venir. Je n'ai donc exploré pour l'instant que les mécanismes internes déclenchés par un élément extérieur : j'ai exploré à la fois des mécanismes construits au cours de l'expérience, c'est-à-dire les réponses comportementales en réaction à des facteurs externes (premiers chapitres) ainsi que les mécanismes de pré-coordination (dernier chapitre), c'est-à-dire comment l'expérience préalable de l'agent peut moduler ses réponses comportementales. Ces deux types de mécanismes se recouvrent nécessairement et il est difficile de les dissocier (Di Paolo et al., 2010). En effet, en réponse à un facteur externe, les réponses du participant dépendent de son expérience préalable. Par exemple, les psychiatres-chercheurs utilisent souvent l'expression de participants professionnels pour désigner ces patients (en rémission) qui sont volontaires pour participer à tous les protocoles de recherche disponibles. Leur objectif est de faire « avancer » les connaissances sur leur pathologie, mais ils en viennent à connaître tous les protocoles et le déroulé des expériences. Ces expériences peuvent être considérées comme une forme de stimulation induisant ainsi une « forme d'expertise » dans la participation aux protocoles de recherche. Se pose alors d'autant plus la question de la généralisation des résultats obtenus.

A partir des modèles enactionnistes, il me reste donc à étudier la coordination interactionnelle (Di Paolo et al., 2010) : c'est-à-dire étudier deux agents en interaction. Cependant, l'étude de la coordination interactionnelle nécessite de maîtriser les approches complexes comme nous l'avons vu dans l'avant-propos (p.4 (Sapolsky & Balt, 1996). En attendant le développement des collaborations qui me permettraient d'accéder aux outils d'analyse adéquate, il me reste encore quelques éléments à explorer à partir d'expérience simulant le *one-sided coordination*. En effet, j'ai évoqué plus haut l'intérêt de multiplier les types d'observations afin de limiter le réductionnisme lié à chaque mesure (cf chapitre I p. 4). Afin de pouvoir coupler l'étude des réponses physiologiques et de l'expérience vécue des participants, il me faut d'abord maîtriser une méthode permettant d'accéder finement « *aux opérations que le sujet réalise mentalement* » (Petitmengin, Bitbol, & Ollagnier-Beldame, 2015, p. 54).

1. Comment mieux prendre en compte l'expérience vécue des participants au cours des protocoles de recherche ?

L'intérêt de prendre en compte l'expérience vécue des participants n'est pas l'apanage des modèles enactionnistes. Tout le monde a en tête les méthodes introspectives du siècle précédent (pour une revue critique, voir Nisbett & Wilson, 1977).

Il existe des tentatives dans les recherches qui s'inscrivent résolument dans un courant connexionnisme, dans lequel mes travaux de recherche s'inscrivaient. Elles proposent d'accéder à l'expérience subjective par l'utilisation de questionnaires post-expérimentaux qui permettent d'interroger les participants sur les indices, les stratégies adoptées au cours de la réalisation de la tâche. Le problème majeur reste que ces questionnaires sont faits *a posteriori* et ne peuvent nous renseigner sur l'expérience vécue. En effet, les participants ont beaucoup de difficultés à répondre aux questions surtout les réponses ouvertes. Pourtant, nous avons vu l'intérêt de prendre en compte l'expérience vécue des participants pour mieux comprendre les processus en jeu dans l'émergence d'un sens et surtout pouvoir étudier les différences interindividuelles en s'affranchissant des limites de chaque technique d'observation (*cf* chapitre III p.24). En revanche, l'utilisation de questionnaires post-expérimentaux présente quelques limites. Une réponse, certes partielle, pourrait se trouver dans la recherche de concomitance, non pas celle entre les processus induits par les expériences et les résultats obtenus avec les méthodes neuroscientifiques (qui ont obtenu et continueront à obtenir des résultats passionnants pour la science), mais en se recentrant sur l'expérience vécue par les participants.

A partir du questionnaire que j'ai utilisé jusqu'à présent, l'expérimentateur proposait en premier lieu une question ouverte sur la réalisation de la tâche⁴⁴. Mais rare sont les participants qui répondent spontanément à ce type de question. En effet, la description de sa propre « *expérience n'est pas une activité triviale* » (Petitmengin et al., 2015, p. 55). Les participants répondaient souvent par une question du type « mais qu'entendez-vous par là ? ». S'ensuivaient donc plusieurs questions fermées⁴⁵ qui orientaient inévitablement l'attention des participants vers les éléments utilisés lors de la construction des stimuli. C'est la première limite de notre questionnaire à savoir que nos questions orientaient le participant vers les indices (le quoi) et non vers les processus internes (le comment, Petitmengin et al., 2015; Depraz, Varela, & Vermersch, 2011). De plus, ce type de questionnaire nous laisse encore à la place de l'observateur et ne permet pas de participer à l'élaboration du descriptif de

⁴⁴ « *Quels indices avez-vous utilisé pour résoudre la tâche* » extrait du cahier d'observation de l'étude SKYPROVERB.

⁴⁵ « *Avez-vous utilisé le contenu verbal, c'est-à-dire le sens des mots qui constituaient la phrase enregistrée ?*
 Oui Non »

l'expérience vécue comme le recommande les modèles enactionnistes (Di Paolo et al., 2010). Enfin, ce type de questionnaire peut favoriser un biais de désirabilité : le participant répond ce qu'il pense que l'expérimentateur attend de lui⁴⁶.

Le deuxième écueil est que nous recueillons un compte-rendu à distance de l'expérience vécue à chaque phase de l'expérience (stimuli par stimuli). Par conséquent, ce compte-rendu était une synthèse des expériences vécues et était déjà « contaminé » par une réévaluation par le participant et par l'orientation donnée par nos questions. Il n'est donc pas étonnant d'avoir observé quelques écarts entre les réponses comportementales enregistrée pendant l'expérience et les réponses des participants au questionnaire post-expérimental.

Il n'est pas possible de savoir ce que c'est d'être une autre personne, comme il est impossible de savoir ce que c'est que d'être une chauve-souris (Nagel, 1974) car nous ne vivons pas les mêmes expériences. En tant que chercheur, nous faisons l'expérience d'être un être humain et en cela nous pouvons essayer de savoir ce que c'est que d'être une autre personne. Mais il n'est pas possible d'y parvenir tout à fait. Il est donc primordial, en particulier dans le cadre de l'étude des processus émotionnels, d'utiliser une méthode robuste permettant d'accéder à l'expérience vécue par le participant comme l'entretien d'explicitation (Depraz et al., 2011) appelé également entretien micro-phénoménologique (Petitmengin et al., 2015). Cette approche dite « en première personne » permet de compléter les approches classiques expérimentales en 3^{ème} personne (l'observation).

L'entretien micro-phénoménologique permet de situer une expérience particulière dans le temps et dans l'espace (Petitmengin et al., 2015). Il permet donc d'étudier une expérience à distance comme notre questionnaire post-expérimental. Cependant l'objectif est que le participant évoque l'expérience. Pour cela l'expérimentateur peut l'aider à évoquer les sensations ressenties pendant l'expérience ciblée afin de faciliter l'accès aux processus ayant eu lieu. Ensuite, l'expérimentateur peut aider le participant à orienter son attention non pas les sensations mais vers les processus mis en jeu (le comment). L'important est ici pour l'expérimentateur de pointer les processus et non de les décrire comme dans les questionnaires post-expérimentaux classiques. En revenant ainsi plusieurs fois sur l'expérience, l'expérimentateur peut guider le participant à identifier *finement* les processus ayant eu lieu (250 msec, Petitmengin et al., 2015).

⁴⁶ Après une passation en IRMf, un participant naïf à la langue des signes m'a raconté une histoire, qui disait-il, avait été contée pendant la passation d'une vidéo d'une personne en train de signer. Bien entendu son histoire de sandwich n'avait rien à voir avec la conférence sur la théorie de l'esprit qui avait été signée. Cette anecdote témoigne bien de l'émergence d'un sens au cours de l'expérience mais j'ai clairement eu l'impression que le participant racontait plutôt l'expérience de la faim qu'il avait ressentie avant de venir...

Cette méthode est très longue à mettre en œuvre. Premièrement, elle nécessite une formation approfondie afin d'éviter que des biais cognitifs issus de ma « culture » scientifique ne viennent modifier ma pratique. Deuxièmement, elle suppose un engagement important des participants dans la mesure où un entretien peut prendre jusqu'à une heure par participant. L'analyse de ces vécus individuelles nécessitera une recherche de régularités en termes de type d'expériences (méthode d'analyse textuelle avec le logiciel In vivo disponible dans notre UFR) et d'organisation temporelle de ces expériences (par exemple les analyses de T-pattern). Malgré la formation nécessaire tant dans la pratique de l'entretien que de son analyse, cette méthode permettra accès à une meilleure compréhension des processus internes en jeu au cours de l'expérience émotionnelle.

De plus, l'entraînement des participants à ce type d'entretien pourrait permettre de détecter l'occurrence des expériences particulières (Lutz, Lachaux, Martinerie, & Varela, 2002) comme l'émergence d'un sens émotionnel au cours d'une expérience. Ainsi les analyses des données physiologiques complexes ne seraient plus réalisées à partir de stimuli supposés induire des processus particuliers mais directement à partir d'une même expérience vécue. Ce faisant, la recherche de régularités dans le signal sera guidée par la détection d'états mentaux particuliers (Lutz et al., 2002). C'est une des approches défendues par la neurophénoménologie (Rudrauf et al., 2003; Varela et al., 2017).

2. Couplage entre expérience vécue et signal physiologique complexe

La neurophénoménologie me paraît une approche prometteuse pour aborder la problématique de l'organisation temporelle des processus en jeu dans la perception du discours émotionnel. Cette question particulière m'anime depuis la fin de ma thèse. Un modèle existe déjà sur ces aspects temporels mais il est basé sur des résultats indirects et mérite encore d'être confronté empiriquement (Schirmer & Kotz, 2006). D'après ce modèle, le traitement des indices prosodiques émotionnels débiterait au plus tôt autour de 100 msec (Pell et al., 2015) par un traitement du signal acoustique après l'apparition d'un stimulus mais l'accès au sens véhiculé ne serait réalisé qu'à partir de 400 msec (Schirmer & Kotz, 2006). Ce timing m'a toujours semblé très long : en effet, pendant ma thèse, les participants devaient attendre la fin de l'enregistrement (environ 3 sec) pour fournir leur réponse lors d'une tâche de catégorisation (Beaucousin, 2006). Or bien souvent, leurs choix étaient réalisés bien avant. Une étude de *gating* montre qu'à partir de 2 syllabes les participants reconnaissent la surprise avec 67% de réussite (Aubergé, Grépillat, & Rillaiard, 1997). Dans l'étude ALCOM, certains participants jeunes sans trouble cognitif pouvaient même répondre en 150 msec indiquant que leur choix était déjà réalisé. Bien entendu, un parallèle est difficile à réaliser dans la mesure où les études en électrophysiologie utilisent des mots comme stimulus et observent les modifications cérébrales à

partir de la présentation du stimulus, tandis que les temps de réponses sont mesurés à partir de la fin de la présentation d'un stimulus.

Cependant, nous avons entrepris avec Valérie Millox, la doctorante que j'ai co-encadrée, une expérience en électromyographie faciale (EMG) afin d'étudier la réponse du système nerveux périphérique à l'interaction entre contenu verbal et prosodique. Pourquoi l'EMG facial ? Des modifications de l'expression faciale en réponse à des stimuli émotionnel peuvent apparaître en 100 msec (Van Boxtel, 2010). Les groupes musculaires les plus souvent étudiés sont la zone du *corrugator supercilii* (corrugateur) et la zone du *zygomaticus major* (zygomatique). D'après Cacioppo et collaborateurs (1986), l'activation de ces deux muscles refléterait l'intensité et la valence émotionnelle d'un stimulus émotionnel perçu (image). En effet, le muscle corrugateur s'activerait plus en réponse à la perception d'un stimulus de type déplaisant alors que le zygomatique s'activerait plus en réponse à la perception d'un stimulus de type plaisant et ce quel que soit la modalité de présentation utilisée (Larsen, Norris, & Cacioppo, 2003; Magnee, Stekelenburg, Kemner, & de Gelder, 2007). En effet, en modalité visuelle, la lecture d'un contenu verbal affecte l'activité musculaire du visage (Fino, Menegatti, Avenanti, & Rubini, 2016). Ainsi les phrases à valence émotionnelle négative (ex : Mario se met en colère) activent le *corrugateur* alors que les phrases à valence émotionnelle positive (ex : Mario profite) activent le *zygomatique*. En modalité auditive, les *corrugateurs* s'activent préférentiellement lors de l'écoute de sons déplaisants (ex : pleurs de bébé) par rapport à l'écoute de sons plaisants (Bradley & Lang, 2000). De plus, l'écoute d'un prénom prononcé avec diverses prosodie émotionnelle affecte l'activité musculaire du visage (Hietanen et al., 1998). Ainsi la prosodie de colère activerait le *corrugateur*, tandis que le contentement activerait plus les muscles péri-oculaires.

A partir d'analyses classiques (à partir du début de la présentation des stimuli), les résultats préliminaires montrent que le système nerveux périphérique réagit à la congruence entre les indices verbaux et prosodiques émotionnels. Une analyse plus approfondie par fenêtre temporelle à partir de la réponse comportementale des participants sera nécessaire afin d'identifier les différentes étapes de cet effet de congruence.

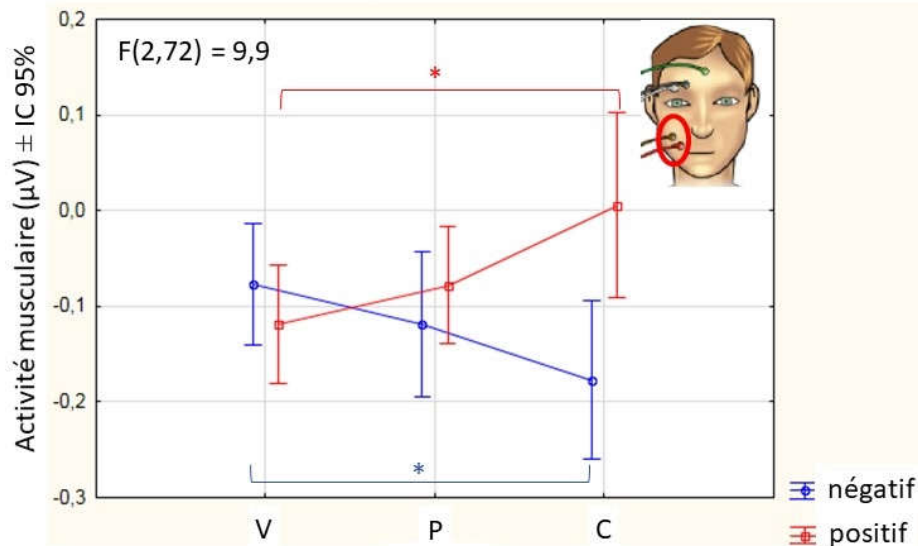


Figure 27. Activité musculaire du zygomatic en réponse à des stimuli émotionnels

Plus les indices émotionnels sont congruents plus l'activité des zygomatiques augmente pour les stimuli positifs. À l'inverse, la déactivation est d'autant plus prononcée que les stimuli négatifs véhiculent d'informations émotionnelles. L'activité moyenne sur une fenêtre de 900 à 1300 msec après la présentation des stimuli est donnée en micro-volts avec comme barre d'erreur l'intervalle de confiance de 95%. Ces données concernent 20 essais par condition expérimentale pour 37 participants. V : stimuli où seul le contenu verbal est émotionnel ; P : stimuli où seule la prosodie véhicule un contenu émotionnel ; C : stimuli avec un contenu verbal et prosodique émotionnel congruent.

« Dans les années à venir, la prise en compte de l'expérience humaine et de son processus de transformation va devenir non seulement nécessaire à l'investigation scientifique, mais véritablement essentielle » (F. Varela cité par Petitmengin et al., 2015, p. 72).

En effet, dans un premier temps, il conviendra de comparer les essais que les participants ont évalué de la même manière plutôt que par conditions expérimentales afin d'évaluer plus finement les réactions du système nerveux périphérique à l'émergence d'un sens émotionnel. Dans un second temps, je compte passer d'une approche expérimentale classique pour me tourner vers les approches complexes. Dans ces conditions, il sera possible de passer d'une acquisition du signal périphérique vers un signal central avec un électro-encéphalogramme. Nous venons avec Benoît Montalan de faire l'acquisition d'un dispositif à 64 canaux qui devrait permettre des analyses temps-fréquence plus précise que les dispositifs à ma disposition au début de ma carrière (32 canaux, cf partie 1, chapitre **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** p.**Erreur ! Signet non défini.**). Cela devrait nécessiter de passer par des dispositifs d'enregistrements plus précis temporellement. Nous avons vu en effet que les approches complexes s'avère être plus appropriées pour prendre en compte la variabilité du signal (Sapolsky & Balt, 1996) et seraient plus propices à la détection de phénomènes complexes non anticipés (Anichini, 2017). Enfin, les données issues des entretiens micro-phénoménologiques permettront à terme de guider une analyse plus fine par fenêtre temporelle.

3. Perspectives cliniques

Enfin le dernier volet de mon programme de recherche concerne les perspectives cliniques du travail engagé. En attendant d'avancer sur les approches neurophénoménologiques, les résultats obtenus chez les patients atteints de la Maladie d'Alzheimer et de la schizophrénie devront être approfondis.

Dans un premier temps, concernant le travail sur la schizophrénie (*cf* chapitre IV.2 p.49), nous avons observé une proximité des réponses des patients avec celles des participants contrôles. Cependant, la schizophrénie peut être envisagée non pas comme une catégorie unique nosographique mais comme un continuum symptomatologique allant du normal au pathologique. Depuis les travaux de Sandor Rado en 1953, la personnalité schizotypique est définie comme un trouble de la personnalité (Lenzenweger, 2006; Meehl, 1990). Si à l'origine, la schizotypie était envisagée comme le signe d'une prédisposition génétique à la schizophrénie car retrouvée parmi les membres de la famille des patients (Hoekert et al., 2007), elle est actuellement considérée comme une forme atténuée de la schizophrénie (Ettinger, Meyhöfer, Steffens, Wagner, & Koutsouleris, 2014). En effet, un recouvrement a été mis en évidence entre schizotypie et schizophrénie au niveau des performances neurocognitives, la structure et l'activité cérébrale et la neurochimie. Ainsi s'intéresser à la schizotypie permettrait de mieux comprendre les troubles présents dans la schizophrénie. En effet, ces personnes présentant des traits de schizotypie présenteraient moins d'éléments de comorbidité (pas de traitement ni d'hospitalisation, Raine, Lencz, & Mednick, 1995). De fait, deux études ont exploré la compréhension de la prosodie émotionnelle dans la schizotypie (Castro & Pearson, 2011; Dickey et al., 2010). Si la première étude montre un déficit similaire à celle des patients, ce n'est pas le cas de la seconde. Dans le cadre du projet SKYPROVERB, nous avons donc introduit le Community Assessment of Psychic Experiences – 42 (CAPE-42, Stefanis et al., 2002) afin de pouvoir explorer ce continuum schizophrénique et lever les divergences de la littérature. Ce questionnaire a l'avantage d'être construit à la fois pour les patients et des participants tout venant et devrait permettre une approche corrélationnelle entre la fréquence des expériences psychotiques vécues et les performances à la tâche de jugement de l'intensité émotionnelle.

Dans un second temps, il me semble important d'adapter encore le protocole afin de rendre les passations moins longues en réduisant le nombre d'essais proposés. Cela conduira à entamer une validation psychométrique d'un outil d'évaluation de l'émergence d'un sens émotionnel à partir du langage oral. A travers la collaboration autour du projet muco-EQVP avec Fabrizio Scrima (*cf* partie 1, chapitre **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** p.**Erreur ! Signet non défini.**), j'apprends à maîtriser

les méthodes de validation psychométrique et de la définition de norme (Bernaud, 2007; Falgares et al., 2018).

En parallèle, dans le cadre d'un projet sur apraxie et cognition sociale porté par Josselin Baumard, nous allons évaluer la possibilité d'enregistrer les réponses comportementales des participants non pas par une réponse manuelle mais à partir de la direction du regard sur l'échelle de jugement de l'intensité/valence. Grâce à Julie Brisson, notre laboratoire est doté de plusieurs dispositifs d'eye-tracking performants (Tobii©, Beaucousin, Bernard, Garry, Aguilin-Hernandez, & Brisson, 2017) et nous avons déjà pu nous former à une utilisation quasi-autonome du dispositif (*cf* partie 1, chapitre **Erreur ! Source du renvoi introuvable. p.Erreur ! Signet non défini.**). L'utilisation de l'eye-tracking devrait permettre une acquisition de l'utilisation de l'échelle plus facile qu'un apprentissage d'une réponse manuelle, ce qui est primordiale dans le cadre de l'évaluation de patients dont la communication peut être réduite (patients à des stades plus avancés, autisme...).

4. Conclusion

« *All fields require actors who are sensitive to the anomalies which constantly surround us. These anomalies must be maintained in a state of suspension or cultivation while one can find an alternative expression which formulates the anomaly as a central problem of life and knowledge* » (Varela cité par Dubuc, 2011, p. 101).

Si mes travaux de thèse s'inscrivaient résolument dans une approche connexionniste, la suite de mes travaux m'a conduit à explorer la sphère comportementale des individus afin de mieux comprendre les processus cognitifs en jeu lors de la perception d'un langage oral émotionnel. Ces travaux m'ont permis d'appréhender mes questions de recherche au prisme d'un modèle constructiviste (Feldman Barrett, 2011). Pour la suite, j'envisage de retourner à l'étude des corrélats neurophysiologiques de l'émergence du sens émotionnel afin de pouvoir comprendre l'organisation temporelle des processus mentaux lors de la perception d'un message émotionnel dans une perspective neurophénoménologique (Rudrauf et al., 2003). J'espère que ces travaux pourront me permettre d'aborder dans un avenir plus ou moins proche la dimension interactive de la communication émotionnelle (Di Paolo et al., 2010).

VII. Références bibliographiques

- 2018 Alzheimer's disease facts and figures. (2018). *Alzheimer's & Dementia*, 14(3), 367-429. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2018.02.001>
- Agnew, H. C., Phillips, L. H., & Pilz, K. S. (2016). Global form and motion processing in healthy ageing. *Acta Psychologica*, 166, 12-20. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2016.03.005>

- Amlerová, J., Laczó, J., Nedelska, Z., Parizkova, M., Vyhnalek, M., Zhang, B., ... Hort, J. (2017). Recognition of emotions from voice in mild cognitive impairment and alzheimer's disease dementia. *Alzheimer's & Dementia*, 13(7), P1148. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2017.06.1677>
- Anichini, G. (2017). Le côté « obscur » de la science: L'occultation de la connaissance dans le travail des neuroscientifiques. *Revue d'anthropologie des connaissances*, 11,1(1), 65. <https://doi.org/10.3917/rac.034.0065>
- Aubergé, V., Grépillat, T., & Rillaiard, A. (1997). Can we perceive attitudes before the end of sentences? The gating paradigm for prosodic contours. *Eurospeech*, 871-877. (993).
- Bach, D. R., Buxtorf, K., Grandjean, D., & Strik, W. K. (2009). The influence of emotion clarity on emotional prosody identification in paranoid schizophrenia. *Psychological Medicine*, 39(6), 927-938. <https://doi.org/10.1017/S0033291708004704>
- Bach, D. R., Herdener, M., Grandjean, D., Sander, D., Seifritz, E., & Strik, W. K. (2009). Altered lateralisation of emotional prosody processing in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 110(1-3), 180-187. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2009.02.011>
- Baltazar, M., & Conty, L. (2016). Les effets du contact par le regard : un enjeu thérapeutique ? *L'Encéphale*, 42(6), 547-552. <https://doi.org/10.1016/j.encep.2015.11.005>
- Baltazar, M., Hazem, N., Vilarem, E., Beaucousin, V., Picq, J. L., & Conty, L. (2014). Eye contact elicits bodily self-awareness in human adults. *Cognition*, 133(1), 120-127. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2014.06.009>
- Bänziger, T., Grandjean, P., Bernard, P. J., Klasmeyer, G., & Scherer, K. R. (2002). *Etude de l'encodage et du décodage. Cahiers de linguistique française*, 1-25. (81).
- Barraza, P., Chavez, M., & Rodríguez, E. (2016). Ways of making-sense: Local gamma synchronization reveals differences between semantic processing induced by music and language. *Brain and Language*, 152, 44-49. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2015.12.001>
- Basso, M. R., Schefft, B. K., Ris, M. D., & Dember, W. N. (1996). Mood and global-local visual processing. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 2(3), 249-255.
- Baumann, N., & Kuhl, J. (2005). Positive Affect and Flexibility: Overcoming the Precedence of Global over Local Processing of Visual Information. *Motivation and Emotion*, 29(2), 123-134. <https://doi.org/10.1007/s11031-005-7957-1>
- Beaucousin, V. (2006). *Bases neurales de la compréhension de la phrase affective : Des fonctions ortholinguistiques à la prosodie affective*. (Doctorat, Université Caen Basse Normandie). tel-01576051
- Beaucousin, V., Bernard, M., Garry, C., Aguilin-Hernandez, N., & Brisson, J. (2017). *Latéralisation des stratégies d'exploration visuelles dans l'autisme*. Présenté à Rouen, France. Rouen, France.
- Beaucousin, V., Cassotti, M., Simon, G., Pineau, A., Kostova, M., Houdé, O., & Poirel, N. (2011). ERP evidence of a meaningfulness impact on visual global/local processing: When meaning captures attention. *Neuropsychologia*, 49, 1258-1266.
- Beaucousin, V., Geronikola, N., Lopis, D., Millox, V., Baltazar, M., Picq, J. L., & Conty, L. (submitted). How to successfully convey emotional meaning to Alzheimer patients: use prosody! *Neuropsychology*.
- Beaucousin, V., Lacheret, A., Turbelin, M. R., Morel, M., Mazoyer, B., & Tzourio-Mazoyer, N. (2006). fMRI Study of Emotional Speech Comprehension. *Cerebral Cortex*, 17(2), 339-352. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhj151>
- Beaucousin, V., Morel, S., Gils, S., Millox, V., Conty, L., Kostova, M., & Picq, J. L. (2012). *Impact of emotional prosody during social interactions in Alzheimer's disease*. Présenté à XII colloque international sur le vieillissement cognitif.
- Beaucousin, V., Simon, G., Cassotti, M., Pineau, A., Houde, O., & Poirel, N. (2013). Global interference during early visual processing: ERP evidence from a rapid global/local selective task. *Frontiers in Psychology*, 4, 539. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00539>

- Beaucousin, V., Turbelin, M. R., & Tzourio-Mazoyer, N. (2007). Le rôle de l'hémisphère droit dans la compréhension du langage: exemple de la prosodie affective. *Revue de Neuropsychologie*, 17(2), 149-180.
- Belzung, C. (2010). *Biologie des émotions*. Bruxelles: De Boeck.
- Benabid, A. L., Pollak, P., Louveau, A., Henry, S., & de Rougemont, J. (1987). Combined (thalamotomy and stimulation) stereotactic surgery of the VIM thalamic nucleus for bilateral Parkinson disease. *Applied Neurophysiology*, 50(1-6), 344-346.
- Bennett, C. M., Baird, A. A., Miller, M. B., & Wolford, G. L. (2012). Neural Correlates of Interspecies Perspective Taking in the Post-Mortem Atlantic Salmon: An Argument For Proper Multiple comparisons Correction. *Journal of Serendipitous and Unexpected Results*, 1(1), 1-5. (1940).
- Bernaud, J.-L. (2007). *Introduction à la psychométrie*. Paris: Dunod.
- Besson, M., & Schon, D. (2001). Comparison between language and music. *Annals of New York Academy of science*, 930, 232-258.
- Besson, M., Schon, D., Moreno, S., Santos, A., & Magne, C. (2007). Influence of musical expertise and musical training on pitch processing in music and language. *Restorative neurology and neuroscience*, 25(3-4), 399-410.
- Bozikas, V. P., Kosmidis, M. H., Anezoulaki, D., Giannakou, M., Andreou, C., & Karavatos, A. (2006). Impaired perception of affective prosody in schizophrenia. *Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neuroscience*, 18(1), 81-85. <https://doi.org/10.1176/appi.neuropsych.18.1.81>
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (2000). Affective reactions to acoustic stimuli. *Psychophysiology*, 37(2), 204-215.
- Brazo, P., Beaucousin, V., Lecardeur, L., & Dollfus, S. (2013). *Cognition Sociale chez les patients schizophrènes : Quels rôles pour la reconnaissance des émotions faciales et la Théorie de l'esprit?* 11ième congrès de l'Encéphale présenté à Paris, France. Paris, France.
- Brazo, P., Beaucousin, V., Lecardeur, L., Razafimandimby, A., & Dollfus, S. (2014). Social cognition in schizophrenic patients: The effect of semantic content and emotional prosody in the comprehension of emotional discourse. *Frontiers in Psychiatry*, 5(120), 1-7. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2014.00120>
- Bruck, C., Kreifelts, B., & Wildgruber, D. (2011). Emotional voices in context: a neurobiological model of multimodal affective information processing. *Physics of life reviews*, 8(4), 383-403. <https://doi.org/10.1016/j.plrev.2011.10.002>
- Bucks, R. S., & Radford, S. A. (2004). Emotion processing in Alzheimer's disease. *Aging and Mental Health*, 8(3), 222-232. <https://doi.org/10.1080/13607860410001669750>
- Cacioppo, J. T., Petty, R. E., Losch, M. E., & Kim, H. S. (1986). Electromyographic activity over facial muscle regions can differentiate the valence and intensity of affective reactions. *Journal of personality and social psychology*, 50(2), 260-268.
- Cadieux, N. L., & Greve, K. W. (1997). Emotion processing in Alzheimer's disease. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 3(5), 411-419.
- Cadieux, N. L., Greve, K. W., & Hale, M. A. (1994). Emotion processing and caregiver stress in Alzheimer's disease: a preliminary report. *Clinical Gerontologist*, 15, 75-78.
- Campbell, D. T., & Fiske, D. W. (1959). Convergent and discriminant validation by the multitrait-multimethod matrix. *Psychological Bulletin*, 56(2), 81-105. <https://doi.org/10.1037/h0046016>
- Caramelli, P., Mansur, L. L., & Nitrini, R. (1998). Language and communication disorders in demantia of the Alzheimer type. In B. Stemmer & H. A. Whitaker (Éd.), *Handbook of Neurolinguistics* (p. 463-473). San Diego, USA: Academic Press.
- Castelli, I., Pini, A., Alberoni, M., Liverta-Sempio, O., Baglio, F., Massaro, D., ... Nemni, R. (2011). Mapping levels of theory of mind in Alzheimer's disease: a preliminary study. *Aging and Mental Health*, 15(2), 157-168. <https://doi.org/10.1080/13607863.2010.513038>

- Caston, J. (1993). *Psychophysiology*. Ligugé, Potiers.
- Castro, A., & Pearson, R. (2011). Lateralisation of language and emotion in schizotypal personality: Evidence from dichotic listening. *Personality and Individual Differences*, 51(6), 726-731. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2011.06.017>
- Cespedes-Guevara, J., & Eerola, T. (2018). Music Communicates Affects, Not Basic Emotions – A Constructionist Account of Attribution of Emotional Meanings to Music. *Frontiers in Psychology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00215>
- Condray, R., Steinhauer, S. R., & Goldstein, G. (1992). Language comprehension in schizophrenics and their brothers. *Biological Psychiatry*, 32(9), 790-802. [https://doi.org/10.1016/0006-3223\(92\)90082-B](https://doi.org/10.1016/0006-3223(92)90082-B)
- Condray, R., Steinhauer, S. R., van Kammen, D. P., & Kasperek, A. (1996). Working memory capacity predicts language comprehension in schizophrenic patients. *Schizophrenia Research*, 20(1-2), 1-13. [https://doi.org/10.1016/0920-9964\(95\)00061-5](https://doi.org/10.1016/0920-9964(95)00061-5)
- Condray, R., van Kammen, D. P., Steinhauer, S. R., Kasperek, A., & Yao, J. K. (1995). Language comprehension in schizophrenia: trait or state indicator? *Biological Psychiatry*, 38(5), 287-296. [https://doi.org/10.1016/0006-3223\(95\)00378-T](https://doi.org/10.1016/0006-3223(95)00378-T)
- Contreras-Vidal, J. L., Presacco, A., Agashe, H., & Paek, A. (2012). Restoration of Whole Body Movement: Toward a Noninvasive Brain-Machine Interface System. *IEEE Pulse*, 3(1), 34-37. <https://doi.org/10.1109/MPUL.2011.2175635>
- Costa, H., de Souza, W. C., & Mulholland, T. (2011). Recognition of facial expression and emotional prosody in Alzheimer's disease. *Alzheimer's & Dementia*, 7(4), S241. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2011.05.684>
- Cumming, G. (2014). The new statistics: why and how. *Psychological Science*, 25(1), 7-29. <https://doi.org/10.1177/0956797613504966>
- Cursan, A. (2018). Un chercheur sachant chercher : de l'importance scientifique des résultats « nuls » et négatifs en psychologie. *Pratiques Psychologiques*, 24(3), 309-324. <https://doi.org/10.1016/j.prps.2018.03.001>
- Damasio, A. (2001). Fundamental feelings. *Nature*, 413, 781.
- Danziger, S., Levav, J., & Avnaim-Pesso, L. (2011). Extraneous factors in judicial decisions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(17), 6889-6892. <https://doi.org/10.1073/pnas.1018033108>
- Denzin, N. K. (1978). *Sociological methods: a sourcebook*.
- Depraz, N., Varela, F. J., & Vermersch, P. (2011). *L'épreuve de l'expérience: pour une pratique phénoménologique*.
- Di Paolo, E. A., Rohde, M., & De Jaegher, H. (2010). Horizons for the Enactive Mind: Values, Social Interaction, and Play. In J. Stewart, O. Gapenne, & E. A. Di Paolo (Éd.), *Enaction. Towards a New Paradigm for Cognitive Science* (p. 33-88). Cambridge, Massachusetts, London, England: The MIT Press.
- Dickey, C. C., Morocz, I. A., Minney, D., Niznikiewicz, M. A., Voglmaier, M. M., Panych, L. P., ... McCarley, R. W. (2010). Factors in sensory processing of prosody in schizotypal personality disorder: an fMRI experiment. *Schizophrenia Research*, 121(1-3), 75-89. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2010.03.008>
- Dodds, P. S., Clark, E. M., Desu, S., Frank, M. R., Reagan, A. J., Williams, J. R., ... Danforth, C. M. (2015). Human language reveals a universal positivity bias. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(8), 2389-2394. <https://doi.org/10.1073/pnas.1411678112>
- Drapeau, J., Gosselin, N., Gagnon, L., Peretz, I., & Lorrain, D. (2009). Emotional recognition from face, voice, and music in dementia of the Alzheimer type. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1169, 342-345. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04768.x>
- Dubois, B., Feldman, H. H., Jacova, C., Dekosky, S. T., Barberger-Gateau, P., Cummings, J., ... Scheltens, P. (2007). Research criteria for the diagnosis of Alzheimer's disease: revising the NINCDS-ADRDA criteria. *Lancet Neurology*, 6(8), 734-746. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(07\)70178-3](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(07)70178-3)

- Dubois, M. J. F. (sous presse). Technique et néoténie - 2. Le rôle de la technique dans les quatre néoténisations qui constituent le processus d'hominisation. *Intellectica*, 70(1).
- Dubuc, B. (2011). *Modèles et concepts en science : comment naissent-ils ?* Présenté sur le Site le « Cerveau à tous les niveaux ».
- Edwards, J., Jackson, H. J., & Pattison, P. E. (2002). Emotion recognition via facial expression and affective prosody in schizophrenia: a methodological review. *Clinical Psychology Review*, 22(6), 789-832. (535).
- Edwards, J., Pattison, P. E., Jackson, H. J., & Wales, R. J. (2001). Facial affect and affective prosody recognition in first-episode schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 48(2-3), 235-253. [https://doi.org/10.1016/S0920-9964\(00\)00099-2](https://doi.org/10.1016/S0920-9964(00)00099-2)
- Ekman, P. (1992). Are there basic emotions? *Psychological Review*, 99(3), 550-553.
- Escoffier, N., Zhong, J., Schirmer, A., & Qiu, A. (2013). Emotional expressions in voice and music: Same code, same effect? *Human Brain Mapping*, 34(8), 1796-1810. <https://doi.org/10.1002/hbm.22029>
- Ettinger, U., Meyhöfer, I., Steffens, M., Wagner, M., & Koutsouleris, N. (2014). Genetics, Cognition, and Neurobiology of Schizotypal Personality: A Review of the Overlap with Schizophrenia. *Frontiers in Psychiatry*, 5. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2014.00018>
- Falgares, G., De Santis, S., Gullo, S., Kopala-Sibley, D. C., Scrima, F., & Livi, S. (2018). Psychometric Aspects of the Depressive Experiences Questionnaire: Implications for Clinical Assessment and Research. *Journal of Personality Assessment*, 100(2), 207-218. <https://doi.org/10.1080/00223891.2017.1282493>
- Falk, D. (2004). Prelinguistic evolution in early hominins: whence motherese? *The Behavioral and Brain Sciences*, 27(4), 491-503.
- Fantasia, V., De Jaegher, H., & Fasulo, A. (2014). We can work it out: an enactive look at cooperation. *Frontiers in Psychology*, 5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00874>
- Feldman Barrett, L. (2011). Constructing Emotion. *Psychological Topics*, 20(3), 359-380.
- Feldman Barrett, L., Lindquist, K. A., & Gendron, M. (2007). Language as context for the perception of emotion. *Trends in Cognitive Science*, 11(8), 327-332. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2007.06.003>
- Feldman Barrett, L., Mesquita, B., & Gendron, M. (2011). Context in Emotion Perception. *Current Directions in Psychological Science*, 20(5), 286-290. <https://doi.org/10.1177/0963721411422522>
- Fernald, A. (1989). Intonation and communicative intent in mothers' speech to infants: is the melody the message? *Child Development*, 60(6), 1497-1510. <https://doi.org/10.2307/1130938>
- Feuillet, L., Dufour, H., & Pelletier, J. (2007). Brain of a white-collar worker. *Lancet*, 370(9583), 262. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)61127-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61127-1)
- Fino, E., Menegatti, M., Avenanti, A., & Rubini, M. (2016). Enjoying vs. smiling: Facial muscular activation in response to emotional language. *Biological Psychology*, 118, 126-135. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2016.04.069>
- Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). « Mini-mental state ». A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12(3), 189-198. (2007).
- Forest, D. (2014). *Neurosepticisme: les sciences du cerveau sous le scalpel de l'épistémologue*. Montreuil-sous-Bois: Ithaque.
- Fredrickson, B. L., & Branigan, C. (2005). Positive emotions broaden the scope of attention and thought-action repertoires. *Cognition and Emotion*, 19(3), 313-332. <https://doi.org/10.1080/02699930441000238>
- Frégnac, Y. (2018). « Big Data » et industrialisation des neurosciences : une feuille de route raisonnable pour la compréhension du Cerveau ? *Intellectica*, 69(1/2), 201-236.
- Gable, P. A., & Harmon-Jones, E. (2008). Approach-motivated positive affect reduces breadth of attention. *Psychological Science*, 19(5), 476-482. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2008.02112.x>

- Gable, P. A., & Harmon-Jones, E. (2011). Attentional states influence early neural responses associated with motivational processes: Local vs. global attentional scope and N1 amplitude to appetitive stimuli. *Biological Psychology*, 87(2), 303-305. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2011.02.007>
- Galli, G., Feurra, M., & Viggiano, M. P. (2006). « Did you see him in the newspaper? » Electrophysiological correlates of context and valence in face processing. *Brain Research*, 1119(1), 190-202.
- Garcia-Rodriguez, B., Fusari, A., Rodriguez, B., Hernandez, J. M., & Ellgring, H. (2009). Differential patterns of implicit emotional processing in Alzheimer's disease and healthy aging. *Journal of Alzheimers Disease*, 18(3), 541-551. <https://doi.org/10.3233/JAD-2009-1161>
- Gasper, K. (2004). Do you see what I see? Affect and visual information processing. *Cognition & Emotion*, 18(3), 405-421. <https://doi.org/10.1080/02699930341000068>
- Gasper, K., & Clore, G. L. (2002). Attending to the big picture: mood and global versus local processing of visual information. *Psychological Science*, 13(1), 34-40. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00406>
- George. (2013). The Facial Expression of Emotions. In J. Armony & P. Vuilleumier (Éd.), *The Cambridge handbook of human affective neuroscience* (p. 177-197). Cambridge ; New York: Cambridge University Press.
- George, M. S., Parekh, P. I., Rosinsky, N., Ketter, T. A., Kimbrell, T. A., Heilman, K. M., ... Post, R. M. (1996). Understanding emotional prosody activates right hemisphere regions. *Archives in Neurology*, 53(7), 665-670.
- George, N., Morel, S., & Conty, L. (2008). Traitement et reconnaissance des visages: du percept à la personne. In S. J. E. Barbeau O. Felician (Éd.), *Neuropsychologie* (Vol. 5, p. 113-142). Marseille: Solal.
- Geronikola, N., Millox, V., Bizien, P., Cesse, M., Ghani, S., Kostova, M., ... Beaucousin, V. (2013). Impact of emotional prosody during social interactions. *New Frontiers in social neuroscience*. Présenté à IPSEN Scientific congress, Paris, France.
- Glannon, W. (2009). OUR BRAINS ARE NOT US. *Bioethics*, 23(6), 321-329. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8519.2009.01727.x>
- Gould, S. J. (1997). *La mal-mesure de l'homme*. Odile Jacob.
- Grandjean, D., Sander, D., Pourtois, G., Schwartz, S., Seghier, M. L., Scherer, K. R., & Vuilleumier, P. (2005). The voices of wrath: brain responses to angry prosody in meaningless speech. *Nature Neuroscience*, 8(2), 145-146.
- Grandjean, D., Sander, D., & Scherer, K. R. (2008). Conscious emotional experience emerges as a function of multilevel, appraisal-driven response synchronization. *Conscious and Cognition*, 17(2), 484-495. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2008.03.019>
- Grichkovtsova, I., Lacheret, A., Morel, M., Beaucousin, V., & Tzourio-Mazoyer, N. (2007). Affective speech gating. *International Congress of Phonetic Sciences (ICPhS)*.
- Guetin, S., Charras, K., Berard, A., Arbus, C., Berthelon, P., Blanc, F., ... Leger, J.-M. (2013). An overview of the use of music therapy in the context of Alzheimer's disease: A report of a French expert group. *Dementia*, 12(5), 619-634. <https://doi.org/10.1177/1471301212438290>
- Hahn-Barma, V., & Guichart-Gomez, E. (2008). *Troubles praxiques, visuospatiaux et visuoperceptifs inauguraux*. Paris: Phase 5.
- Harmon-Jones, E., & Gable, P. A. (2009). Neural activity underlying the effect of approach-motivated positive affect on narrowed attention. *Psychological Science*, 20(4), 406-409.
- Harmon-Jones, E., Gable, P. A., & Price, T. F. (2012). The influence of affective states varying in motivational intensity on cognitive scope. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 6. <https://doi.org/10.3389/fnint.2012.00073>
- Hartikainen, K. M., Ogawa, K. H., & Knight, R. T. (2010). Trees over forest: unpleasant stimuli compete for attention with global features: *NeuroReport*, 21(5), 344-348. <https://doi.org/10.1097/WNR.0b013e328336eeb3>

- Hietanen, J. K., Surakka, V., & Linnankoski, I. (1998). Facial electromyographic responses to vocal affect expressions. *Psychophysiology*, *35*(5), 530-536. <https://doi.org/10.1017/S0048577298970445>
- Hochberg, L. R., Bacher, D., Jarosiewicz, B., Masse, N. Y., Simeral, J. D., Vogel, J., ... Donoghue, J. P. (2012). Reach and grasp by people with tetraplegia using a neurally controlled robotic arm. *Nature*, *485*(7398), 372-375. <https://doi.org/10.1038/nature11076>
- Hoekert, M., Kahn, R. S., Pijnenborg, M., & Aleman, A. (2007). Impaired recognition and expression of emotional prosody in schizophrenia: Review and meta-analysis. *Schizophrenia Research*, *96*(1-3), 135-145. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2007.07.023>
- Horley, K., Reid, A., & Burnham, D. (2010). Emotional prosody perception and production in dementia of the Alzheimer's type. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, *53*(5), 1132-1146. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2010/09-0030\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2010/09-0030))
- Hsieh, S., Foxe, D., Leslie, F., Savage, S., Piguet, O., & Hodges, J. R. (2012). Grief and joy: emotion word comprehension in the dementias. *Neuropsychology*, *26*(5), 624-630. <https://doi.org/10.1037/a0029326>
- Huff, M. J., Balota, D. A., Minear, M., Aschenbrenner, A. J., & Duchek, J. M. (2015). Dissociative global and local task-switching costs across younger adults, middle-aged adults, older adults, and very mild Alzheimer's disease individuals. *Psychology and Aging*, *30*(4), 727-739. <https://doi.org/10.1037/pag0000057>
- Ioannidis, J. P. (2005). Why most published research findings are false. *PLoS Medicine*, *2*(8), e124. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0020124>
- Ioannidis, J. P. (2014). How to make more published research true. *PLoS Med*, *11*(10), e1001747. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001747>
- Jonas, E., & Kording, K. P. (2017). Could a Neuroscientist Understand a Microprocessor? *PLoS Computational Biology*, *13*(1), e1005268. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1005268>
- Kahneman, D. (2012). *Thinking, fast and slow*. London: Penguin Books.
- Karlsson, M. M. (2010). Do We Think With Our Brains? *Intellectica*, *53/54*(1), 67-94. <https://doi.org/10.3406/intel.2010.1179>
- Kiecolt-Glaser, J. K., Garner, W., Speicher, C., Penn, G. M., Holliday, J., & Glaser, R. (1984). Psychosocial modifiers of immunocompetence in medical students. *Psychosomatic Medicine*, *46*(1), 7-14.
- Kimchi, R. (1992). Primacy of wholistic processing and global/local paradigm: a critical review. *Psychological Bulletin*, *112*(1), 24-38. (1614).
- Koff, E., Zaitchik, D., Montepare, J., & Albert, M. S. (1999). Emotion processing in the visual and auditory domains by patients with Alzheimer's disease. *Journal of the International Neuropsychological Society: JINS*, *5*(1), 32-40. <https://doi.org/10.1017/S1355617799511053>
- Kotz, S. A., Meyer, M., Alter, K., Besson, M., Von Cramon, D. Y., & Friederici, A. D. (2003). On the lateralization of emotional prosody: an event-related functional MR investigation. *Brain and Language*, *86*(3), 366-376.
- Kotz, S. A., Meyer, M., & Paulmann, S. (2006). Lateralization of emotional prosody in the brain: an overview and synopsis on the impact of study design. *Progress in Brain Research*, *156*(1), 285-294. [https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(06\)56015-7](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(06)56015-7)
- Kotz, S. A., & Paulmann, S. (2007). When emotional prosody and semantics dance cheek to cheek: ERP evidence. *Brain Research*, *1151*(1), 107-118. (1165).
- Krakauer, J. W., Ghazanfar, A. A., Gomez-Marín, A., MacIver, M. A., & Poeppel, D. (2017). Neuroscience Needs Behavior: Correcting a Reductionist Bias. *Neuron*, *93*(3), 480-490. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2016.12.041>
- Kring, A. M., Barrett, L. F., & Gard, D. E. (2003). On the broad applicability of the affective circumplex: representations of affective knowledge among schizophrenia patients. *Psychological Science*, *14*(3), 207-214. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.02433>

- Kucharska-Pietura, K., David, A. S., Masiak, M., & Phillips, M. L. (2005). Perception of facial and vocal affect by people with schizophrenia in early and late stages of illness. *The British Journal of Psychiatry*, *187*, 523-528. <https://doi.org/10.1192/bjp.187.6.523>
- Lacheret-Dujour, A. (2015). Prosodic clustering in speech: from emotional to semantic processes. In U. Lüdtke (Éd.), *Emotion in language: theory - research - application* (p. 175-190). Amsterdam : Philadelphia: John Benjamins Publishing Company.
- 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*. Gainesville: University of Florida, FL.
- Larsen, J. T., Norris, C. J., & Cacioppo, J. T. (2003). Effects of positive and negative affect on electromyographic activity over zygomaticus major and corrugator supercilii. *Psychophysiology*, *40*(5), 776-785.
- Le Bihan, D. (2018). Que voit-on (ou pas) en IRM ? *Intellectica*, *69*(1/2), 187-200.
- Lecardeur, L., Stip, E., & Champagne-Lavau, M. (2010). Cognitive Remediation Therapy of Social Cognition in Schizophrenia: A Critical Review. *Current Psychiatry Reviews*, *6*(4), 280-287. <https://doi.org/10.2174/157340010793499369>
- Leitman, D. I., Foxe, J. J., Butler, P. D., Saperstein, A., Revheim, N., & Javitt, D. C. (2005). Sensory contributions to impaired prosodic processing in schizophrenia. *Biological Psychiatry*, *58*(1), 56-61. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2005.02.034>
- Leitman, D. I., Hoptman, M. J., Foxe, J. J., Saccante, E., Wylie, G. R., Nierenberg, J., ... Javitt, D. C. (2007). The neural substrates of impaired prosodic detection in schizophrenia and its sensorial antecedents. *American Journal of Psychiatry*, *164*(3), 474-482.
- Lenzenweger, M. F. (2006). Schizotaxia, Schizotypy, and Schizophrenia: Paul E. Meehl's Blueprint for the Experimental Psychopathology and Genetics of Schizophrenia. *Journal of Abnormal Psychology*, *2*, 195-200.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, *140*, 5-55.
- Locke, J. L. (2005). A theory of neurolinguistic development. *Brain and Language*, *58*(2), 265-326. (1042).
- Lopis, D., Baltazar, M., Geronikola, N., Beaucousin, V., & Conty, L. (2017). Eye contact effects on social preference and face recognition in normal ageing and in Alzheimer's disease. *Psychological Research*. <https://doi.org/10.1007/s00426-017-0955-6>
- Lopis, D., & Beaucousin, V. (2017). *Préservation de la communication non-verbale dans la maladie d'Alzheimer ?* Présenté à Séminaire du CRFDP, Université de Rouen Normandie.
- Lundqvist, C., Siösteen, A., Blomstrand, C., Lind, B., & Sullivan, M. (1991). Spinal cord injuries. Clinical, functional, and emotional status. *Spine*, *16*(1), 78-83.
- Lutz, A., Lachaux, J. P., Martinerie, J., & Varela, F. J. (2002). Guiding the study of brain dynamics by using first-person data: synchrony patterns correlate with ongoing conscious states during a simple visual task. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *99*(3), 1586-1591. <https://doi.org/10.1073/pnas.032658199>
- Magnee, M. J., Stekelenburg, J. J., Kemner, C., & de Gelder, B. (2007). Similar facial electromyographic responses to faces, voices, and body expressions. *Neuroreport*, *18*(4), 369-372.
- Marr, D. (2010). *Vision: a computational investigation into the human representation and processing of visual information*. Cambridge, Mass: MIT Press.
- Martin, A., & Fedio, P. (1983). Word production and comprehension in Alzheimer's disease: the breakdown of semantic knowledge. *Brain and Language*, *19*(1), 124-141.
- Matsumoto, E., Ohigashi, Y., Fujimori, M., & Mori, E. (2000). The processing of global and local visual information in Alzheimer's disease. *Behavioural Neurology*, *12*(3), 119-125.

- Maturana, H., & Varela, F. J. (1994). *L'arbre de la connaissance: racines biologiques de la compréhension humaine*. Paris: Adison-Wesley.
- McCabe, D. P., & Castel, A. D. (2008). Seeing is believing: the effect of brain images on judgments of scientific reasoning. *Cognition*, *107*(1), 343-352. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2007.07.017>
- Meehl, P. E. (1990). Toward an integrated theory of schizotaxia, schizotypy, and schizophrenia. *Journal of Personality Disorders*, *4*, 1-99.
- Mehrabian, A. (1972). *Nonverbal Communication*. Illinois: Chicago: Aldine-Atherton.
- Mellet, E., Houde, O., Brazo, P., Mazoyer, B., Tzourio-Mazoyer, N., & Dollfus, S. (2006). When a schizophrenic deficit becomes a reasoning advantage. *Schizophrenia Research*, *84*(2-3), 359-364. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2006.03.024>
- Merton, R. K. (1987). Three Fragments From a Sociologist's Notebooks: Establishing the Phenomenon, Specified Ignorance, and Strategic Research Materials. *Annual Review of Sociology*, *13*(1), 1-29. <https://doi.org/10.1146/annurev.so.13.080187.000245>
- Milloy, V., Geronikola, N., Picq, J. L., & Beaucousin, V. (2013). Impact of emotional prosody in SchizotypyID - 2287. In *Lemanic Workshop on Schizotypy*. Geneva, Switzerland.
- Monier, C. (2018). Les neurosciences au sein des sciences de la cognition. Une revue de la littérature plaidant pour un devenir spinoziste des neurosciences. *Intellectica*, *69*(1/2), 27-132.
- Monnot, M., Foley, R., & Ross, E. D. (2005). Affective Prosody: Whence motherese. Commentary/Falk: Prelinguistic evolution in early hominins: whence motherese? *The Behavioral and Brain Sciences*, *27*(4), 518-519. <https://doi.org/10.1017/S0140525X04390114>
- Monti, M. M., Vanhaudenhuyse, A., Coleman, M. R., Boly, M., Pickard, J. D., Tshibanda, L., ... Laureys, S. (2010). Willful Modulation of Brain Activity in Disorders of Consciousness. *New England Journal of Medicine*, *362*(7), 579-589.
- Morel, S. (2009). *Effets de l'expérience préalable et de l'émotion sur la perception des visages et de leur état émotionnel: études comportementales et électrophysiologiques*. Université Pierre et Marie Curie, Paris.
- Morel, S., Beaucousin, V., Perrin, M., & George, N. (2012). Very early modulation of brain responses to neutral faces by a single prior association with an emotional context: evidence from MEG. *Neuroimage*, *61*(4), 1461-1470. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.04.016>
- Moreno, S., Marques, C., Santos, A., Santos, M., Castro, S. L., & Besson, M. (2008). Musical Training Influences Linguistic Abilities in 8-Year-Old Children: More Evidence for Brain Plasticity. *Cerebral Cortex*, *19*(3), 712-23. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhn120>
- Murayama, J., Kashiwagi, T., Kashiwagi, A., & Mimura, M. (2004). Impaired pitch production and preserved rhythm production in a right brain-damaged patient with amusia. *Brain and Cognition*, *56*(1), 36-42.
- Murphy, D., & Cutting, J. (1990). Prosodic comprehension and expression in schizophrenia. *Journal of Neurological Neurosurgery and Psychiatry*, *53*(9), 727-730. <https://doi.org/10.1136/jnnp.53.9.727>
- Nagel, T. (1974). What it is like to be a bat? *Philosophical Review*, 435-450.
- Naglie, G., Hogan, D. B., Krahn, M., Beattie, B. L., Black, S. E., Macknight, C., ... Tomlinson, G. (2011). Predictors of patient self-ratings of quality of life in Alzheimer disease: cross-sectional results from the Canadian Alzheimer's Disease Quality of Life Study. *American Journal of Geriatric Psychiatry*, *19*(10), 881-890. <https://doi.org/10.1097/JGP.0b013e3182006a67>
- Navon, D. (1977). Forest before the trees: the precedence of global features in visual perception. *Cognitive Psychology*, *9*, 353-383.
- New, B., Pallier, C., Brysbaert, M., & Ferrand, L. (2004). Lexique 2: a New French Lexical Database. *Behavioral Research Methods, Instruments, & Computers*, *36*(3), 516-524.
- Nisbett, R., & Wilson, T. (1977). Telling more than we can know: Verbal reports on mental processes. *Psychological Review*, *84*, 231-259.

- Nishimoto, S., Vu, A. T., Naselaris, T., Benjamini, Y., Yu, B., & Gallant, J. L. (2011). Reconstructing visual experiences from brain activity evoked by natural movies. *Current Biology*, 21(19), 1641-1646. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2011.08.031>
- Noguchi, Y., Takeuchi, T., & Sakai, K. L. (2002). Lateralized activation in the inferior frontal cortex during syntactic processing: event-related optical topography study. *Human Brain Mapping*, 17(2), 89-99.
- Oullier, O. (2012). *Le cerveau et la loi: analyse de l'émergence du neurodroit*. Document de travail du Centre d'analyse stratégique
- Owen, A. M., Coleman, M. R., Boly, M., Davis, M. H., Laureys, S., & Pickard, J. D. (2006). Detecting awareness in the vegetative state. *Science*, 313(5792), 1402.
- Oyserman, D., & Spike Wing-Sing, L. (2010). Priming « Culture »: culture as situated cognition. In S. Kitayama & D. Cohen (Éd.), *Handbook of Cultural Psychology*. (p. 255-279). New York: Guilford Publications.
- Panksepp, J. (1982). Toward a general psychobiological theory of emotions. *The Behavioral and Brain Sciences*, 5, 407-467.
- Panksepp, J. (2005). Psychology. Beyond a joke: from animal laughter to human joy? *Science*, 308(5718), 62-63.
- Pasley, B. N., David, S. V., Mesgarani, N., Flinker, A., Shamma, S. A., Crone, N. E., ... Chang, E. F. (2012). Reconstructing speech from human auditory cortex. *PLoS Biol*, 10(1), e1001251. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001251>
- Pell, M. D., Rothermich, K., Liu, P., Paulmann, S., Sethi, S., & Rigoulot, S. (2015). Preferential decoding of emotion from human non-linguistic vocalizations versus speech prosody. *Biological Psychology*, 111, 14-25. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2015.08.008>
- Petitmengin, C., Bitbol, M., & Ollagnier-Beldame, M. (2015). Vers une science de l'expérience vécue. *Intellectica. Revue de l'Association pour la Recherche Cognitive*, 64(2), 53-76. <https://doi.org/10.3406/intel.2015.1012>
- Piaget, J. (1936). *La naissance de l'intelligence*. Neuchâtel, Suisse: Delachaux et Niestlé.
- Pijnenborg, G. H., Withaar, F. K., Bosch, R. J., & Brouwer, W. H. (2007). Impaired perception of negative emotional prosody in schizophrenia. *Clinical Neuropsychology*, 21(5), 762-775. <https://doi.org/10.1080/13854040600788166>
- Pinheiro, A. P., Vasconcelos, M., Dias, M., Arrais, N., & Gonçalves, Ó. F. (2015). The music of language: An ERP investigation of the effects of musical training on emotional prosody processing. *Brain and Language*, 140, 24-34. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2014.10.009>
- Plutchik, R. (1958). Outlines of a new theory of emotion. *Transactions of the New York Academy of Sciences*, 20(5), 394-403.
- Poirel, N., Cassotti, M., Beaucousin, V., Pineau, A., & Houde, O. (2011). Pleasant emotional induction broadens the visual world of young children. *Cogn Emot*, 26(1), 186-191. <https://doi.org/10.1080/02699931.2011.589430>
- Poirel, N., Mellet, E., Houde, O., & Pineau, A. (2008). First came the trees, then the forest: developmental changes during childhood in the processing of visual local-global patterns according to the meaningfulness of the stimuli. *Developmental Psychology*, 44(1), 245-253. (1471).
- Poirel, N., Simon, G., Cassotti, M., Houdé, O., & Beaucousin, V. (submitted). Pleasant emotional context affects our perception of the forest, not the trees: an ERP investigation during a global/local task. *Neuroscience Bulletin*.
- Pourtois, G., Schettino, A., & Vuilleumier, P. (2012). Brain mechanisms for emotional influences on perception and attention: What is magic and what is not. *Biol Psychol*. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2012.02.007>
- Querleu, D., Renard, X., Versyp, F., Paris-Delrue, L., & Crepin, G. (1988). Fetal hearing. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.*, 28(3), 191-212. (521).

- Raine, A., Lencz, T., & Mednick, S. A. (1995). *Schizotypal Personality*. Cambridge University Press. (2026).
- Ripoll, T. (2018). Les représentations philosophiques de la relation entre l'« esprit » et le cerveau des enseignants-chercheurs de psychologie : quelques implications. *Psychologie Française*. <https://doi.org/10.1016/j.psfr.2017.11.004>
- Roberts, V. J., Ingram, S. M., Lamar, M., & Green, R. C. (1996). Prosody impairment and associated affective and behavioral disturbances in Alzheimer's disease. *Neurology*, *47*(6), 1482-1488.
- Ross, E. D. (1981). The aprosodias. Functional-anatomic organization of the affective components of language in the right hemisphere. *Arch. Neurol.*, *38*(9), 561-569.
- Ross, E. D. (2000). Affective Prosody and the Aprosodias. In M. Mesulam (Éd.), *Principles of Behavioral and Cognitive Neurology*. (p. 316-331). Oxford: Oxford university press.
- Ross, E. D., Orbelo, D. M., Cartwright, J., Hansel, S., Burgard, M., Testa, J. A., & Buck, R. (2001). Affective-prosodic deficits in schizophrenia: comparison to patients with brain damage and relation to schizophrenic symptoms. *Journal of Neurological Neurosurgery and Psychiatry*, *70*(5), 597-604. <https://doi.org/10.1136/jnnp.70.5.597>
- Ross, E. D., Thompson, R. D., & Yenkosky, J. (1997). Lateralization of affective prosody in brain and the callosal integration of hemispheric language functions. *Brain and Language*, *56*(1), 27-54. (35).
- Rousseau, J.-J. (1781). *Essai sur l'origine des langues: où il est parlé de la mélodie et de l'imitation musicale ; suivi de Lettre sur la musique française ; et Examen de deux principes avancés par M. Rameau* (Ré-édition 1999). Paris: GF Flammarion.
- Roux, P., Christophe, A., & Passerieux, C. (2010). The emotional paradox: dissociation between explicit and implicit processing of emotional prosody in schizophrenia. *Neuropsychologia*, *48*(12), 3642-3649. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.08.021>
- Rudrauf, D., Lutz, A., Cosmelli, D., Lachaux, J. P., & Le Van Quyen, M. (2003). From autopoiesis to neurophenomenology: Francisco Varela's exploration of the biophysics of being. *Biological Research*, *36*(1), 27-65.
- Russell, J. A., & Feldman Barrett, L. (1999). Core affect, prototypical emotional episodes, and other things called emotion: dissecting the elephant. *Journal of Personality and Social Psychology*, *76*(5), 805-819.
- Santos, A., Joly-Pottuz, B., Moreno, S., Habib, M., & Besson, M. (2007). Behavioural and event-related potentials evidence for pitch discrimination deficits in dyslexic children: improvement after intensive phonic intervention. *Neuropsychologia*, *45*(5), 1080-1090.
- Sapolsky, R., & Balt, S. (1996). Reductionism and Variability in Data: A Meta-Analysis. *Perspectives in Biology and Medicine*, *39*(2), 193-203. <https://doi.org/10.1353/pbm.1996.0057>
- Savla, G. N., Vella, L., Armstrong, C. C., Penn, D. L., & Twamley, E. W. (2013). Deficits in Domains of Social Cognition in Schizophrenia: A Meta-Analysis of the Empirical Evidence. *Schizophrenia Bulletin*, *39*(5), 979-992. <https://doi.org/10.1093/schbul/sbs080>
- Schachter, S., & Singer, J. E. (1962). Cognitive, social, and physiological determinants of emotional state. *Psychological Review*, *69*, 379-399.
- Scherer, K. (2003). Vocal communication of emotion: A review of research paradigms. *Speech Communication*, *40*(1-2), 227-256. [https://doi.org/10.1016/S0167-6393\(02\)00084-5](https://doi.org/10.1016/S0167-6393(02)00084-5)
- Schirmer, A., & Kotz, S. A. (2006). Beyond the right hemisphere: brain mechanisms mediating vocal emotional processing. *Trends in Cognitive Science*, *10*(1), 24-30. (751).
- Scholten, M. R., Aleman, A., & Kahn, R. S. (2008). The processing of emotional prosody and semantics in schizophrenia: relationship to gender and IQ. *Psychological Medicine*, *38*(6), 887-898. <https://doi.org/10.1017/S0033291707001742>
- Schon, D., Boyer, M., Moreno, S., Besson, M., Peretz, I., & Kolinsky, R. (2008). Songs as an aid for language acquisition. *Cognition*, *106*(2), 975-983.

- Schwartz, R., & Pell, M. D. (2012). Emotional speech processing at the intersection of prosody and semantics. *PLoS One*, 7(10), e47279. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0047279>
- Simon, H., Beaucousin, V., Lebreton, E., & Lepillé, R. (2013). *La Méthode des concepts : Présentation et quelques résultats. Journée d'étude Philosophie et interdisciplinarité de nouvelles perspectives ?* Implications Philosophiques présenté à Rouen. Rouen.
- Slavin, M. J., Mattingley, J. B., Bradshaw, J. L., & Storey, E. (2002). Local-global processing in Alzheimer's disease: an examination of interference, inhibition and priming. *Neuropsychologia*, 40(8), 1173-1186.
- Small, J. A., Huxtable, A., & Walsh, M. (2010). The role of caregiver prosody in conversations with persons who have Alzheimer's disease. *American Journal of Alzheimers Disease and Other Dementia*, 24(6), 469-475. <https://doi.org/10.1177/1533317509342981>
- Stefanis, N. C., Hanssen, M., Smirnis, N. K., Avramopoulos, D. A., Evdokimidis, I. K., Stefanis, C. N., ... Van Os, J. (2002). Evidence that three dimensions of psychosis have a distribution in the general population. *Psychological Medicine*, 32(2), 347-358.
- Stolarova, M., Keil, A., & Moratti, S. (2006). Modulation of the C1 visual event-related component by conditioned stimuli: evidence for sensory plasticity in early affective perception. *Cerebral Cortex*, 16(6), 876-887. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhj031>
- Taler, V., Baum, S. R., Chertkow, H., & Saumier, D. (2008). Comprehension of grammatical and emotional prosody is impaired in Alzheimer's disease. *Neuropsychology*, 22(2), 188-195. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.22.2.188>
- Tan, H. K., Jones, G. V., & Watson, D. G. (2009). Encouraging the perceptual underdog: Positive affective priming of nonpreferred local-global processes. *Emotion*, 9(2), 238-247. <https://doi.org/10.1037/a0014713>
- Templier, L., Chetouani, M., Plaza, M., Belot, Z., Bocquet, P., & Chaby, L. (2015). Altered identification with relative preservation of emotional prosody production in patients with Alzheimer's disease. *Gériatrie et Psychologie Neuropsychiatrie du Vieillessement*, (1), 106-115. <https://doi.org/10.1684/pnv.2015.0524>
- Testa, J. A., Beatty, W. W., Gleason, A. C., Orbelo, D. M., & Ross, E. D. (2001). Impaired affective prosody in AD: relationship to aphasic deficits and emotional behaviors. *Neurology*, 57(8), 1474-1481. <https://doi.org/10.1212/WNL.57.8.1474>
- Theraulaz, G., & Spitz, F. (1997). *Auto-organisation et comportement*. Paris: Hermès.
- Todd, R. M., Cunningham, W. A., Anderson, A. K., & Thompson, E. (2012). Affect-biased attention as emotion regulation. *Trends in Cognitive Science*, 16(7), 365-372. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.06.003>
- Tomaino, C. M. (2012). Effective music therapy techniques in the treatment of nonfluent aphasia: Tomaino. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1252(1), 312-317. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2012.06451.x>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2008.05.006>
- Trakhtenberg, E. F., & Goldberg, J. L. (2011). Neuroimmune Communication. *Science*, 334, 47-49. (1737).
- Uexküll, J. von. (2004). *Mondes animaux et monde humain: suivi de Théorie de la signification*. Paris: Pocket.
- Van Boxtel, A. (2010). *Facial EMG as a Tool for Inferring Affective States* (F. G. A.J. Spink O. E. Krips, L. W. .. Loijens, L. P. J. J. Noldus & P. H. Zimmerman, Éd.). (1927).
- Varela, F. J. (1989). *Autonomie et connaissance : essai sur le vivant*. Evreux: Editions du Seuil. (1730).
- Varela, F. J., Bitbol, M., Cohen-Varela, A., Dupuy, J.-P., & Petitot, J. (2017). *Le cercle créateur: écrits (1976-2001)*.

- Varela, F. J., Lachaux, J. P., Rodriguez, E., & Martinerie, J. (2001). The brainweb: phase synchronization and large-scale integration. *Nature Review Neuroscience*, 2(4), 229-239.
- Vuilleumier, P. (2005). How brains beware: neural mechanisms of emotional attention. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(12), 585-594. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.10.011>
- Vul, E., Harris, C., Winkielman, P., & Pashler, H. (2009). Puzzlingly High Correlations in fMRI Studies of Emotion, Personality, and Social Cognition. *Perspectives on Psychological Science*, 4, 274-290. (1700).
- Weisberg, D. S., Keil, F. C., Goodstein, J., Rawson, E., & Gray, J. R. (2008). The seductive allure of neuroscience explanations. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20(3), 470-477. <https://doi.org/10.1162/jocn.2008.20040>
- Wieser, M. J., & Brosch, T. (2012). Faces in context: a review and systematization of contextual influences on affective face processing. *Frontiers in Psychology*, 3, 471. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00471>
- Wildgruber, D., Pihan, H., Ackermann, H., Erb, M., & Grodd, W. (2002). Dynamic brain activation during processing of emotional intonation: influence of acoustic parameters, emotional valence, and sex. *NeuroImage*, 15(4), 856-869. <https://doi.org/10.1006/nimg.2001.0998>
- Wright, A., Saxena, S., Sheppard, S. M., & Hillis, A. E. (2018). Selective impairments in components of affective prosody in neurologically impaired individuals. *Brain and Cognition*, 124, 29-36. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2018.04.001>
- Zrenner, E., Bartz-Schmidt, K. U., Benav, H., Besch, D., Bruckmann, A., Gabel, V. P., ... Wilke, R. (2011). Subretinal electronic chips allow blind patients to read letters and combine them to words. *Proceedings in Biological Science*, 278(1711), 1489-1497. (1660).

Annexes

I. Listes des tables

Table 1. Contenu verbal et prosodique des 7 types de stimuli _____ 28

II. Listes des figures

Figure 1. Les niveaux d'organisation de l'homme	5
Figure 2. Variabilité des effets de la testostérone quel que soit le niveau d'organisation étudié (Sapolsky & Balt, 1996)	11
Figure 3. Reconstruction d'une image à partir de l'activité cérébrale évoquée par le visionnage d'une vidéo (Nishimoto et al., 2011)	15
Figure 4. Elargissement ventriculaire massif chez un patient avec un fonctionnement cognitif dans la norme (Feuillet et al., 2007)	16
Figure 5. Modèle circumplex (Russell & Feldman Barrett, 1999)	20
Figure 6. Ancien modèle neurolinguistique de la compréhension de la phrase émotionnelle (Beaucousin, 2006)	23
Figure 7. Méthode des concepts appliquée à mes travaux de recherche (Simon et al., 2013)	27
Figure 8. Synthèse des résultats comportementaux sur l'effet d'ordre de présentation de différents stimuli lors d'une tâche de classification émotionnelle (adaptée du manuscrit de thèse, Beaucousin, 2006)	30
Figure 9. Etude Corpus. Graphique représentant l'estimation de l'intensité/valence émotionnelle moyenne des stimuli écrits	32
Figure 10. Etude corpus : Graphiques représentant l'estimation de l'intensité/valence émotionnelle moyenne des stimuli sonores	34
Figure 11. Etude corpus : Pourcentage de participants jeunes sans trouble cognitif utilisant préférentiellement le contenu verbal ou le contenu prosodique lors d'une tâche de jugement de l'intensité/valence émotionnelle	37
Figure 12. Etude ALCOM : effet groupe sur l'intensité émotionnelle moyenne entre les types de stimuli (Beaucousin et al., submitted)	45
Figure 13. Etude ALCOM : Pourcentage de participants utilisant préférentiellement le contenu verbal ou le contenu prosodique	46
Figure 14. Effet facilitateur de la prosodie émotionnelle sur une tâche de catégorisation émotionnelle dans la schizophrénie (Brazo et al., 2014).	51
Figure 15. Evaluation émotionnelle multi-dimensionnelle dans la schizophrénie (adapté de Kring et al., 2003)	53
Figure 16. Etude SKYPROVERB : L'effet groupe sur l'intensité émotionnelle moyenne entre les types de stimuli	54
Figure 17. Résultats de l'étude Perrine Brazo et collaborateurs sur la schizophrénie de (2014)	55
Figure 18. Etude SKYPROVERB : Pourcentage de participants utilisant préférentiellement le contenu verbal ou le contenu prosodique	56
Figure 19. Effet d'un contexte émotionnel de joie sur la 2 ^{ème} présentation d'un visage (adapté de Morel et al., 2012)	60
Figure 20. Effet d'un contexte positif sur le jugement et la reconnaissance d'une personne (adapté de la présentation orale, Lapis & Beaucousin, 2017)	61

<i>Figure 21. Exemple de figures hiérarchisées (adapté de Beaucousin et al., 2013)</i>	62
<i>Figure 22. Effet du contexte émotionnel positif sur le biais local/global au cours du développement (adapté de Poirel et al., 2011)</i>	64
<i>Figure 23. Effet d'un contexte émotionnel positif sur les étapes précoces du traitement visuo-spatial (adapté de Poirel et al., submitted)</i>	65
<i>Figure 24. Effet d'un contexte émotionnel sur l'appariement global</i>	66
<i>Figure 25. Processus cognitifs impliqués dans la compréhension du discours émotionnel</i>	70
<i>Figure 26. Modèle d'émergence du sens émotionnel à partir du contenu verbal et prosodique</i>	72
<i>Figure 27. Activité musculaire du zygomatique en réponse à des stimuli émotionnels</i>	79

III. Glossaire des acronymes

Acronyme	Explication
AAP	Appel A Projet
ACL	Article à comité de lecture
ACT	Communication affichée
ANR	Agence Nationale de la Recherche
ANSM	Agence Nationale de Sécurité du Médicament
BQR	Bonus Qualité Recherche
C+	phrases congruentes avec un contenu verbal et prosodique positif (rouge)
C0	phrases congruentes avec un contenu verbal et prosodique sans émotion (vert)
C-	phrases congruentes avec un contenu verbal et prosodique négatif (violet)
CAM	Conceptual Act Model (Barrett, 2011)
CCE	Comité consultatif d'éthique du CRFDP
CCTIRS	Comité consultatif sur le traitement de l'information en matière de recherche scientifique rattaché au Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation
CNIL	Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés
CPP	Comité de Protection des Personnes
CRFDP	Centre de Recherches sur les Fonctionnements et Dysfonctionnements Psychologiques - EA 7475, Université de Rouen Normandie
Unité de Recherche DysCo	Fonctionnement et Dysfonctionnement cognitifs : les âges de la vie – Université Paris Nanterre, Paris Vincennes / Saint-Denis
EEG	Electro-encéphalographie
EMG	Electromyographie
FDJ	Fondation de France
IAPS	International Affective Picture System: banque d'images émotionnelles (Lang, Bradley, & Cuthbert, 2008)
ICM	Institut du Cerveau et de la Moelle épinière
IGE	Ingénieur.e d'études
ISTS	Imagerie et Stratégies Thérapeutiques de la Schizophrénie - UMR 6301 CNRS CEA, Centre Cyceron, Université de Caen Normandie

Acronyme	Explication
LpsyDé	Laboratoire de Psychologie du Développement et de l'éducation de l'Enfant - UMR CNRS 8240 – Université Paris Descartes
LPN	Laboratoire de Psychopathologie et Neuropsychologie – EA2027, Université de Paris 8
MEG	Magnéto-Encéphalographie
MMSE	Mini Mental State Examination (Folstein <i>et al.</i> , 1975)
NimStim	Banque de visages (Tottenham <i>et al.</i> , 2009)
P+	phrases inconsistantes avec un contenu verbal sans émotion et une prosodie positif (jaune)
P-	phrases inconsistantes avec un contenu verbal sans émotion et une prosodie négatif (bleu ciel)
Resint	Réseau des référents à l'intégrité scientifique
SAN team	Social and Affective Neuroscience Team - ICM, UMR 7225 / UMR-S 1127, UPMC / CNRS / INSERM
RGPD	Règlement Général sur la Protection des Données Personnelles
TEC	Technicien d'étude clinique
URN	Université de Rouen Normandie
V+	phrases inconsistantes avec un contenu verbal positif et une prosodie sans émotion (orange)
V-	phrases inconsistantes avec un contenu verbal positif et une prosodie sans émotion (bleu foncé)